

LA BIODIVERSIDAD EN CAMPECHE

ESTUDIO DE ESTADO





C. GOBERNADOR CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO DE CAMPECHE

Lic. Fernando Ortega Bernés

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE
Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

Dra. Evelia Rivera Arriaga

COMITÉ CONMEMORATIVO PARA EL
INICIO DEL BICENTENARIO DE LA
INDEPENDENCIA Y DEL INICIO DE LA
REVOLUCIÓN MEXICANA EN CAMPECHE

Lic. Carlos Pérez Cámara
Coordinador General del Consejo
Consultivo del Comité

Dr. José Manuel Alcocer Bernés
Secretario Técnico del Consejo
Consultivo del Comité

Mtro. Alfonso Esquivel Campos
Secretario Ejecutivo del Consejo
Consultivo del Comité



**LA BIODIVERSIDAD EN CAMPECHE:
ESTUDIO DE ESTADO**

Primera edición 2010

© D.R. 2010 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
Liga Periférico – Insurgentes Sur 4903 Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D. F.
<http://www.conabio.gob.mx>

© D.R. 2010 Gobierno del Estado de Campeche.
Calle 8 S/N, Centro Histórico, San Francisco de Campeche, 24000 Campeche. México
<http://camp.gob.mx/default.aspx>

© D.R. 2010 Universidad Autónoma de Campeche.
Av. Agustín Melgar S/N entre Calle 20 y Juan de la Barrera. Col. Buenavista. San Francisco de Campeche 24039 Campeche. México.
<http://www.uacam.mx>

© D.R. 2010 El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), unidad Campeche.
Calle 10 X 61 No. 264. Colonia Centro San Francisco de Campeche 24000 Campeche. México.
<http://www.ecosur.mx>

ISBN 978-607-7887-22-5 (versión impresa)
ISBN 978-607-7887-21-8 (versión electrónica)

Forma de citar:

Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p.

Coordinación general:

Guillermo J. Villalobos-Zapata y Jorge Mendoza Vega.

Coordinación General CONABIO

Andrea Cruz Angón, Erika Daniela Melgarejo y Fernando Camacho Rico.

Compilación, edición técnica y científica:

MEDIO FÍSICO: Jorge Mendoza Vega; MEDIO SOCIOECONÓMICO: Laura Hui-cochea Gómez; DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS: A. Gerardo Palacio Aponte; DIVERSIDAD DE ESPECIES: Julia Ramos Miranda; DIVERSIDAD GENÉTICA: Aida Martínez Hernández; USO DE LA BIODIVERSIDAD: Griselda Escalona Segura; AMENAZAS DE LA BIODIVERSIDAD: Jaime Rendón von Osten; PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN: Guillermo J. Villalobos-Zapata; MARCO JURÍDICO: Evelia Rivera-Arriaga; GESTIÓN AMBIENTAL: Alberto Escamilla.

Corrección de estilo:

Centro de Español y Maya, Facultad de Humanidades
Universidad Autónoma de Campeche.

Diseño:

Juan M. Matú (portada).
Jorge Gutiérrez (interiores).

Formación y cuidado de la edición:

Jorge Gutiérrez.

Revisión técnica de textos, listados de especies y mapas por parte de la CONABIO:

Andrea Cruz Angón, Erika Daniela Melgarejo, Fernando Camacho Rico, María Eugenia González Díaz, Verónica Aguilar Sierra, Cecilia Fernández Pumar, Ana Isabel González Martínez, Diana Hernández Robles, Ariadna Ivonne Marín Sánchez, Juan Manuel Martínez Vargas, Eduardo Morales Guillaumin, Elizabeth Moreno Gutiérrez, Susana Ocegueda Cruz, y Rocío Villalón Calderón.

Agradecimientos:

El Gobierno del Estado de Campeche, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Universidad Autónoma de Campeche y El Colegio de la Frontera Sur expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, particularmente a: Corredor Biológico Mesoamericano, y al Programa de Pequeñas Donaciones (PNUD). Salvo en aquellas contribuciones que reflejan el trabajo y quehacer de las instituciones y organizaciones participantes, el contenido de las contribuciones es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Fotografía:

Portada: Leonardo Toledo (ECOSUR) y Centro EPOMEX-UAC.

Interiores: Centro EPOMEX-UAC. Jorge Borroto, Candelaria Chi Moo, Dirección de Relaciones Públicas-UAC, Laura Huicochea Gómez, Fernando Limón Aguirre, Leonardo Toledo Garibaldi, Juan Carlos Velasco Santos, Saúl Zárate Rico, Consejo Local de Médicos Indígenas de los Chenes Hopelchen, María Andrade, Luis A Ayala, Daniel Torruco-Gómez, Victor Kú, Jorge A. Benítez Torres, Otto Ortega, Pamela Garrma, Ligia Ancona, L.A. Williams-Beck, Margarita E. Gallegos, Juan Tun, Germán Carnevali, María Goreti Campos Ríos, Ivón M. Ramírez-Morillo, Juan Javier Ortiz Díaz, Claudia Agraz-Hernández, Jorge L. Hernández, Andrea Raz-Guzmán, Daniel Pech, Martha Reguero, Irma Pérez García, ICMYL (UNAM), Alejandro Granados Barba, Edgar Escalante, Atahualpa Sosa, Humberto Bahena, Ma. Eugenia Vega-Cendejas, Ernesto Perera, Rogelio Cedeño, Emmanuel Cornelio Vera, Miguel Medina, José del C. Puc Cabrera, Javier Salgado, Jorge Correa Sandoval, Gerardo Rivas Hernández, Diana M. Antochiw Alonzo, Manuel Weber, Joel Lara Reyna, Oscar Retana, Eduardo Morteo, Carlos Rosas, José Ignacio Grandos Peón, Nidelvia Bolivar Fernández, Juan Tun, PEMEX, María C. Rosano, Carlos Galindo Leal, David Arturo González Villareal, Humberto Caamal, Aida Martínez Hernández, Jorge A. Vargas, Griselda Escalona, Leonel López-Toledo, Wendy Matú Moreno, Luis R. Martínez Pérez de Ayala, Rafael Reyna Hurtado, Unai Markaida, Francisco Gómez Criollo y Eduardo Limón Galarza.

Impreso y hecho en México.

Printed and made in Mexico.

CONTENIDO

PRÓLOGO

PRESENTACIÓN

I MEDIO FÍSICO

Hidrología	2
Relieve	8
Clima	16
Suelos	20

II MEDIO SOCIOECONÓMICO

Breve historia de la organización política de Campeche	32
Población	34
Estudio de caso: migración, deforestación y pérdida de la biodiversidad en el estado de Campeche	56
Estudio de caso: adaptaciones culturales y formas de relación de los chuj con su entorno natural en el estado de Campeche	61
Contexto socioeconómico actual	70
Panorama educativo	78
Dilemas y perspectivas de la educación ambiental	84
Panorama de salud, enfermedad y muerte	90
La salud y la enfermedad en la población indígena	96

III DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS	107
Regionalización biológica	110
Humedales costeros	116
Dunas, playas e islas	128
El sistema arrecifal de Campeche: una visión comparativa	136
Fisiografía de las islas y su relación con la flora insular en los arrecifes de Campeche	142
Síntesis de los tipos de vegetación terrestre	148
Vegetación acuática	156
Estudio de caso: la vegetación de los Petenes de Campeche	163
Estudio de caso: los Petenes de Campeche, Reserva de la Biosfera	165
Estudio de caso: los bajos inundables en Campeche	170
IV DIVERSIDAD DE ESPECIES	175
Diversidad microbiana	178
Hongos	186
Foraminíferos y ostrácodos	190
Reino vegetal	198
Macroalgas	198
Pastos marinos	204
Diversidad florística	210
Anonáceas	214
Asteráceas	218
Boragináceas	222
Bromelias	228
Cactáceas	234

Cyperáceas	238
Leguminosas	244
Orquídeas	248
Gramíneas	254
Poligonáceas	258
Manglar	260
Estudio de caso: las heliconias de Campeche	267
Estudio de caso: las icacináceas de Campeche	268
Reino animal	270
Macrocrustáceos acuáticos	270
Estudio de caso: crustáceos de la laguna de Términos	275
Moluscos marino-costeros	280
Estudio de caso: moluscos de la laguna de Términos	286
Equinodermos	290
Estudio de caso: ofiuroideos del estado de Campeche	296
Poliquetos	300
Peces marinos	308
Peces de agua dulce	316
Estudio de caso: los peces de la Reserva de Calakmul	322
Anfibios	326
Reptiles	332
Estudio de caso: tortugas marinas en las costas de Campeche	337
Estudio de caso: programa estatal de protección y conservación de la tortuga marina en Campeche	342
Estudio de caso: el cocodrilo de pantano <i>Crocodylus moreletii</i> en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche	344
Aves	350
Estudio de caso: aves de humedal	358
Mamíferos acuáticos	362
Mamíferos terrestres	372

V DIVERSIDAD GENÉTICA **379**

Estado actual de los estudios sobre diversidad genética	384
Diversidad genética en fauna	386
Estudio de caso: hacia el conocimiento del flujo genético del delfín <i>Tursiops truncatus</i> en aguas costeras del estado de Campeche	394
Estudio de caso: variabilidad genética del camarón blanco <i>Litopenaeus setiferus</i>	398
Estudio de caso: diversidad genética de aves	399
Diversidad genética en flora y patógenos de cultivo	402
Estudio de caso: diversidad genética de <i>Psittacanthus</i>	408
Diversidad genética microbiana	410
Estudio de caso: algunos estudios de diversidad genética de la microbiota del estado de Campeche	413
Estudio de caso: exploración y valoración biotecnológica de recursos microbianos marinos de Campeche	416
Estudio de caso: estudios relacionados con la determinación de biodiversidad microbiana edáfica en Campeche	420
Diversidad genética en poblaciones humanas y en organismos que afectan la salud humana	424
Bioprospección de los recursos genéticos	428
Estudio de caso: importancia biotecnológica de los recursos microbianos	433
Estudio de caso: potencial de los recursos genéticos y necesidades de estudio. Prospección en Campeche	434
Necesidades de estudio sobre diversidad genética	436

VI USOS DE LA BIODIVERSIDAD **439**

Introducción	440
Valoración económica de los servicios ambientales de Campeche	442
Aprovechamientos forestales maderables y no maderables	458
Estudio de caso: flora melífera de Campeche	462
Estudio de caso: conservación y aprovechamiento del Guayacán en el estado de Campeche	466
Estudio de caso: usos y beneficios ecológicos, económicos y sociales que proporcionan los ecosistemas de manglar en el estado de Campeche	470
Estudio de caso: frutos comestibles de Campeche	476

Estudio de caso: enzimas extraídas de frutos nativos	488
Usos generales de la fauna silvestre	492
Aves canoras y de ornato	498
Estudio de caso: la apicultura en el estado de Campeche	504
Estudio de caso: manejo del pavo ocelado	507
Estudio de caso: el pecarí labios blancos (<i>Tayassu pecari</i>) en Campeche: uso, conocimiento actual y estado de conservación	510
Estudio de caso: ¿Son las UMA extensivas sustentables en Campeche?	514
Las pesquerías	520
Conclusiones y sugerencias	536

VII AMENAZAS DE LA BIODIVERSIDAD **541**

Introducción	542
Problemática	546
Estudio de caso: amenazas a aves en paisajes de agricultura tradicional de tumba-roza y quema	564
Estudio de caso: amenazas a la diversidad genética microbiana	568
Estudio de caso: deforestación en el estado de Campeche. Causas directas e indirectas de la principal amenaza sobre la biodiversidad	573

VIII PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN **577**

Áreas Naturales Protegidas en Campeche	580
Sitios prioritarios para la conservación	588
Conservación de suelos	608
Reforestación	616
Restauración de los ecosistemas de manglar	620
Efectos del cambio climático en la biodiversidad	626

IX MARCO JURÍDICO	633
Introducción	634
Legislación nacional	640
Legislación estatal en materia ambiental	650
Conclusiones	664
X GESTIÓN AMBIENTAL	669
Sector público	670
Sector privado	678
Estudio de caso: Agropecuaria Santa Genoveva SAPI de CV	680
Organizaciones no gubernamentales	682
Sistemas de información	684
Conclusiones	686
HACIA LAS ESTRATEGÍA ESTATAL DE CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD	691
RESÚMENES CURRICULARES DE LOS AUTORES	709

PRÓLOGO

México forma parte del selecto grupo de países a los que por su enorme riqueza biológica se les denomina países megadiversos y ocupa un privilegiado tercer lugar entre los mismos. La sobreposición de dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical), su clima, orografía y provincias geológicas resultan en una gran variedad de ecosistemas y microclimas y un número elevado de endemismos. El país es el primero por su fauna de reptiles (717 especies), el segundo en mamíferos (451 especies) y el cuarto en anfibios (282 especies) y fanerógamas (circa 25,000 especies). El 32% de fauna nacional de vertebrados es endémica de México y el 52% la comparte únicamente con Mesoamérica.

A nivel mundial existen 20 órdenes, 119 familias, 1057 géneros y alrededor de 4 332 especies de mamíferos. De lo anterior, CONABIO reporta que México posee el 50% de los 20 órdenes, con 35 familias, 166 géneros y 451 especies de mamíferos que constituyen la diversidad mastozoológica en el país y corresponden al 29.4% de las familias, 15.7% de los géneros y 10.4% de todas las especies del Continente Americano. Los murciélagos y roedores son los más diversos, pues representan 79.2% de todo el complejo mastozoológico mexicano. Además, hay 9 géneros y 148 especies endémicas en 6 órdenes: Rodentia (110), Chiroptera (14), Insectívora (11), Lagomorpha (8), Carnívora (4) y Marsupialia (1).

El sureste de México tiene una historia geológica compleja que ha producido más especies de vertebrados que cada uno de los países centroamericanos, de manera que casi un tercio de las especies de mamíferos terrestres son endémicas de esta parte del país. El estado de Campeche reporta un total de 4 379 especies registradas hasta el momento, de las que resaltan mamíferos acuáticos con 15, mamíferos terrestres 105, aves 489 especies y reptiles 99.

Este libro pretendió conjuntar el conocimiento de la biodiversidad del estado de Campeche a través del trabajo de investigación serio, dedicado y perseverante de prestigiados científicos de diversas instituciones de excelencia que han estudiado la flora, fauna y ecosistemas campechanos desde hace décadas y cuyos productos hoy permiten acciones requeridas para la conservación y el uso sustentable de esa biodiversidad. A través de este esfuerzo se contribuye a generar la línea base necesaria para orientar las políticas del Estado en la materia.

Se debe tener presente que Campeche está conformado por un mosaico diverso en el que se combina una enorme diversidad biológica con una milenaria cultura como la maya, que ha promovido el uso en diversas escalas de esa biodiversidad con la que comparte íntimamente su identidad e historia. La proliferación de las haciendas henequeneras, de la explotación del palo de tinte, del chicle, la explotación de la sal, las maderas preciosas y la presencia de árboles frutales únicos en esta región de México, configuraron un contexto peculiar que además sirve de cobijo a cinco de las seis especies de felinos reportadas para el país, en especial de jaguar, cuya población es la más grande de México.

Atendiendo a la Estrategia Nacional de Biodiversidad para México, Campeche se encuentra transitando con paso firme para abordar las cuatro líneas estratégicas propuestas; hacia el conocimiento y manejo de información de la biodiversidad campechana; hacia su protección y conservación; diseñando estrategias para la valoración de esa biodiversidad y buscando distintas maneras de diversificar su uso. El reto que enfrenta Campeche con su biodiversidad requiere del diseño de una planificación para su conservación y uso sustentable en un proceso continuo y dinámico que debe reflejar los cambios en ese binomio biodiversidad – cultura.

La generación de líneas estratégicas y acciones de participación de los diversos sectores de la sociedad en Campeche, así como el diseño de planes de acciones específicos para cada caso, representan instrumentos importantes para determinar metas y objetivos básicos (a corto, mediano y largo plazo), cursos de acción y asignación de recursos necesarios para alcanzar las metas previstas.

Al final, este libro tiene también el propósito de orientar al gobierno en el cumplimiento de los tres objetivos establecidos en el Convenio de Diversidad Biológica que apenas concluyó su décima reunión de partes: la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos y el acceso justo y equitativo de los beneficios derivados del aprovechamiento de los recursos naturales de Campeche.

En la medida que sumemos esfuerzos y pasemos de una actitud contemplativa a una realizadora, la rica biodiversidad que posee esta tierra maravillosa se constituirá también en sinónimo de motivación para recorrer sustentablemente el camino de nuestro crecimiento.

Lic. Fernando Ortega Bernés

C. GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE CAMPECHE

PRESENTACIÓN

El libro “*La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*” representa un gran paso en los esfuerzos para difundir el conocimiento del patrimonio natural con el que cuenta el estado de Campeche. Esta obra es una fuente de información confiable acerca de la situación actual de los recursos biológicos en Campeche, que estará a disposición de autoridades, académicos, comunidades locales, grupos indígenas y la sociedad en general, y será una herramienta básica para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de planeación en beneficio del desarrollo integral de nuestra sociedad.

Esta información es sin duda un excelente punto de partida, sin embargo, es necesario tener en cuenta que el conocimiento dista de estar completo y es necesario que se continúe incrementando. Me refiero aquí no solamente al estado actual del conocimiento de las especies animales y vegetales, así como los microorganismos, sino fundamentalmente al referente a los ecosistemas de Estado, de los cuales depende la vida de sus habitantes por los servicios que reciben de sus selvas, manglares, lagunas, entre otros ecosistemas.

Para CONABIO ha sido un privilegio colaborar con el Gobierno del Estado de Campeche, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable. También reconocemos a las instituciones académicas estatales, nacionales e internacionales que participaron en este esfuerzo, especialmente a la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) a través Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), así como al Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-Campeche), que a través del Dr. Guillermo Villalobos (EPOMEX) y el Dr. Jorge Mendoza (ECOSUR) coordinaron la compilación y revisión técnica y científica de las distintas secciones que constituyen el estudio.

Reconozco el entusiasmo y dedicación de los compiladores temáticos y de los 128 autores pertenecientes a más de 30 instituciones y centros de investigación, para integrar las 11 partes que constituyen el documento, los felicitamos por la culminación de esta gran labor. Asimismo, los invitamos a continuar participando en la elaboración de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Campeche y desde luego en su pronta, permanente y efectiva implementación.

Por otro lado, agradecemos al programa de Naciones Unidas a través del Programa de Pequeñas Donaciones, así como del Corredor Biológico Mesoamericano por su participación económica para la elaboración de esta obra.

Es necesario mencionar que el presente estudio está siendo utilizado como base para la elaboración de la Estrategia Estatal de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad de Campeche, cuyo objetivo fundamental es detener el deterioro del capital natural en el estado Campeche, así como usar de manera sostenible y conservar los servicios ambientales en beneficio de la sociedad campechana. Parte de los compromisos adquiridos por México ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) son cumplidos y enriquecidos con la participación voluntaria de estados como Campeche, que reconocen la importancia de realizar acciones locales para obtener beneficios globales.

Asumo con toda seguridad que las autoridades, academia y sociedad serán promotores permanentes de la continuidad de los esfuerzos en ampliar el conocimiento de la biodiversidad, identificar y registrar los cambios que experimenta, y apoyar las acciones de conservación que se ejecuten.

Confío en que, de manera sinérgica los procesos locales que la elaboración de este estudio y su correspondiente estrategia han puesto en marcha, se encaucen para que en un futuro cercano se pueda constituir una institución estatal homóloga de CONABIO, con la misión de producir inteligencia en materia de biodiversidad que apoye la toma de decisiones del gobierno estatal, los gobiernos municipales y la sociedad poblana como consecuencia de estos importantes esfuerzos.

Dr. José Sarukhán Kermez
COORDINADOR NACIONAL DE LA CONABIO



Imagen: CONABIO.

MEDIO FÍSICO

I

Jorge Mendoza Vega
Coordinador

El estado de Campeche forma parte de la península de Yucatán, constituye un bloque tectónico sin plegamientos, proveniente del Paleozoico (Burke *et al.*, 1984; Salvador, 1991). La ausencia de montañas en la península la distingue del resto del país y le proporciona su singularidad. Sin embargo, existen diferencias en el relieve entre el estado de Campeche y el resto de la península. En esta sección se describe cómo el origen calcáreo de la península de Yucatán rige en gran parte la hidrología del Estado. Se describen las corrientes superficiales (las cuales se localizan en el suroeste) y las aguas subterráneas (importantes como fuente de abasto de dicho recurso, en el centro, norte, sur y este de la entidad). Se discute la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Se discute la importancia que tiene el estudio de las geoformas, en términos de regionalización e identificación de zonas de riesgo a contingencias ambientales y aprovechamiento de los recursos. Por último, se enumeran las subprovincias fisiográficas y los paisajes geomorfológicos en el contexto estatal. El clima de la península de Yucatán es notoriamente influenciado por los mares que la circundan (*e.g.* la posición geográfica, las corrientes marinas, los vientos dominantes, los eventos meteorológicos extraordinarios, como los huracanes, que en esta parte del país son tan recurrentes), y ayudan a definir el clima del estado de Campeche. Por otro lado, el material geológico de la península de Yucatán, determina en gran medida las características hidrológicas y edáficas del Estado. Finalmente, se dan particularidades sobre los principales tipos de suelos; su ubicación en el paisaje y en el Estado, sus características más sobresalientes, tanto ecológicas como de uso, tipos de vegetación que soportan y la importancia que tienen las geoformas en las asociaciones de los suelos.

Hidrología

Mario Rebolledo Vieyra

INTRODUCCIÓN

Campeche forma parte de la plataforma de la península de Yucatán la cual, a su vez, es parte de la Placa de Norteamérica. La evolución geológica y tectónica de la Península está estrechamente ligada a la evolución del Golfo de México y del Caribe.

Algunas interpretaciones definen al Golfo de México y al Caribe, como material continental sumergido o como el sitio de una cuenca oceánica permanente, existente desde el Paleozoico (Burke *et al.*, 1984; Salvador, 1991).

Se han hecho intentos para reconstruir la historia Paleozoica y Mesozoica de la región Golfo de México-Caribe-Atlántico Central. Existe el consenso de que el inicio de la apertura y formación de esta región, está ligada al rompimiento de la porción occidental de la Pangea (Duncan y Hargraves, 1984; Burke *et al.*, 1984; Salvador, 1991; Marton y Buffler, 1994).

La historia de apertura del Golfo de México y el Caribe no son independientes entre sí y podrían ser tratadas como un solo sistema, dado que las estructuras mesozoicas del Caribe han sido deformadas por eventos tectónicos más jóvenes —Cretácico tardío al presente— (Marton y Buffler, 1994), se tratan de manera independiente.

Las interpretaciones de cómo han evolucionado el Golfo de México y el Caribe dependen de la interrelación de las placas de Norteamérica, Sudamérica y África, así como de pequeños fragmentos de corteza continental como Yucatán, el bloque Chortis y la isla de Pinos.

En la actualidad la geología superficial de la península de Yucatán, está formada, principalmente, por sedimentos pertenecientes al Cenozoico, predominando los sedimentos de origen calcáreo que le han brindado el carácter cárstico (entendiendo como cárstico al terreno calcáreo altamente fracturado, gran número de cavidades de disolución: cavernas y cenotes) que controla la hidrogeología de la Península (figura 1).

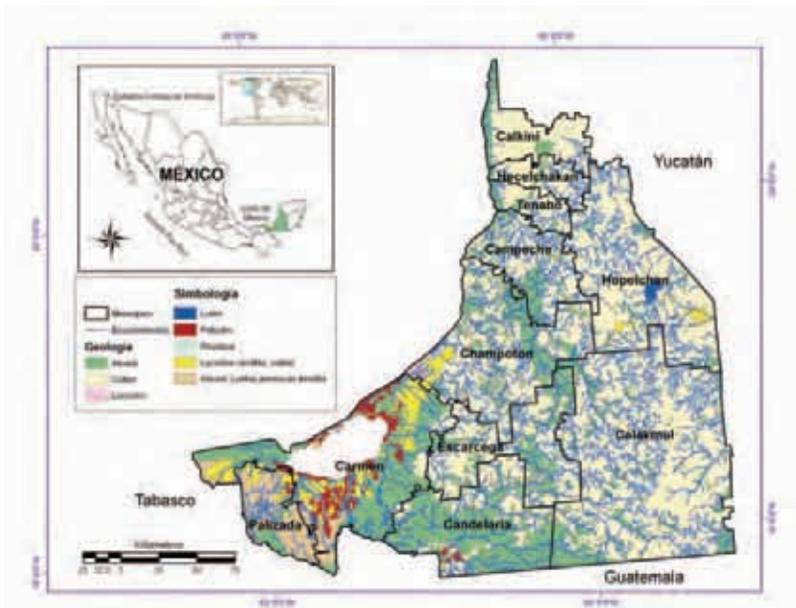


Figura 1. Cartografía de la hidrología superficial del estado de Campeche (Elaborado con base en imágenes de satélite tomadas de Google Earth). En azul se presentan los principales ríos y escurrimientos de Campeche.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El estado de Campeche, cuenta con 4 regiones, 7 cuencas hidrológicas y 2 200 km², de lagunas costeras. Forma parte de lo que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha denominado Región Hidrológica XII, Península de Yucatán, en la cual, 98% del territorio de Campeche ha sido dividido en dos sub-regiones: Poniente y Candelaria (figura 2). Esta última sub-región cuenta con la zona de mayor precipitación pluvial de la zona, y es una de las que presenta valores más altos en el país –1 700 y 1 800 mm (figura 3) –, con un promedio de 1 169 mm de precipitación anual (CONAGUA, 2006b).

Las anteriores características han permitido que en esta zona de la Península y particularmente en la porción sur-suroeste del territorio de Campeche, se concentre el mayor número de corrientes superficiales (ríos, lagos, lagunas y esteros).

Las corrientes superficiales de esta zona pertenecen a distintas cuencas, siendo la de mayor extensión la del sistema Grijalva-Usumacinta, seguida por las cuencas de los ríos Candelaria, Chumpán y Mamantel.

El río Palizada es el brazo más caudaloso y estrecho oriental del Usumacinta, con meandros diversos a través de una planicie aluvial baja y pantanosa, cubierta por vegetación; recibe las aguas del arroyo Blanco, sigue su curso hasta unirse con el río Viejo y desemboca en la laguna del Este, donde también desembocan pequeñas corrientes de los ríos del este —Piñas y Marentes— que finalmente salen por la Barra de Boca Chica a la laguna de Términos (tabla 1).

El río Chumpán queda aislado en la llanura, se forma por la unión de varios arroyos siendo los principales: Salsipuedes, San Joaquín y Piedad; corre en dirección surnorte y desemboca en la laguna de Términos por la Boca de Balchacah.

El río Candelaria se forma en la región del Petén, en Guatemala, con orientación de sur a norte. Ya en Campeche recibe por su margen derecho al río Caribe y desemboca en la laguna de Pargos, la cual más abajo desemboca en la laguna de Términos.

El río Mamantel desemboca en la laguna de Panlau y presenta durante su recorrido un caudal pequeño sobre la superficie del terreno. Otra cuenca importante es la del río Champotón que se encuentra al norte de la laguna de Términos. Al igual que el río Mamantel fluye sobre terreno calcáreo, con un curso corto y sin afluentes, desembocando en el Golfo de México.

El resto de las corrientes, situadas en el centro y suroeste del Estado, son temporales, pues sólo llevan agua en tiempo de lluvias. Hacia

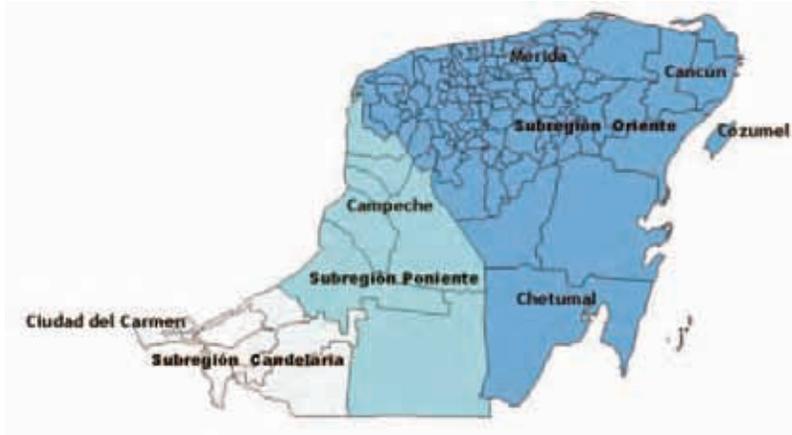


Figura 2. Región Hidrológica XII, península de Yucatán, donde se muestran la división del estado de Campeche en las sub-regiones: poniente y Candelaria (CONAGUA, 2006a).



Figura 3. Mapa de la Región Hidrológica XII, donde se muestra las zonas de precipitación pluvial. La sub-región Candelaria presenta los valores mayores (1 700-1 800 mm) de la región (CONAGUA, 2006a).

Tabla 1. Descripción de la cuenca del río Palizada en el estado de Campeche.

Cuenca	Características principales
Río Palizada, brazo oriental del Usumacinta	Es caudaloso y estrecho, con sinuosidades diversas a través de un terreno aluvial bajo y pantanoso, cubierto de vegetación; recibe las aguas del arroyo Blanco, sigue su curso hasta unirse con el río Viejo y desemboca en la laguna del Este, al igual que las pequeñas corrientes de los ríos del este —Piñas y Marentes— que finalmente salen por la Barra de Boca Chica a la laguna de Términos

Fuente: Rendón-von Osten *et al.*, 2008.

el noroeste tenemos el Estero de Sabancuy, formado por barreras de arena y manglar. (Rendón-von Osten *et al.*, 2008).

Del sistema Grijalva-Usumacinta, se desprende el río bajo Usumacinta, la geomorfología de éste, sugiere que ha cambiado de cauce a lo largo de su historia, probablemente como respuesta al cambio de régimen pluvial, lo cual, a su vez, ha ocasionado que se divida en varios brazos. El río San Pedro, es un brazo que deriva del Usumacinta, pasa por el poblado de Jonuta en Tabasco y desemboca directamente en el Golfo de México. Un rasgo importante es el conjunto lagunar que rodea la laguna de Términos, formando el el sistema de lagunas más importante del país; de oeste a este, se encuentran: Atasta, Pom, Puerto Rico, El Este, Del Vapor, Del Corte, Pargos y Panlau. Su formación ha ocurrido durante los últimos cinco mil años, debido a la acumulación de sedimentos transportados por los ríos que desembocan en el sistema lagunar, lo que ha generado la formación de islas en barrera alrededor de las depresiones del terreno.

En el sur de Campeche se presenta una serie de depósitos de agua conocidos en la región como aguadas o akalches. Estos depósitos se generan durante la temporada de lluvia, debido a la saturación de la zona vadosa en el subsuelo, como consecuencia de la alta precipi-

tación, este fenómeno se potencia con el aporte de los arroyos que aparecen en la misma temporada húmeda y que desembocan en dicha zona. La mayor parte de las aguadas desaparecen durante la temporada de estiaje, cuando la evapotranspiración excede a la precipitación y la zona vadosa deja de estar saturada. Los lagos Noh (Silvituc), Noha y Chama-ha mantienen sus aguas permanentemente.

AGUAS SUBTERRÁNEAS

La naturaleza cárstica de la península de Yucatán es una de las causas de que la mayor fuente de agua en la región sea el agua subterránea, donde el nivel freático se encuentra a profundidades que van de 6 m a 90 m; es esta la principal fuente de agua para todos los usos y también el principal cuerpo receptor de la precipitación que se infiltra y de las aguas residuales. A partir de los análisis y estimaciones previas de la CONAGUA (2006a), se establece que este acuífero se encuentra sobre una interfase de agua salada, con grandes espesores de agua dulce en el sur, que disminuye hasta tener capas delgadas en la línea de costa; tiene una alta dinámica de desplazamiento, y su velocidad de flujo se estima en aproximadamente 40 m/hora, alimentado por la infiltración de aguas de lluvia y los volúmenes que se descargan después de los usos superficiales. El volumen total de lluvia que se precipita en la región es del orden de 169 905.26 hm³ al año; la mayor parte se infiltra y genera grandes volúmenes de agua que viajan a velocidades mínimas, que parten desde el punto topográficamente más alto del Estado, ubicado al sur de Xpujil.

CALIDAD DEL AGUA

En la Subregión Candelaria quedan comprendidas las corrientes superficiales de los ríos Candelaria y Chumpán, los cuerpos de agua epi-continentales, y las lagunas Centenario y Aquiles Serdán. Las

evaluaciones de calidad del agua muestran valores que las clasifican de acuerdo al Índice de Calidad del Agua, como aguas que varían de poco contaminadas a aceptables para todos los usos, con excepción del abastecimiento, lo que indica que requieren tratamiento previo a su consumo debido al arrastre de sólidos en suspensión o disueltos en épocas de lluvias. En cuanto al estero Sabancuy, el valor del índice es aún más bajo, ya que es un sitio que tiene influencia marina y la elevada presencia de cloruros y conductividad reflejan que no es apta para ningún uso. En el caso de los ríos Champotón y Mamantel, que pertenecen a la Subregión Poniente, los valores promedio del índice de calidad para el primero de ellos proporcionan resultados de aceptabilidad del agua para todos los usos en ambas corrientes, excepto para el consumo humano, en donde se señala que es de dudosa calidad para ser ingerida, y que deberá ser sometida a una purificación previa.

La calidad del agua subterránea a diferencia del agua superficial, depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene. Bajo este contexto el agua subterránea de la región se encuentra distribuida en forma discontinua debido por una parte, al origen y a la conformación fisiográfica de la península y por la otra, a su estructura litológica, de aquí se deriva que la zona de recarga y a su vez de mayor precipitación, se ubica en la parte sur y central de la región, donde precisamente se localizan las elevaciones topográficas más prominentes. El agua escurre en la parte alta de la cuenca y en donde las condiciones del suelo lo permiten, para después infiltrarse en la porción media y baja a través del medio cárstico del que está constituido el subsuelo, el cual, forma parte del acuífero para luego descargar hacia el mar. La naturaleza cárstica del acuífero está dada por las características de las rocas calizas y depósitos de litoral.

La distribución de la calidad del agua se perfila de manera poco homogénea en la Península, debido a la estructura peculiar que distingue a los acuíferos cársticos y en particular a la exposición eventual del agua subterránea a través de oquedades denominadas cenotes, con esta base se pueden distinguir niveles de calidad de acuerdo a la profundidad y a las zonas donde es extraída el agua. Entre las “familias de aguas” más importantes en la región por cubrir una mayor superficie, se encuentran la cálcico bicarbonatada, ubicada en zonas preferencialmente calcáreas; la cálcico sulfatada, localizada en donde la presencia de evaporitas y yesos es dominante; y la sódica-clorurada, cercana a la costa. Como consecuencia, el agua del acuífero presenta diversos contenidos de sales disueltas según la zona donde se ubiquen que le dan al agua una dureza característica.

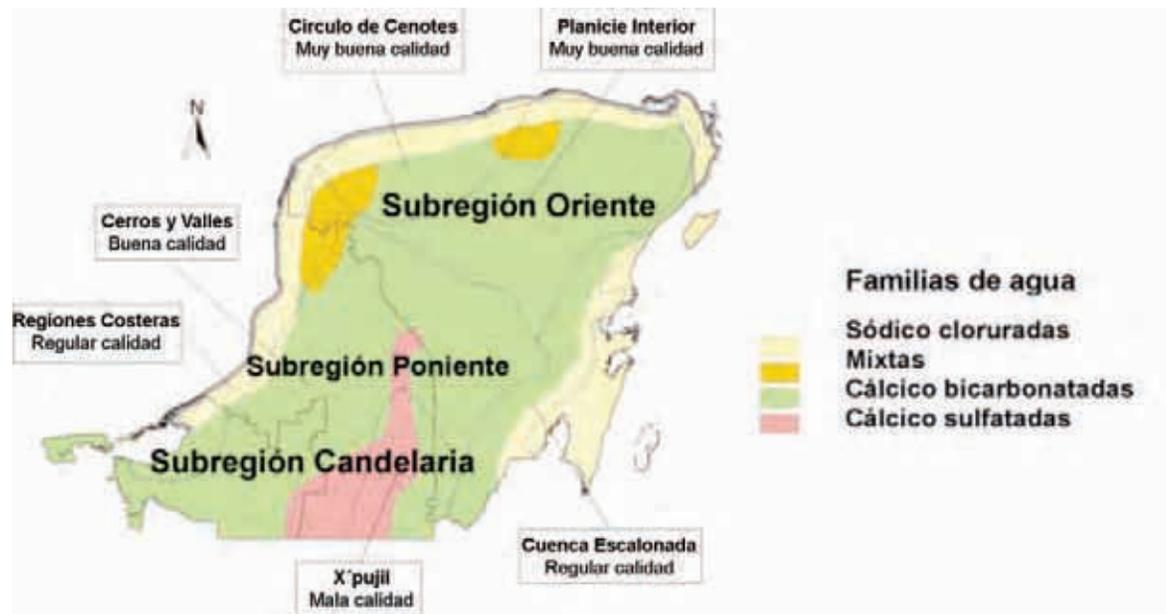


Figura 4. Mapa de la Región Hidrológica XII, donde se muestra la calidad del agua subterránea y las familias de agua. La región costera de Campeche presenta una fuerte influencia de intrusión salina (CONAGUA, 2006a).

REFERENCIAS

- Burke, K., C. Cooper, J.F. Dewey, P. Mann, y J.L. Pindell, 1984. Caribbean tectonics and relative plate motions. *Geological Society of America. Memoir*, 162:31-63.
- Conagua, 2006a. Programa Hidráulico Regional 2002-2006, Península de Yucatán, Región XII. SEMARNAT-CNA.
- Conagua, 2006b. Estadísticas del Agua en México- SEMARNAT-CNA. 233 p.
- Duncan, R.A., y R.B. Hardgraves, 1984. Plate tectonics evolution of the Caribbean region in the mantle reference frame. *Geological Society of America. Memoir*, 162;81-93.
- Marion, G., y R.T. Buffler, 1994. Jurassic Reconstruction of the Gulf of Mexico Basin. *International Geology Review*, 36:454-586.
- Pindell, J., y J.F. Dewey, 1982. Permo-Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean Region. *Tectonics*, 1(2): 179-211.
- Rosencrantz, E., 1990. Structure and tectonics of the Yucatan Basin, Caribbean Sea, as determined from seismic reflection studies. *Tectonics*, 9(5): 1037-1059.
- Salvador, A., 1991. Origin and development of the Gulf of Mexico Basin. The Gulf of Mexico Basin. Boulder, Colorado, Geological Society of America. *Decade of North American Geology*, v. J.. p. 389-444.
- Rendón-von Osten, J., G. Vargas, J. Benítez, M. Memije, y V. Acevedo, 2008. Fuentes de abastecimiento y cuerpos de agua del estado de Campeche, *Jaina Boletín Informativo*, 19(1): 48-53.

Relieve

*A. Gerardo Palacio-Aponte,
Francisco Bautista Zuñiga
y Mario Arturo Ortiz Pérez*

INTRODUCCIÓN

El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad de los flujos de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos. La importancia del estudio del relieve para el estado de Campeche radica en los siguientes aspectos: a) disponer de una regionalización con una base cartográfica sólida para la correcta elaboración de los planes de ordenamiento del territorio a diversas escalas; b) identificar áreas susceptibles de inundación por huracanes, hundimiento, remoción en masa de rocas y suelo y flujos de agua; c) una correcta planeación para el manejo sustentable de la producción agrícola, forestal y pecuaria; d) un mejor desarrollo urbano e industrial; e) una mejor identificación de hábitats para la conservación de la biodiversidad.

Entre los diversos mitos con respecto a la conformación del relieve del estado de Campeche, hay uno que dice que “es plano”; pero es plano o no según la escala de observación. Si nos situáramos en un avión desde el cual podamos ver parte del territorio nacional, se compararían la diferencia de alturas entre el centro del país y la península de Yucatán, donde ésta última sí se vera plana, pues la diferencia de alturas rebasan los 3 000 m. Por otra parte, si sobrevolamos la Península en una avioneta, a menor altitud; ahora lograremos distinguir una montaña y diversos lomeríos en comparación con el estado de Yucatán que se seguiría viendo plano, por lo tanto, nos daríamos cuenta que el estado de Campeche no es tan plano como parecía ser. A esta última escala, se identifican tres ambientes morfogenéticos¹ también llamados subprovincias fisiográficas, que se describen a continuación:

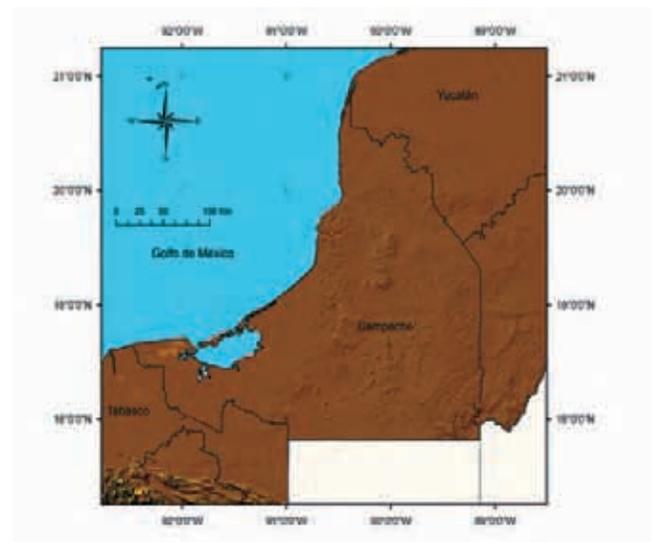
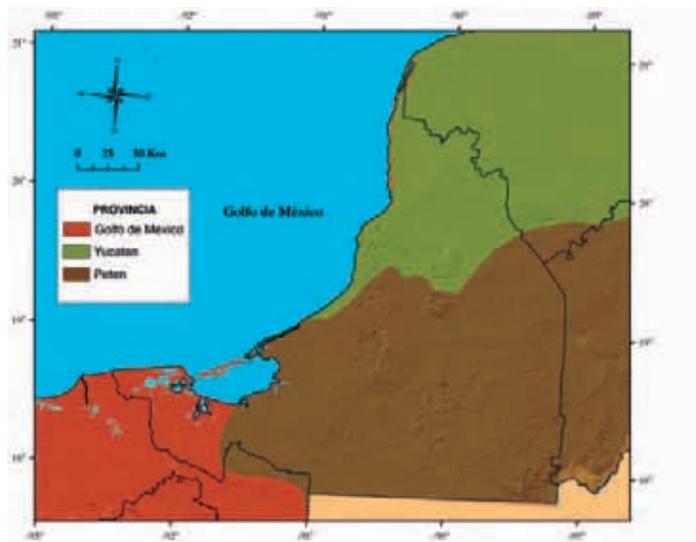
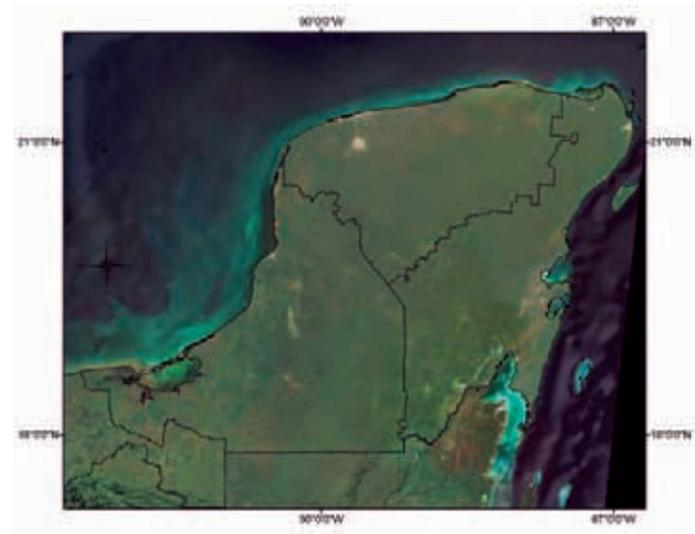


Figura 1. Provincias biogeográficas de México.

Tabla 1. Ambientes morfogénéticos y paisajes geomorfológicos (Bautista *et al.*, 2005).

Ambientes morfogénéticos	Paisajes geomorfológicos	Ubicación (Subprovincias fisiográficas)
Ambiente estructural y disolutivo.	Montaña y planicies extendidas, formadas a partir de una fractura generada por un movimiento tectónico antiguo se distinguen por estar compuestas de materiales rocosos aflorando en superficie. La planicie se distingue por su topografía baja de menos de 30 msnm, sin escurrimientos superficiales y una morfología ondulada de promontorios y hondonadas cuya superficie presenta fuerte pedregosidad debido a la fragmentación de la roca.	Al norte del Estado en los alrededores del poblado de Calkiní. Corresponde a la planicie septentrional de tierras bajas.
Ambiente disolutivo y residual.	Planicies y lomeríos karstificados con diferentes niveles altitudinales, distinta altura relativa del relieve y diversa densidad de rasgos kársticos de expresión superficial, que denotan distintas etapas evolutivas de desarrollo del karst, producto de la disolución de la caliza. Los procesos disolutivos originan planicies, planicies colinosas y lomeríos de buen drenaje, pero en ocasiones con drenaje deficiente que origina planicies de inundación de diverso tamaño rodeadas por lomeríos kársticos.	Centro y sur del Estado, región de los Chenes y Meseta se Zoh-Laguna. Corresponde a las mesetas y lomeríos centrales.
Ambiente deposicional y mixto.	Planicies bajas, menos de 50 msnm con rasgos kársticos incipientes o sepultados. La fisonomía plana propicia procesos acumulativos asociados al drenaje, en esta parte del territorio se captan los afluentes que vienen de las partes altas de Campeche, Chiapas, Tabasco y el vecino país de Guatemala.	Humedales que circundan la laguna de Términos. Corresponde a las planicies sudoccidentales.

En un acercamiento desde el extremo este del Estado hacia la costa, destacan los lomeríos de cimas planas de mayor altitud en Campeche, conocidos como Meseta de Zoh-Laguna y al centro el llamado valle de Edzná.

A continuación se describen los paisajes geomorfológicos o sistemas de topoformas del estado de Campeche de acuerdo con los números que tienen dentro del mapa (figura 2).

¹ Se utilizó el sistema de levantamiento geopedológico (Zinck, 2007) combinado con el levantamiento fisiográfico del INEGI (Quiñones, 1987) con el objeto de aclarar a los lectores que existen varias escuelas geomorfológicas

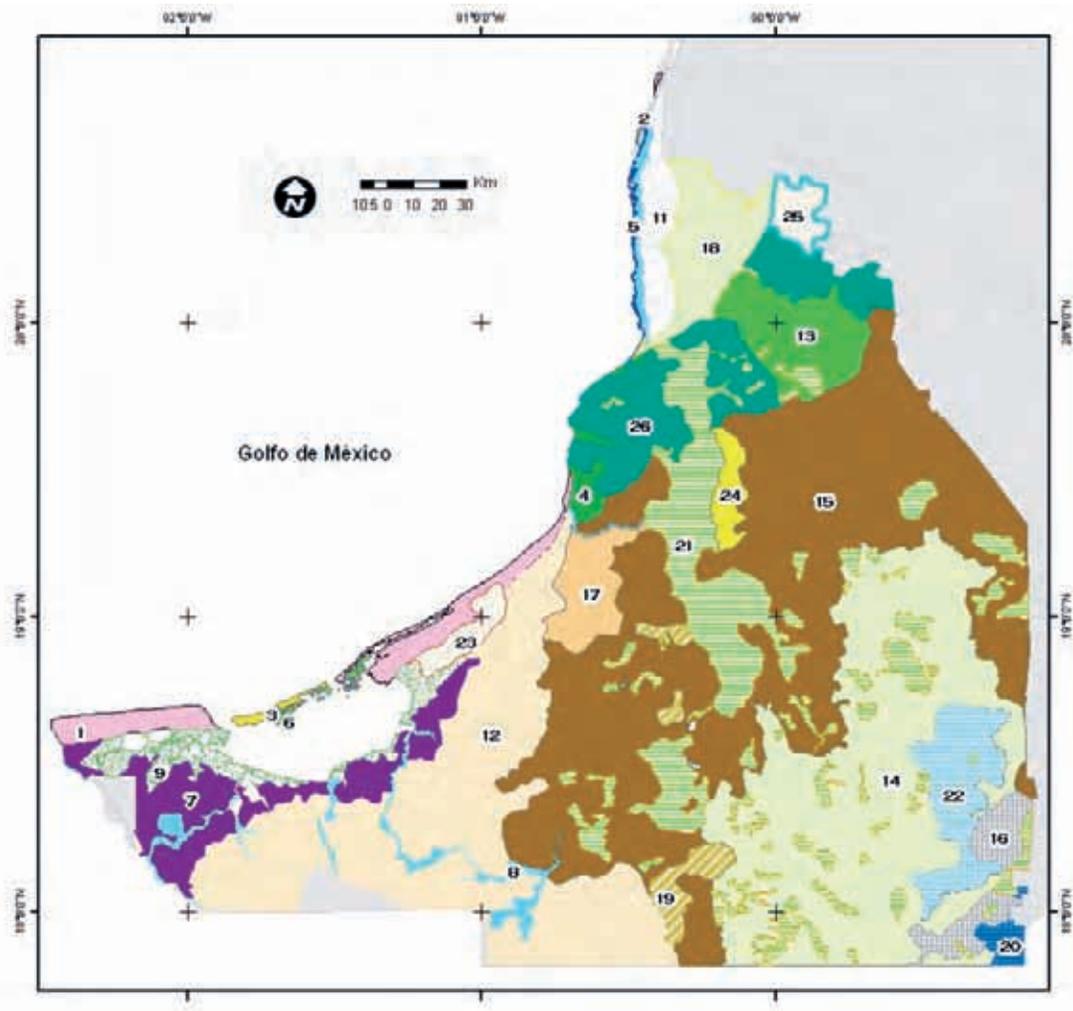


Figura 2. Paisajes geomorfológicos del estado de Campeche. En el texto se explican los paisajes geomorfológicos según su número correspondiente (Fuente: Elaboración propia).

LOS PAISAJES GEOMORFOLÓGICOS (SISTEMA DE TOPOFORMAS) DEL ESTADO DE CAMPECHE

Las *planicies subhorizontales*, son estrictamente planas y sólo presentan montículos menores de 5 m. Son de cinco tipos: a) deposicional Marino-palustres; b) deposicional fluvio-palustres; c) deposicional fluviales; d) disolutivo-deposicional es decir Kárstico-palustres; y e) disolutivo kársticas.

Marino-palustres. Se forman sobre cuencas marginales o frentes de avance deltaico en ambientes micromareales (oscilación menor a 2 m) que propician la acumulación de detritus orgánicos y minerales, y la colonización de vegetación hidrofítica y mesofítica de manglar y/o pastizales halófilos. Sobre éstas se forman esteros y canales regulados funcionalmente por la fluctuación del nivel del mar (paisajes geomorfológicos 2,4,5,6 de la figura 2).

Fluvio-palustres. Planicies acumulativas con pendiente casi nula, lo que favorece el estancamiento semipermanente o estacional de las aguas pluviales y los desbordes fluviales. Prevalece el hidromorfismo y las condiciones anaerobias en los suelos (7).

Fluviales. Planicies disectadas sobre materiales calcáreos consolidados (8) originadas por escorrentías concentradas asociadas a los efluentes del río Usumacinta y las resurgencias kársticas en San Juan Carpizo (río Champotón).

Kárstico-palustre. Sobre un karst cubierto por ciénagas, donde predominan las condiciones de inundabilidad costera y continental, se forman planicies que funcionan como cubetas de decantación (23). Debido a los altos regímenes de evapotranspiración en la época seca, sobre su superficie se origina una delgada capa blanquecina de sales. Tierra adentro, sobre estas planicies, se encuentran un conjunto disperso de resurgencias que originan islas de vegetación estructuralmente más alta, conocidas regionalmente como

“Petenes” (11). Por otra, hacia el interior del Estado, se encuentran planicies inundables donde los aportes pluviales ordinarios y extraordinarios, concentrados por “torreteras”, se acumulan sobre materiales residuales resultado de la disolución de rocas carbonatadas (Palacio *et al.*, 2002). Su naturaleza prácticamente impermeable, inhibe la infiltración originando “bajos inundables” en la región de los Chenes y la región centro-sur del Estado (21).

Kársticas. Planicies donde el karst presenta expresión superficial, incluyendo microrelieve de lapiaz, depresiones someras y dolinas corrosivas. Domina la erosión hídrica superficial areal y la disolución sobre corazas calcáreas y calizas blandas (18).

Las *planicies onduladas* se presentan como relieve de transición entre las planicies colinosas y las planicies subhorizontales. De topografía rugosa por la sucesión irregular de elevaciones (menores de 10 m) y depresiones. Son de tres tipos: a) deposicional marino-eólicas; b) deposicional fluvio-deluviales; y c) disolutivo kársticas (figura 3).

Marino-eólicas. Se forman en ambientes costeros acumulativos y progradantes hacia el mar. Cuando los sedimentos confluyen en el mar, las corrientes litorales se encargan de redistribuirlos en una alternancia de camellones y depresiones alargadas. A este sistema de toposformas se le conoce como planicie de cordones litorales y puede ser modelado por el viento oceánico generando dunas móviles o estabilizadas por vegetación costera (1).

Fluvio-deluviales. Se ubica justo en la transición entre los ambientes terrígenos y los kársticos. Es una planicie estructural cubierta por el aporte de sedimentos, tanto de los lomeríos kársticos adyacentes como de los cursos fluviales que reconocen la zona de deposición y que provienen de las montañas de Chiapas (12).

Kársticas. Es un relieve complejo donde se conjuga la expresión topográfica de morfoestructuras en terrazas estructurales afectadas por disolución. Se presentan hasta 4 escarpes bajos, menores de 70 m sucesivos del continente hacia el mar, modelados por disolución.

En la base de los escarpes tectónico-erosivos donde se facilita la disolución por fracturas, se forma localmente dolinas y uvalas que tienden a permanecer inundadas (20).

Una *planicie colinosa* es aquella que presenta colinas, es decir, geofomas positivas del relieve entre 10 y 20 m con respecto al nivel de base. En Campeche existe una fuertemente karstificada, formada por calizas margosas. De manera superficial se le reconoce porque hay una fase de sedimentación con relleno de las cavidades exocársticas. Los procesos típicos son de infiltración y desplome por acción del manto freático cercano. Hay elevaciones residuales de cerros kársticos (25) (figura 3).

Un *lomerío* es un conjunto de lomas; una loma es una forma positiva del relieve con alturas de 20 a 100 m, con respecto al nivel de base. En Campeche hay lomeríos kársticos con lomas en forma de cúpulas, producto de la disolución de la roca caliza por el agua de lluvia, como el lomerío de los alrededores de la ciudad de Campeche. Representan 35% de la superficie estatal. También existen otros lomeríos con lomas aisladas (13, 15), altos disectados por barrancos (14, 16), con cúpulas de erosión diferencial (17) (figura 3).

La *montaña* es un pliegue bloque con cimas en cúpulas, con un escarpe tectónico-denudativo identificable (26). Se identifica como tal por la diferencia de altura entre el nivel de base general y la altura máxima que es de 100 m, ocupa 4% de la superficie y se localiza en el municipio de Campeche (figura 3).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

En el estado de Campeche las planicies subhorizontales presentan mayor superficie, seguidas por los lomeríos y en tercer lugar las planicies onduladas. En cuarto y quinto lugares se encuentran la montaña y la planicie colinosa, respectivamente. El reconocimiento de

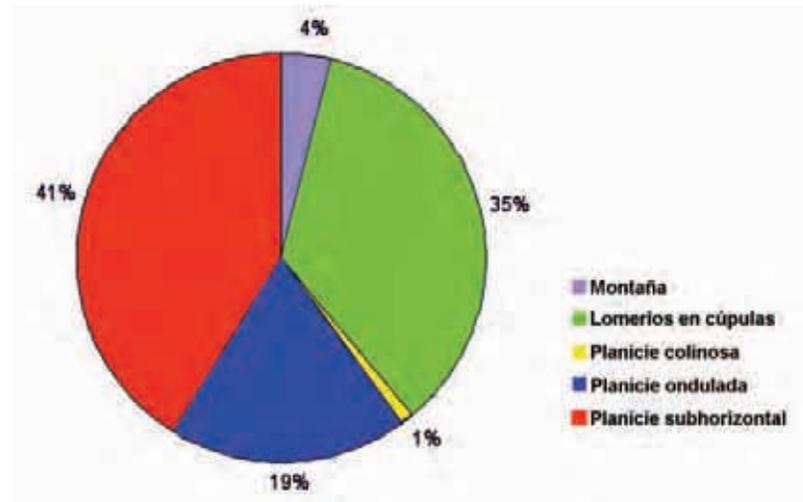


Figura 3. Porcentajes de la superficie estatal ocupada por geofomas.

la diversidad del relieve de Campeche es elemental para numerosas aplicaciones. Por ejemplo, debido a que el Estado recibe la influencia de huracanes, es importante identificar aquellas zonas que tienen drenaje deficiente como las planicies subhorizontales palustres de diversos orígenes, las cuales presentan mayores riesgos de inundación (Bautista *et al.*, 2003). De la misma manera, es menester reconocer las planicies que contengan valles o cuencas debido a que son zonas con riesgos de hundimiento y colapso de la tierra, esencial a considerar en la planificación de la infraestructura urbana. Por otra parte, las planicies subhorizontales, específicamente las costeras, zonas de alta plusvalía y de importancia ecológica, también sufren fenómenos de movimiento de arena, por lo que es necesario identificar las zonas de pérdida y ganancia de esos sedimentos. Con respecto al ámbito agro-

pecuario, las formas positivas del relieve, como las que se encuentran en la montaña y en los lomeríos, constituyen una dificultad agronómica para los productores, por lo que es importante su reconocimiento para un manejo adecuado. En las planicies subhorizontales y onduladas existen montículos donde la cantidad de suelo es diferente a la contenida en las planadas o nivel de base; es imprescindible reconocer esos sitios porque se relacionan con los insumos, cantidad y tipo de energía utilizada. La agricultura moderna puede modificarse en estos sitios para lograr una agricultura de precisión o de sitio específico, que además de generar una alta productividad contribuye al cuidado del medio ambiente.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Bautista F., E Batllori, M Ortiz, G. Palacio, y M. Castillo, 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la península de Yucatán. p. 33-58. En: F. Bautista y G. Palacio (eds.). Caracterización y manejo de suelos en la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. UACAM-UAY-INE. México D. F., México. 282 p.
- Bautista F, E Batllori, M A Ortiz, G Palacio, y M Castillo, 2003. Geformas, agua y suelo en la península de Yucatán. En: P. Colunga y A. Larque (eds.). Naturaleza y sociedad en el área maya. Academia Mexicana de Ciencias y Centro de Investigación Científica de Yucatán. Yucatán, México.
- Quiñónez G. H., 1987. Sistema Fisiográfico de la Dirección General de Geografía. *Revista de Geografía*, 1(2): 13-20.
- Palacio Aponte A. G., R. Noriega, y P. Zamora, 2002. Caracterización ecológica del paisaje conocido como bajos inundables. El caso del Área Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geográficas*, 49: 57-73.
- Zinck J.A., 2007. Physiography and Soils. Soil Survey Course. ITC. Enschede, the Netherlands: 156 p.
- Photojournal. Shaded Relief with Height as Color, Yucatan Peninsula, Mexico. <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA03379>
- Earth and Planetary Remote Sensing. An anaglyph of the Yucatan Peninsula, site of the Chicxulub impact structure, from Shuttle Radar Topography. The faint curve left of center is the surface expression of the crater. <http://www.gi.alaska.edu/remsense/gallery/images/Chicxulub.jpg>

Clima

*Jorge Mendoza Vega
y Victor Manuel Kú Quej*

La posición geográfica de la península de Yucatán que la ubica entre la Corriente Ecuatorial Norte y el Golfo de México, determina un contraste marcado en la temperatura de las aguas que la bañan tanto por el lado oriente como por occidente que combinado con la dirección dominante del viento y con el efecto que ejerce la superficie terrestre sobre la corriente aérea dominante, promueve un gradiente de precipitación pluvial de mayor a menor en dirección sureste – noroeste en la Península; lo que a su vez explica el cambio en los tipos de vegetación, que van desde la selva alta en Quintana Roo, hasta la selva baja y vegetación arbustiva que se observa en el extremo noroeste de Yucatán.

Otra característica climática que gobierna la estacionalidad de la precipitación pluvial es la Corriente Tropical y la Corriente del Noroeste; la primera formada por masas calientes y húmedas, procedentes del Caribe y del Atlántico Norte, causantes principales de las lluvias estivales. La corriente del noroeste está formada por distintas corrientes, pero las que tienen influencia en la región proceden de la masa continental de los Estados Unidos y Canadá, que en general son calientes y secas en estío, frías y relativamente húmedas, en invierno. Estas últimas son las que producen los “Nortes” (Contreras, 1958), los cuales son causantes de la precipitación que se presenta de noviembre a enero en la península de Yucatán. Estas corrientes (tropical y del noroeste) rigen la variación en la cantidad de lluvia que cae anualmente en toda la Península, unos años por exceso y otros por ausencia, son la causa principal de los altibajos en las actividades agropecuarias.

Adicionalmente existe otro fenómeno climático que afecta a la Península: los huracanes. Casi cada año uno o más huracanes de diferente intensidad, que se forman en el Caribe y baten las costas del Golfo de México, atraviesan la península de Yucatán.

En general, los climas predominantes en el Estado son los cálidos y muy cálidos con lluvias en verano; las precipitaciones mínimas son al final del invierno y principios de verano. La temperatura promedio

anual es de 26.2°C y la precipitación promedio anual de 1 272.8 mm. Hay presencia de canícula o sequía intraestival (reducción de la precipitación durante los meses de julio y agosto), generada por una onda de alta presión proveniente del norte que debilita a los vientos alisios, en una franja que bordea la parte noreste de la laguna de Términos, así como una porción en el norte del Estado (Gío-Argáez, 1996).

De acuerdo con la clasificación de Köepen modificada por García (1988), se presentan dos grupos climáticos en el estado de Campeche, los cálidos subhúmeos (A) y el seco (B). Orellana *et al.* (2003), detallan estos grupos, reportando cuatro tipos climáticos: el semiárido (BS), el de sabana que es el más seco de los cálidos subhúmedos (Aw), el monzónico o cálido húmedo (Am) y el cálido subhúmedo con régimen de lluvias intermedio (Ax); a su vez se dividen en ocho subtipos distribuidos en franjas concéntricas con aumento de humedad en el sentido noreste-suroeste.

En el extremo norte del municipio de Calkiní, colindando con el estado de Yucatán, se clasifica el clima como BS1(h')w(i')gw; es decir clima semiárido, el más seco presente en la península de Yucatán. El clima Aw0(i')gw, el más seco de los cálidos subhúmedos tiene influencia en el municipio de Calkiní y parcialmente en los municipios de Hecelchakán, Tenabo, Campeche y norte de Hopelchén.

Los climas Aw1(i')gw' y Aw1(i')g son climas cálidos subhúmedos intermedios, con influencia parcial en los municipios de Champotón, Hopelchén, Escárcega y Carmen. Los climas Aw2(i')g y Aw2(i')gw, predominan en el suroeste de Campeche, son los climas más húmedos de los subhúmedos con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, con influencia en los municipios de Escárcega y Carmen;

así como un a pequeña porción en el extremos sur de Calakmul.

El clima Ax'(w1) es el cálido subhúmedo con régimen de lluvias intermedio y alto porcentaje de lluvia invernal; se presenta en la porción media y sur del municipio de Calakmul. El Am(f)(i')gw'' cálido húmedo con lluvia de verano por influencia del monzón y alto porcentaje de lluvia invernal. Se presenta en el extremo oeste del municipio de Palizada, en los límites con el estado de Tabasco, es el subtipo climático más húmedo presente en el Estado.

Los vientos que soplan sobre el Estado procedentes del noroeste se presentan fundamentalmente en los meses de noviembre a marzo. Para los meses de septiembre y octubre el viento que viene del norte tiende a alinearse en dirección este-oeste, Durante los meses de junio a agosto los vientos proceden del sureste; en mayo y abril estos vientos tienden poco a poco a orientarse en dirección sur-norte (Gío-Argáez, 1996).

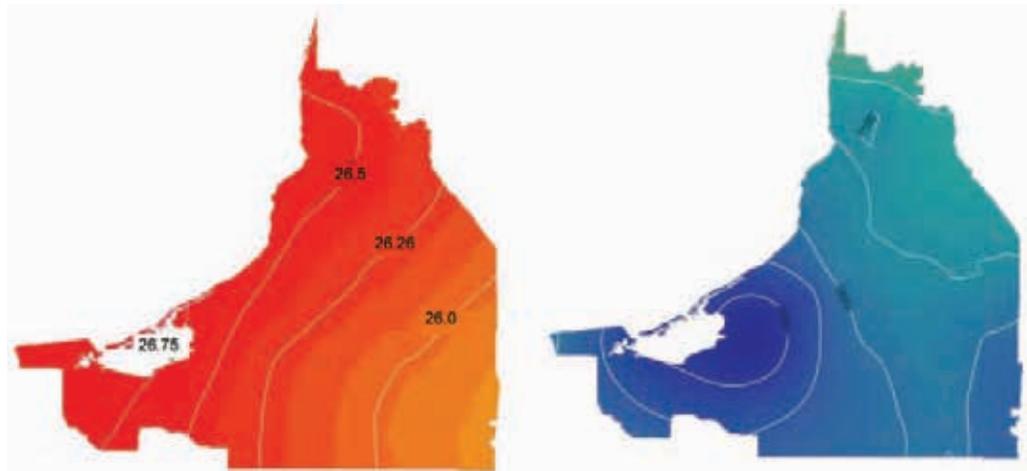


Figura 1. Mapas de temperatura (°C) (izquierda) y precipitación total anual 1961 – 1990 (derecha) para el estado de Campeche. Modificado de Orellana *et. al.*, 2003.

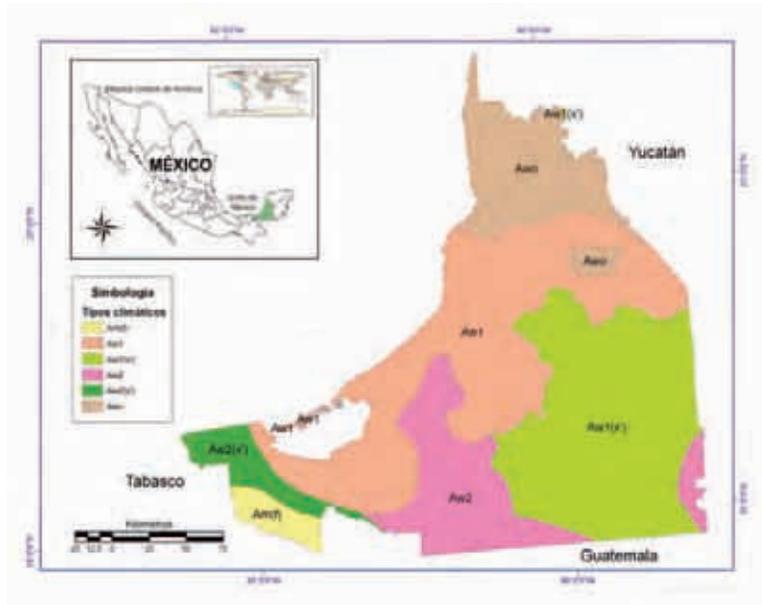


Figura 2. Principales tipos climáticos del estado de Campeche.
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

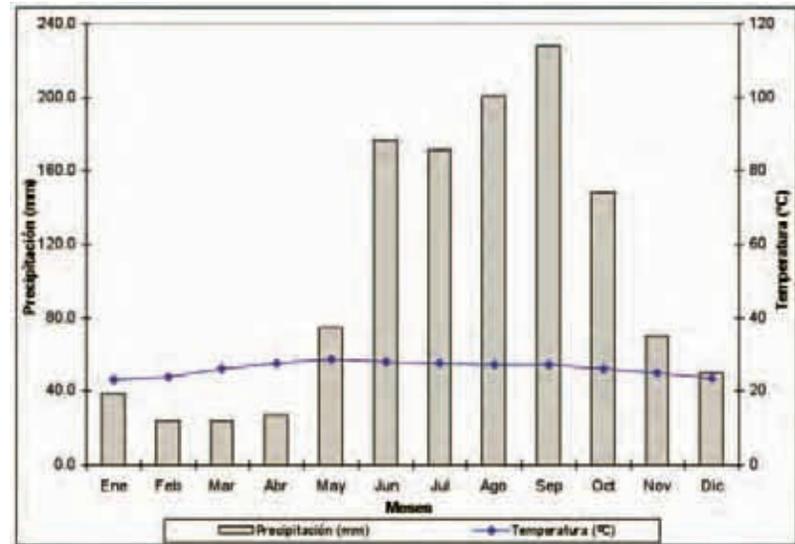


Figura 3. Temperatura y precipitación promedio del estado de Campeche.
Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, periodo de 1950 a 2005.

REFERENCIAS

- CONAGUA, 2008. Normales climatológicas 1950 – 2007. Gerencia estatal Campeche. Campeche, México.
- Contreras A., 1958. Bosquejo climatológico. p. 93-158. En: E. Beltrán (ed.) Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. II Parte Estudios particulares Tomo 2. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México, D.F.
- García E., 1981. Modificaciones al Sistemas de Clasificación Climática de Koppen. Tercera Edición. México, D. F. 252 p.
- Gío-Argáez F.R., 1996. Campeche y sus recursos naturales. Revista Mexicana de Historia Natural, A.C. Vol. Esp. 247 p
- INEGI, 1984. Carta climática. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Orellana R., G. Islebe, y C. Espada, 2003. Presente, Pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán. p. 37-50. En: P. Colunga-García, y A. Larque (eds). Naturaleza y sociedad en el área maya, pasado presente y futuro. Academia Mexicana de ciencias. Centro de Investigación Científica de Yucatán, México.

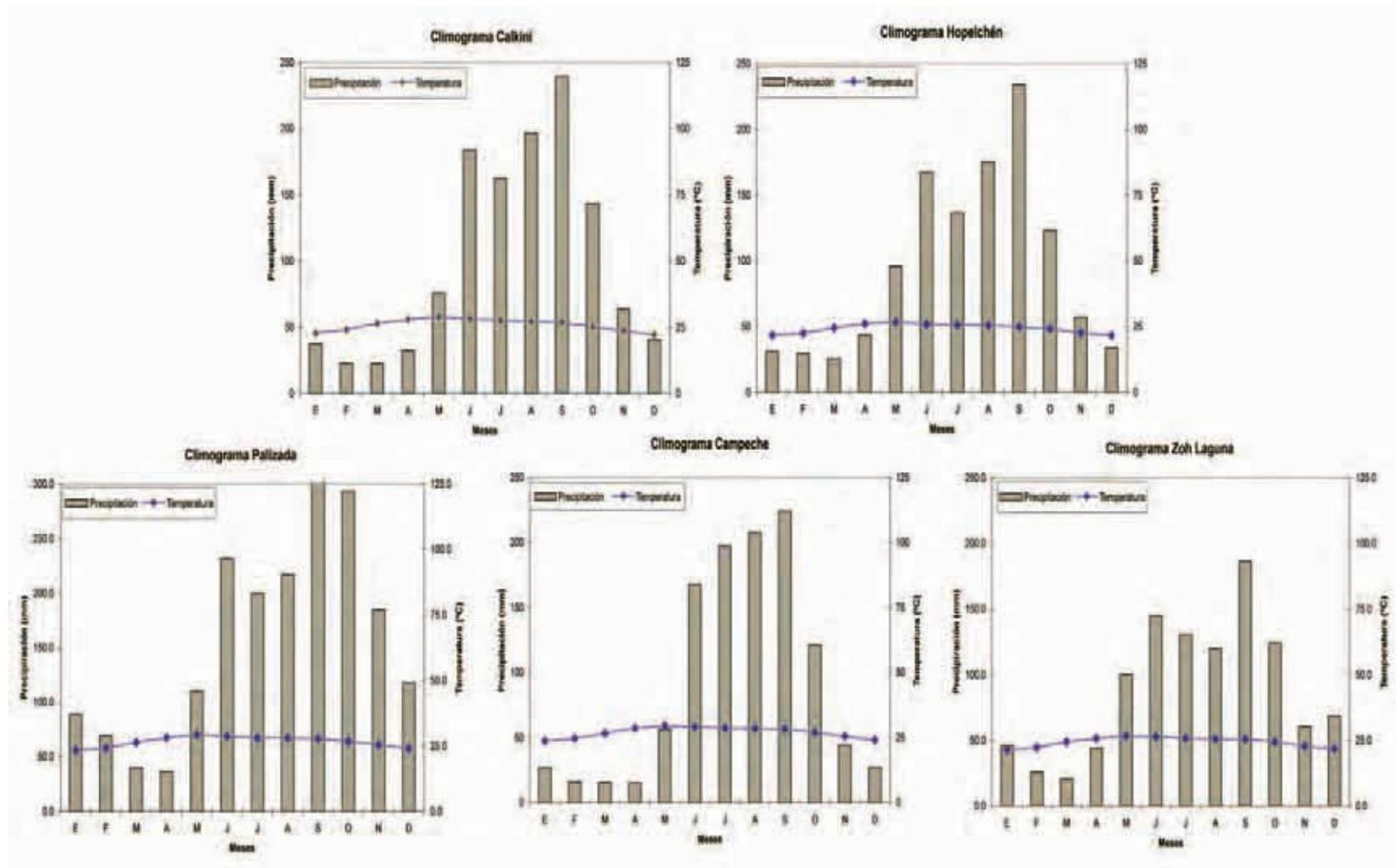


Figura 4. Temperatura y precipitación para cinco regiones del estado de Campeche: Calkiní (norte), Hopelchén (centro este), Palizada (suroeste), Campeche (centro oeste) y Zoh Laguna (sur). Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA, periodo de 1950 a 2005.

Suelos

Francisco Bautista Zuñiga

A. Gerardo Palacio Aponte

Jorge Mendoza Vega

Victor Manuel Kú Quej

Luciano Pool Novelo

y Wendy Cantarell Jiménez

INTRODUCCIÓN

Por definición el suelo, es un cuerpo natural que se localiza en la corteza terrestre en la que la litosfera, la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera se sobrelapan, producto de la interacción de los factores formadores de suelo, es decir, de los procesos pedogenéticos de intemperización y neoformación de minerales, descomposición y humificación de la materia orgánica, formación de estructura, translocación de materia, uso y manejo por el hombre. El suelo es frágil, no renovable en escalas de tiempo humanas, está sujeto a la degradación bajo prácticas de manejo arbitrarias. El suelo es un sistema tridimensional, dinámico, complejo y activo en el espacio y el tiempo.

La formación de un suelo es un proceso largo, de cientos a miles de años, por lo que este recurso es considerado como no renovable. Actualmente el suelo es reconocido como un ecosistema y como parte del medio biológico, ya que no hay suelo que no tenga organismos. Los conceptos cambian, de fertilidad del suelo a calidad del suelo y hoy se habla de salud del suelo e incluso de edafosfera, –la piel de la tierra- dicen los poetas.

Las funciones de los suelos son las siguientes: a) los suelos constituyen el medio natural en donde se desarrolla la vegetación y los cultivos agrícolas; b) hábitat de organismos; c) depósito de desechos, en él se descomponen los residuos orgánicos y se reciclan los nutrimentos; c) es regulador del ciclo hidrológico; d) funciona como un reactor, filtrando, amortiguando y transformando compuestos, entre ellos los contaminantes; e) es el medio de sostén de la estructura socioeconómica, habitación, desarrollo industrial, sistemas de transporte, recreación, etc.; f) es fuente de materiales como arcilla, arena, grava y minerales; y g) es parte de la herencia cultural, contiene tesoros arqueológicos y paleontológicos importantes para conocer la historia de la tierra y la humanidad.

Recientemente se habla de la calidad del suelo en lugar de la fertilidad, debido a que se considera que la calidad del suelos es la capacidad de funcionar dentro de los límites de ecosistemas naturales o manejados para promover la productividad vegetal y animal, mantener o incrementar la calidad del aire y del agua y apoyar la salud y habitación humana (CEC, 2006).

Por la importancia del suelo a nivel mundial, regional y local, así como por sus funciones, es necesario reconocer la edafodiversidad de un estado en un contexto espacial para poder hacer un uso sustentable del territorio.

A continuación se describe cada uno de los suelos y menciona su ubicación.

LOS PRINCIPALES GRUPOS DE SUELO EN EL ESTADO DE CAMPECHE

En Campeche se presenta una diversidad edáfica producto de las tres grandes zonas geomorfológicas, como son las planicies y lomeríos kársticos, las planicies acumulativas y las planicies costeras, teniendo 13 de los 32 grupos de suelos considerados en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo 2006 (IUSS Working Group WRB, 2006).

Los Leptosoles (LP) son los suelos más comunes en el estado de Campeche, son poco profundos, ya que están limitados por roca dura continua, dentro de los 25 cm; son suelos azonales y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Se encuentran distribuidos en todo el territorio estatal exceptuando la parte oeste, ubicándose principalmente en planicies y lomeríos kársticos.

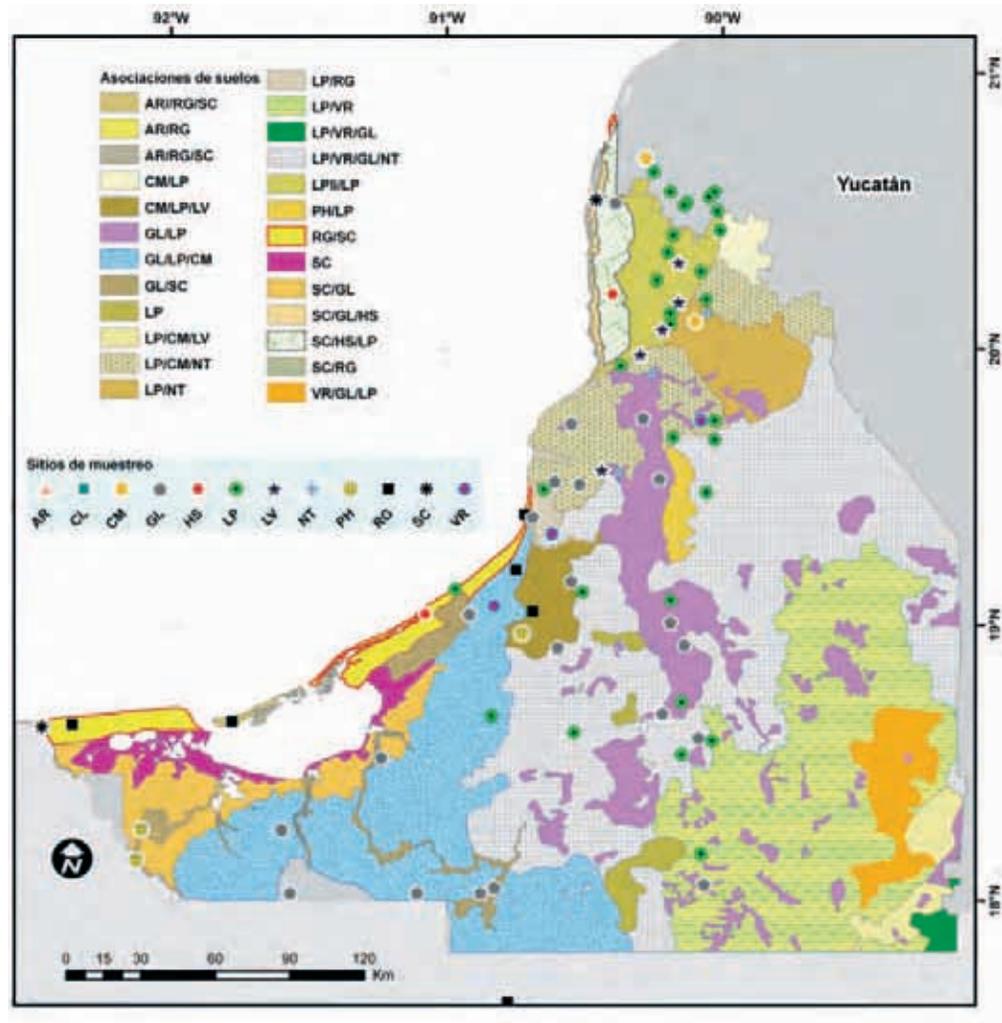


Figura 1. Mapa de suelos con un enfoque geopedológico (Bautista *et al.*, 2005).

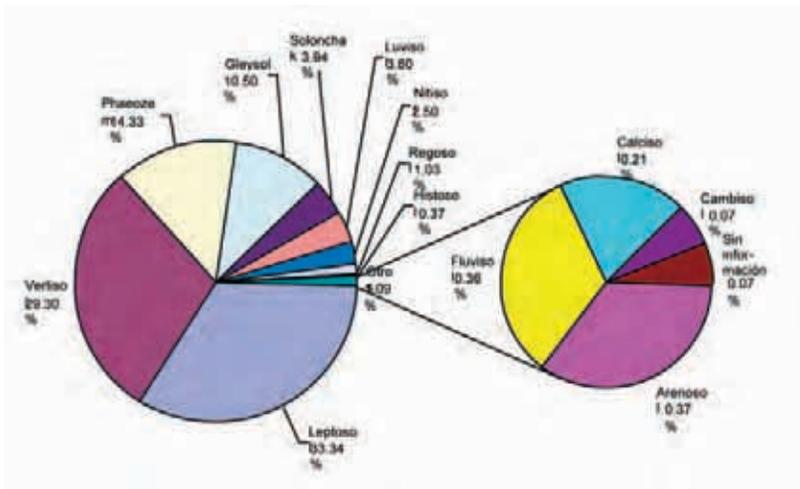


Figura 2. Porcentaje ocupado por grupo de suelo en el estado de Campeche. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie III.

Presentan vegetación de selva mediana subperennifolia y muchas veces son utilizados para el cultivo de pastos. Entre los Leptosoles que podemos encontrar en el estado de Campeche se encuentran: los líticos que apenas alcanzan una profundidad de 10 cm o menos; los rendzicos que presentan un horizonte de color oscuro dado por el contenido de materia orgánica. En términos generales son suelos fértiles, pero llegan a tener deficiencias en fósforo y manganeso debido a lo alcalino que son. Estos suelos no son los más aptos para la agricultura por su poca profundidad, alta porosidad y riesgo de erosión.

Los Vertisoles (VR) se localizan en las partes bajas del relieve. Son suelos arcillosos que presentan grietas que se abren y cierran periódicamente al cambiar las condiciones de humedad. Por su alto contenido de arcilla y relativo alto contenido de materia orgánica, estos suelos se consideran como fértiles. Están relacionados espacialmente

con los Gleysoles, sólo los diferencia el grado en el que son afectados por el agua (cubiertos, inundados) en tiempo y profundidad.

En condiciones naturales, los Vertisoles presentan una cubierta vegetal de selva baja caducifolia y subperennifolia, y mediana subperennifolia. Se localizan en la parte centro y sur principalmente, correspondiente a las planicies kársticas y a las planicies acumulativas. Su principal limitación para la agricultura es el alto contenido de arcilla expansible; suelos muy pesados difíciles de trabajar tanto cuando están húmedos, muy pegajosos, como cuando están secos, muy duros. Estos suelos se deben labrar cuando tienen la humedad correcta, comúnmente la labranza se realiza al comienzo de las lluvias. La construcción de carreteras y casas sobre estos suelos no es adecuada por la expansión y contracción que presentan a lo largo del año.

El Phaeozem (PH) es un suelo que acumula materia orgánica, aunque no tanta como el Histoso, la suficiente para tener un color negro en la superficie. Es fértil, rico en nutrimentos, con más del 50% de saturación de bases a lo largo del perfil. Este grupo de suelo se desarrolla en lugares bien drenados. Se encuentra en forma dispersa, principalmente en la parte centro-oeste del Estado, en las planicies y lomeríos kársticos. Presenta una cubierta de una vegetación de selva mediana.

El grupo Gleysol (GL) se caracteriza por la prolongada saturación del suelo con agua del acuífero. Esta situación se identifica por la presencia de colores grisáceos y/o azulados en la parte baja del perfil, donde fluctúa el agua se forman motas pardas, rojas o amarillas. Se concentra en las partes más bajas del relieve con drenaje deficiente al oeste del territorio estatal. Comúnmente tiene un horizonte superficial alto en materia orgánica como resultado de las condiciones anaeróbicas por las que pasa en algunos periodos del año. El grupo Gleysol está integrado por suelos fértiles, su principal limitación para uso agrícola es su drenaje deficiente. Los Gleysoles albergan una vegetación de selva mediana subperennifolia y tular principalmente. Se concentran

en la parte suroeste del territorio estatal, ubicados en las partes más bajas del paisaje y donde no existe un buen drenaje en climas cálido subhúmedos y húmedos ($Aw2(x')$, $Am(f)$).

El Solonchak (SC) tiene una alta concentración de sales solubles (15 dS o más) en cualquier época del año. Se localiza en las partes bajas del relieve sin drenaje o con drenaje deficiente, por lo que las sales se acumulan. En el Estado se desarrollan principalmente en la costa sur y norte. La vegetación que los cubre por lo general son manglares, matorrales y arbustos halófitos. El Solonchak tiene un potencial limitado para cultivos tolerantes a sales.

El grupo Luvisol (LV) corresponde a suelos con un horizonte Bt de acumulación de arcilla y alta capacidad de intercambio de cationes a lo largo del perfil. A diferencia de los suelos Vertisoles y Gleysoles, los Luvisoles no contienen arcillas expansibles. Estos suelos se ubican principalmente al norte del Estado en los lomeríos y planicies kársticas, en las partes bajas del relieve con buen drenaje. Son suelos sin problemas fuertes de fertilidad química, sin problemas para el laboreo mecánico y, de manera general, de buena aptitud agrícola.

Los Nitisoles son suelos profundos y bien drenados, con límites de horizontes difusos y un horizonte subsuperficial con más del 30% de arcilla y fuerte estructura de bloques angulares y brillantes. Se encuentran exclusivamente en la parte norte del Estado, en las partes bajas del relieve en las planicies y lomeríos kársticos. La cubierta vegetal es de selva mediana subcaducifolia. Son aptos para las labores agrícolas.

Los Regosoles (RG) son suelos minerales muy débilmente desarrollados, constituidos de material suelto. El desarrollo mínimo del perfil es consecuencia muchas veces de la edad joven y/o de la formación lenta del suelo. Se encuentra muy disperso en el territorio, ya que sólo ocupa el 1.04% en la parte norte y suroeste principalmente, con una cobertura vegetal de selva mediana subcaducifolia y pastizal cultivado.



Foto: Pronatura-PY.

Los Histosoles (HS) tienen material orgánico acumulado en la superficie, el componente mineral no tiene influencia significativa en las propiedades del suelo. Se encuentran al noroeste y oeste del Estado muy cercanos a la costa, contienen principalmente tejidos vegetales reconocibles, producto de la descomposición incompleta de hojas, raíces y ramas bajo condiciones de saturación de agua de por lo menos un mes en la mayoría de los años. Son poco profundos, sobreyacen a materiales calcáreos. Presentan cobertura vegetal de manglar, tular y popal. También se localizan en comunidades vegetales endémicas llamadas Petenes. Cuando se interrumpen los flujos de agua los Histosoles se degradan y se convierten en suelos salinos o Solonchak (SC) vulgarmente denominados “Blanquizales” por el color blanco de las sales y sin cubierta vegetal.

Los Fluvisoles (FL) formados por los depósitos aluviales, confinados a sedimentos de ríos, así como en depósitos marinos y lacustres. Presentan una débil diferenciación de horizontes. Se encuentra en la parte sur del estado, en las planicies acumulativas, con vegetación de selva baja espinosa principalmente.

Los Arenosoles (AR) tienen textura arenosa con más del 80% de arena a lo largo del perfil y una profundidad de 100 cm o mayor, con escasa retención de humedad y la baja fertilidad. Se localizan en las planicies costeras. Están cubiertos de matorrales, herbazales y pastizales.

Los Calcisoles (CL) integran suelos en los cuales existe una sustancial acumulación de carbonato de calcio secundario de 15% o más en un horizonte de 15 cm de espesor o mayor, así como por la presencia de un horizonte petrocalcico (carbonato de calcio solidificado). Se localizan al sur del Estado. Presentan vegetación de selva mediana subperennifolia y pastizales.

Los Cambisoles (CM) son suelos con un horizonte subsuperficial de 15 cm de espesor o mayor diferente al horizonte C o la roca que le da origen. Se encuentran en la parte sur correspondiente a las partes

bajas del relieve, junto a los Luvisoles y Leptosoles. Los usos del Cambisol son diversos, de manera general, son suelos de buena calidad agrícola manejados de manera intensiva. Se utiliza en el cultivo de pastizales.

TOPOSECUENCIAS LP-VR-GL

La distribución de los suelos y los tipos de vegetación son reflejo de las condiciones ambientales inducidas por los grados de humedad determinada por el relieve en el paisaje. Las diversas condiciones, como la profundidad y la estacionalidad de la lámina de agua, favorecen la diversidad edáfica y vegetal. Las partes más elevadas con predominancia de Leptosoles donde se establece la selva baja caducifolia, los declives de los lomeríos con Vertisol que ocupa la selva baja subcaducifolia y las planicies acumulativas con Gleysol donde se encuentra la selva baja subperennifolia, conforman un mosaico con una gran diversidad de especies de plantas asociadas a esos hábitats, incluyendo las acuáticas; de las cuales algunas se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o protección especial.

Hacia la parte este conocida regionalmente como Meseta Baja de Zoh-Laguna, se encuentran los lomeríos a 300 msnm. Las lomas presentan cimas redondeadas y cúpulas bajas típicas de ambientes cársticos tropicales, con LP de muy variados tipos, así como CM y LV en el nivel de base. La vegetación es de selva baja caducifolia, crece sobre las cimas y laderas de las lomas en LP.

Sobre las planicies onduladas de transición que interceptan el manto freático, se encuentra el Vertisol. La infiltración es de lenta a moderada de 0.5 y 12.5 cm/h respectivamente. La vegetación es de selva baja subcaducifolia, la mayor disponibilidad de humedad permite que los componentes arbóreos de la selva sean menos caducifolios. La característica más importante de este tipo de vegetación son las especies arbóreas, que no rebasan los 12 m de altura.

Las planicies semicóncavas son áreas de inundación marginal semipermanente anual y semipermanente extraordinaria. Muestran en general un drenaje deficiente, por lo que su formación está condicionada a la presencia relativa de agua. La superficie del suelo es ondulada, de manera que pequeños montículos se alternan con ligeras hondonadas. Los suelos corresponden a Gleysol con diversos calificadores.

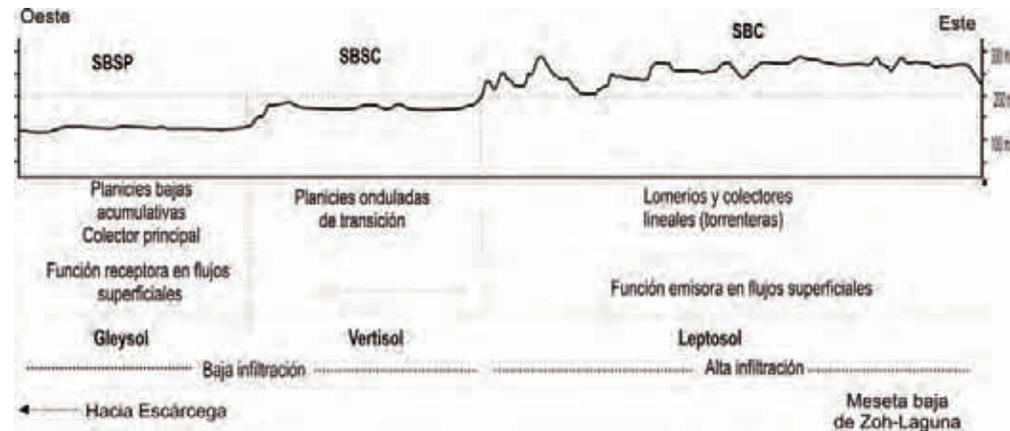


Figura 3. Relación relieve y suelos en Campeche (Palacio *et al.*, 2002).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El reconocimiento de la existencia del suelo, la edafodiversidad y su distribución espacial a escalas de detalle y mayores, como por ejemplo, 1:50000 y 1:20000 permitirá tener un inventario de suelos útil para la toma de decisiones en torno al manejo y conservación del suelo. El fomento de esta disciplina científica en universidades, centros de investigación, organizaciones campesinas y de productores, así como en instituciones de gobierno como la SEMARNAT y CONAFOR, por mencionar algunas, puede ser utilizado para diferentes actividades: a) la protección de las aguas subterráneas (SC, AR, HS, RG, GL); b) el mejoramiento de la agricultura moderna y tradicional (LV,CM,NT,VR,FL,GL,LP); c) la reutilización de los residuos orgánicos generados en las granjas avícolas y porcícolas, así como en los ranchos ganaderos (LV, CM, NT); d) la conservación de la biodiversidad (LP, SC,AR) y e) la elaboración de los planes estatales de carácter agrícola, forestal, pecuario, turístico y ambiental, ecológico, entre otros.

Otras recomendaciones sobre el funcionamiento del suelo y los procesos que originan a sus propiedades quedan fuera de este ensayo; sin embargo, es necesario remarcar que para hacer posible un uso sustentable de la tierra se requiere un conocimiento detallado del recurso suelo y una base teórica que lo sustente.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Bautista F., E. Batllori-Sampedro, G. Palacio, M. Ortiz-Pérez y M. Castillo-González, 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán, p. 33-58. En: F. Bautista y G. Palacio (eds.) Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. UACAM-UAY-INE. México D. F., México. 292 p.
- Commission of the European Communities (CEC), 2006. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework for the Protection of Soil. COM-232. Brussels.
- IUSS Working Group WRB, 2006. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- Palacio, A. G., T.R. Noriega, y C.P. Zamora, 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como “bajos inundables”. El caso del Área Natural Protegida Balamkin, Campeche. *Investigaciones Geográficas*, 49: 57-73.



Foto: Jorge Borroto, CONANP.



Foto: Yolanda Candelaria Chi Moo.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

II

Laura Huicochea Gómez
Coordinadora

Las condiciones y calidad de vida descritas en esta sección consideraron la influencia del ambiente físico en las dinámicas humanas y el impacto del comportamiento humano en la presencia y diversidad de los recursos ambientales. La diversidad, riqueza y tendencias de desarrollo humano en Campeche no podría entenderse y evaluarse sin identificar sus amenazas. Una perspectiva histórica que ubique la inequidad latente en el contexto de grupos y sectores de la población ha sido una constante en toda la sección. A partir de ello, se ubicaron las diferencias y dificultades debido a las condiciones y oportunidades de vida de ciertos municipios, origen poblacional, a la ubicación territorial, a las últimas actividades y prácticas culturales de los grupos asentados en Campeche y por la forma en que participan las instituciones públicas que toman decisiones y acciones para el colectivo. El apartado población es el más extenso de la sección. En éste se realiza una descripción del número, distribución, tendencias, dinámicas y condiciones generales de vida, para ubicar y resaltar la diversidad poblacional de Campeche. Cuenta con dos estudios de caso: el primero refiere las migraciones en Campeche y su impacto en el medio ambiente. Se enfatiza el caso de Calakmul, aunque se hace una revisión histórica general de los movimientos más relevantes acontecidos en el Estado y cómo éstos han transformado el medio físico. El segundo caso establece las implicaciones del asentamiento de los mayas Chuj, provenientes de Guatemala, en Campeche, ambiente rico y diverso pero diferente del originario. El siguiente apartado trata acerca del contexto socioeconómico actual del estado de Campeche, se expone la situación económica y productiva del Estado se examinan los temas y subtemas de cara a los nuevos procesos sociales, políticos y económicos que se viven. En el panorama educativo en Campeche, se presenta el desarrollo histórico que ha tenido Campeche en el tema de educación: analfabetismo, cobertura y calidad educativa. Se señalan algunas razones por las cuales existen diferencias entre las escuelas



Foto: Yolanda Candelana Chi Moo.

estatales y urbanas, con respecto a las rurales e indígenas. Asimismo en el apartado dilemas y perspectivas de la educación ambiental en Campeche se busca por que la educación ambiental en Campeche no ha podido generar los cambios de valores y conciencia para evitar la degradación ambiental. Finalmente se expone en el panorama de salud, enfermedad y muerte en Campeche los temas de esperanza de vida, mortalidad y morbilidad que vive actualmente la población del Estado. Asimismo, se presentan tendencias y recomendaciones. El tema de la salud resulta vital para entender las condiciones de vida y desarrollo del Estado, por ello se hace necesario estudiar el tema de salud en la población indígena, así observaremos cómo este grupo poblacional vive realidades de desigualdad, marginalidad, pobreza que reflejan las condiciones de salud de una región multicultural y biodiversa.



Foto: Dirección de Relaciones Públicas - UAC

Breve historia de la organización política de Campeche

Victor Manuel Kú Quej

Durante el período de la Colonia y hasta hace poco más de siglo y medio, Campeche era uno de los distritos que integraban el estado de Yucatán; fue el 7 de agosto de 1857, cuando un grupo de campechanos liberales, iniciaron la gesta histórica de emancipación; Campeche, inicia su separación del estado de Yucatán, encabezados por Pablo García y Montilla, Pedro Baranda e Irineo Lavalle. Después de sangrientas batallas, el 3 de mayo de 1858, se llegó a un convenio de separación, que estableció la línea divisora de los dos estados tal como se conoce hoy día; no fue hasta el 29 de abril de 1863, cuando el Presidente Benito Juárez ratificó definitivamente al nuevo Estado Libre y Soberano de Campeche (Gobierno del Estado, 1999).

En la primera Constitución Estatal, promulgada el 13 de julio de 1863, se dictaminó que la entidad se dividiría en cinco partidos (antecedentes de los municipios): Campeche, Carmen, Hecelchakán, Bolonchenticul y Seybaplaya.

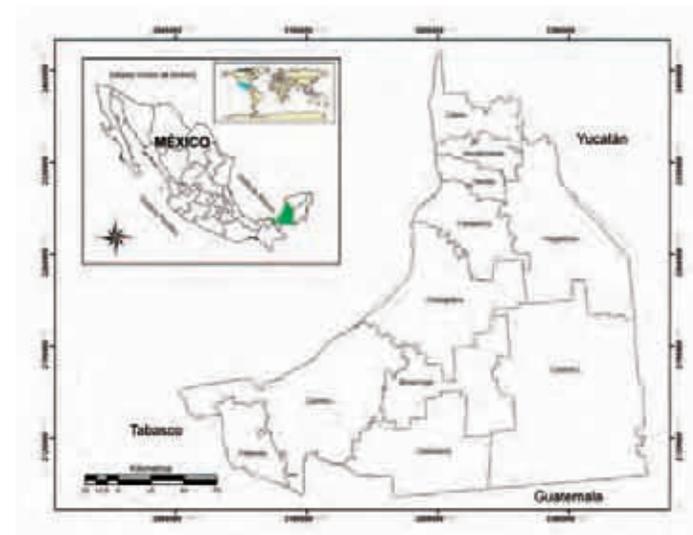


Figura 1. Ubicación y división política del estado de Campeche.
Fuente: INEGI, El Colegio de la Frontera Sur.

Tabla 1. Municipios del estado de Campeche, superficie en km² y porcentaje que representa de la superficie total.

Fuente: Gobierno del Estado, 2008.

Municipio	Superficie km ²	Porcentaje
Calakmul.	14 681	25.82%
Calkiní.	1 948	3.42%
Campeche.	3 591	6.31%
Candelaria.	5 510	9.70%
Carmen.	8 915	15.68%
Champutón.	5 908	10.39%
Escárcega.	4 541	7.99%
Hecelchakán.	1 332	2.34%
Hopelchén.	7 479	13.15%
Palizada.	2 072	3.64%
Tenabo.	882	1.55%
Total.	56 859	100%

Como consecuencia de la reforma al Artículo 109 de la Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos el día 25 de diciembre de 1914, donde se establece la figura de Municipio Libre; el Gobernador de Campeche, Joaquín Mucel, reformó el 7 de enero de 1915 la Ley Orgánica de la Administración Interior del Estado para convertir en Municipalidades los antiguos partidos de Campeche, Carmen, Champutón, Hecelchakán y Bolonchenticul; este último cambio su nombre por Hopelchén. Once meses después, el 6 de diciembre del 1915, Mucel promulgó, a través del Decreto 51, una nueva Ley de Administración interior del Estado que comenzó a regir el primero de enero de 1916 (Vega, 2001), en esta fecha, el territorio estatal quedó dividido en ocho municipios libres: Calkiní, Campeche, Carmen, Champutón, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada y Tenabo. 75 años más tarde, el primero de enero de 1991, nació el Municipio Libre de Escárcega. El

primero de enero de 1997, surgió el Municipio Libre de Calakmul y, el primero de julio de 1998, el Municipio Libre de Candelaria. Estos once municipios conforman en la actualidad la base de la organización política y de la división territorial del estado de Campeche (Hernández, 2005).

Es así que el Estado se encuentra localizado geográficamente en el este y sureste de la península de Yucatán, con una extensión de 56 859 km²; comprendido entre los paralelos 17°49' y 20°51' de latitud norte y los meridianos 89°05' y 92°28' de longitud oeste. Limita al norte y noroeste con el estado de Yucatán, al este con el estado de Quintana Roo y con Belice. Al sur con el estado de Tabasco y Guatemala, al oeste con Tabasco y el Golfo de México (Gobierno del Estado, 2008).

REFERENCIAS

- Gobierno del Estado, 1999. Historia mínima del Estado de Campeche. Colección "Lic. Pablo García". Gobierno del Estado de Campeche. Segunda edición. Camp. México.
- Gobierno del Estado, 2008. Quinto Informe de Gobierno 2007-2008. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Gobierno del Estado de Campeche, Camp. México
- Hernández, M., 2005. Aspectos históricos que condicionan el desarrollo regional del Campeche: Del palo de tinte al camarón. Gobierno del Estado de Campeche. Instituto de Cultura. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Centro INAH Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. México. 89 p.
- Vega A., R., 2001. Los Ayuntamientos del Municipio Libre de Palizada 1916-2003. Gobierno del Estado de Campeche. Instituto de Cultura del Estado de Campeche. H. Ayuntamiento del Municipio de Palizada. México. Primer Edición. 104 p.

Población

*Martha Luz Rojas Wiesner
y Hugo Manuel Angeles Cruz*

INTRODUCCIÓN

En este apartado se describe, en primer término, el volumen, el crecimiento y la estructura por edad y sexo de la población de Campeche, para ubicar las tendencias y los niveles de estas variables en el contexto nacional. Asimismo, se presenta la distribución espacial de la población, así también destaca el proceso de concentración-dispersión que caracteriza a la entidad. En segundo lugar, se exponen las principales características de la migración en el estado de Campeche, que a pesar de su reducida participación relativa en la migración México-Estados Unidos, en los últimos años se ha incrementado. De manera paralela, la migración que tiene Campeche con otras entidades de la región sur-sureste conforma un proceso dinámico, de tal forma que este intercambio poblacional provoca efectos demográficos en la población de la entidad. En tercer lugar, se detallan las características principales de la población indígena de Campeche, se realiza el análisis en la unidad municipal y se destaca el tipo de lengua que habla la población de cinco y más años de edad. Finalmente, se presenta una aproximación a la calidad de vida de la población de Campeche, por medio de los resultados obtenidos para el Índice de Desarrollo Humano a nivel municipal; de esta forma, es posible apreciar la polarización que, en general, caracteriza a los habitantes de Campeche.

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

Volumen y crecimiento

Para el año 2005, la población del estado de Campeche ascendía a 754 730 personas. Este volumen representa 8.6 veces más que la que habitaba la entidad a fines del siglo XIX, cuando se iniciaron los levanta-

tamientos censales en todas las entidades del país. A pesar de que la población de Campeche ha aumentado aproximadamente en la misma proporción que la de todo el país a lo largo del siglo XX, la proporción estatal respecto a la nacional siempre ha sido muy baja, ya que representa menos del uno por ciento. En especial, en las décadas de 1940 a 1960, el porcentaje de la población campechana respecto al total nacional fue menor del 0.5 por ciento. Ya para fines del siglo, esta participación aumentó, alcanzó exactamente la misma que tuvo 100 años antes (0.70 por ciento en 1895) y ligeramente superior en 2005 (0.73 por ciento; ver tabla 1).

El aumento de la población en Campeche y en todo el país ha tenido comportamientos paralelos, aunque con diferentes niveles (figura 1). Si se analiza el ritmo de crecimiento promedio que ha tenido la población en cada periodo intercensal, podemos señalar que a partir de los años cuarenta del siglo pasado se distinguen dos etapas bien diferenciadas. Por una parte, el periodo que va de los años cuarenta a

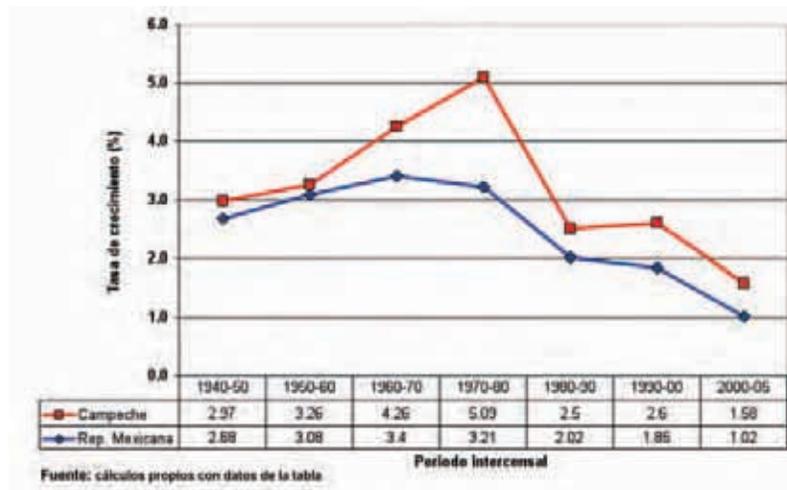


Figura 1. Tasas de crecimiento de la población en la República Mexicana y Campeche calculadas para el periodo 1940-2005.

Tabla 1. Población de la República Mexicana y del estado de Campeche, proporción de la población estatal 1895 - 2005.

Año	Población total		Proporción estatal
	Nacional	Estatal	
1895	12 631 558	88 121	0.70
1900	13 607 259	86 542	0.64
1910	15 160 369	86 661	0.57
1921	14 334 780	76 419	0.53
1930	16 552 722	84 630	0.51
1940	19 653 552	90 460	0.46
1950	25 791 017	122 098	0.47
1960	34 923 129	168 219	0.48
1970	48 225 238	251 556	0.52
1980	66 846 833	420 553	0.63
1990	81 249 645	535 185	0.66
1995	91 158 290	642 516	0.70
2000	97 483 412	690 689	0.71
2005	103 263 388	754 730	0.73

Fuente: Dirección General de Estadística e INEGI, I a XII Censo General de Población y Vivienda, 1895-2000 y Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005.

los sesenta para la población nacional y a los setenta para la de Campeche, se caracteriza por un aumento sostenido en las tasas de crecimiento poblacional, aunque con niveles más altos para la población del estado de Campeche respecto a la nacional. En este periodo, la población campechana alcanzó en la década 1970-1980 la tasa promedio anual de cinco por ciento, justamente la más alta en la historia de la entidad. El rápido y alto ritmo de crecimiento de la población, como resultado del descenso en los niveles de mortalidad -especialmente de la infantil- y el aumento en los niveles de fecundidad, permitió que en Campeche se pasara de 90 460 habitantes en 1940 a 168 219 en 1960 y a 420 553 en 1980. Así, en las primeras dos décadas de este periodo (1940-1960) la población aumentó 1.8 veces y en las siguientes dos décadas (1960-1980) lo hizo 2.5 veces. Es decir, en sólo cuatro décadas la población estatal aumentó casi cinco veces (tabla 1).

Con un desfase de aproximadamente una década respecto al comportamiento nacional, el ritmo de crecimiento de la población de Campeche empezó a disminuir en los años ochenta, principalmente como respuesta al descenso que se produjo en los altos niveles de fecundidad que se habían observado en las décadas anteriores. Así, en las siguientes décadas, la tasa de crecimiento poblacional en Campeche disminuyó de manera notable y sostenida, para llegar a principios del siglo XXI a valores cercanos a 1.5 por ciento. De esta manera, en las dos últimas décadas del siglo pasado (1980-2000) la población de Campeche pasó de 420 553 a 690 730 habitantes, es decir, aumentó 1.6 veces. Este ritmo de crecimiento también es resultado del comportamiento del fenómeno migratorio en la entidad, el cual incide para que la tasa de crecimiento y, en consecuencia, el aumento absoluto de la población se haya reducido significativamente en comparación con las décadas anteriores a los años ochenta (tabla 1 y figura 1).

Estructura por edad y sexo

La composición numérica de hombres y mujeres en el estado de Campeche ha conservado a través del tiempo una relativa regularidad, como puede verse en la figura 2. En los dos primeros años de levantamiento censal es posible observar un déficit de hombres, el cual es posible que esté asociado a problemas derivados del registro incompleto de la población masculina, o bien, que en esos años se haya producido un fenómeno de migración laboral masculina hacia otras entidades vecinas de la entidad. En las demás fechas censales, se produce una alternancia en el predominio numérico de ambos sexos. Sin embargo, vale la pena destacar que en los años más recientes (años 2000 y 2005), el número de mujeres que residen en Campeche ha sido ligeramente mayor que el de hombres.

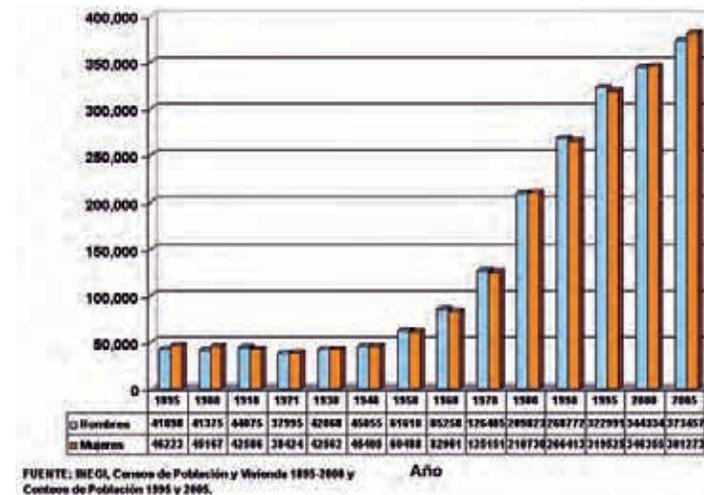


Figura 2. Población masculina y femenina para el periodo 1985-2005 en el estado de Campeche.

Para poder apreciar la evolución que ha tenido la población del estado de Campeche en cuanto a su estructura por edad y sexo, se pueden observar las pirámides de población para los años 1940, 1970, 1990 y 2005 (figura 3). La composición de los volúmenes de población por grupos quinquenales de edad de hombres y mujeres ha variado sustancialmente a través del tiempo. La estructura de la población en 1940 y 1970, considerando las diferencias en términos absolutos, refiere una población que con el paso del tiempo creció principalmente en las edades más jóvenes, pues la pirámide de edades se amplió en estos grupos y en aquellos donde se ubicaban esta parte de la población en las décadas posteriores. El resultado general del comportamiento reproductivo de la población en aquellos años dio como resultado el incremento de población generalizado de todos los grupos de edad, pero de manera relevante en los adolescentes (10-14 años), jóvenes (15-24 años) y adultos jóvenes (25-39 años).

En la figura 3 se puede observar que en los años 1990 y especialmente en 2005 se produce un cambio importante en la tendencia que había predominado en la estructura de la población de Campeche a lo largo de casi medio siglo; de tal forma que la base de las pirámides de edad de 1990 y especialmente en la de 2005, ya muestra una disminución relativa en el monto de los grupos de edad más jóvenes (0-4 y 5-9 años). Estos cambios reflejan el descenso en la tasa de crecimiento de la población de la entidad observado desde los años ochenta, lo cual es resultado directo de la disminución de los altos niveles de fecundidad que se produjeron en las décadas anteriores (ver figura 1).

La relación numérica entre hombres y mujeres por grupos de edad se puede representar por medio del Índice de Masculinidad o Razón de Sexos.¹ En la figura 4 de la página siguiente se presentan los valores

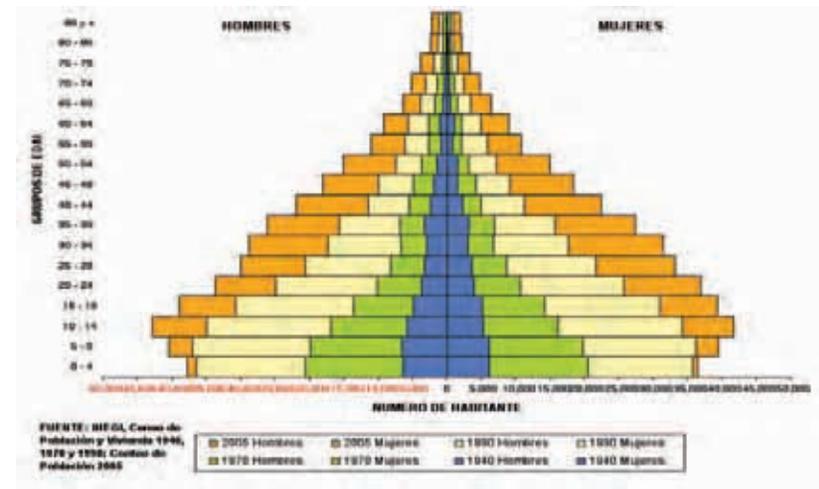


Figura 3. Pirámide de población por edad y sexo para los años 1940, 1970, 1990 y 2005 en el estado de Campeche.

de este índice para el estado de Campeche en los años 1990, 1995, 2000 y 2005 y para la República Mexicana en el año 2000. En las primeras edades el comportamiento es muy similar en todos los años, pero en los adultos jóvenes de entre 20 y 29 años de edad se observa en Campeche un déficit numérico de hombres (el valor del IM es menor de 100), fenómeno que se ha incrementado en los últimos años. Esta tendencia empieza a cambiar a partir del grupo 30-34 años; y en todos los grupos de mayor edad en las cuatro fechas consideradas se presenta un predominio numérico masculino. Esta situación puede ser expresión de alguna de las siguientes causas: 1) que exista un registro incompleto del número de mujeres adultas o, en otros términos, un

¹ El Índice de Masculinidad (IM) se expresa como la relación entre el número de hombres por cada 100 mujeres.

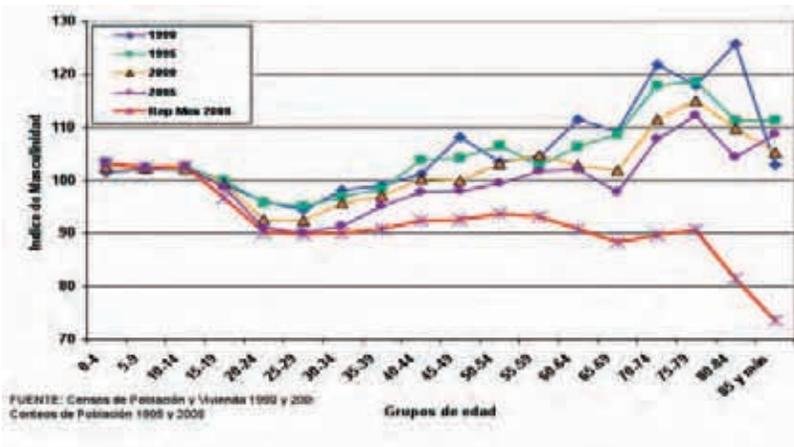


Figura 4. Índice de Masculinidad (IM) calculado para los años 1990, 1995, 2000 y 2005 en el estado de Campeche. Se muestra también el IM en la República Mexicana para el año 2000.

sobrerregistro de hombres adultos, derivado de la tradición que se producía en poblaciones rurales del subregistro femenino; 2) que desde hace varias décadas se produzca un proceso de inmigración de población masculina que llega a residir a Campeche por motivos laborales, y/o que en estas edades se produzca emigración de mujeres adultas, como podremos apreciar en el subapartado referido a la migración de la población en Campeche o; 3) que exista una mayor mortalidad de mujeres adultas en relación a los hombres de las mismas edades.

Cualquiera de estas hipótesis, o la combinación de ellas, puede indicar que la estructura por sexos en las edades adultas de la población de Campeche guarda diferencias con otras poblaciones, pues regu-

larmente, a medida que avanza la edad, la participación relativa de los hombres tiende a disminuir. En la figura 4 se presenta, con fines ilustrativos, la razón de sexos para la población nacional en el año 2000, la cual sirve para contrastar el comportamiento en la población de Campeche a partir de las edades 35-39 años.

Distribución espacial y densidad poblacional

La historia del siglo XX ha representado para todo el país y para Campeche en consecuencia, un proceso de concentración de la población en las localidades de mayor tamaño, las cuales a su vez, siguen creciendo por el aumento de la población que vive en ellas y la que llega de otras localidades del estado y entidades de la República. De esta manera, en casi un siglo la población urbana² en Campeche aumentó de 34 a 74%. Es decir, en el año 2005, tres de cada cuatro habitantes de Campeche reside en localidades urbanas. Esta tendencia hacia la urbanización que caracteriza a las poblaciones de los países en vías de desarrollo como México, presenta, al mismo tiempo, una alta dispersión de la población rural.

Desde otra perspectiva complementaria, entre 1910 y 2005 la población rural en el estado de Campeche ha disminuido de 66 a 26 por ciento. En la figura 5 se puede observar que en 1930, 55% de la población campechana vivía en localidades rurales, es decir, con menos de 2 500 habitantes, y que esta proporción disminuyó a sólo 26% en el año 2005. Este cambio tan marcado no es una situación particular del estado de Campeche, sino que en términos generales, es resultado de un proceso que ha caracterizado durante el siglo XX a todo el país (Garza, 2003).

²Para fines comparativos, desde 1930 se considera como población urbana a aquella que reside en localidades de 2 500 y más habitantes, y como población rural a la que vive en localidades con menos de 2 500 habitantes.

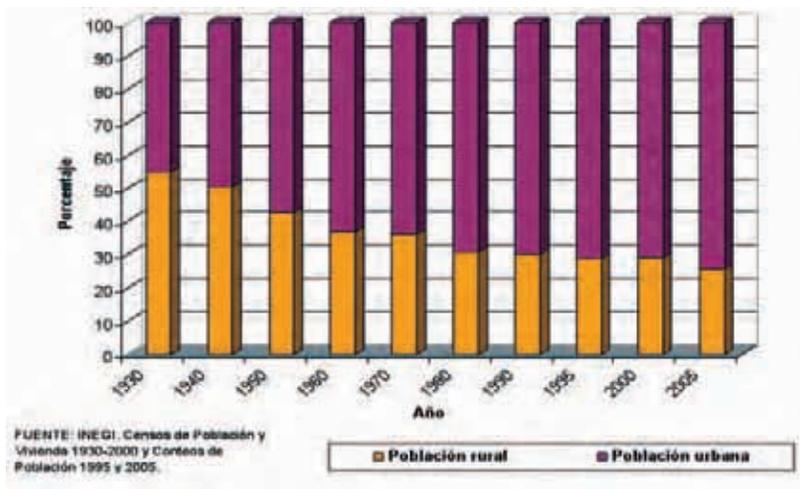


Figura 5. Población rural y urbana calculada para los años 1930-2005 en el estado de Campeche.

El polarizado proceso de concentración poblacional en pocos centros urbanos y al mismo tiempo, de alta dispersión de un gran número de localidades pequeñas lo podemos apreciar claramente en el estado de Campeche (tabla 2). Así, para el año 2000, cerca de la mitad (316 837 personas, 46 por ciento) de la población de la entidad residía en sólo dos localidades (la ciudad de Campeche y Ciudad del Carmen) mientras que en 3 073 localidades rurales (con menos de 2 500 habitantes) vivían 200 380 personas, representando 29 por ciento de la población total de la entidad. Esta situación presenta desafíos para las políticas públicas relacionadas directamente con las condiciones de vida de la población campechana, en particular, los grandes retos demográficos, ecológicos, sociales, entre otros, que presentan las grandes concentraciones urbanas, contrastan con aquellos relacionados con las condiciones de vida (salud, educación, comunicación, etc.) de las poblaciones rurales (Garza, 2003; Partida y Tuirán, 2001).

Tabla 2. Población total por tamaño de localidad para el año 2000 para el estado de Campeche.

Número de habitantes por localidad	Número de localidades	Población	
		Total de habitantes	Porcentaje
Clasificación desagregada			
1 - 49	2 607	16 268	2.4
50 - 99	65	4 902	0.7
100 - 499	287	67 243	9.7
500 - 999	74	53 267	7.7
1 000 - 1 999	34	45 183	6.5
2 000 - 2 499	6	13 517	2.0
2 500 - 4 999	11	37 990	5.5
5 000 - 9 999	9	63 233	9.2
10 000 - 14 999	2	23 303	3.4
20 000 - 49 999	2	48 946	7.1
100 000 - 499 999	2	316 837	45.9
Total	3 099	690 689	100.0
Clasificación agrupada en localidades rurales y urbanas			
1 - 2 499	3 073	200 380	29.0
2 500 y más	26	490 309	71.0

Nota: se considera a una localidad rural a aquella que tiene de 1 a 2 499 habitantes y urbana a la que tiene 2 500 y más habitantes.
Fuente: INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

El estado de Campeche tiene una superficie de 56 858.84 kilómetros cuadrados, en los cuales se asienta una población de 690 689 personas, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del año 2000. En consecuencia, la densidad poblacional promedio de la entidad es de sólo 12.15 personas por kilómetro cuadrado, una de las proporciones más bajas a nivel nacional, dado que la densidad promedio en todo el país para el mismo año es de 50 habitantes por kilómetro cuadrado (INEGI, 2000). Sin embargo, al analizar la densidad poblacional a nivel municipal se observan contrastes muy marcados en la entidad. Por un lado, se encuentra que el municipio de Campeche posee el valor más alto respecto a la densidad estatal (63.6 habitantes por kilómetro cuadrado) y por otra parte, se ubica un conjunto de municipios donde la densidad poblacional tiene los valores más bajos, como Calakmul, cuya superficie es la más extensa del estado, pero posee la menor densidad poblacional (1.7 habitantes por kilómetro cuadrado) (tabla 3).

MIGRACIÓN

Migración internacional a Estados Unidos

En las últimas décadas, la migración de México a Estados Unidos se ha constituido como un fenómeno de dimensión nacional. Se estima que alrededor de la décima parte de la población nacida en México reside actualmente en Estados Unidos, se establece con ello una dinámica muy intensa en un elevado número de hogares mexicanos vinculados con este fenómeno. A través del Índice de Intensidad Migratoria

Tabla 3. Población, superficie y densidad poblacional por municipio para el año 2000 en el estado de Campeche.

Municipio	Población (hab)	Superficie (km ²)	Densidad (hab/km ²)
Campeche.	216 897	3 410.64	63.59
Calkiní.	46 899	1 966.57	23.85
Hecelchakán.	24 889	1 331.99	18.69
El Carmen.	172 076	9 720.09	17.70
Champotón.	70 554	6 088.28	11.59
Escárcega.	50 563	4 569.64	11.06
Tenabo.	8 400	882.00	9.52
Candelaria.	37 681	5 518.55	6.83
Hopelchén.	31 214	7 460.27	4.18
Palizada.	8 401	2 071.70	4.06
Calakmul.	23 115	13 839.11	1.67
Total.	690 689	56 858.84	12.15

Fuente: INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

(IIM)³, se puede señalar que en 96 por ciento de los 2 443 municipios de todo el país, en mayor o menor medida, se establece algún tipo de contacto con Estados Unidos mediante la migración. Expresado de otra manera, se puede decir que sólo 93 municipios mexicanos no guardan relación alguna con el fenómeno migratorio hacia Estados Unidos (Tuirán *et al.*, 2002).

³ El Índice de Intensidad Migratoria elaborado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) con la información de la muestra censal del año 2000, considera las dimensiones demográfica y socioeconómica de la migración internacional, integrando en una sola medida las siguientes modalidades y expresiones de la migración: i) hogares con emigrantes en el quinquenio 1995-2000 que permanecían en Estados Unidos en la fecha censal del año 2000; ii) hogares con emigrantes en el quinquenio 1995-2000 que regresaron al país en el mismo periodo; iii) hogares con miembros que residían en Estados Unidos en 1995 y regresaron a vivir a México antes del levantamiento censal; iv) hogares que reciben remesas (Tuirán *et al.*, 2002).

Sin embargo, en todo el territorio nacional coexisten distintas realidades migratorias que pueden ser diferenciadas a nivel regional, estatal o municipal y que pueden estar asociadas a la antigüedad y dinámica de los procesos migratorios. En este sentido, los cambios que se han producido en las últimas tres décadas permiten hacer mención de una nueva era de la migración México-Estados Unidos (Durand y Massey, 2003). Entidades de la Región Centro,⁴ como Puebla, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal y Morelos, que en el pasado no se contaban entre las entidades con tradición migratoria, han aportado recientemente una proporción relevante de los flujos migratorios al vecino país del norte. Asimismo, se ha producido un acelerado proceso de incorporación de la población migrante procedente de la Región Sur-Sureste, particularmente de los estados de Veracruz, Oaxaca y Guerrero (Zúñiga *et al.*, 2005).

Respecto a la diversidad regional de la migración a Estados Unidos, podemos señalar que en los últimos 15 años el panorama ha cambiado en distintas dimensiones, pero si sólo se considera el monto de la migración, podemos advertir que la participación relativa de las regiones Tradicional y Norte ha disminuido y, en contraparte, la de las regiones Centro y Sur-Sureste ha aumentado (figura 6).

Si bien los pobladores de la región Tradicional han participado con casi la mitad del volumen total de migrantes mexicanos en Estados Unidos (50.7 % en 1990 y 48.2 % en el año 2005), las regiones Centro y Sur-Sureste han pasado a ocupar juntas de un 22 % en 1990 a 30 % en el año 2005. De esta manera, uno de cada diez y dos de cada diez mexicanos que residían en Estados Unidos en el año 2005 habían

nacido, respectivamente, en las entidades de las regiones sur-sureste y centro de México (CONAPO, 2002) (figura 6).

A nivel de entidad federativa, este proceso ha tenido dinámicas diferenciadas. Si bien los mayores volúmenes de migrantes mexicanos en Estados Unidos provienen de entidades con una histórica tradición migratoria (como Jalisco, Michoacán y Guanajuato) o de entidades de las más pobladas del país (como el Estado de México o el Distrito Federal), el comportamiento de la migración al vecino país a partir de la última década del siglo XX nos muestra un mayor dinamismo en entidades de las llamadas regiones emergentes, caracterizadas por-

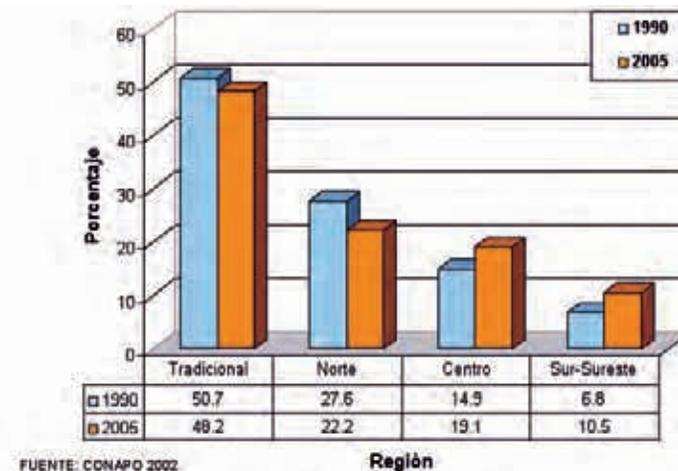


Figura 6. Proporción de la población nacida en México residente en los Estados Unidos según las grandes regiones de México calculada para los años 1990 y 2005.

⁴Las entidades federativas por región de emigración son: Tradicional: Aguascalientes, Colima, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas; Norte: Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas; Centro: Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; Sur-Sureste: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (elaboración del CONAPO, cit. en Zúñiga *et al.*, 2005).

que en los últimos años se ha producido un aumento intenso en la emigración hacia Estados Unidos, tal como puede apreciarse en la tabla 5. Entidades de la Región Sur-Sureste, como Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guerrero, y de la región Centro, como Tlaxcala, Hidalgo, Puebla, el Estado de México y Morelos, han ocupado en los últimos tres lustros los promedios anuales de incremento más altos de la migración a Estados Unidos. Este ritmo de crecimiento configura una nueva geografía de la migración internacional en todo el país, pues en las entidades donde el fenómeno aún es cuantitativamente reducido, se auguran nuevos escenarios migratorios, dado el ímpetu que ha adquirido la migración en los últimos años (Zúñiga *et al.*, 2005).

En la Región Sur-Sureste, los estados de Guerrero, Veracruz y Oaxaca conforman el grupo de entidades con los mayores volúmenes de migrantes que residen en Estados Unidos, debido a una tradición migratoria de mayor antigüedad; sin embargo, Chiapas, Tabasco y Campeche han adquirido mayor intensidad en los últimos años, aunque con volúmenes notoriamente menores (tabla 4). Campeche, ha pasado, de 1990 a 2005, de 4 840 a 10 466 personas que habiendo nacido en la entidad residen en Estados Unidos. Para el año 2005, los migrantes campechanos en el vecino país del norte representan 1.3 por ciento de la población de Campeche (754 730) y constituyen sólo 0.1 por ciento del total de la población que habiendo nacido en México vive en Estados Unidos (10.6 millones).

Migración interna

En los movimientos migratorios que se producen dentro de las fronteras nacionales, se encuentran los desplazamientos interestatales, los cuales forman parte de lo que se denomina migración interna de un país. Para identificar estos movimientos a partir de la información que captan los censos de población, una forma clásica para estimar esta migración es considerar la entidad federativa de nacimiento y la de

Tabla 4. Población residente en los Estados Unidos nacida en México según región y Entidad Federativa de nacimiento calculada para los años 1990 y 2005.

Región y entidad de nacimiento	Población		Incremento promedio anual (%) 1990-2005
	1990	2005	
Región tradicional	2 746 698	5 109 872	4.1
Guanajuato.	389 704	926 718	5.8
Aguascalientes.	63 053	135 989	5.1
San Luis Potosí.	184 930	393 845	5.0
Durango.	202 038	384 192	4.3
Michoacán.	633 806	1 061 867	3.4
Jalisco.	785 840	1 415 224	3.9
Zacatecas.	309 677	508 924	3.3
Nayarit.	113 589	183 508	3.2
Colima.	64 061	99 605	2.9
Región norte	1 492 264	2 349 770	3.0
Sinaloa.	113 399	208 219	4.1
Tamaulipas.	164 070	300 680	4.0
Nuevo León.	199 891	335 669	3.5
Chihuahua.	313 247	523 050	3.4
Coahuila.	120 961	192 115	3.1
Sonora.	128 555	190 160	2.6
Baja California Sur.	16 357	23 287	2.4
Baja California.	435 784	576 590	1.9

Tabla 4 (continuación). Población residente en los Estados Unidos nacida en México según región y Entidad Federativa de nacimiento calculada para los años 1990 y 2005.

Región y entidad de nacimiento	Población		Incremento promedio anual (%) 1990-2005
	1990	2005	
Región centro	805 964	2 024 360	6.1
Tlaxcala.	5 307	29 708	11.5
Hidalgo.	41 398	207 610	10.7
Puebla.	99 961	340 102	8.2
México.	249 165	656 457	6.5
Morelos.	96 677	243 590	6.2
Distrito Federal.	252 521	445 203	3.8
Querétaro.	60 935	101 690	3.4
Región sur-sureste	368 156	1 109 714	7.4
Veracruz.	47 869	305 769	12.4
Chiapas.	12 100	37 441	7.5
Oaxaca.	88 722	257 991	7.1
Guerrero.	156 924	408 759	6.4
Tabasco.	6 689	14 764	5.3
Campeche.	4 840	10 466	5.1
Quintana Roo.	15 638	23 542	2.7
Yucatán.	35 374	50 982	2.4
Total.	5 413 082	10 593 716	4.5

residencia del migrante en un momento determinado.⁵ Así, la migración interna acumulada de todo el país, hasta el año 2000, ascendió a un total de 18 752 687 personas, es decir, 19.2 por ciento del total de habitantes a nivel nacional (97 483 412 personas en total). En otros términos, una de cada cinco personas había nacido en una entidad diferente a la que residía en ese momento (Pimienta y Vera, 2005).

El comportamiento nacional de la migración interestatal es muy heterogéneo. La cantidad de emigrantes e inmigrantes de una entidad federativa tiene que ver con factores de distinto tipo, dentro de los cuales destacan el comportamiento demográfico de la entidad, su desarrollo económico, el crecimiento urbano de sus principales localidades y la misma historia de los flujos migratorios. Asimismo, la evolución de la migración interna ha variado a través del tiempo. Los movimientos migratorios que marcaron la pauta a mediados del siglo XX eran aquellos que se producían de las áreas rurales hacia las zonas urbanas en crecimiento, especialmente a aquellas ciudades que se convirtieron en las principales metrópolis, de las cuales la Ciudad de México emergió como el principal destino de las corrientes migratorias provenientes de las entidades del centro y sur del país (Garza, 2003).

En las últimas décadas del siglo XX se produjeron cambios importantes en las tendencias de la migración interna en todo el país, el resultado fue la coexistencia de flujos tradicionales con movimientos migratorios recientes. Los orígenes y destinos de los migrantes se diversificaron, aunque los flujos tradicionales mantuvieron su presencia, sin embargo, la migración interurbana adquirió mayor relevancia, especialmente aquella que se originó desde la principal metrópoli nacional. También se iniciaron procesos migratorios regionales como resultado del desarrollo de centros orientados al turismo, a la industria o al crecimiento de actividades agropecuarias comerciales (Garza, 2003).

⁵ Para este caso, se considera la fecha censal, que para el año 2000 es el 14 de febrero.

De acuerdo a la información del XII Censo General de Población y Vivienda, en el año 2000 residían en el estado de Campeche 690 689 habitantes, de los cuales 49.8 por ciento son hombres y el restante 50.2 por ciento está constituido por mujeres. De este total estatal, 146 822 personas nacieron en otra entidad, es decir, 21.3 por ciento. De este último porcentaje el 50.8 por ciento son hombres y 49.2 por ciento son mujeres. En cambio, la población nacida en el estado de Campeche, pero que residía en una entidad diferente, asciende a 87 870 personas. Estos emigrantes constituyen 12.7 por ciento de la población residente estatal, y está compuesta por 48.8 por ciento de hombres y 51.2 por ciento de mujeres. Entonces, a partir de las cifras presentadas se puede señalar que, de acuerdo a la entidad de nacimiento, en el año 2000 Campeche tenía un saldo migratorio positivo, es decir, como resultado de la diferencia entre inmigrantes menos emigrantes, residían en Campeche 58 952 personas que nacieron en otra entidad.

De acuerdo a la edad, la población del estado de Campeche está integrada mayoritariamente (60.1%) por personas que tienen entre 15 y 64 años de edad, y en menor proporción por menores de 15 años (35.3%) y por adultos de 65 y más años de edad (4.6%). Esta estructura etaria de la población residente en Campeche contrasta con la de la población inmigrante proveniente de otras entidades del país, la cual presenta una estructura más madura, pues 77.7% de los inmigrantes tiene entre 15 y 64 años de edad y sólo 16.2% tiene menos de 15 años. Una situación similar se presenta en los emigrantes campechanos, de los cuales 76.7% se encuentran en el grupo de edades productivas (15-64 años) y 15.9% tienen menos de 15 años. Entonces, dada la estructura de edades de la población inmigrante y emigrante, los movimientos migratorios en Campeche involucran mayoritariamente a población en edad laboral, pues casi 8 de cada 10 migrantes se encuentran en el grupo de edades productivas (figura 7).

El estado de Campeche mantiene un intercambio de población con todas las entidades del país. Sin embargo, este proceso tiene diferencias espaciales muy definidas. De esta manera, si consideramos a la población nacida en otra entidad que ha llegado a residir a Campeche, y a la que habiendo nacido en este estado, pero que en el año 2000 residía en otra entidad, podemos observar la intensidad de la migración del estado de Campeche en términos absolutos. Así, Campeche tiene una dinámica migratoria predominantemente de carácter regional, pues con las entidades vecinas (Tabasco, Yucatán, Veracruz, Quintana Roo y Chiapas) realiza el mayor intercambio migratorio en ambos sentidos.⁶ En este proceso destaca, sin embargo, la participación del Distrito Federal como una de las entidades con las que Campeche ha establecido un intercambio migratorio relativamente dinámico, a pesar de no formar parte del entorno de entidades vecinas (figura 8).

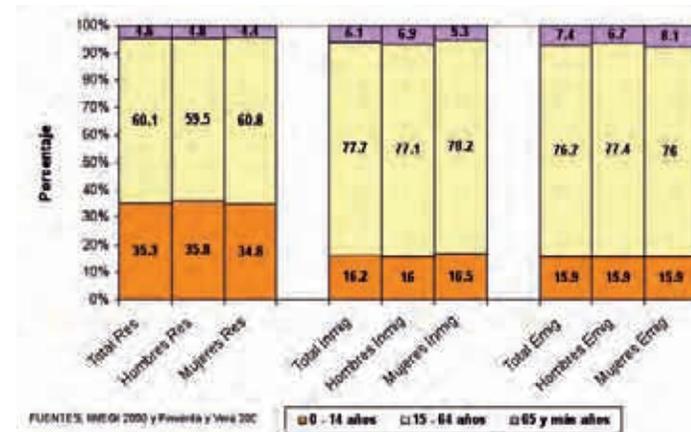


Figura 7. Distribución porcentual de la población residente, inmigrante y emigrante por grupo de edad y sexo en el estado de Campeche para el año 2000.

⁶ Para calcular el volumen absoluto migratorio sumamos los inmigrantes más los emigrantes, entre Campeche y cada una de las demás entidades del país.

Respecto a las principales entidades de donde provienen los inmigrantes que han llegado a residir a Campeche, identificamos un grupo de cuatro estados vecinos que aportan un poco más de dos tercios (77.5%) de los inmigrantes. Estas entidades están conformadas por Tabasco (origen de 30.2 por ciento de los inmigrantes), Veracruz (17.8%), Yucatán (16.3%) y Chiapas (13.2%). Respecto a los principales destinos de los campechanos, podemos señalar que también hay un grupo de cuatro estados vecinos a donde se dirige 77% de los emigrantes nacidos en Campeche, a saber, en primer lugar se ubica Quintana Roo (destino de 29.7% de los emigrantes), seguido de Yucatán (25.0%), Tabasco (13.6%) y Veracruz (8.7%).

Adicionalmente, debe señalarse que el Censo de Población y Vivienda registra a 10 973 personas inmigrantes a Campeche nacidas en otro país o que no especificaron su lugar de nacimiento. Destacan Guatemala como país de origen de 7 166 personas, Estados Unidos de 199 y de otros países 335 personas.

En este proceso de inmigración y emigración, el estado de Campeche “gana” y “pierde” población con cada una de las demás entidades del país. Ya habíamos señalado que, en términos generales, en el año 2000 Campeche era una entidad con saldo migratorio positivo, es decir, que a esta entidad han llegado a residir 58 952 personas más que las que migraron a otro estado. Esta “ganancia” es resultado principal de la dinámica migratoria que se ha establecido entre Campeche y otras entidades vecinas. Así, podemos ver que el intercambio migratorio con Tabasco, Veracruz y Chiapas se caracteriza porque a Campeche han llegado a residir más personas nacidas en estas entidades que las que se han ido a vivir a ellas habiendo nacido en Campeche. En menor medida se encuentran otras entidades, como el Distrito Federal, Oaxaca, Yucatán, Michoacán, Puebla, Guerrero y Guanajuato, con la que tiene saldos positivos. En el otro extremo se ubican aquellas entidades con las que Campeche tiene las más altas

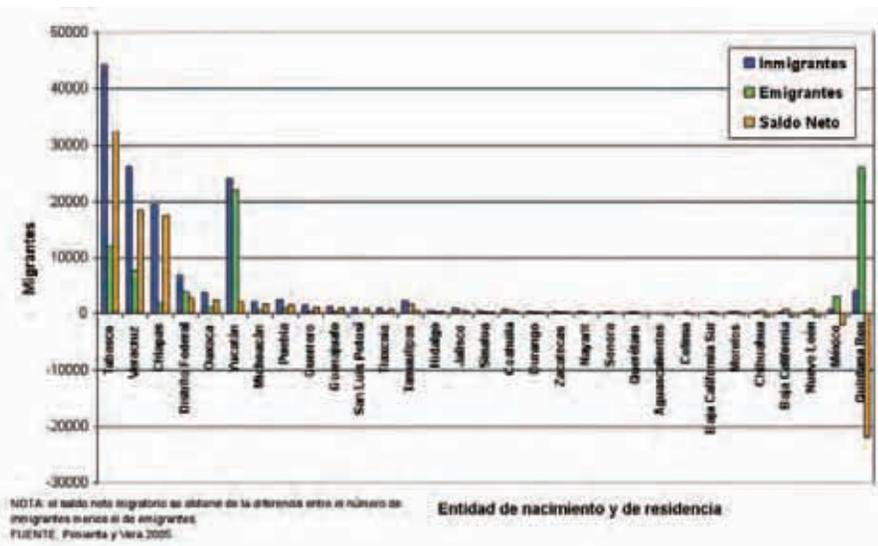


Figura 8. Inmigrantes, emigrantes y saldo neto migratorio, según la entidad de nacimiento y de residencia para el estado de Campeche en el año 2000.

“pérdidas” de población. Quintana Roo representa no sólo el principal destino de los campechanos sino la entidad con las que tiene el mayor saldo migratorio negativo. Otras entidades del centro y norte del país forman el destino de los campechanos sin que de ellas vengan a residir (México, Nuevo León, Baja California, Chihuahua, Morelos y Baja California Sur). Finalmente, merece mencionarse que hay entidades como Yucatán y en menor medida Tamaulipas, que aún cuando son destinos importantes de campechanos, contribuyen con un volumen mayor de inmigrantes a esta entidad, por lo que da como resultado saldos positivos para Campeche (figura 8).

Finalmente, cuando se distingue el tamaño de localidad a la que llegan a residir los inmigrantes, se puede señalar que existe una concentración de personas que tienen entre 20 y 49 años de edad en las localidades más grandes (de 15 mil y más habitantes), aunque debe

tenerse en cuenta también que del total de inmigrantes registrados en el año 2000, alrededor de 57 por ciento residían en localidades de 15 mil y más habitantes y el restante 43 por ciento vivían en localidades relativamente más pequeñas (figura 9). Esta situación diferencial por tamaño de localidad nos indica la capacidad de atracción laboral que pueden tener las localidades urbanas para la población inmigrante, especialmente para aquellos sectores de población activa que se emplea en actividades secundarias y del sector servicios (Garza, 2003).

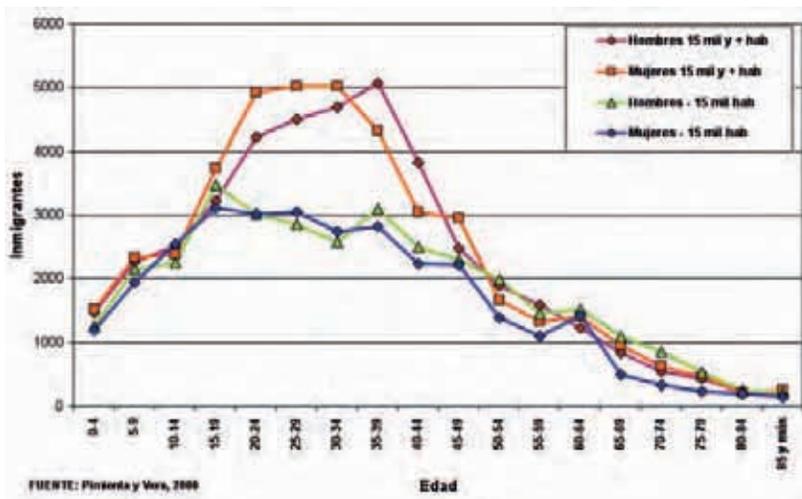


Figura 9. Número de inmigrantes por edad y sexo por tamaño de localidad del estado de Campeche para el año 2000.

POBLACIÓN INDIGENA⁷

De acuerdo a la información de los censos y conteos de población, en la última década del siglo XX y principios del XXI, en México aproximadamente siete de cada cien personas de cinco años y más de edad habla alguna lengua indígena, esta proporción representaba en 1990 a 5.3 millones de personas y a 6 millones en los años 2000 y 2005 (INEGI, 1990, 2000 y 2005). En el estado de Campeche este porcentaje es mayor que el registrado a nivel nacional, aunque su participación relativa en la entidad ha disminuido de manera más acentuada en este periodo. En 1990, 86 676 personas hablaban alguna lengua indígena, representaban aproximadamente a uno de cada cinco habitantes en la entidad (19%) con cinco y más años de edad. Diez años después, el monto de hablantes indígenas aumentó a 93 765 personas, pero su participación relativa disminuyó a 15.5%, y para el año 2005 disminuyó a 13.2% (89 084 personas) (figura 10). Esta tendencia de disminución absoluta y relativa de los hablantes de lengua indígena en el estado de Campeche está asociada no sólo a los patrones demográficos (disminución de la fecundidad, aumento de la migración, disminución del ritmo de crecimiento poblacional, entre otros), sino también son resultado de las pautas culturales adoptadas por la población en las últimas décadas.

Diferenciando este comportamiento por sexo, podemos observar en la figura 10 que hay una mayor proporción de hombres que de mujeres hablantes de lengua indígena en relación al total de población de su mismo sexo. En el año 1990, a nivel nacional 7.6% de los hombres de cinco años y más de edad de todo el país hablaba alguna lengua indígena, mientras que para el caso de las mujeres esta proporción era

⁷ En este trabajo vamos a entender como población indígena a aquella que habla alguna lengua distinta del español o castellano y que tiene origen en las culturas prehispánicas mesoamericanas. Para efectos estadísticos, los censos de población en México consideran como población de habla indígena a aquella que tiene cinco y más años de edad.

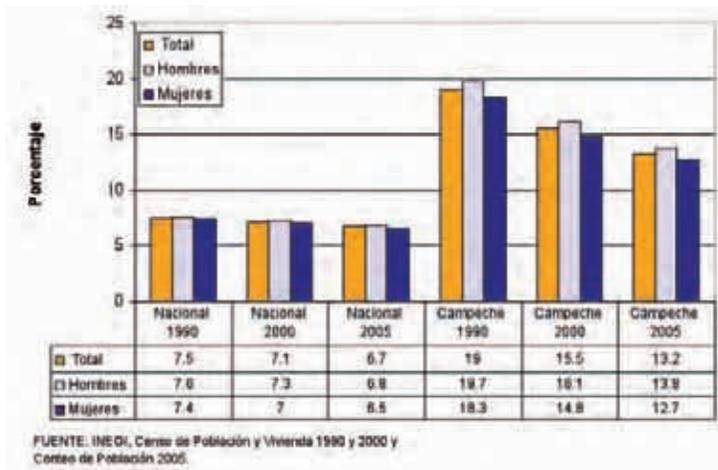


Figura 10. Porcentaje de la población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena. Las barras muestran los datos separados por sexo para los años 1990, 2000 y 2005 en la República Mexicana y el estado de Campeche.

de 7.4%. En el estado de Campeche, aunque el valor de las proporciones es más alto, también se observa esta diferencia, pues 19.7% de los hombres y 18.3% de las mujeres eran hablantes indígenas para ese mismo año. Este comportamiento diferenciado se conserva en los años 2000 y 2005, tanto a nivel nacional como en Campeche, aunque siempre los porcentajes son mayores en esta entidad.

Si se considera ahora el total de hablantes de alguna lengua indígena, a nivel nacional la participación relativa por sexo es ligeramente más alta la de las mujeres en relación a los hombres, pero en el estado de Campeche esta relación se invierte favoreciendo a los hombres, aunque en los últimos años esta tendencia ha disminuido hacia una distribución más equitativa entre sexos. Para ejemplificar esta mayor participación relativa de los hombres en la población hablante de lengua indígena en el estado de Campeche, podemos notar que en todos

los municipios de la entidad se reproduce este patrón. Así, en el año 2005, el valor del porcentaje de los hombres se situó en un rango de 50% en Calkiní a 63.4% en Palizada, donde el número total de hablantes de lengua indígena es muy reducido (figura 11).

En el estado de Campeche, en el año 2005, 89 084 personas de cinco años y más de edad hablaba alguna lengua indígena. Este monto representaba 13.2% de la población total de dichas edades de la entidad. A nivel municipal esta situación adquiere diferencias muy relevantes, pues existe un municipio donde más de la mitad de la población habla alguna lengua indígena, tal es el caso de Calkiní (57.9%) y Hopelchén (50.2%). En otros municipios la proporción de hablantes indígenas es menor de la mitad de la población pero mayor al diez por ciento, como Hecelchakán (46.1%), Calakmul (31.9%), Tenabo (20.7%) y Champotón (11.1%). Finalmente, en un tercer grupo de municipios los hablantes de lenguas indígenas representan menos de la décima parte de la población: Escárcega (6.6%), Candelaria (6.4%), Campe-

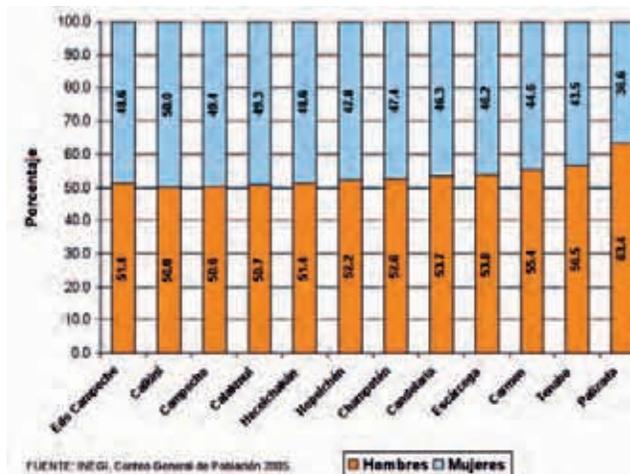


Figura 11. Proporción de hablantes de alguna lengua indígena por municipio categorizado por sexo y calculado para el año 2005 en el estado de Campeche.

che (5.8%), Carmen (1.7%) y Palizada (0.6%) (figura 12). De acuerdo a estas cifras, podemos distinguir, por un lado, a aquellos municipios predominantemente indígenas, aunque en ningún caso la proporción de población indígena es superior a las dos terceras partes de la población total, pero en conjunto representan un poco menos de la mitad (46.6%) de los hablantes de lengua indígena de todo el estado de Campeche. En el otro extremo se encuentran aquellos municipios con proporciones muy reducidas de población indígena, pero que por los montos de su población total, los hablantes de lenguas indígenas representan cerca de la cuarta parte (23.1%) de todos los hablantes indígenas de la entidad. En medio se ubican cuatro municipios cuyos hablantes indígenas constituyen 30.3% de los indígenas de toda la entidad.

De los 89 084 hablantes de lengua indígena en el estado de Campeche en el año 2005, la inmensa mayoría (77.7%) habla Maya, en menor medida se habla Chol (10.2%), Tzeltal (2%), Kanjobal (1.8%), Mame (1.1%) y otras lenguas (3.9%). Sin embargo, el predominio de los hablantes de maya en Campeche está asociado al uso mayoritario de esta lengua en los habitantes de los municipios predominantemente indígenas de la entidad. En Calkiní y Hopelchén, donde reside el 46.6% de los hablantes indígenas de la entidad, hay un predominio absoluto de hablantes de Maya. En Calkiní 99.6% y en Hopelchén 91% hablan maya. Lo mismo sucede en Hecelchakán y en Tenabo, donde 99.6% y 98.8% de la población indígena habla maya, respectivamente. En el municipio de Campeche también el Maya es la lengua dominante (81.6%) (figura 13).

De acuerdo al predominio relativo de esta lengua entre los hablantes de lenguas indígenas, este grupo de municipios mayas contrasta con los municipios donde predomina el Chol, junto al Maya o al Tzeltal, como las principales lenguas que se hablan en estos municipios. En Calakmul, 73.7% de la población indígena habla Chol, 8.5% habla Maya y 11% habla Tzeltal. En el municipio de Candelaria, 62.1%

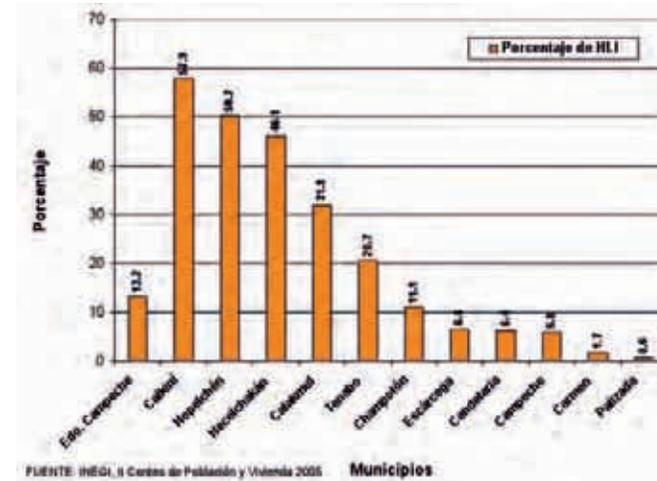


Figura 12. Porcentaje de la población de 5 años y más de edad que habla alguna lengua indígena en el estado de Campeche, categorizados por municipio y calculados para el año 2005.

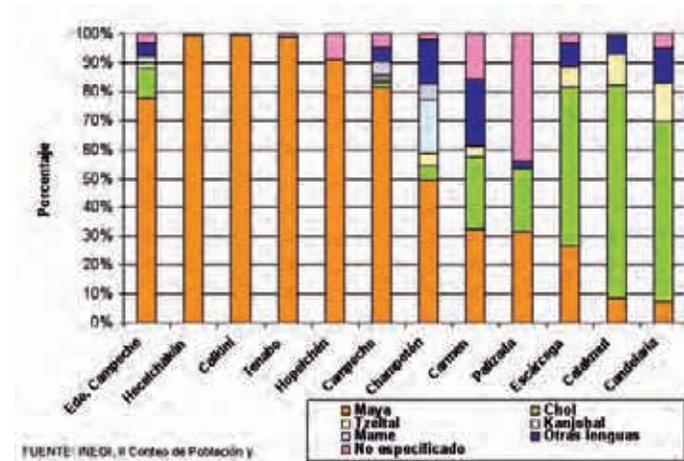


Figura 13. Proporción de población que habla alguna lengua indígena en el estado de Campeche, categorizada por municipio y tipo de lengua. Datos calculados para el año 2005.

habla Chol, 13.8% Tzeltal y 7.2% Maya. En Escárcega 54.9% hablan Chol, 26.5% Maya y 7.3% Tzeltal, dentro de las principales lenguas (figura 13).

Como conclusión de este apartado, podemos señalar que en el estado de Campeche se conforman tres grupos de municipios de acuerdo al tipo de lengua predominante dentro de la población indígena. Por un lado, se encuentran aquellos municipios con un predominio absoluto Maya (Hecelchakán, Calkiní y Tenabo), pues 99% de su población indígena habla esta lengua. Por otra parte, se ubica un grupo de municipios mayoritariamente mayas (Hopelchén, Campeche y Champotón) donde existe un predominio relativo del Maya (al menos 50% pero menor al porcentaje de los municipios del grupo anterior), lengua que coexiste con otras originarias de la península de Yucatán o que han llegado con la inmigración de grupos étnicos de otras regiones del país. Hay dos municipios (Carmen y Palizada) donde no existe un predominio de alguna lengua en particular, pero cerca del 30% habla Maya y un poco más de 20% habla Chol. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en el municipio de Palizada el número de hablantes de alguna lengua indígena es muy reducido (41 personas de 5 años y más de edad en el año 2005). Finalmente, ubicamos a un conjunto de tres municipios (Calakmul, Candelaria y Escárcega) con predominio de hablantes de lengua Chol (con una participación mayor a 50%), pero coexistiendo con hablantes de Maya y otras lenguas indígenas, que han llegado a la entidad con las inmigraciones indígenas provenientes de otras entidades y aún de otros países (figura 13).

CALIDAD DE VIDA

En la última década del siglo XX se generaron distintos conceptos para referirse a las condiciones en que vive la población. En México resultó de gran trascendencia las estimaciones que realizó el Consejo Nacional de Población sobre la marginación (Ávila, 2001). Posteriormente el concepto de desarrollo humano fue empleado para referirse al contexto en el que las personas puedan hacer realidad sus posibilidades y vivir en forma productiva y creadora, de acuerdo a sus necesidades e intereses. De esta manera, el desarrollo consiste en la ampliación de opciones de la población (PNUD, 2001).

Si bien el concepto de desarrollo humano es muy amplio, resulta imposible crear un índice integral, pues no es posible cuantificar fácilmente muchas dimensiones esenciales del desarrollo humano. Por ello, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha generado el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el cual mide el progreso general de un país en tres dimensiones básicas: longevidad, conocimientos y nivel de vida decoroso. El IDH se mide a partir de la esperanza de vida al nacimiento, el nivel educativo (combinando la alfabetización de adultos y la matriculación en las enseñanzas primaria, secundaria y terciaria) y el ingreso per cápita ajustado por la paridad del poder adquisitivo (en dólares de Estados Unidos). El IDH es un índice resumen, y no integral, del desarrollo humano (PNUD, 2001).

En el caso de México, siguiendo la metodología empleada por el PNUD, se calculó el IDH a nivel estatal empleando los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2000. Sin embargo, para la estimación del IDH a escala municipal se reemplazó el indicador de esperanza de vida por el de tasa de mortalidad infantil (Partida y Tuirán, 2001).⁸

⁸ La modificación en los insumos para el cálculo del IDH a nivel municipal no implicó una variación en los resultados, dada la fuerte correlación que existe entre la tasa de mortalidad infantil (relación entre el número de muertes infantiles y los nacimientos ocurridos) y la esperanza de vida al nacimiento.

Tabla 5. Índice de Desarrollo Humano por entidad calculado para el año 2000 en la República Mexicana.

Entidad federativa	Esperanza de vida al nacimiento (años)	Personas de 15 años y más alfabetas (%)	Personas de 6-24 años de edad que van a la escuela (%)	PIB per cápita (dólares ajustados)	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Grado de Desarrollo Humano	Lugar nacional
Distrito Federal.	77.2	97.1	69.8	17 696	0.871	Alto	1
Nuevo León.	76.8	96.7	62.2	13 032	0.842	Alto	2
Coahuila.	76.2	96.1	62.6	10 808	0.828	Alto	3
Baja California.	76.3	96.5	61.9	9 571	0.822	Alto	4
Aguascalientes.	76.4	95.2	63.3	9 442	0.820	Alto	5
Quintana Roo.	75.7	92.5	59.4	12 039	0.820	Alto	6
Chihuahua.	75.8	95.2	61.0	10 324	0.819	Alto	7
Sonora.	76.1	95.6	65.2	8 761	0.818	Alto	8
Baja California Sur.	76.3	95.8	63.2	8 721	0.817	Alto	9
Campeche.	74.7	88.2	64.5	13 152	0.815	Alto	10
Colima.	76.4	92.8	63.3	8 048	0.806	Alto	11
Tamaulipas.	75.5	94.9	62.0	7 757	0.803	Alto	12
Querétaro.	75.3	90.2	61.8	9 561	0.802	Alto	13
Jalisco.	76.3	93.5	61.5	7 411	0.801	Alto	14
Durango.	74.8	94.6	62.2	6 725	0.790	Medio alto	15
México.	76.3	93.6	64.3	5 672	0.789	Medio alto	16
Morelos.	75.9	90.7	63.1	6 820	0.789	Medio alto	17
Sinaloa.	75.4	92.0	64.2	5 904	0.783	Medio alto	18
Yucatán.	74.3	87.7	63.9	6 341	0.771	Medio alto	19
Nayarit.	75.2	90.9	64.3	4 709	0.767	Medio alto	20

Fuente: Partida y Tuirán (2001).

Tabla 5 (continuación). Índice de Desarrollo Humano por entidad calculado para el año 2000 en la República Mexicana.

Entidad federativa	Esperanza de vida al nacimiento (años)	Personas de 15 años y más alfabetas (%)	Personas de 6-24 años de edad que van a la escuela (%)	PIB per cápita (dólares ajustados)	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Grado de Desarrollo Humano	Lugar nacional
San Luis Potosí.	74.2	88.7	64.1	5 699	0.767	Medio alto	21
Tabasco.	75.0	90.3	63.5	4 959	0.766	Medio alto	22
Tlaxcala.	75.4	92.2	62.7	4 221	0.763	Medio alto	23
Guanajuato.	75.1	88.0	58.6	5 375	0.761	Medio alto	24
Puebla.	74.1	85.4	60.7	5 975	0.758	Medio alto	25
Zacatecas.	74.4	92.0	60.1	4 209	0.754	Medio alto	26
Michoacán.	74.8	86.1	59.0	4 784	0.749	Medio alto	27
Hidalgo.	74.2	85.1	64.7	4 689	0.748	Medio alto	28
Veracruz.	74.0	85.1	63.3	4 535	0.744	Medio alto	29
Guerrero.	73.3	78.4	63.3	4 112	0.719	Medio alto	30
Oaxaca.	72.5	78.5	63.3	3 489	0.706	Medio alto	31
Chiapas.	72.4	77.1	57.0	3 301	0.693	Medio alto	32
República Mexicana.	75.3	90.5	62.8	7 495	0.791	Medio alto	

Fuente: Partida y Tuirán (2001).

Los resultados para México ubican a cada entidad federativa de acuerdo al valor obtenido en el IDH.⁹ Así, es posible diferenciar el mayor grado de desarrollo humano que tienen algunas entidades, como el Distrito Federal, Nuevo León o Coahuila, por ejemplo, con aquéllas que se encuentran en una situación de mayor rezago en todo el país como Chiapas, Guerrero y Oaxaca (tabla 5). Resultado de la combinación de las cuatro variables consideradas, el valor del IDH ubica al estado de Campeche en el décimo lugar nacional, por enci-

ma del promedio nacional. Este grado “alto” de desarrollo humano supondría que los habitantes del estado de Campeche tienen mejores condiciones de vida que los de otras 22 entidades del país; sin embargo, se debe considerar, como se ha señalado anteriormente, que este concepto de desarrollo humano sólo se refiere a tres dimensiones de la vida de las personas y que, por otra parte, el IDH expresa un valor promedio para la población de la entidad (Partida y Tuirán, 2001).

⁹ El valor del IDH varía entre 0 y 1. Un valor de 1 establece la meta o el valor máximo posible en el IDH de acuerdo a las tres dimensiones consideradas, para las cuales se incluyen cuatro variables: esperanza de vida al nacimiento, porcentaje de personas de 15 y más años alfabetas, porcentaje de personas de 6 a 24 años que van a la escuela, y producto interno bruto per cápita.

En este sentido, es necesario tener en cuenta que el peso del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de Campeche influye directamente para que el valor del IDH se ubique en los niveles señalados. Si bien Campeche tiene una cobertura alta en la matriculación de su población de 6 a 24 años (cuarto lugar a nivel nacional), en cuanto a la esperanza de vida al nacimiento y el analfabetismo se encuentra relativamente rezagado. La situación en las dos dimensiones del bienestar es contrastante con la dimensión económica, pues como resultado de la extracción de petróleo en su territorio, el PIB per cápita de los campechanos para el año 2000 ubica a la entidad en el segundo lugar nacional (13 153 dólares), sólo superado por el Distrito Federal (17 696 dólares), valores justamente por encima del promedio nacional (7 495 dólares: ver tabla 5).

La situación descrita permite entender entonces, que las condiciones para acceder a un desarrollo humano relativamente alto de la población de Campeche están influenciadas por los niveles de la supuesta “distribución” entre toda la población del PIB de la entidad, generado mayoritariamente por la explotación de los recursos petroleros ubicados en aguas marítimas de la entidad. Sin embargo, esta situación general de la entidad tiene diferencias al interior de la misma. De esta manera, en la estimación del IDH a nivel municipal se pueden identificar diferencias espaciales relevantes, que contrastan con el panorama obtenido con el IDH a nivel estatal.

En todas las variables utilizadas para estimar el IDH se observa una heterogeneidad relevante a nivel municipal. En el caso de la tasa de mortalidad infantil se presenta un comportamiento divergente entre municipios como Campeche (21.4) y Calakmul (42.3), de tal forma que es posible deducir que en términos de salud materno-infantil

-para referirse sólo a una parte de las múltiples expresiones de este indicador- la situación es contrastante. Para los indicadores referidos a la alfabetización y la escolaridad, se observa una situación parecida, pues siempre destaca el municipio de Campeche con los mejores indicadores, frente a los del grupo conformado por Calakmul, Candelaria y Hopelchén, ubicados en el otro extremo. Este comportamiento divergente adquiere expresiones extremas en cuanto al PIB per cápita, pues los municipios de Carmen y Campeche concentran los valores más altos de la entidad, mientras que la mayor parte de los demás municipios presentan valores relativamente más bajos. Como ilustración, se señala que el PIB per cápita de Carmen es seis veces mayor que el de Calakmul (tabla 6). Estas diferencias muestran la alta concentración de actividades económicas en unos cuantos municipios de Campeche, como la explotación petrolera en Carmen, y las relacionadas con el sector servicios en Campeche, municipio –este último- donde se encuentra la capital de la entidad.

Finalmente, los valores obtenidos para el IDH permiten señalar que los municipios de Carmen y Campeche tienen un grado de desarrollo humano alto y que los demás municipios de la entidad tienen un grado medio alto. De esta manera, se puede apreciar la utilidad del IDH al conocer y diferenciar el desarrollo humano que tiene la población de cada municipio. Asimismo, también resulta útil este ejercicio porque permite ubicar el grado de desarrollo humano de cada uno de estos municipios en el contexto nacional. De esta manera, Carmen y Campeche se ubican en los lugares 19 y 28 a nivel nacional, pero los demás municipios de la entidad ocupan distintos lugares que van desde el sitio 381 hasta el 1 636, dentro del conjunto de 2 443 municipios en todo el país.¹⁰ Sin embargo, no podemos dejar de reconocer que los

¹⁰ Incluye las 15 delegaciones del Distrito Federal (INEGI, 2001).

Tabla 6. Índice de Desarrollo Humano por municipio calculado para el año 2000 para el estado de Campeche.

Municipio	Tasa de mortalidad infantil (x 1000)	Personas alfabetas de 15 años y más (%)	Personas de 6-24 años que van a la escuela (%)	PIB per cápita (Dólares ajustados)	Índice de Desarrollo Humano (IDH)	Grado de Desarrollo Humano	Lugar nacional
Carmen.	22.6	91.8	62.8	21 892	0.858	Alto	19
Campeche.	21.4	92.8	69.1	14 714	0.848	Alto	28
Escárcega.	28.4	83.3	62.5	9 159	0.776	Medio alto	381
Calkiní.	26.2	81.8	66.5	7 907	0.774	Medio alto	395
Hecelchakán.	27.9	84.2	66.4	7 630	0.773	Medio alto	411
Palizada.	30.3	86.7	58.7	8 874	0.772	Medio alto	419
Champutón.	28.4	83.5	61.7	7 705	0.765	Medio alto	490
Tenabo.	29.7	83.5	61.0	6 079	0.748	Medio alto	686
Candelaria.	34.4	80.4	61.0	5 520	0.724	Medio alto	962
Hopelchén.	31.9	81.5	60.4	4 467	0.720	Medio alto	999
Calakmul.	42.3	74.2	59.8	3 689	0.666	Medio alto	1636
Campeche.	26.0	88.2	64.5	13 152	0.815	Alto	10
República Mexicana.	24.9	90.3	62.8	7 495	0.789	Medio alto	

resultados obtenidos para el IDH, a través de la metodología utilizada por el Consejo Nacional de Población, permiten aproximarnos básicamente a las diferencias en la calidad de vida promedio de la población entre entidades o municipios, pero que no es posible identificar las diferencias y los niveles en la población que reside al interior de estas unidades político-administrativas.

A partir de esta descripción, podemos señalar como conclusión de este apartado que la geografía del desarrollo humano en el estado de Campeche adquiere, al igual que en el país entero, una polarización espacial. Por un lado, se encuentran dos municipios costeros con el mayor grado de desarrollo humano (Carmen y Campeche), donde se ubican las localidades de mayor tamaño (Campeche y Ciudad del Carmen) y, por otro, un conjunto de municipios (Candelaria, Hopelchén y Calakmul) ubicados en el oriente peninsular con los más bajos niveles de desarrollo. Esta polaridad está atenuada por un cinturón formado por los demás municipios del estado con niveles medios de desarrollo humano.

REFERENCIAS

- Ávila, J. L., C. Fuentes, y R. Tuirán, 2001. Índices de Marginación, 2000. Consejo Nacional de Población, México.
- CONAPO, 2002. Proyecciones de Población 2000-2050. Consejo Nacional de Población, México.
- Dirección General de Estadística. Varios años. I - X Censo General de Población y Vivienda, 1895-1980
- Durand, J., y D. Massey, 2003. Clandestinos. Migración México-Estados Unidos en los albores del siglo XXI. Universidad Autónoma de Zacatecas / Miguel Ángel Porrúa, México.
- Garza, G., 2003. La urbanización de México en el siglo XX. El Colegio de México, México.
- INEGI, 2005. II Conteo General de Población y Vivienda, 2005.
- INEGI, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.
- INEGI, 1995. I Conteo General de Población y Vivienda, 1995.
- INEGI, 1990. XI Censo General de Población y Vivienda, 2000.
- INEGI, 2001. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Catálogos de Codificación.
- Partida, V., y R. Tuirán, 2001. Índices de Desarrollo Humano, 2000. Consejo Nacional de Población, México.
- Pimienta, R., y M. Vera, 2005. Dinámica migratoria interestatal en la República Mexicana. El Colegio Mexiquense A.C, Zinacantepec, Edo. México.
- PNUD, 2001. Informe sobre el Desarrollo Humano 2001. Poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano. Mundi-Prensa Libros S.A. México.
- Tuirán, R., C. Fuentes y J. L. Ávila, 2002. Índice de Intensidad Migratoria México-Estados Unidos, 2000. Consejo Nacional de Población, México.
- Zúñiga, E., P. L. Neves, y L. Acevedo, 2005. Migración México-Estados Unidos. Panorama regional y estatal. Consejo Nacional de Población, México.



Foto: Yolanda Candelaria Chi Moo.

Estudio de caso: migración, deforestación y pérdida de la biodiversidad en el estado de Campeche

Luis Alfredo Arriola Vega y Eduardo Martínez Romero

Desde el siglo pasado Campeche fue convirtiéndose poco a poco en una entidad que recibió un creciente flujo de migrantes, personas que se dirigieron principalmente a la capital del Estado y a Ciudad del Carmen. Este movimiento de personas se acentuó hace unas seis décadas, cuando el interior de la entidad también atrajo individuos que llegaron, en su mayoría, en busca de tierra. Actualmente Campeche recibe inmigrantes, pero a un ritmo menor que en el pasado (ver Rojas y Ángeles p. 34-54); lo que sí resulta novedoso es una tendencia al incremento de la emigración (Morales, 2004).

Un factor determinante en el giro que tomó la dinámica de población del Estado en el último siglo fue el surgimiento y desarrollo de industrias extractivas del bosque, específicamente el corte de madera y la explotación de chicle (*Manilkara zapota*) (Vadillo, 2001; López, 2004). Estas actividades atrajeron trabajadores que residían una temporada en la floresta y luego se retiraban de ella. Con el tiempo muchas monterías y tumbos madereros así como centrales y campamentos chicleeros se transformaron en asentamientos humanos permanentes. Lo que a la postre serían comunidades estables constituyeron en ese momento inicial núcleos de la actividad agrícola y ganadera en expansión. Sze-

kely y Restrepo (1988) sostienen que desde 1960 hubo inmigración “dirigida” hacia Campeche, en dos formas diferentes. Una de ellas fue parte de un plan favorecido por el gobierno federal para llevar colonos a zonas deshabitadas. La segunda se materializó en el “Programa de la Cuenca del Sureste”, dirigido al valle de Edzná, el cual abarca parte de los municipios de Campeche, Champotón y Hopelchén. Este programa se consideró un intento de “modernización agrícola” (Szekely y Restrepo, 1988) También a inicios de la década de 1970 la región de Calakmul, al sur de Campeche, registró la aceleración de una corriente migratoria “espontánea” e importante, como se detalla más adelante. Otro flujo de inmigrantes que no fue dirigido ni organizado, mas sí permitido por el gobierno estatal, lo constituyó el caso de los ex-refugiados guatemaltecos, quienes fueron ubicados en los municipios de Campeche y Champotón desde 1984 (Díaz, 2002). Un ejemplo más reciente, y poco estudiado, de migración “espontánea” hacia Campeche es el caso de comunidades menonitas provenientes del norte de México y Estados Unidos y asentadas en los alrededores de la zona denominada Los Chenes (Morales, 2004).

Además de ser considerado un Estado de inmigración histórica, Campeche también se caracteriza por presentar un ecosistema terrestre formado por selvas tropicales, y un ecosistema costero formado por manglares y sistemas lagunares (Gío Argáez, 1996). El estado de Campeche contiene parte del macizo forestal tropical más grande y mejor conservado de Mesoamérica junto con Quintana Roo, la parte norte de Guatemala y gran parte de Belice (Flores y Geréz, 1994; Galindo, 1999). Sin embargo, el conocimiento de la diversidad biológica del estado es limitada, la mayoría de los listados de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas son de la península de Yucatán, siendo pocos los estudios acotados a Campeche o a alguna de sus regiones como Calakmul o los Petenes, ambas reservas de la biosfera (Salgado, 1999; Sousa, 1999; Vega, 2001; Pozo de la Tijera, 2000; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2006). A esta

situación se debe, en parte, que existan solo cuatro colecciones institucionales, dos botánicas y dos zoológicas, lo que contrasta con el potencial biológico del Estado (Flores y Geréz, 1994; Llorente *et al.*, 1999). A pesar de ser un Estado con un relativo desconocimiento de su diversidad biológica, distintas regionalizaciones como Regiones Prioritarias Marinas de México (Arriaga *et al.*, 1998), Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México (Arriaga *et al.*, 2000a), Regiones Terrestres Prioritarias de México (Arriaga *et al.*, 2000b), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (Del Coro y Márquez, 2001) y Análisis de Vacíos y Omisiones en Conservación de la Biodiversidad Terrestre de México: Espacios y Especies (CONABIO-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL, 2007), lo incluyen dentro de las regiones con alta prioridad para los objetivos estratégicos nacionales de conservación y uso de la biodiversidad.

No obstante el potencial biológico de Campeche, la entidad ha sido deforestada de manera significativa. Por ejemplo, Klepeis (2000) reporta que la tasa anual de deforestación tropical para el Estado fue 4.5% en el periodo 1978-1992. Desde otra lectura, y para el periodo 1976-2000, el estado de Campeche ocupa el segundo lugar en deforestación tropical, ya que ha perdido 10.51% de sus selvas perennifolias y subperennifolias, solo por debajo de Quintana Roo con 13.35% (Instituto Nacional de Ecología, 2008). Vester *et al.* (2007), quienes han estudiado los efectos del uso de cambio de suelo en la biodiversidad de Calakmul, sostienen que la deforestación está provocando alteraciones importantes en la vegetación y ciertos grupos, como las mariposas. La deforestación de las selvas conlleva una disminución de especies con consecuencias negativas a nivel genético, poblacional, ecosistémico, de comunidades, de los servicios ambientales, además de la pérdida del potencial económico y valor estético de la diversidad biológica (Challenger, 1998; Turner *et al.*, 2001; Douglas *et al.*, 2007). Por todo lo anterior Campeche se encuentra en situación crítica de pérdida potencial de diversidad biológica, debido a la

alteración de sus ecosistemas, a su vez resultado de la deforestación y a la ausencia de colectas biológicas, estudios de sistemática y ecológicos.

En este contexto, lo sucedido en el territorio de Calakmul ilustra las consecuencias del vínculo migración/deforestación. Con el surgimiento de 40 nuevos ejidos entre 1970 y 1982, lo que se tradujo en la distribución de un total de 750 000 ha de tierra (Klepeis y Turner, 2001), se aceleró la pérdida de selvas tropicales en la zona. Vinculado a lo anterior, la tasa de crecimiento poblacional de Calakmul había alcanzado el 4 por ciento hacia fines del siglo XX (Ericson *et al.*, 1999), en claro contraste con la tasa estatal del 1.5 por ciento para el período 1980-2000 (Rojas y Ángeles, p. 34-54).



Foto: Laura Huicochea Gómez, ECOSUR.

Sin embargo es importante tener en cuenta que la relación entre los procesos demográficos (crecimiento de población, migración, mortalidad y otros), el desmonte y la pérdida de diversidad no se debe a una sola causa. Es parte de intrincadas interacciones donde coinciden los sistemas ecológicos, las formas de apropiación cultural y económica de los inmigrantes diferenciadas según su lugar de origen, etnia y clase; en tiempo más reciente, también se agrega a la lista anterior los cambios en el uso del suelo debido las inversiones hechas con remesas enviadas por emigrantes desde Estados Unidos (véase Radel y Schmook, 2008).

En resumen, Campeche se caracteriza por procesos de poblamiento relativamente recientes, con tasas de crecimiento poblacional superiores a la media nacional (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008), por una diversidad biológica potencial alta pero desconocida y por procesos de deforestación y alteración de ecosistemas en su territorio debido a la expansión de la frontera agrícola y pecuaria. Algunos autores plantean que la relación entre los procesos demográficos, la deforestación y la pérdida de diversidad biológica no es lineal, más bien se encuentra en una matriz compleja donde es necesario entender sus múltiples determinaciones (Paz, 1995; Natural Heritage Institute, 1997; Mather y Leedle, 2000; Chu y Yu, 2002; Cordero, 2006; Perz *et al.*, 2006; Roy-Chowdhury, 2007; Meyerson *et al.*, 2007).

Referencias

- Arriaga, C.L., D.E. Vázquez, C.J. González, R.R. Jiménez, L.E. Muñoz y S.V. Aguilar, 1998. Regiones Prioritarias Marinas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 97-104.
- Arriaga, C.L., S.V. Aguilar y D.J. Alcocer, 2000a. Aguas Continentales y Diversidad Biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 148–157.
- Arriaga, C.L., R.J.M. Espinosa, Z.C. Aguilar, E. Martínez-Romero, L. Gómez-Mendoza y E. Loa-Loza, 2000b. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 556-580.
- Cedeño-Vázquez, J.R. R. Calderón-Mandujano y C. Pozo, 2006. Anfibios de la Región de Calakmul, Campeche, México. CONABIO/ECOSUR/CONAP/PNUD-GEF/SHM A.C. Quintana Roo, México. 104 pp.
- Challenger, A., 1998. La pérdida de la biodiversidad: el caso de México. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología (UNAM) y Grupo Sierra Madre, S.C. pp. 25-71.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF, UANL, 2007. 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. 128 p.
- Cordero, A., 2006. Migración y medio ambiente, ¿una relación plausible?: el caso de la cuenca del Río San Juan. *Revista Centroamericana de Ciencias Sociales*, 3(1): 123-149.

- Chu, C.Y.C. y R. R. Yu, 2002. Population dynamics and the decline in biodiversity: A survey of the literature. *Population and Development Review*, 28 (128): 126-143
- Del Coro, A.M. y V.L. Márquez (eds.), 2001. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 440 p.
- Díaz, A.F., 2002. Proceso de integración de los refugiados guatemaltecos al Estado de Campeche. p. 51-67. En: E. Kauffer (comp.) La Integración de los exrefugiados guatemaltecos en México: una experiencia con rostros múltiples. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Douglas, E.M., S. Wood, K. Sebastian, C.J. Vorosmarty, K. M. Chomitz, y P.T. Tomich, 2007. Policy Implications of a Pan-tropic Assessment of the Simultaneous Hydrological and Biodiversity Impacts of Deforestation. *Water Resource Management*, 21:211–232
- Ericson, J., M.S. Freudenberger, y E. Boege, 1999. Population Dynamics, Migration, and the Future of the Calakmul Biosphere Reserve. Occasional paper No. 1. Program on Population and Sustainable Development, American Association for the Advancement of Science. Washington, D.C. 35 p.
- Flores, V.O. y P. Geréz, 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México. pp 109-113.
- Galindo-Leal C., 1999. La Gran Región de Calakmul, Campeche: Prioridades biológicas de conservación y propuesta de modificación de la Reserva de la Biosfera. Reporte final a World Wildlife Found – México, México D.F. pp. 1-40.
- Gio-Argáez, F.R., 1996. Campeche y sus recursos naturales. México: Gobierno de Estado de Campeche, Secud y Sociedad Mexicana de Historia Natural A.C. 247 p.
- Instituto Nacional de Ecología, 2008. Dinámica de la vegetación de las entidades de la República Mexicana para el período 1976-2000. Documento en línea. http://www.ine.gob.mx/emapas/download/dinámica_1976_2000.pdf. Consultado el 5 de agosto de 2008
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2008. Tasas de Crecimiento Media Anual de la Población 1950-2005. Documento en línea. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob94&s=est&c=3840&e=04>. Consultado el 6 de agosto de 2008
- Klepeis, P.J., 2000. Deforesting the Once Deforested: Land Transformation in Southeastern Mexico. Tesis de PhD. Worcester, Massachusetts: Clark University. 218 p.
- Klepeis, P. y B. L. Turner II, 2001. Integrated land history and global change science: the example of the Southern Yucatan Peninsular Region Project. *Land Use Policy*, 18: 27-39
- Llorente, B.J, O.P. Koleff, D. H. Benítez, y M. L. Lara, 1999. Síntesis de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta “Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México” 1996-1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 143 p.
- López, Z.A., 2004. Breve historia de Candelaria, su tierra, su gente, su escudo. Blanco y Negro. Campeche, México: INAH-Campeche/ Instituto de Cultura de Campeche-Universidad Autónoma de Campeche. 6: 12-17
- 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
- Mather, A.S. y C.L. Needle, 2000. The relationship of population and forest trends. *The Geographical Journal*, 166(1): 2-13
- Meyerson, F., L. Merino y J. Durand, 2007. Migration and environment in the context of globalization. *Frontiers in Ecology and Environment*, 5:182-190.

- Morales, V. C., 2004. Migraciones y agricultura maya en la historia de Campeche. En Memoria del XIII Encuentro Internacional los Investigadores de la cultura maya. Campeche. 12(I): 185-197.
- Natural Heritage Institute, 1997. Environmental degradation and migration: The U.S./Mexico case study. US. Commission on Immigration Reform. Research Papers. pp. 1-49.
- Salgado, C.J., 1999. Reporte final del proyecto "Avifauna terrestre del estado de Campeche: riqueza, abundancia y distribución de especies en los principales biomas del estado (H324)". Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 20 p.
- Paz, M.F., 1995. Selvas tropicales y deforestación. Apuntes para la historia reciente del trópico húmedo mexicano. p. 53-87. En: M.F. Paz (coord.) De Bosques y Gente. Aspectos sociales de la deforestación en América Latina. México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias y Universidad Nacional Autónoma de México.
- Perz, S.G., U. Aramburú, U., y C.J. Bremner, 2005. Population, Land Use and Deforestation in the Pan Amazon Basin: a Comparison of Brazil, Bolivia, Colombia Ecuador, Peru and Venezuela. *Environment, Development and Sustainability*, 7:23-49
- Pozo de la Tijera, C., 2000. Inventario y monitoreo de anfibios y mariposas en la Reserva de Calakmul, Campeche. Fase II (Q049). Chetumal, Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur pp. 20-81.
- Radel, C. y B. Schmook, 2008. Male Transnational Migration and its Linkages to Land-Use Change in a Southern Campeche Ejido. *Journal of Latin American Geography*, 7(2): 59-84.
- Rojas W., Martha, H. Ángeles, 2009. La Población de Campeche.
- Roy-Chowdhury, R., 2007. Household Land Management and Biodiversity: Secondary Succession in a Forest Agriculture Mosaic in southern Mexico. *Ecology and Society*, 12(2): 31.
- Sousa, S.M., 1999. Colecta botánica: área maya región de la Reserva Calakmul, Campeche (M00004). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 5 p.
- Szekely, M. e I. Restrepo. 1988. Frontera Agrícola y Colonización. México, México: Centro de Ecodesarrollo. 200 pp.
- Turner. B.L. II, V.S. Cortina, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, D. Lawrence, P.M. Mendoza, S. Manson, Y. Ogneva-Himmelberger, A.B. Plotkin, D.P. Salicrup, R.R. Chowdhury, B. Savitsky, L. Schneider, B. Schmook y C. Vance, 2001. Deforestation in the southern Yucatán Peninsular Region: An Integrative Approach. *Forest Ecology and Management*, 154: 353-370.
- Vadillo, L.C., 2001. Los chicleros en la región de Laguna de Términos, Campeche: 1890-1947. Ciudad del Carmen, Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.
- Vega, C.M., 2001. Contribución al conocimiento taxonómico de los peces que habitan los sistemas acuáticos de la Reserva de Calakmul, Campeche (S177). México: Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados Unidad Mérida del Instituto Politécnico Nacional (IPN). 54 p.
- Vester, H.F.M., D. Lawrence, R.J. Eastman, B.L. Turner, II, S. Calmé, R. Dickson, C. Pozo, y F. Sangermano, 2007. Land Change in the Southern Yucatán and Calakmul Biosphere Reserve: effects on habitat and biodiversity. *Ecological Applications*, 17 (4): 989-1003.

Estudio de caso: Adaptaciones culturales y formas de relación de los chuj con su entorno natural en el estado de Campeche

Fernando Limón Aguirre

Antecedentes

En este documento se expone una aproximación a la relación de los chuj en Campeche con su entorno natural; resaltan las adaptaciones culturales de estas personas, cuyo origen se sitúa en las tierras altas de Guatemala. Los chuj son originarios de tierras frías –Altos Cuchumatanes de Guatemala– en localidades que se encuentran a altitudes entre 1 500 y 3 000 msnm. En aquella región, por siglos configuraron su cultura y su idioma, construyeron su conocimiento cultural y su particular modo de vida. Guerra y muerte los hicieron moverse de su país de origen y hace un cuarto de siglo, en 1984, en calidad de refugiados, fueron trasladados a estas tierras cálidas del Golfo de México, en localidades por debajo de los 100 msnm, conviviendo con más población originaria de Guatemala y en vecindad con “los mexicanos”. Si bien estos pueblos comparten la misma matriz cultural maya con los pobladores ancestrales de la península de Yucatán, constituyen núcleos culturales diferenciados, de manera semejante a como sucedía hace mil años en esta misma región en el antiguo Ah Kin Pech (Campeche) (Benavides, 1996).

Recolección de la información

La mayoría de las casi 100 familias chujes viven en dos colonias del municipio de Champotón: Santo Domingo Kesté (latitud norte 19° 50' 00" y longitud oeste 90° 53' 89") y Maya Tecún (latitud norte 19° 10' 00" y longitud oeste 90° 30' 30") en el estado de Campeche. En la primera de ellas se contactó prácticamente a todas las familias, y en la segunda a dos, quienes han desempeñado posiciones de liderazgo histórico entre su grupo. En Kesté se realizaron tres estancias espaciadas desde 2006, para recorrer y conocer el lugar, así como también se practicaron entrevistas dirigidas y abiertas a la población; en Maya Tecún se hizo una visita para corroborar, mediante entrevistas guiadas, las reflexiones obtenidas en Santo Domingo Kesté. Lo que se expone es una aproximación interpretativa e inferencial de las percepciones, conocimientos, experiencias y memorias compartidas y generalizadas (Abril, 1995).

Resultados

A diferencia del norte del estado, la región de Champotón tiene poca densidad de población indígena, la cual mayoritariamente es de asentamiento reciente. La economía de esta región se sustenta principalmente en la actividad ganadera y en cultivos intensivos de caña de azúcar y de arroz.

Los chuj, sin embargo, rompen ese patrón mediante la diversificación y rotación, pero también cultivan la milpa tradicional como base de su subsistencia, para ello dependen del ciclo de lluvias y de tecnología muy sencilla. En sus localidades realizan trabajos colectivos, incluyendo la cría de borregos, característica que los distingue de los demás grupos.

Las milpas, que en esta zona parecen pequeños islotes en medio de grandes extensiones de monocultivo, se entienden como recurso de sobrevivencia nutricional y cultural. Éstas son una forma particular



La niña Malin Lukax, en Maya Tecún, Champotón, Campeche, 15 de julio de 2008. Fotógrafo: Fernando Limón Aguirre. Según INEGI en su Censo de Población y Vivienda, 2005, la cantidad de hablantes de los idiomas de las Altas Cuchumatanes guatemaltecos en Campeche, son: 552 chujes (7.6%), 59 cakchiqueles (0.8%), 17 aguacatecos (0.2), 94 ixiles (1.3%), 95 jacaltecos (1.3%), 3006 q'anjobales (41.4%), 935 kekchies (12.9%), 2246 mames (30.9%) y 255 quichés (3.5%).

personas nos afecta: por la salud, trabajo, comida, la pérdida de cultura, porque nos lleva a otro modo de vida” (Mujer, 56 años, Kesté). Con igual dificultad se experimenta la distancia respecto de los otros *ket chonhab'*, forma de reconocerse a sí mismos como miembros del

de relación con el agua, el terreno y el resto de recursos del entorno. En Edzná, durante la etapa precolombina (cercana a Santo Domingo Kesté), la población construyó canales y depósitos de agua a cielo abierto para resolver así el problema de abasto en tiempos de sequía y control de excesos en épocas de lluvia, con la finalidad de convertir habitable tal lugar (Benavides, 1996; Millet, 1996).

El cambio del lugar que se habita tiene fuertes impactos y en este sentido las transiciones resultan ser muy difíciles, particularmente cuando el lugar de asentamiento tiene un clima muy diferente: *“es muy difícil porque es iniciar una nueva vida y a nosotros como*

pueblo chuj, con quienes se comparte el conjunto de códigos y formas prácticas de relación con la vida y con el entorno (Limón, 2007).

La conciencia del requerimiento de modificación de modos y patrones tiene expresiones de un renacimiento como exigencia para aprender a vivir en un lugar determinado: *“El cambiar nuestro lugar nos significa volver a renacer, porque es iniciar la vida y perder todo lo que uno ya tiene avanzado, y por este motivo, uno debe agachar antes de actuar”* (Hombre, 50 años, Maya Tecún). La expresión de “uno debe agachar” significa el pensar, meditar y reflexionar previamente para que la actuación no sea desatinada. Esta expresión señala un principio cultural de relación con el entorno ambiental.

El aprecio por el nuevo espacio tiene en su base esa actitud de observar, “agacharse” y reflexionar “antes de actuar”; y simultáneamente también está basada en el respeto (*emnakil*) muy particular hacia la que identifican como madre tierra (*konun lu'um*), dado que: “tiene su corazón, en ella vivimos y de ella comemos”. Este *emnakil*, que es el valor cultural chuj fundamental, en el caso de los inmigrados en Campeche resultó más fuerte que el dolor y la dificultad por el arraigo de los primeros años en espacios bajo control policiaco.

Para el pueblo chuj los componentes de la naturaleza: el tiempo, la tierra, cerros, bosques, lagunas, animales silvestres y domésticos, todo “tiene su corazón” (*spixan*) que es la cualidad de todo sujeto, reconocido en cada caso como su dueño, que es su responsable y que le da vida. De igual forma ocurre con el fuego, el maíz, la sal, quienes en esta lógica, a la vez de seres autónomos, son interdependientes y demandan respeto.

En el nuevo lugar que habitan, los chuj reconocen dos tipos de tierra: la negra (*k'ik lu'um*) en los bajos que se encharcan, y la colorada (*k'ank'ab'*). En la tierra negra observaron la presencia de árboles como el tzalam (*Lysiloma bahamense*) y el jabin (*Piscidia piscípula*), y pronto fue valorada *“porque le gusta a la milpa”*, aunque es calificada como no conveniente para vivir en ella. En la tierra colorada, en

cambio, reconocieron al nance (*Byrsonima crassifolia*) y a un zacate que se llama “sabana” (*Cladium jamaicense*), con lo que identificaron que se trataba de zonas más altas y que no se encharcan, propicias para construir en ellas sus casas.

Lo primero que hicieron las familias chujes en el nuevo espacio fue la siembra de la milpa, lo que conlleva una lógica de trabajo y de relación con el suelo con sus propios parámetros y límites y que les permite reforzar una identidad colectiva distinguiéndose de los vecinos: “*Los vecinos campechanos se sorprendieron de nosotros, que nuestros trabajos eran muy diferentes. Traíamos hambre de trabajar. Sembramos nuestra milpa. Todos nuestros trabajos los hacíamos con azadón y ellos con puro químico. Poco después nosotros empezamos [a usar químicos] también, pero con una estrategia: no acabábamos todos los montes, únicamente algunos y utilizábamos machete para cortarlos para que den pudrición*” (Hombre, 60 años, Kesté). El rechazo a estos principios básicos de relación con la naturaleza, como elementos que configuran identidad, y la adopción acrítica de otras prácticas tuvo concreción práctica en uno de ellos que adoptó el uso de herbicidas: “*Vio que el primer año resultó su trabajo con químico. Tenía o no siembra en su terreno, ya no dejaba crecer el monte. Al final de cuenta su terreno quedó muy pobre*”. Finalmente tuvo que retomar las prácticas desechadas.

La experimentación y la evaluación de sus prácticas agrícolas en el nuevo espacio fueron múltiples. Así ocurrió con la producción de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), cultivo comercial introducido por personas que llegaron del Petén en Guatemala y al que pronto, con sus propios criterios culturales, evaluaron negativamente. “*Empezamos a sembrarla y vimos que eso resultaba y nos empeñábamos más a trabajarla, sin saber qué otros productos daban. Con el tiempo vimos que la jamaica era muy delicada, y además que es una de las plantas que absorbe mucha energía de la tierra y la dejó muy pobre*” (Hombre, 53 años, Kesté).

Uno de los aspectos fundamentales de la adaptación cultural a un nuevo lugar es el de la alimentación, como ya se apreció con el maíz, y también fue percibido con respecto al otro producto básico de su dieta acostumbrada: el frijol. De esta leguminosa en Campeche, teniendo como punto de comparación a sus tierras en Guatemala, dicen: “*Tiene otro sabor, aunque es fresco sabe como si estuviera ya seco, como el elote de aquí que no tiene sabor y allá es muy dulce*” (Mujer, 38 años, Kesté).

La alimentación básica está requerida de complementos, lo que depende de las condiciones económicas de las familias y del lugar que se habita. En el nuevo lugar encontraron frutas diversas, pero no ocurrió lo mismo con las hierbas silvestres, que constituían un complemento importante en la dieta diaria. “*Estamos en un desierto que no produce las verduras de nuestra comida de cada día. La necesidad nos obligó a algunas de las familias para ir a traer algunas semillas que intentamos sembrar, pero no pegaron*” (Mujer, 40 años, Kesté). Solamente en las parcelas de tierras más altas encuentran durante los meses de agosto y septiembre algunas arvenses comestibles que ya conocían con los nombres de: yerba mora (*Solanum nigrum*) y kulix chitam (*Brassicas spp*).

En esta lógica de buscar complementos a la dieta básica, introdujeron una planta de Guatemala: el kixtán (*Solanum shanoni*, considerada autóctona, y al igual que las arvenses mencionadas, es rica en carotenos), que siembran en los solares junto con al menos otras 77 plantas (ver tabla 1) y es de consumo frecuente. Asimismo, introdujeron de Guatemala el chipilín (*Crotalaria longirostrata*), “*que es el que combina para darle sabor al frijol. Y esto hasta los mexicanos también ya empezaron a comer*” (Mujer, 85 años, Kesté).

Los chuj siguen comiendo animales silvestres, de manera particular mamíferos como el venado y tejón, así como ciertas aves: pato, chachalaca, paloma y otros más, pero han dejado de comer otros, como es el caso del mapache, “*por falta de costumbre en Campeche*”. De igual

Tabla 1. Plantas y animales de uso comestible, medicinal o para la construcción en los traspatios de los chuj en Santo Domingo Kesté, Champotón, Campeche. Fuente: Trabajo de campo del autor, marzo 2008.

Nombre común en Kesté	Nombre científico	Uso	Nombre común en Kesté	Nombre científico	Uso
Achiote.	<i>Bixa orellana</i> L.	Alimento.	Colinabo.	<i>Brassica rapa</i> L.	Alimento.
Aguacate.	<i>Persea americana</i> Miller	Alimento.	Coco.	<i>Cocos nucifera</i> L.	Alimento.
Albahaca.	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Medicinal.	Epazote.	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Alimento.
Bledo.	<i>Amaranthus tricolor</i> L.	Alimento.	Frijol chícharo.	<i>Pisum sativum</i> L.	Alimento.
Cacahuate.	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Alimento.	Frijol xpelón.	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Alimento.
Café.	<i>Coffea arabica</i> L.	Alimento.	Granadillo para tabla.	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	Tablas.
Calabaza.	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Alimento.	Guachipilín.	<i>Diphyssa robinoides</i> Benth.	Cerco.
Camote.	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Alimento.	Guaya.	<i>Talisia oliviformis</i> (Kunth) Radlk.	Alimento.
Caña azúcar.	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Alimento.	Guayaba.	<i>Psidium guajava</i> L.	Alimento.
Carrizo bambú.	<i>Chusquea</i>	Cerco.	Guineo manzanita.	<i>Musa sapientum</i> L.	Alimento.
Carrizo para las casas.	<i>Arundo donax</i> L.	Cerco.	Higuerilla.	<i>Ricinus communis</i> L.	Medicinal.
Cebollín.	<i>Allium schoenoprasum</i> L.	Alimento.	Izote.	<i>Yucca elephantipes</i> Regel.	Medicinal y alimenticio.
Cedro.	<i>Cedrela mexicana</i> M. Roem.; <i>Cedrela odorata</i> L.	Madera para muebles	Jabín.	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Tabla para fogón y leña.
Cedro blanco.	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl.	Madera para muebles.	Jamaica.	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Alimento.
Chakah.	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Cerco.	Jicama.	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb.	Alimento.
Chanteviga.	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson– Brasiletta	Tabla y cerco vivo.	Kixtán.	<i>Solanum shannoni</i> Coulter	Alimento.
Chaya.	<i>Cnidoscolus chayamansa</i> McVaugh	Alimento.	Kulix chitam.	<i>Brassicacae spp.</i> No localizado como género	Alimento.
Chayote.	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Alimento.	Lechuga.	<i>Lactuca sativa</i> L.	Alimento.
Chicozapote.	<i>Manilkara achras</i> (Mill.) Fosberg	Alimento.	Limón.	<i>Citrus limonum</i> Risso	Alimento.
Chile.	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Alimento.	Limón indio.	<i>Citrus spp.</i>	Alimento.
Chipilín.	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn.	Alimento.	Los laureles.	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Reglas.
Cilantro.	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Alimento.	Madera de cerco.	<i>Erythrina coralloides</i> DC.	Cerco.
Ciruella.	<i>Spondias pupurea</i> L.	Alimento.	Majawa.	<i>Belotia mexicana</i> (DC.) K. Schum.	Reglas y como cinta.
			Mamey.	<i>Calocarpum sapota</i> (Jacq.) Merr. o <i>Pouteria mammosa</i> (L.) Cronquist	Alimento.

Tabla 1 (continuación). Plantas y animales de uso comestible, medicinal o para la construcción en los traspatios de los chuj en Santo Domingo Kesté, Champotón, Campeche. Fuente: Trabajo de campo del autor, marzo 2008.

Nombre común en Kesté	Nombre científico	Uso	Nombre común en Kesté	Nombre científico	Uso
Naranja agria.	<i>Citrus aurantium</i> L.	Alimento.	Tamarindo.	<i>Tamarindus indica</i> L.	Alimento.
Naranja dulce.	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Alimento.	Te limón.	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Alimento.
Malanga.	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott & Endl.	Alimento.	Tomate.	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Alimento.
Mango indio.	<i>Mangifera indica</i> L.	Alimento.	Tzalam.	<i>Lysiloma bahamense</i> Benth.	Alimento.
Mango injerto (mango globo).	<i>Mangifera indica</i> L.	Alimento.	Verdolaga.	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	Alimento.
Momón.	<i>Piper auritum</i> Kunth	Alimento.	Wax.	<i>Leucaena pulverulenta</i> (Schltdl.) Benth.	Alimento.
Monte algodoncillo.	<i>Asclepias curassavica</i>	Medicinal.	Yerba mora.	<i>Solanum nigrum</i> L.	Alimento.
Palma guano.	<i>Sabal yapa</i> C. Wright ex Becc.	Techo.	Yuca.	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Alimento.
Palma real.	<i>Sabal pumos</i> (Kunth) Burret.	Techo.	Zapote blanco.	<i>Casimiroa edulis</i> Llave & Lex.	Alimento.
Palo blanco.	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Cerco.	Animales para alimento		
Papaya.	<i>Carica papaya</i> L.	Alimento.	Borrego.	<i>Ovis aries</i>	Alimento.
Piñón.	<i>Jatropha curcas</i> L.	Medicinal.	Cerdo.	<i>Sus scrofa domestica</i>	Alimento.
Pitajaya.	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Alimento.	Gallina.	<i>Gallus gallus</i>	Alimento.
Plátano.	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Alimento.	Pato.	<i>Anas spp.</i>	Alimento.
Sandía.	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Alimento.	Pavo.	<i>Meleagris gallopavo</i>	Alimento.
Tabaco.	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Medicinal y para fumar.	Vaca.	<i>Bos taurus taurus</i>	Alimento.

forma han abandonado la práctica cultural conocida como *chilab'* (la cual es realizada como un ritual sagrado de relación con “*el dueño de la montaña*” en las cimas de los cerros) para capturar aves migratorias a finales de septiembre, entre las fiestas de San Mateo (día 21) y San Miguel (día 29).

Otra costumbre chuj es que durante los viernes de Cuaresma se consumen alimentos no producidos mediante el trabajo sino obtenidos a través de la recolección, caza o pesca; esta costumbre en Campeche se ha adecuado y circunscrito a una mínima expresión de memoria: esos días “*la gente sale a buscar palmito en las monterías*”. De esta manera, las prácticas de relación con la naturaleza, aun teniendo fundamento en el propio conocimiento cultural cuentan con otros referentes inevitables que provocan su transformación; entre dichos referentes se encuentran: las modificaciones del ambiente, las prácticas culturales de los vecinos, las ofertas tecnológicas al alcance y, para el contexto actual, la fuerza de la lógica del mercado.

En el tiempo pasado, hasta principios de los ochentas del siglo anterior, los chuj en Guatemala no consumían alimentos industrializados. El éxodo de su país y región se dio acompañado de un cambio histórico en su relación con el mercado. “*Los abuelos antes comen: maíz, trigo, frijol, papa, y otras verduras que en el trabajador consiguen sin químico. Ellos toman pozol hervido, atole dulce, pinol de maíz o trigo, también hierven trigo en grano y le ponen panela como un postre complementario de sus comidas; y toda esta fuerza se representa en sus rostros y en su conocimiento, pues saben muchas cosas y pueden interpretar otras cosas en su vida*” (Hombre, 48 años, Maya Tecún). En contraposición a esta imagen está ahora la de “los que comen químico”, que “son muy pálidos, gordos y delicados”. Con base en estos recursos de la memoria, los chuj en Campeche, a pesar de los cambios, procuran una alimentación que siga muy vinculada a su relación con la naturaleza y muy particularmente a sus prácticas y dinámicas de producción agrícola.

Una forma cultural de producción agrícola es la combinación de cultivos, particularmente en la milpa; sin embargo en Campeche, por las condiciones climáticas han tenido que hacer modificaciones a esta práctica, dando paso a la rotación de cultivos, alternando milpa (maíz-frijol), chigua (cucurbitácea que se vende como semilla o pepita de calabaza), sandía y cacahuete o sembrando por pedazos. “*En Guatemala tenemos costumbre de combinar siembras en el mismo terreno, entonces intentamos unir chigua y maíz, pero no da. Acá, como es tierra caliente, el calor que da la chigua lo siente el maíz y por eso no da*” (Hombre, 54 años, Kesté).

Factor determinante para la producción es la temporada de siembra y ésta difiere respecto de aquella a que estaban acostumbrados, por lo que requiere disposiciones mentales nuevas. Este hecho ha conlleva-



Foto: Fernando Limón Aguirre, ECOSUR.

do creatividad, como es el caso de una segunda siembra de maíz hacia finales de año: “*Acá en Campeche la siembra se da entre junio y agosto. En eso me doy cuenta que algunas cosas tenemos que cambiar. Uno de nuestros compañeros inventó otra fecha de siembra: que se bautizó con el nombre tornamil*” (Hombre, 48 años, Maya Tecún).

Un ejemplo de las variaciones en la relación con el entorno de parte de pueblos con culturas diferentes que cohabitan una misma área lo vemos en el caso de los chuj y de otras familias con culturas de origen guatemalteco respecto de “los mexicanos”: las casas de los primeros no tienen techo de palma, como los de los vecinos de la zona, aunque son más frescas. La causa, después de probarlas, es simple: porque en las casas con techo de palma “*abundan muchas ratas*” y esto se debe precisamente a que cosechan maíz y lo almacenan en sus casas.

Para entender toda la perspectiva y posición de los chuj en relación con la naturaleza, debe comprenderse que la relación con ésta es vivida con un sentido religioso, puesto que se le experimenta como una relación vital y sagrada y en donde además de la consideración a Dios como “*el dueño que nos tiene dado todo*”, también hay que considerar a la tierra que “*es la responsable inmediata de todas las cosas, [y] que de ella dependemos*” (Mujer, 32 años, Kesté).

En la cultura chuj existe la tradición llamada *Hoye k'u* (cinco días), cuyo fundamento está en el calendario maya (de 360 días) y corresponde a los cinco días de transición entre un ciclo anual y el otro. En el quinto día se “chicotea” a los árboles que no dan fruto para que lo den. Los chuj en Campeche ya no realizan esta práctica, sin embargo constatan que “los mexicanos” realizan otra práctica con un sentido parecido: “*cuelgan ellos una cinta o ropa colorada, con tal de que la fruta vuelva a dar nuevamente*”. Con esto, ellos, a pesar de ya no realizar dicha práctica, no pierden el referente que confiere sentido a la misma (Hombre, 77 años, Kesté).

Según se advierte, el conjunto de los conocimientos culturales en relación con la vida y la naturaleza pasa por avatares propios del trasla-

do y la ubicación en un entorno natural distinto a aquel en que se desarrollaron tales conocimientos. Mas los conocimientos son formas de interpretación, de comprensión y de orientación (Mannheim, 1982), cuyo fundamento está en la memoria y son tenidos como acervos que dan marco a sus reflexiones y decisiones, como respuestas desde el sentido colectivo y cultural de su existir, a los cuestionamientos, críticas, confrontaciones y evaluaciones.

No obstante, se experimenta cierta pérdida de las condiciones de posibilidad para poner en práctica su conocimiento cultural y el debilitamiento de los recursos necesarios para reproducir y reforzar su tradición. Este acontecimiento es vivido con tristeza: “*En ocasiones, a mi persona, me puse a llorar, me sentí dividida*” (Mujer, 44 años, Kesté). Tal “*división*” es expresada muy comúnmente, mas el diálogo ofrece un espacio de reflexión para reconocer las confrontaciones sin perder la posibilidad de la conciliación y la armonía en las relaciones, tanto internas como externas, en el trabajo y con la naturaleza. Esta idea se aprecia en la siguiente narrativa:

Hay parte que sí creemos cuando Dios actúa, de que cuando sembramos la milpa él nos pone a pensar que si viene el calor y no llueve entonces no desarrolla la milpa. Entonces pedimos con él y viene el agua y nos alegramos, al igual que la milpa; entonces ¡también la tierra tiene su corazón!.. De mi parte, soy un poco de los que necesitan ver ese corazón; ¡pero cuándo lo voy a ver, si es un espíritu! Creo que tengo que entender que el resultado es el producto que da, ahí está la bendición. Por eso entonces estamos mal y por eso los malos actos que hacen algunos. Nosotros nos confundimos al dejar de creer así. ¡Lástima de nosotros!, queriendo ver directamente su capacidad y su fuerza de la madre tierra, de que sí tiene corazón. Estamos equivocados ahí... Si nuestro trabajo no da, entonces la tierra está enojada, porque no la estamos respetando; si da, no es sólo porque trabajamos muy bien, sino porque ella está en medio. Y entonces, también depende de uno mismo: si uno



Foto: Yolanda Candelaria Chi Moo

va contento, si está tranquilo, si no está pensando otras cosas. Así sí resulta. Pero si va pensando malas cosas, eso va a reflejar en el trabajo (Hombre, 54 años, Kesté).

También hay tristeza y preocupación al avizorar las concreciones negativas de la desvirtuación de los conocimientos culturales, que repercutirá en las futuras generaciones y en la naturaleza. Con una analogía que expresa el entrelazo (Michel, 2001) existente entre la gente chuj y la tierra y la fertilidad fructífera, otra persona externa este sentimiento:

Nuestra vida es como la tierra que tiene partes que todavía están conservadas, teniendo todavía algo de abono natural y hay partes donde ya está muy pobremente: la parte pobre ya no reproduce y la parte buena sí; pero esta parte donde está conservado es la que filtra todavía un poco de alimento a la parte ya afectada. En buen sentido así es nuestra vida: hay parte de nosotros que ya no es respetuosa y hay parte que sí. Entonces, ¿cómo podemos entender nuestra situación? Creo que más tarde vamos a sufrir todos. Me hace sentir que lejos de que nosotros estemos cuidando la tierra con un buen manejo, ahorita puro químico, con el pretexto de que nos facilita abarcar más trabajo. ¡Pero pobre la tierra, la estamos perjudicando cada vez más!, como si fuéramos ya una plaga grande ahorita: entre más tiempo, vamos ocupando y afectando más espacio. ¿Cuál será la vida de nuestros hijos en el futuro?, ¿dónde trabajarán: en lo poco que queda o en lo ya acabado o matado y que quedará sin fuerza? Por esta razón, yo me considero como niño, sin pensar ni reflexionar si a mí mismo me estoy haciendo un daño. ¿Dónde van a quedar mis hijos? (Hombre, 48 años, Kesté).

La vida en Campeche ha significado transformaciones en el modo de vida de los chuj; transformaciones que se viven como ajustes y adaptación al nuevo espacio. Ciertas prácticas como recursos cognitivos se refrendan, en tanto otras se adecúan y otras se dejan, mas la evaluación no se escapa al criterio ético básico de su cultura: del

respeto por la vida y por la naturaleza. Algunas de las transformaciones son causa de tristeza y preocupación, pero complementariamente los recursos de la memoria –como modo de vida en el espacio concreto– se viven con esperanza y se viven en unión e interacción con las demás personas de origen guatemalteco y en comunicación con los “mexicanos”: “*Nuestra cultura no la podemos olvidar, sino que debemos sentirnos como una semilla extraída [de Guatemala] para contagiar a más pueblos si es que así se da la oportunidad. Pero esto es más difícil si nosotros mismos permitimos el olvido de nuestros dos vivir: el vivir del corazón y el vivir de nuestra mente*” (Hombre, 50 años, Maya Tecún).

La existencia de los chuj en su espacio habitado en Campeche se vive como una tensión permanente, como una relación dialéctica de sabiduría e ignorancia reconocida; por eso mismo se refrenda la necesaria complementación entre el corazón y la mente. Así es como este pueblo indígena maya, originario de los Altos Cuchumatanes guatemaltecos, en el marco de sus interacciones con los otros pueblos migrantes y con los habitantes más antiguos de la región que ahora habitan, están en la posibilidad de la configuración de una nueva cultura que sepa potenciarse respetando el lugar en que se vive y, conociéndolo, se esmere por ofrecer buenas condiciones para el existir de la naturaleza y de los seres que la habitan. Los chuj en Campeche son ejemplo de un grupo migrante que se instala en un nuevo lugar con actitud que, lejos de ser arrogante y devastadora, es humilde y atenta a las condiciones medioambientales de las que depende el buen existir suyo y de sus descendientes.

Referencias

- Abril, G., 1995. Análisis semiótico del discurso. p. 427-463. En: J.M. Delgado y J. Gutiérrez. Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales. Síntesis. Madrid.
- Benavides C. A., 1996. Edzná, Campeche. La casa de los Itzáes. *Arqueología Mexicana*, 3(18): 26-31
- Limón A. F., 2007. Memoria y esperanza en el pueblo maya chuj. Conocimiento cultural y diálogos en frontera. Tesis doctorado en sociología. ICSYH-BUAP. Puebla. 423 p.
- Mannheim, K., 1982. El historicismo. p. 141-157. En: W. Gunter Remmling (comp.) Hacia la sociología del conocimiento. Origen y desarrollo de un estilo del pensamiento sociológico. Ed. FCE. México.
- Michel, G., 2001. Entrelazos. Hermenéutica existencial y liberación. UAM-Xochimilco – Porrúa. México. 165 p.
- Millet C. L., 1996. Arqueología de Campeche. Historia de una región. *Arqueología Mexicana*, 3(18): 8-13.

Contexto socioeconómico actual

*Juan Manuel Pat Fernández
y Mauricio Cantún Caamal*

INTRODUCCIÓN

En esta sección, el primer apartado describe la organización política del estado de Campeche y la forma de gobierno basadas en la Carta Magna y la Constitución del estado de Campeche. Se menciona las categorías de las poblaciones y en especial al ejido porque predomina la tenencia de la tierra ejidal como forma de posesión del suelo. Actualmente existen once municipios. El segundo apartado de dicha sección abarca la economía con la distribución del Producto Interno Bruto (PIB) y el empleo. El petróleo es una fuente importante de ingreso, si no lo consideramos, el sector terciario determina el peso dentro del PIB y tiene más del 50% de la población ocupada. La última parte se refiere a la infraestructura que juega un papel importante en el desarrollo socioeconómico de la entidad: el transporte, la energía y el agua.

ORGANIZACIÓN POLÍTICA

Hablar de organización política es abordar un segmento del estado nacional, de una de las unidades político-administrativas de los Estados Unidos Mexicanos vigente en su concepción y administración a partir de los mandatos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, el estado mexicano y en particular, el estado de Campeche. Los orígenes del estado de Campeche se remontan al siglo XIX; formó parte del estado de Yucatán hasta el año de 1857 como el distrito de Campeche, que a su vez se dividía en los partidos de Hecelchakán, Hopolchén, Campeche, Seybaplaya y Carmen, (Rodríguez, 1989). Una revuelta política en la ciudad de Campeche propició la creación de un estado más de la federación, que fue reconocida varios años después por el presidente Benito Juárez y ratificado con el decreto del 29 de abril de 1863 que afirmaba a Campeche como un estado más de la federación, (Negrín, 1991). En la actualidad, Cam-

peche se encuentra inmerso en un problema de límites con el estado de Quintana Roo y Yucatán cuando se creó el municipio de Calakmul en el año de 1997¹.

Gobierno

El Estado se rige por la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, de la Constitución Política del Estado de Campeche y los diversos decretos que son emitidos por los congresos federal y estatal. A partir de los mandatos del Artículo 115 de la Carta Magna y el 102 de la Constitución Local, el estado de Campeche se divide territorialmente para su administración en 11 municipios y en 20 secciones municipales (tabla 1). El Artículo 12 de la Ley Orgánica de los Municipios del Estado de Campeche distingue, además, cuatro principales categorías de poblaciones: Ciudad, Villa, Pueblo y Congregación. También se reconoce al ejido con fines de delegar autoridades dependientes del municipio y que no corresponden en número al de los ejidos reconocidos por el gobierno federal. De esta forma existen actualmente en el Estado 12 ciudades, nueve villas, 52 pueblos, 224 congregaciones y 209 ejidos² (Vega, 2007). Existen además en la entidad 382 ejidos y nuevos centros de población ejidal creados por el proceso de Reforma Agraria que se dio en el siglo XX.³ La tenencia de la tierra en su forma ejidal es relevante en el estado de Campeche, al poseer los ejidos una superficie de 3 137 984 de hectáreas, 52.57% del total de la superficie

Tabla 1. Municipios y secciones municipales del estado de Campeche.

Municipios	Secciones municipales
Calkiní Cabecera: Calkiní.	Bécal, Dzitbalché, Nunkiní.
Campeche Cabecera: Campeche.	Alfredo V. Bonfil, Hampolol Pich, Tixmucuy.
Carmen Cabecera: Ciudad del Carmen	Atasta, Sabancuy Mamantel.
Chamotón Cabecera: Chamotón.	Felipe Carrillo Puerto, Hool Seybaplaya, Sihochac.
Hecelchakán Cabecera: Hecelchakán.	Pomuch.
Hopelchén Cabecera: Hopelchén.	Bolonchén de Rejón Dzibalchén.
Palizada Cabecera: Palizada.	
Tenabo Cabecera: Tenabo.	Tinún.
Escárcega Cabecera: Escárcega.	Centenario.
Calakmul Cabecera: Xpujil.	Constitución.
Candelaria Cabecera: Candelaria.	

Fuente: Ley Orgánica de los Municipios del Estado, en Periódico Oficial, No. 2923. Campeche, Campeche, 13 de septiembre de 2003.

¹ Más información referente a la problemática de los límites de Campeche con Quintana Roo en: <http://www.larevista.com.mx/ed635/info3.htm>

² La Ley Orgánica de los municipios del estado de Campeche caracteriza la sección municipal como una subdivisión político-administrativa al interior del municipio, la cual tiene una junta municipal, la cual equivaldría al ayuntamiento del municipio; su organización administrativa es muy parecida al ayuntamiento variando únicamente en el número de regidores.

³ En el estado no se tienen registrados comunidades como formas jurídicas de organización comunal.

estatal.⁴ La posesión social de la tierra imprime también características particulares al aprovechamiento de los recursos naturales estatales como la explotación forestal y agrícola, dado que las tierras ejidales muchas de las veces se localizan en las zonas de reserva que se encuentran en el Estado. Estas superficies boscosas son aprovechadas como fuentes de materiales y explotación de maderas preciosas, ante las necesidades propias de las comunidades propiciadas por el sistema económico predominante.

ECONOMÍA

El desarrollo económico del estado de Campeche, a través del tiempo, se ha basado en la actividad primaria, es decir, en la explotación de sus recursos naturales, tales como el palo de tinte (*Haematoxylinum campechianum*), chicle, obtenido del zapote (*Manikara zapota*) y el camarón. Sucede lo mismo con la explotación del petróleo en la entidad que ha ocasionado una grave contaminación ambiental marina. Sin embargo, en las últimas décadas el sector terciario ha predominado en el sector estatal como sucede a nivel nacional e internacional.

Distribución del Producto Interno Bruto (PIB) en los sectores económicos.⁵

El PIB es un indicador del crecimiento económico que expresa el valor monetario total de los bienes y servicios de un tiempo determinado. En 1993 y 2006 el PIB del estado de Campeche participó aproximadamente con el 1.2 y con 1.1% al PIB nacional, respectivamente; este último ascendió a 18 334 904 (miles de pesos) como se aprecia en la tabla 2, uno de los más bajos del país y sólo por encima de Zacatecas, Baja California Sur, Nayarit, Colima y Tlaxcala. Respecto a nivel estatal, en el 2000 y 2006 la principal actividad económica del estado fue el sector secundario, en particular, la minería que representó el 44.1 y 42.1 % del PIB estatal en comparación a los otros sectores (INEGI, 2002 y 2007b) Dicha importancia económica se relaciona con la explotación de los hidrocarburos. Algo que debemos señalar es que la inclusión de los recursos generados por el petróleo al PIB estatal distorsiona el rubro de ingresos del estado. Si no consideramos la aportación del petróleo, el sector terciario es el que determina la dinámica económica del PIB estatal, a la cual corresponde 51% de la población total ocupada por el sector (INEGI, 2002). La importancia

⁴ Núcleos Agrarios. Tabulados Básicos por Municipio. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares, PROCEDE, abril de 1992 hasta el 31 de diciembre de 2006. Campeche, INEGI, México, 2007. En línea [http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRA/Acuerdos/2006/26012006\(1\).pdf](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SRA/Acuerdos/2006/26012006(1).pdf). A este respecto existen varias versiones de las estadísticas ofrecidas por las diferentes instituciones del gobierno federal. Por una parte al cierre operativo del Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación, se muestra que en el estado 3 137 984 hectáreas son propiedad social, repartido entre 385 ejidos, representando el 55.19% del total de la superficie estatal, teniendo en cuenta que el estado posee una superficie de 5 685 884 hectáreas. Pero de los datos obtenidos del Padrón e Historial de Núcleos Agrarios versión 3.0 disponible en línea en la dirección <http://app.ran.gob.mx/phina/>, se tienen 382 ejidos, que poseen 3 045 293 hectáreas, y el estado tiene 5 792 400 hectáreas, según el Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005, versión 1.0 por lo cual la superficie ejidal representaría el 52.57% del total del Estado.

⁵ Los sectores económicos son: a) Primario que comprende agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza; b) Secundario incluye minería, electricidad, construcción e industrias manufactureras; c) Terciario comprende comercio y servicios.

Tabla 2. Estado de Campeche, Producto Interno Bruto (PIB), Cifras anuales 1993-2006 a precios de 1993. Valores absolutos por gran división de actividad económica estatal. (Unidad de Medida: Miles de pesos a precios de 1993).

	PIB Nacional	PIB Campeche	Agropecuario, silvicultura y pesca	Minería	Industria manufacturera	Construcción	Electricidad, gas y agua	Comercio, restaurantes y hoteles	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	Servicios somunales, sociales y personales	Servicios bancarios imputados
1993	1 155 132 189	13 695 929	628 613	6 086 892	229 184	399 035	95 650	2 289 782	1 017 965	883 529	2 180 173	-114 896
1994	1 206 135 039	14 171 371	688 917	6 268 222	223 835	493 849	96 824	2 316 395	1 011 027	933 187	2 273 569	-134 452
1995	1 131 752 762	13 673 890	600 625	6 079 285	229 509	378 914	113 094	2 187 580	1 039 457	988 749	2 214 092	-157 415
1996	1 190 075 547	14 340 052	751 717	6 546 854	221 290	410 773	109 514	2 285 095	897 885	1 005 617	2 259 462	-148 155
1997	1 270 744 065	14 771 494	664 943	6 888 883	213 255	357 460	114 428	2 335,599	1 001 402	1 060 992	2 307 275	-172 743
1998	1 334 586 475	15 129 980	753 254	7 039 100	213 527	342 890	126 832	2 654 696	695 009	1 063 994	2 381 638	-140 958
1999	1 384 674 491	14 759 419	726 484	6 679 427	210 435	302 566	141 129	2 610 214	716 010	1 056 453	2 420 431	-103 729
2000	1 475 927 095	15 960 205	796 631	7 170 607	219 879	342 031	178 191	2 946 363	781 876	1 098 863	2 523 617	-97 855
2001	1 475 438 954	16 714 587	704 308	7 611 877	243 581	405 540	239 268	3 073 191	815 955	1 117 976	2 587 063	-84 173
2002	1 486 792 334	16 901 618	562 183	7 798 096	258 827	568 089	220 492	2 938 045	833 823	1 190 046	2 637 570	-105 552
2003 p/	1 507 449 991	18 208 566	696 684	8 461 901	261 591	545 304	385 512	3 093 173	938 849	1 219 495	2 698 577	-92 520
2004	1 570 126 305	18 617 388	726 695	8 415 217	229 288	615 862	441 346	3 220 881	1 089 140	1 309 095	2 692 542	-122 677
2005	1 613 526 995	18 388 040	720 337	8 063 029	234 918	560 462	430 628	3 162 355	1 140 234	1 455 856	2 821 355	-201 133
2006	1 691 168 729	18 334 904	721 549	7 720 722	231 279	586 726	418 173	3 176 618	1 225 675	1 538 919	2 937 364	-222 122

p/ Cifras preliminares a partir de la fecha que se indica. Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México 1993-2006.

Realizada a partir de los datos disponibles en el Banco de Información Económica disponible en línea en <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdiesi/bdie.html>

del sector terciario en la economía corresponde a las tendencias que se dan a nivel nacional y se alienta con la promoción de la rama del turismo por el gobierno estatal, que también ha tratado de impulsar el sector secundario con la promoción para el asentamiento de maquiladoras.⁶

Los problemas para mostrar una situación real de la economía de las habitantes del estado de Campeche nos llevan a expresar que el PIB no es un indicador adecuado para conocer el grado de desarrollo económico y social de un país o de una región porque su distribución de la riqueza entre los habitantes no es homogénea. Se podrían utilizar otros indicadores, tales como, el porcentaje de la población dedicada a la agricultura, los servicios; o el ingreso real que percibe para satisfacer sus necesidades básicas.

⁶ A este respecto los datos estadísticos utilizados podrían diferir de las aportadas por Rojas Wiesner y Angeles Cruz presentados en esta misma sección, dado que estos autores manejan como fuente a CONAPO y se trata de estimaciones, además de estar las cifras en dólares. Esto evidencia el problema de las estadísticas a nivel nacional, cuando tratándose de dos instituciones federales ofrecen diversas cifras estadísticas.

Empleo

El estado de Campeche posee una de las tasas de desempleo más bajas del país, lo cual tiene relación con el hecho de que posee una de las menores densidades de población de todo el país con cerca de 13 habitantes por km², más bajo en comparación con la nacional que es de 53 habitantes por km² para el año de 2005⁷ (INEGI, 2005). Según las estimaciones de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del primer trimestre del año 2008, el estado posee una población aproximada de 783 327 habitantes y una población económicamente activa (PEA) de 344 620, de la cual, 98.17% de la PEA tiene acceso a un empleo. Este logro del gobierno del Estado, se ha atribuido a varias estrategias en el sector económico, tales como el impulso, principalmente, al sector de la maquila y al turismo. El Comercio se revela como el empleador más importante con 58 135, lo cual manifiesta las tendencias que se han dado en todo el país, al ser, estos dos últimos, parte del sector terciario, el cual es el sector más importante en el ámbito económico



y laboral. En el 2000, la población ocupada en el sector terciario cubría 51.7%, el sector secundario el 21.4 y el primario el 25% de 243 323 personas ocupadas a nivel estatal (INEGI, 2002). Demostrando la dinámica y el peso del PIB del sector terciario.

Un estudio reciente referente a empleos, realizado en Ciudad del Carmen Campeche, ha demostrado que existe discriminación hacia el sector femenino, particularmente en lo que respecta al ingreso, ya que a pesar de que tienen la misma instrucción y experiencia reciben sueldos menores (Pat Fernández, 2005).⁸ El empleo en el sector primario, que comprende las actividades agropecuaria y forestal, excluyendo el petróleo, se practica generalmente en el medio rural, cuya importancia radica en el uso de los recursos naturales, principalmente, suelo, agua y vegetación en donde existe la mayor biodiversidad de especies, cuyos impactos son por los usos de plaguicidas y deforestación por la actividad ganadera.

INFRAESTRUCTURA

El desarrollo económico y social de un país o una región depende en gran medida de la cantidad y calidad de infraestructura para apoyar la integración económica. La infraestructura apoya la producción de otros bienes y servicios necesarios para la economía y juega un papel determinante en la dinámica económica que repercute en el bienestar de la sociedad. En el presente documento se consideran tres elementos importantes que constituyen a la infraestructura del Estado: el transporte, la energía eléctrica y el agua.

Transporte

Las vías de comunicación y transporte permiten la entrada y salida de bienes y servicios y flujo de personas en tiempo y espacio para diferentes actividades productivas y recreativas. Para el crecimiento e integración económica de las ramas de producción la entidad posee una red carretera de 4 387 kilómetros, donde corresponden 1 333 a la tron-

⁷ Obtenido de dividir el resultado del conteo de población y vivienda y la superficie total del estado.

⁸ Esto se da en todos los ámbitos laborales, que puede ir desde la defensoría de oficio hasta las labores de dependiente de mostrador.

cal federal, 1 058 a la estatal y 1 994 a caminos rurales (INEGI, 2007a). Sin embargo, aún es insuficiente para responder a las necesidades locales, por lo que, constantemente están invirtiendo en construcción, modernización y mantenimiento de tal infraestructura. Para atenuar el problema de déficit y contaminación ambiental se adquirieron 104 unidades para San Francisco de Campeche y Ciudad del Carmen; el resto de las comunidades aún es insuficiente el servicio. El transporte ferrocarrilero cuenta con 385 km y fue administrado por el Estado hasta 1999 cuando pasó a manos privadas. Ha perdido importancia y aún sigue operando en forma ineficiente.

La dinámica económica de la industria del petróleo (PEMEX) ha profundizado el desarrollo desigual de los servicios en las ciudades y comunidades del Estado. Tal es el caso del aeropuerto e infraestructura portuaria en Ciudad del Carmen, la cual es mayor que en la ciudad de Campeche. En el 2006, Ciudad del Carmen acaparó 92% de los 57 351 vuelos. Lo mismo sucede con el servicio marítimo, la infraestructura portuaria es de poca relevancia en la capital del Estado y de mayor importancia en Ciudad del Carmen, por ser ésta una base de operaciones de PEMEX. Tal situación norma y polariza el desarrollo económico regional rezagando las otras actividades económicas, tales como, el turismo y el sector agropecuario.

Energía

El sector energético se relaciona principalmente con los servicios de electricidad, su producción y consumo. La Comisión Federal de Electricidad (CFE), tiene dos plantas de producción en el estado de Campeche: Una ubicada en la capital, que es la de mayor capacidad de producción de 150 megawatts, de tipo termoeléctrica de vapor, ubicada en las afueras de la comunidad de Lerma; la otra central gene-

radora se localiza en Ciudad del Carmen y es del tipo termoeléctrica de turbogas con capacidad de producción de 14 megawatts. Abastece a 210 768 usuarios o contratos, con un volumen de ventas de 1 072 879.6 megawatts-hora y un valor de \$1 289 450.8 pesos. Otra fuente de energía relacionada son las 44 gasolineras establecidas en la entidad. Sin embargo, aún es insuficiente el servicio, muchas localidades del medio rural aún carecen de servicio eléctrico que limitan el desarrollo local.

Agua

Uno de los problemas que los centros de población tiene es el abasto de agua potable, cuya problemática esta asociada con el crecimiento poblacional, ubicación y orografía. El Anuario Estadístico del Estado de Campeche 2007, muestra que hay 690 fuentes de abastecimiento de agua, de ellos, el 77% son pozos profundos. Se recolecta un total de 2 567 000 metros cúbicos diarios en promedio, de los cuales, el municipio de Campeche extrae, aproximadamente, el 48% en 100 pozos. El uso del agua se asocia con la cantidad de viviendas y 65% corresponden a los municipios de Campeche y Carmen que comprende cerca del 60% de la Población total estatal. El agua para riego agropecuaria representa el 10% de la superficie sembrada, por lo tanto, su uso es insignificante (INEGI, 2002).

Según el Programa Operativo Anual 2008, del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche, el suministro de agua potable de la capital del Estado lo abastecen 29 pozos profundos y una galería filtrante. El 75% del agua suministrada se encuentra en China, ejido que se ubica en la cercanía de la capital, por lo que el sitio puede fungir como una zona de reserva de agua potable para la ciudad de Campeche.⁹

⁹ En línea http://www.smapacampeche.gob.mx/documentos/poa_admin08.pdf

En el estado de Campeche se muestran dos situaciones relevantes en el abasto del agua potable. Una es la de Ciudad del Carmen, Isla Aguada y Sabancuy que ante su cercanía a la costa, deben ser abastecidas por un acueducto de 123 kilómetros que llega desde una zona de extracción que cuenta con 10 pozos ubicados en el área de Chicbul.¹⁰ El otro concierne a comunidades del municipio de Calakmul que son abastecidas por varios acueductos: a) el que va de López Mateos hasta la cabecera municipal de Xpujil; b) el que parte de 16 de Septiembre a Xpujil y, c) recientemente el de 16 de Septiembre a Santa Rosa.¹¹

OBSERVACIONES

Campeche presenta orografía poco accidentada y existe baja población no dispersa, Sin embargo, existe la necesidad de contar con más infraestructura para el desarrollo de los pueblos y ciudades; así lo demuestran las constantes inconformidades de los grupos de la población. Este escenario de progreso y bienestar de la población debe de superar contradicciones entre el desarrollo y el futuro impacto negativo para la conservación y manejo de la diversidad de las especies.

REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1999. Anuario Estadístico del Estado de Campeche, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2002. Anuario Estadístico del Estado de Campeche, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005. El Censo de Población y Vivienda 2005, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2007a. Anuario Estadístico del Estado de Campeche, México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2007b. Sistema de Cuentas Nacionales de México.
- Ley Orgánica de los Municipios del Estado, en Periódico Oficial, n. 2923, Campeche, Campeche, 13 de septiembre de 2003.
- Negrín M. A., 1991. Campeche, una historia compartida, Ed. Gob. del Edo. de Camp./ Instituto Mora, México.
- Pat F. L. A., y J.M. Pat Fernández, 2005. Discriminación a las mujeres en el sureste mexicano. Caso de estudio en Ciudad del Carmen, Campeche, México. pp. 305-317. En: A. Nazar, E. Bello, y H. Morales. Sociedad y entorno en la frontera sur de México. Red de Estudios Poblacionales en la Frontera Sur. Chiapas, México.
- Rodríguez L. S., 1989. Geografía Política de Yucatán, tomo 2. División territorial, gobierno de los pueblos y población 1821-1900, Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Vega A. R. 2007. Ciudades y Villas de Campeche, Ed. Poder Legislativo del Estado de Campeche, México.

¹⁰ Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico y Territorial de Carmen; Campeche Fase II Caracterización. Agosto, 2008.

¹¹ En línea <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07//Comunicados/BOLETIN%20090-07.pdf> y http://www.larevista.com.mx/index.php?id_nota=162.



Foto: Jorge Borroto, CONANP.

Panorama educativo

*Antonio Saldívar Moreno,
Rodolfo Mondragon
y Rolando Tinoco*

INTRODUCCIÓN

Campeche durante las últimas décadas ha mostrado un importante dinamismo y crecimiento económico derivado principalmente de su incorporación al circuito turístico de la región en el marco del proyecto “Mundo Maya”. Paralelamente las inversiones en infraestructura social en un contexto de baja densidad de población (13 personas por km²) y pocas dificultades para el acceso a las comunidades más distantes, ha posibilitado que en pocos años la cobertura educativa se haya mejorado significativamente.

En la década de los noventa, en el estado de Campeche, según el INEGI (1990), 16.2% de su población de 15 años y más no se había incorporado al Sistema Educativo Nacional. El XI Censo General de Población y Vivienda reportó a principios de esa década para el estado un total de 316 000 personas de 15 años y más, de las cuales 48 528 se encontraban en situación de analfabetismo. En cuanto a la distribución por género de las personas analfabetas el 60.1 correspondía a las mujeres frente al 39.9 de hombres, evidenciando una clara situación de desigualdad respecto del acceso a la educación.

Dentro del mismo segmento de población (15 años y más), los municipios que tenían un mayor porcentaje de personas que sabían leer y escribir eran Campeche (90.7%) y Carmen (87.6%); mientras que, a la inversa, los municipios con mayores porcentajes de analfabetas fueron Hopelchén (28.8%) y Calkiní (24.7%) respectivamente (INEGI, 1990)

ANALFABETISMO

En el año 2005, la población analfabeta en Campeche de 15 y más años fue de: 50 106 personas, de las cuales 21 353 eran hombres y 28 753 son mujeres; esto significa que para ese mismo año 10 de cada 100 habitantes de 15 años y más no sabían leer y escribir, mientras

que a nivel nacional la cifra es de 8 por cada 100 habitantes; si bien para ese mismo año (2005) los cambios en el contexto educativo fueron significativos el gobierno de Campeche ha señalado que todavía siguen enfrentando retos importantes al mencionar que:

“La problemática fundamental en nuestro estado radica en el rezago educativo, en la calidad de los servicios educativos y en su administración. En Campeche todavía no se ha consolidado un sistema educativo articulado e interactuante en sus diferentes tipos y modalidades, que asegure una educación pertinente y de calidad a toda la población” (Plan Estatal de Desarrollo, 2003-2009: 49).

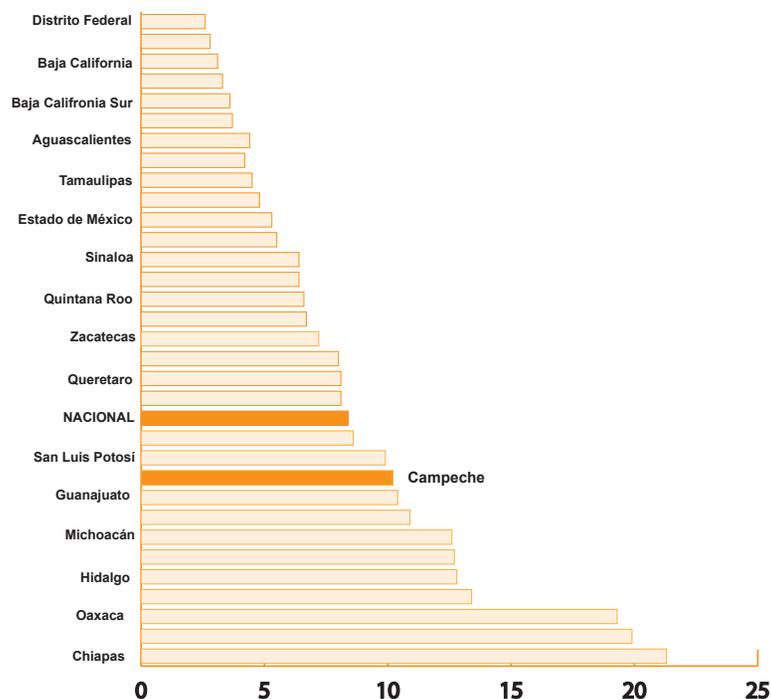


Figura 1. Porcentaje de población analfabeta en todas las entidades de la República Mexicana (2005)

Comparativamente con la situación de 1990, en un periodo de 15 años los gobiernos de la entidad redujeron en 6.4 porcentuales el nivel de analfabetismo. Es decir, hasta el año 2005 en el estado, el 9.8% de la población de 15 y más años seguía fuera del Sistema Educativo Nacional, mientras que 16.7% contaba con la primaria incompleta y 16.4% logró concluirla; apenas 1% menos respecto de 1990 que fue de 17.4%. Para el caso de las personas de 15 y más años con estudios de post primaria, 24.1% tuvo al menos un grado aprobado en secundaria o en estudios técnicos o comerciales, 17.9% aprobó algún grado en bachillerato o equivalente y 13.6% alguno en estudios superiores.

De conformidad con los datos procesados por INEGI (2008) a propósito del Día Mundial de la Población, en el quinquenio 2000-2005, la tasa de analfabetismo de la población de 15 y más años de edad en Campeche tuvo un ligero descenso de 11.8% a 10.2%.

Al comparar la condición de analfabetismo en las mujeres en la década de 1990 (18.4%) con la misma condición de ellas en 2005 (11.0%), siempre referido a la población de 15 y más años, se aprecia una reducción porcentual de 7.4 puntos lo que significa que la brecha de acceso a la educación disminuyó de manera importante. La diferencia porcentual con respecto de los varones para el mismo periodo también tuvo una ligera disminución de 4.4 a 2.4, por lo que evidencia una situación todavía desfavorable para las mujeres.

En cuanto al panorama que existe en el estado de Campeche respecto de la distribución porcentual de analfabetas en los municipios que lo integran, aquellos que registran la menor tasa de analfabetismo son los siguientes: Campeche con 6.2% y Carmen con 6.7%; en contraparte, Calakmul con 22%; Candelaria, 17.9%; Calkiní, 16.8% y Hopelchén, 15.8%, tienen las mayores proporciones de población analfabeta (*op cit*), (ver tabla 1).

Tabla 1. Población de 15 y más años y porcentaje de alfabetismo por municipio, 2005.

Municipio	Población de 15 y más años	Alfabeta (%)
Total de la entidad.	509 989	89.5
Campeche.	170 613	93.3
Carmen.	135 636	92.7
Palizada.	5 643	87.8
Champotón.	49 879	85.8
Hecelchakán.	18 671	85.3
Tenabo.	6 401	85.2
Escárcega.	30 811	85.2
Hopelchén.	22 111	84.1
Calkiní.	34 899	83.1
Candelaria.	22 053	82.0
Calakmul.	13 272	77.8

Fuente: INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005.

ESCOLARIDAD

Siguiendo el análisis del contexto educativo a partir de los datos del INEGI (2005) en Campeche, el nivel de escolaridad de la población de 15 años y más es de 7.9% lo que corresponde a dos grados de secundaria concluidos, cifra similar al nivel nacional de 8.1% (figura 2). Por género, se registra un mayor grado de escolaridad en los varones (8.1 años), lo que significa el segundo año de secundaria, en tanto que las mujeres cuentan con el primer año de secundaria al registrar 7.6 años de estudio.

Si se analiza el nivel de educación por municipio, Campeche posee 9.03 años de estudios equivalente a tercer año de secundaria y

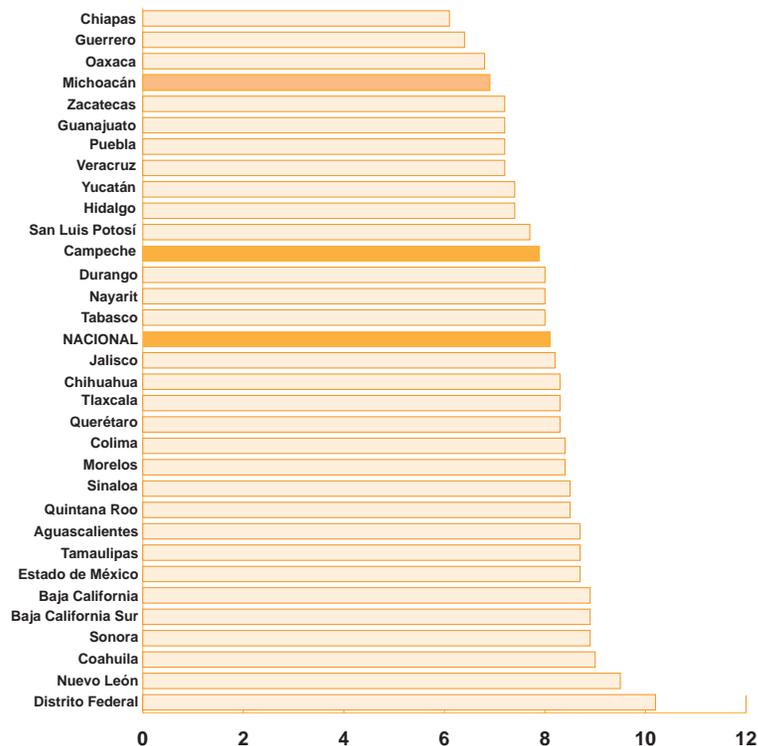


Figura 2. Grado promedio de escolaridad por entidad federativa (2005).

Carmen 8.49, lo que equivale al segundo año de secundaria, de esta forma, ambos municipios presentan los valores más altos respecto al resto de los municipios que conforman el estado. En contraste, Candelaria y Calakmul registran el menor valor con 5.43 y 5.20 años, respectivamente.

COBERTURA Y CALIDAD EDUCATIVA

La cobertura educativa para el año 2007 en el estado de Campeche, alcanzó un valor del 67.2% en Preescolar, de 96.5% en Primaria y de 71.8% en Secundaria (INEE, 2007). Estos porcentajes parecen estar correlacionados con los avances en el Índice de Desarrollo Humano. El PNUD (2007), indica que en el año 2007 alcanzó un valor de 0.826, por encima de la media nacional (0.803), por lo que en el año 2000 era de 0.815 en el Estado.

Un elemento característico del Estado es la importancia que tiene la composición predominantemente indígena maya en general y particularmente en la población rural. INEGI reportó que para el año 2005, 13.2% de la población de 5 y más años habla alguna lengua indígena (89 084 habitantes). Las lenguas indígenas que predominan en la entidad son la Maya con 77.7% y el Chol con 10.2%, que en conjunto agrupan 87.9% de los hablantes de lengua indígena (INEGI, 2008). En este sentido, como se señaló anteriormente a pesar de que se ha avanzado en ampliar la cobertura educativa en la entidad, un reto pendiente es la atención a la calidad y pertinencia educativa, que implica desarrollar modelos que vinculen el proceso de formación con los elementos socioculturales del entorno.

En este mismo contexto los resultados de las pruebas para matemáticas y español aplicadas en sexto grado en 2003 por el Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEE, 2003), muestran diferencias significativas entre las escuelas estatales y urbanas con respecto de las escuelas rurales e indígenas para todos los estados del sur de México. Particularmente para el estado de Campeche los estudiantes de sexto

grado de primaria en las escuelas indígenas obtuvieron en promedio 368.6 puntos en las pruebas de matemáticas, frente a 394.11 puntos con respecto de las escuelas urbanas. En el caso del español, las escuelas indígenas tienen 407.99 puntos, mientras que las urbanas 458.7 (tabla 2).

Algunas de las razones que explican estas diferencias se pueden asociar a los siguientes factores:

- Altos porcentajes de escuelas multigrado¹ sin maestros capacitados para trabajar en esta modalidad.
- Desvinculación entre el proceso educativo y los elementos del contexto sociocultural y ambiental.
- Predominio de altos índices de deserción y reprobación.
- Falta de infraestructura y equipamiento básico.
- Ausentismo, desarraigo y alta movilidad de los docentes.
- Situación de pobreza y marginación en las áreas rurales e indígenas.

Es importante señalar que si bien las pruebas nacionales son un indicador de la situación académica de las escuelas, estas evaluaciones no reconocen la diversidad sociocultural como un factor que influye en los resultados, ni cuestiona la pertinencia del modelo educativo en contextos multiculturales.

¹ Las escuelas multigrado o unitarias son escuelas que por el limitado número de alumnos con que cuentan son atendidas por uno, dos o tres docentes. De igual forma, los maestros realizan las funciones administrativas y de gestión escolar. Para el ciclo escolar 2007/2008 en Campeche el 35 % del total de las escuelas generales son multigrado, mientras que para las escuelas indígenas, el porcentaje llega al 80.8 %. INEE, 2007.

CONCLUSIONES

Durante los últimos años es claro observar que la cobertura educativa se ha incrementado de manera importante en el Estado y que las diferencias para el acceso a la educación entre los hombres y mujeres se han ido reduciendo de forma paulatina. A pesar de esto, aún quedan retos importantes que atender con respecto a los rezagos en analfabetismo y promedio de escolaridad. Un tema pendiente en la educación sigue siendo como enfrentar las particularidades socioculturales en el Estado, caracterizado por el predominio de población Maya. La calidad educativa desde esta perspectiva corresponderá a la manera en la que la escuela contribuye de manera significativa para consolidar los elementos y las prácticas socioculturales del pueblo Maya, así como para incorporar nuevos conocimientos que permitan enriquecer el marco cultural de la población y mejorar su situación de vida.



Foto: Yolanda Candelaria Chi Moo.

Tabla 2. Puntajes obtenidos en la aplicación de pruebas de lectura y matemáticas en Primaria, sexto grado para los estados del sureste.

	Nacional	Campeche	Chiapas	Oaxaca	Quintana Roo	Tabasco	Yucatán
Lectura							
Estatal.	459.4	449.65	443.46	441.79	456.21	439.9	446.81
Urbanas.	476.49	458.7	480.57	475.58	482.11	459.87	469.74
Rurales.	444.18	450.69	428.91	426.88	439.66	437.59	429.24
Indígenas.	403.53	407.99	386.81	405.7	392.66	400.82	406.59
Matemáticas							
Estatal.	398.19	393.98	399.65	397.28	389.96	377.77	385.52
Urbanas.	407.29	394.11	413.67	418.86	399.24	383.93	399.42
Rurales.	389.46	405.39	391.69	378.41	383.21	375.48	368.94
Indígenas.	361.98	368.6	377.51	385.13	357.18	353.09	364.09

Nota: Los valores corresponden a los puntajes promedios obtenidos por los alumnos durante las pruebas de lectura y matemáticas según fuente. Fuente: INEE (2003)

REFERENCIAS

- Gobierno de Campeche, 2004. Plan Estatal de Desarrollo 2003-2009 Primera edición Colección Campeche No. 1.
- INEE, 2003. La Calidad de la Educación Básica en México. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación: México.
- INEE, 2007 Panorama Educativo de México. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. México.
- INEGI, 1990. XI Censo General de Población y Vivienda. México: INEGI.
- INEGI, 2008. Estadísticas a propósito del Día Mundial de la Población. <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx?c=274&s=inegi&e=04> 11/07/ 2009.
- INEGI, 2005. II Conteo de Población y Vivienda. México: INEGI
- PNUD, 2007. Informe sobre Desarrollo Humano México 2006-2007: migración y desarrollo humano. México: PNUD.



Foto: Leonardo Toledo Garibaldi, ECOSUR.

Dilemas y perspectivas de la educación ambiental

*Rodolfo Mondragón
y Antonio Saldívar Moreno*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es ampliamente reconocido en los distintos ámbitos, académico, institucional y social, que el continuo proceso de deterioro ambiental, ha provocado una crisis ecológica a escala planetaria cuyos efectos están relacionados con distintos problemas de enorme importancia mundial. Algunas de las consecuencias de este deterioro están relacionadas de manera general con el calentamiento global y en particular con el incremento de los desastres naturales, la presencia de huracanes cada vez más devastadores, el avance en la desertificación de tierras, la escasez de agua y alimentos, la pérdida continua de flora y fauna, entre otros, (Martínez y Fernández, 2004; Harvey y Sáenz, 2007). Los impactos y amenazas a la biodiversidad, ya sea en el ámbito internacional o en el contexto nacional, son diversos y complejos como también lo son en ese mismo sentido los esfuerzos que diferentes actores han llevado a la práctica para aliviar, prevenir y contrarrestar los efectos negativos de dicha crisis. La necesidad de una nueva manera de pensar, de ser y estar en el mundo en donde el conocimiento, la técnica y la cultura contribuyan a construir una relación respetuosa y armónica entre los seres humanos y la naturaleza (la complejidad ambiental) se vuelve cada vez más imperante (Toledo, 1999; Leff, 2000).

En nuestro país, al menos durante las tres últimas décadas, se han consolidado distintas iniciativas impulsadas por colectivos civiles, instancias de gobierno e instituciones educativas dentro de las cuales la educación ambiental ha constituido una plataforma que ha permitido generar mecanismos y estrategias para avanzar hacia una mayor concientización sobre la llamada problemática ambiental (González, 2007; Valverde *et al.*, 2007; Batllori, 2008).

El presente trabajo plantea reconocer los logros más significativos, pero también los fracasos u obstáculos más importantes a los que se han enfrentado algunos de los actores implicados en estos procesos de

investigación, protección, rescate, promoción y difusión, de los recursos naturales que integran la biodiversidad así como de las acciones en pro de su conservación en el estado de Campeche. Particularmente se resalta las perspectivas del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la vida Silvestre (CEDESU), la Secretaría de Ecología —actualmente Secretaría del Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS)— del Estado y Pronatura AC, con la finalidad de que puedan ser útiles en la búsqueda de alternativas más eficaces al respecto.

Es importante mencionar que —al menos para el contexto mexicano— no existen estudios que muestren particularmente la influencia de los procesos educativos con respecto del mejoramiento de las condiciones ambientales. Lo que sí se puede afirmar es que las evidencias actuales revelan que las acciones desde el ámbito educativo (formal y no formal), no han sido suficientes para frenar el proceso de deterioro ambiental en el país. Desde esta perspectiva las preguntas que



Foto: Juan Carlos Velasco Santos.

se formulan y a la vez orientan el análisis son las siguientes: ¿Cuál es la situación actual de la educación ambiental en Campeche? ¿Por qué la educación ambiental no ha sido capaz de generar los cambios de valores y toma de conciencia que evite la degradación al ambiente?

La manera en cómo se llevó a cabo este estudio de carácter exploratorio consistió en conocer de manera directa y por propia palabra de quienes han participado desde diversos ámbitos de acción, cuáles han sido las tareas, avances y limitaciones respecto de la educación ambiental y su relación con la problemática ecológica en Campeche. Para ello se diseñaron y aplicaron entrevistas para registrar información básica mediante la selección de informantes clave; en este caso, representantes, directores o coordinadores de diversas instancias vinculados al área de ecología.

EXPERIENCIAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN CAMPECHE

La Universidad Autónoma de Campeche (UAC) constituye actualmente uno de los ámbitos académicos desde el cual se impulsa y promueve la educación ambiental como un programa estratégico vinculado a otras acciones de carácter formal y no formal para la investigación y práctica orientada al conocimiento, difusión, conservación y manejo apropiado de los recursos naturales y sus problemáticas. En particular, el Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la vida Silvestre (CEDESU), realiza diversas actividades científicas y técnicas en el estudio y manejo de la biodiversidad local, enfocadas a un propósito común, educar para la sustentabilidad.

En concordancia con los planes de acción para el desarrollo sustentable institucional promovido por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en la Universidad de Campeche se implementó el Programa Ambiental Institucional (PAI) Yum Kaax, a la vez integrado a la Red PAI del Sur-

Sureste de México, para que tanto hacia el interior de la comunidad universitaria como hacia el exterior de la misma se diseñen estrategias y mecanismos enfocados a la solución y prevención de la problemática ambiental. Las actividades que se realizan están básicamente relacionadas con la educación ambiental, la cuales se llevan a cabo en dos áreas naturales protegidas: El campamento Tortuguero Chen Kan en el municipio de Champotón y el Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre, (CIVS), en Hampolol, municipio de Campeche.

En lo que se refiere al contexto institucional, aproximadamente desde hace 10 años en la SMAAS se ha venido realizando un trabajo continuo enfocado a la preservación de la biodiversidad. En sus diferentes áreas operativas se han generado diversas acciones orientadas a la protección del ambiente en coordinación con otras instancias académicas, gubernamentales y no gubernamentales –así también con otros departamentos al interior de la propia SMAAS–, entre las cuales destacan:

- a) La realización de foros, cursos, talleres, pláticas, visitas, concursos, entre otros, (tareas que se llevan a cabo continuamente) y el sector que más se privilegia es el de los y las niñas y jóvenes de educación Primaria, Secundaria y Preparatoria, al considerar que es la población más susceptible de cambiar o incidir en sus hábitos y valores.
- b) La conformación del Comité del Calendario Ambiental, el cual permite planear y programar múltiples trabajos con temas específicos para cada fecha conmemorativa a nivel internacional, por ejemplo el Día mundial del Agua, Día mundial de la Tierra, Día mundial del ambiente, Día mundial de limpieza de playas, etcétera.
- c) El Comité Estatal de Educación y Comunicación Ambiental del estado de Campeche, es otra de las plataformas interinstitucionales que agrupa a más de 10 instancias federales, estatales, muni-

cipales, entre otras, desde donde se impulsa y llevan a la práctica distintas acciones enfocadas a un mismo objetivo: la preservación de la biodiversidad.

No obstante los resultados positivos, se reconoce que en cuanto a la educación ambiental estos mismos siguen siendo insuficientes.

EL BALANCE DE LAS ACCIONES

A casi una década de trabajos en temas de educación ambiental uno de los logros importantes ha sido la participación creciente tanto de personas como de instituciones diversas empeñadas en la investigación, divulgación, conservación y manejo de la riqueza ambiental. De igual forma, la vinculación con la comunidad, con el sector educativo y empresarial se ha fortalecido.

Los obstáculos más importantes que se identificaron al respecto son los siguientes:

- Falta de recursos económicos para ampliar metas relacionadas con la educación ambiental.
- Contradicción en la normativa y falta de coordinación entre las instituciones que otorgan apoyos para proyectos que amenazan o dañan al medio ambiente.
- Usos y prácticas productivas de las comunidades que impactan los recursos naturales.
- Se tiene un desconocimiento de las leyes en general y de las ambientales en particular en los distintos niveles de gobierno.
- Existe también un vacío jurídico porque faltan más leyes para proteger la biodiversidad.
- En los grupos de productores existe falta de interés en el tema ambiental porque no les reditúa beneficios económicos.
- Las necesidades económicas de los productores están por encima del cuidado del ambiente; es decir, economía y ambiente son contradictorios.

Es importante reconocer que las tendencias consumistas del modelo de desarrollo actual en el estado ha generado el incremento de prácticas sociales y productivas altamente contaminantes y depredatorias de los recursos naturales. Por lo tanto, el análisis del contenido sobre los problemas ambientales en los libros de texto debe realizarse desde una perspectiva integral, cuestionando los estilos de vida, el consumo o los patrones de producción (Vidal *et al.*, 2006). Retomando las observaciones de los autores citados, se plantea que, el contexto de diversidad sociocultural en el estado de Campeche no es aprovechado para integrar conocimientos y prácticas sustentables de los grupos étnicos –principalmente mayas- en las distintas regiones del estado.

UNA MIRADA CRÍTICA A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL (PRONATURA EN CAMPECHE)

Resulta importante señalar que desde 1995 hasta el año 2001 Pronatura AC. realizó un trabajo intenso en educación ambiental, como una actividad específica, sin embargo actualmente se ha convertido en una parte integral y transversal, en el conjunto de las tareas que se llevan a cabo en las distintas áreas de operación.

Desde la perspectiva de PRONATURA AC, uno de los grandes problemas que ocurren en torno a la problemática ambiental son las formas contradictorias en cómo concibe por parte de los distintos actores implicados, lo cual expresa en cierto modo la complejidad de este mismo problema. Si bien la integración institucional en algunos Comités ha permitido establecer formas de interacción con diversos sectores sociales, académicos, productivos, y no gubernamentales, también existen políticas públicas en materia ambiental que apuntan en sentido contrario; es decir, son divergentes en cuanto a sus enfoques, prioridades y maneras de atender el problema del deterioro ecológico.

A mediados de los 90 se puso en marcha el programa La Conservación se va a la escuela, y una de las actividades principales fue la

realización de talleres de capacitación y formación en Yucatán (Celestun) y en Campeche. Por estos mismos años se implementaron en Calakmul huertos familiares y talleres formativos con escolares y maestros; se hicieron trabajos sobre prevención y manejo de incendios acompañados de mensajes (spots) en la radio y elaboración de carteles.

A lo largo de una década de trabajos centrados primordialmente en la educación ambiental hubo logros importantes en términos de capacitación a promotores campesinos; se implementaron proyectos productivos de ecoturismo, uso de abonos verdes, huertos familiares, apicultura, entre otros.

De los resultados más significativos se podría destacar lo siguiente:

- Cambios en las artes de pesca en algunos grupos de pescadores.
- Cierta nivel de sensibilización sobre la importancia del cuidado y buen manejo de los recursos naturales con la población.
- Existieron casos de personas que abandonaron su actividad en la pesca y se convirtieron en guías turísticos.
- En varios grupos de personas se logró una mayor valoración de la riqueza ambiental y su importancia de preservarla.

Desde la óptica de PRONATURA AC, algunas de las limitaciones actuales que dificultan los avances en la búsqueda y consolidación de los esfuerzos colectivos frente al reto de la problemática del ambiente, y en particular respecto de las acciones en cuanto a la educación ambiental, consiste en que:

- En muchas ocasiones los avances en términos de cambio de conducta, la toma de conciencia y mayor sensibilización se vuelven irrelevantes para muchas instituciones debido a que privilegian aquellas metas que se miden a partir de criterios cuantitativos –siempre mayores- por sobre los cualitativos; esta misma valoración conlleva a que se limiten o terminen los recursos para operar o ampliar los proyectos planteados.

- Existen criterios diferenciados para comprender la problemática ambiental lo que dificulta una acción conjunta y coordinada.
- Los recursos son limitados y los criterios para su operación se convierten en una traba para su implementación y continuidad.
- Se carece de personal suficiente y calificado en diversas áreas por lo tanto, se limita de manera importante las capacidades técnicas, académicas, formativas y operativas en diversos proyectos.

PERSPECTIVAS A FUTURO

El asunto de la educación ambiental y en general la problemática de los recursos naturales no debe ser reducida al ámbito ecológico, sino analizada desde una perspectiva integradora que tome en cuenta la importancia de la cultura y la sociedad. Es decir, recuperar los sistemas de conocimientos y prácticas tradicionales de convivencia con la naturaleza basadas en el respeto y cuidado de la madre tierra (Gómez, 2000).

La educación debe estar vinculada a la reflexión de la problemática ambiental local y debe generar alternativas y transformaciones concretas en las prácticas –que la misma escuela realiza– que mejoren la situación ambiental. Por lo tanto, debe ser un ejercicio académico y práctico en constante cambio orientado hacia la construcción de valores éticos y la resignificación de las prácticas cotidianas que deterioran el ambiente. Con esto mismo se pretende enfatizar la necesidad de modificar los comportamientos del ser humano desde su interior “con el fin de lograr una sociedad más comprometida con el ambiente” (Batllori, 2008).

Los parques y las Áreas Naturales Protegidas en Campeche no sólo deben cumplir un papel recreativo o informativo sobre la importancia del ambiente, sino fundamentalmente de acción para la conservación, de tal forma que los visitantes asuman una responsabilidad social sobre el cuidado de los recursos naturales, independientemente de don-



Foto: Juan Carlos Velasco Santos.

de provengan. Mediante la planeación participativa y la investigación que involucre a la población en el manejo y conservación de dichos recursos se estaría contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales sin que signifique una amenaza o daño ambiental (Méndez y Montiel, 2007).

Los elementos de la cosmovisión de la cultura maya deben estar presentes en los procesos educativos desde un enfoque intercultural, de tal forma que se pueda vincular saberes y prácticas culturales con los nuevos retos para la conservación.

CONSIDERACIONES FINALES

Si el objetivo es que la ciudadanía tenga respeto hacia los recursos naturales, entonces le compete a las instituciones educativas reflexionar críticamente al respecto, tomar conciencia de su papel y modificar sus propios hábitos. Esto como condición fundamental para transitar de

un modelo educativo que informa sobre la problemática ambiental, a uno que reflexiona, propone y transforma sus prácticas. Desde luego, la necesidad del cambio hacia su propio interior no sólo incumbe a las instituciones, sino también a las personas, en su carácter individual y su condición social.

Las acciones orientadas a garantizar la sustentabilidad ambiental implican transformar nuestras formas de pensamiento, modificar la relación con nuestro entorno y con nosotros mismos, asumir que los factores económicos, políticos y socioculturales propician el deterioro ambiental. Es decir, se trata de un fenómeno complejo y multi causal y en esa perspectiva debe ser analizado.

La educación ambiental debe ser un ejercicio de crítica y reflexión permanente acerca de nuestra manera de ver y actuar en el mundo. La Naturaleza y la Sociedad no son mundos separados: el respeto, la conservación, uso racional de los recursos naturales son valores que se construyen en una relación recíproca que afecta y favorece en ambos sentidos a uno y al otro.

La diversidad cultural, ambiental, productiva y social en Campeche debe ser la base para la construcción de nuevas posibilidades de entender la relación con la naturaleza. En consecuencia, la educación ambiental tiene que partir desde las realidades y problemáticas ambientales locales como base para construir nuevas alternativas y resignificar dicha relación basada en criterios o valores de respeto, equidad, armonía y democracia.

REFERENCIAS

- Batllore, A., 2008. La educación ambiental para la sustentabilidad: Un reto para las universidades, México. CRIM, UNAM.
- Gómez, M., 2000. Saber indígena y medio ambiente: Experiencias de aprendizaje comunitario. p. 253-291. En: E. Leff (coord). La complejidad ambiental, México: Siglo CICH-UNAM, PNUMA editores, CICH-UNAM, PNUMA.
- González, G., 2007. Educación ambiental, México. UANL-IIS, Plaza y Valdés.
- Harvey, C., y J., Sáenz (eds.), 2007. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO).
- Leff, E. (Coord.), 2000. La complejidad ambiental, México: Siglo XXI editores, CICH-UNAM, PNUMA.
- Martínez, J. y A. Fernández (comps.), 2004. Cambio climático: una visión desde México, México: INE-SEMARNAT.
- Méndez, F., y S. Montiel, 2007. Diagnóstico preliminar de la fauna y flora silvestre utilizada por la población maya de dos comunidades costeras de Campeche. México, *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*, 23(2): 127-139 (www.ujat.mx/publicaciones/uciencia).
- Toledo, V., 1999. Utopía y Naturaleza. El nuevo movimiento ecológico de los campesinos e indígenas de América Latina. *Nueva Sociedad*, 122: 72-85.
- Valverde, T., *et al.*, 2007, Ecología y Medio Ambiente, México: UNAM, Pearson Educación.
- Vidal, R., J. Bello y G. Rhode, 2006. Análisis de los contenidos sobre ciudadanía ambiental global en el currículo de educación básica en México. México: Comisión de educación y comunicación de la UICN.

Panorama de salud, enfermedad y muerte

*Guadalupe del Carmen Álvarez-Gordillo
y José Eugenio Dorantes-Jiménez*

ESPERANZA DE VIDA

La esperanza de vida al nacer de la población de Campeche se ha incrementado de 70.6 años en 1990, a 74.6 años en el 2006 (tabla 1). El incremento ha variado entre uno y tres puntos porcentuales, excepto de 1990 a 1991 con un incremento de 6 puntos para hombres y mujeres (Sistema Nacional de Información en Salud, 2006).

El incremento en la esperanza de vida en Campeche, al igual que el resto de la República Mexicana, está relacionado con la mejora en la salud de la población, reducción de la mortalidad infantil, y la modificación del número, distribución y causas de enfermedad.

MORTALIDAD

La tasa de mortalidad general en Campeche para 1987 era de 4.5 por cada 1 000 habitantes; en el 2006, la tasa fue la misma, con pequeñas variaciones en estos 20 años (Sistema Nacional de Información en Salud, 2006). Aunque se ubica por debajo de la tasa nacional, y con el registro más bajo, de 3.6 en el 2001, no se aprecia un descenso importante en esta variable. La mortalidad infantil se ha reducido considerablemente y se refleja en las muertes de menores de un año por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal, malformaciones congénitas, accidentes e influenza y neumonía, principalmente. La tendencia descendente de la mortalidad infantil es considerada como un magnífico indicador del nivel de salud y, sobre todo, del nivel de bienestar y de vida de la población, debido a las condiciones socioeconómicas imperantes en un tiempo y un lugar determinado. Asimismo, se observa una incidencia en la calidad de la atención prenatal y ginecológica, el cuidado postnatal del niño; pero también la mayor capacidad de la madre en el cuidado de los infantes y la mejoría en las condiciones sanitarias del hogar (Subsecretaría de Prevención y Promoción a la Salud, 2007). El aumento en el nivel de escolaridad de las

Tabla 1. Esperanza de vida al nacer, estado de Campeche, 1990-2006. Sistema Nacional de Información en Salud 2006.

Año	Hombres (promedio en años)	Mujeres (promedio en años)	Promedio de hombres-mujeres
1990	67.6	73.5	70.6
1991	68.2	74.1	71.1
1992	68.5	74.4	71.5
1993	68.8	74.7	71.8
1994	69.1	74.9	72
1995	69.4	75	72.2
1996	69.7	75.3	72.5
1997	70.1	75.5	72.8
1998	70.4	75.7	73.1
1999	70.7	76.1	73.4
2000	71	76.3	73.7
2001	71.3	76.6	74
2002	71.5	76.8	74.2
2003	71.7	76.9	74.3
2004	71.8	77	74.4
2005	71.9	77.1	74.5
2006	72	77.2	74.6

futuras madres y el acceso a servicios básicos de salud seguramente garantizan que las diferencias disminuyan en lugar de aumentar.

Las causas de muerte han variado en cuanto a la incidencia de enfermedades infecciosas intestinales, crónicas y degenerativas así como las lesiones. Mientras que en 1987, un gran porcentaje de las enfermedades como causa de muerte eran infecciosas y parasitarias, para el 2006 éstas representaron menos del 10%; por el contrario, las enfermedades del aparato circulatorio, diabetes y cirrosis pasaron de 22.6 a 36.3% (Instituto Nacional de Salud Pública, 1997; Sistema Nacional

de Información en Salud, 2006). Las enfermedades infecciosas intestinales son las que presentaron un mayor descenso de 28.7 por 100 000 habitantes en 1987, a 2.65 en el 2006.

Campeche ha sido en los últimos 15 años el Estado de mayor cobertura de vacunación en México, con lo que se ha logrado abatir la mortalidad por enfermedades prevenibles por vacunación, erradicándose la poliomielitis y la viruela. Al 2004, Campeche y Tabasco eran los únicos estados que presentaron el 100% de los esquemas de vacunación completos en menores de 5 años (Secretaría de Salud, 2004).

El perfil de muerte ha cambiado, originado por otras enfermedades como el SIDA y el cólera. De 1985 al 2008 (semana 27), se registraron 939 casos acumulados de SIDA, 196 (20.87%) corresponden a mujeres y 743 (79.13%) a hombres; del total 426 (45.34%) habían fallecido al final del periodo mencionado (Centro Estatal para la Prevención y Control del VIH-SIDA, 2008). De los padecimientos crónicos, el cáncer es el que más relevancia ha tenido en los últimos años, por lo tanto es una enfermedad que demanda atención especial. En el año de 1987, se registraron 214 defunciones y 319 en 1999 como consecuencia de tumores malignos (corresponde a una tasa de 45.8 por 100 mil habitantes). En los años siguientes se ha presentado un incremento importante en el número de defunciones por tumores, y durante el 2006 se registraron 436 muertes con una tasa de 57.8 por 100 000 habitantes (Sistema Nacional de Información en Salud, 2006). También se han incrementado, hasta ocupar los siguientes lugares como causantes de muerte, la enfermedad isquémica del corazón, la diabetes mellitus, la cirrosis y las enfermedades cerebrovasculares, todas ellas reúnen el 36.3% del total de las causas de muerte en 2006.

Resulta importante para el Estado el incremento de los suicidios, el alcoholismo y accidentes de tránsito (Sistema Nacional de Información en Salud, 2006). El suicidio es la parte más visible de un problema con amplias conexiones sociales, psicológicas y personales que

reflejan el incremento de las enfermedades mentales –que además son más complejas y caras– aquejan a la población (Puentes-Rosas *et al.*, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2006). Anteriormente, las cifras oficiales reportaban que los suicidios ocurrían sobre todo en hombres mayores de 65 años, pero en años recientes se ha observado un aumento de muertes por esta causa en mujeres de 11 a 20 años, grupo que triplicó su tasa de mortalidad de 1990 al 2000 (González-Forteza, 2002).

Las muertes por suicidio en México se han incrementado; en 1980 se presentaron 672 suicidios, en 1990 fueron 1 405 y en el 2002 se registraron 3 089; en estos 20 años se incrementó 459%. Respecto a la mortalidad calculada por entidad en la República Mexicana, Yucatán, Campeche y Tabasco reportan las cifras más altas (Borges, 1996; Gutiérrez, 2006).

En México, los suicidios entre los jóvenes son más frecuentes y se ha incrementado principalmente debido a problemas de comunicación con sus padres, a depresiones sentimentales, así como a problemas escolares y económicos. En los últimos años son las mujeres las que más han optado por quitarse la vida. Entre 1990 y 2000 la tasa de mortalidad por suicidios se duplicó en el grupo de 11 a 19 años, con un incremento todavía más marcado entre las mujeres. Según Puentes-Rosas *et al.* (2004), cualquier estrategia encaminada a disminuir la mortalidad por suicidios debe necesariamente identificar las causas de la desesperanza en los jóvenes, combatir el creciente consumo de drogas e identificar los grupos de alto riesgo.

En un estudio realizado en una escuela preparatoria de la Universidad Autónoma de Campeche, se encontró que 57.4% de los jóvenes tenía ideas suicidas, 13.2% había intentado suicidarse alguna vez; 11.7 de una a dos veces y 7% más de 4 veces, en forma pasiva 9.6% y el 8.8% de los casos los padres y hermanos habían también intentado suicidarse (Cach Quen, 2005).



CAUSAS DE ENFERMEDAD

En cuanto a las causas de enfermedad más frecuentes, las enfermedades respiratorias agudas e infecciones intestinales, amibiasis, helmintiasis y ascariasis ocupan los primeros lugares en el estado de Campeche (Sistema Nacional de Información en Salud, 2006). El avance en términos de la reducción de estas enfermedades, es similar al perfil epidemiológico nacional; sin embargo, se han incrementado los problemas por obesidad, diabetes e hipertensión arterial (Instituto de Servicios Descentralizados de Salud Pública del Estado de Campeche, 2005).

Según las tasas de enfermedad por causa específica, el dengue, la desnutrición leve, la tuberculosis, la hipertensión y diabetes, se han incrementado de 1987 al 2007. En el caso del dengue para el mismo período, se habían presentado casos de dengue clásico todos los años, haciendo su aparición el dengue hemorrágico en 1990. Para los años del 2004 a 2007, se presentaron respectivamente 26, 93, 83 y 217 casos de dengue clásico así como 4, 18, 7 y 7 casos de dengue hemorrágico. Los municipios más afectados han sido Calakmul, Carmen y Escárcega (Boletín Epidemiológico de Campeche, 2007) Además, persisten enfermedades como la leishmaniasis o “ulcera de los chicheros” que consiste en lesiones en piel o mucosas ocasionadas por picadura de mosquitos, de alta incidencia regional con un total de 66 y 77 casos en Campeche, en 2006 y 2007, respectivamente (Boletín Epidemiológico de Campeche, 2007). Aun cuando las enfermedades transmitidas por vectores (insectos), como el dengue y el paludismo no figuran dentro de las 10 principales causas de morbilidad en la entidad, por las características climáticas y geográficas propias del estado, representan un riesgo importante de salud pública. Las condiciones para la presencia de criaderos de mosquitos incrementa el riesgo de transmisión de estas patologías, lo que a su vez aumenta la posibilidad de que se presenten las formas severas de estas enfer-

medades y repercute en la mortalidad de la población, así como en el desarrollo económico de la entidad por ausentismo laboral ante la presencia de estas enfermedades, especialmente dengue y paludismo en sus modalidades de dengue hemorrágico y paludismo en su forma grave producida por el parásito *Plasmodium falciparum*.

En general, el grado de contaminación del ambiente y las condiciones sanitarias alrededor de las aguas contaminadas con basura, y la excreta humana y animal, determinan las condiciones de salud de la población asociadas al ambiente. Por ser Campeche una entidad costera, los habitantes manifiestan mayor número de casos de infecciones respiratorias agudas así como de asma, posiblemente debido a la humedad del ambiente, donde el polvo intradomiciliario tiene grandes posibilidades de penetrar en las vías respiratorias en forma de partículas suspendidas. La frecuencia de asma, también se ha atribuido, al empleo de sistemas de aire acondicionado que guardan una gran cantidad de polvo y hongos que actúan como factores desencadenantes de las crisis (Dirección General de Salud Ambiental, 2002).

Los daños provocados por los huracanes, que generan inundaciones y las sequías, se han intensificado en años recientes como consecuencia de las alteraciones climáticas como el fenómeno del niño. Asimismo, los períodos de tiempo entre un huracán y otro, con relación al pasado, se han reducido (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, 2001). Campeche, en los últimos veinte años, ha sido afectado severamente por cuatro huracanes: Gilberto, Opal, Roxana e Isidoro; además de las depresiones y tormentas tropicales que cada año afectan la zona y provocan inundaciones (López-Chan, 2007).

El sistema de salud, ha tenido una gran capacidad de respuesta en los casos de desastres. Después del huracán Opal en 1995, se empezó a desarrollar un modelo de atención a las poblaciones afectadas por estos desastres y poco después fue adoptado, a sugerencia de la Organización Panamericana de la Salud, en varios países centroamericanos

como consecuencia del huracán Mitch. Las brigadas de salud jugaron un papel extraordinario en Centroamérica y ayudaron, como pocos, a mitigar los efectos devastadores de ese huracán. Asimismo funcionó en 1999 durante los terremotos de Puebla y Oaxaca; en la depresión tropical que afectó a Tabasco, Campeche y Veracruz, y en los más recientes casos en Yucatán, Nayarit y Colima. El área afectada por esos fenómenos es mayor a la superficie de varios países, y la población atendida en su conjunto sobrepasa los 10 millones de personas (De la Fuente, 2004)

TENDENCIAS Y RECOMENDACIONES

El perfil de salud-enfermedad-muerte de Campeche, es posible considerarlo como una transición epidemiológica no avanzada. Los servicios de salud han logrado avances considerables en el control de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, es alarmante que la mortalidad por enfermedades no transmisibles continúe aumentando sobre todo, respecto al cáncer, así como a las enfermedades cardiovascular y la diabetes. A partir de 1980 la mortalidad por lesiones/accidentes muestra una tendencia ascendente; de especial interés y atención urgente son los suicidios en jóvenes.

El fortalecimiento de los servicios de salud y la participación de la comunidad, serán imprescindibles en un futuro donde se acrecentará el impacto del perfil presentado, pero además los daños a la salud y a los proyectos de vida de la población se verán afectados por desastres relacionados a eventos de origen natural, como es la presencia más frecuente de huracanes en Campeche.

REFERENCIAS

- Cach Quen, AC., 2005. Diagnóstico de actitudes suicidas en adolescentes y su apoyo en la actividad tutorial. Presentación Power Point, Universidad Autónoma de Campeche. Consulta: 30 de junio del 2008. <http://www.tutorias.uady.mx/presentacion/PopolVuh1/29deNoviembre/DiagnosticoDeActitudesSuicidas.ppt>
- Centro Estatal para la Prevención y Control del VIH-SIDA, 2008. Panorama epidemiológico del VIH-SIDA en Campeche. Instituto de Salud de Campeche, Camp. Consulta: 25 de mayo del 2009. <http://www.saludcampeche.gob.mx/coesida/BOLETIN170708.pdf>
- De la Fuente, JR., 2004. La salud en un México en transición. *Salud Pública de México*, 46(2):164-168.
- Dirección General de Salud Ambiental, 2002. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Primer diagnóstico de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud. 105 p.
- González-Forteza C., J. Villatoro, I. Alcántara, ME. Medina-Mora, C. Fleiz, P. Bermúdez, y N. Amador, 2002. Prevalencia de intento suicida en estudiantes adolescentes de la Ciudad de México: 1997-2000. *Salud Mental*, 25(6):1-12.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, 2001. Los cambios observados en el sistema climático. En Tercer informe de evaluación Cambio Climático 2001, la base científica. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. 94 p.
- Gutiérrez, G.A., C. M. Contreras. y R. R. Orozco, 2006. El suicidio, conceptos actuales. *Salud Mental*, 29(5): 66-74.
- Instituto de Servicios Descentralizados de Salud Pública del Estado de Campeche, 2006. Salud Pública 74. Serie histórica. 1994 – 2005. Gobierno del Estado de Campeche. Consulta: 27 de mayo del 2009. camp.gob.mx/C10/C3/Cali/Document%20Library/t369074.pdf

Instituto de Servicios Descentralizados de Salud Pública del Estado de Campeche, 2009. Subdirección de Salud Pública. Departamento de Epidemiología. Boletín epidemiológico. Informe semanal de casos de dengue clásico y hemorrágico, hasta semana 53 del 2008. 16 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2007. Suicidios registrados por entidad federativa y sexo según medio empleado. Consulta: 17 de mayo del 2009. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mvio39&s=est&c=14308>

Instituto Nacional de Salud Pública, 1997. Principales resultados de la estadística sobre mortalidad en México, 1996. *Salud Pública de México*, 39(5): 486-92.

López-Chan, O.A., 2005. Protección Civil, un Compromiso Compartido: Ayuntamiento-Comunidades Rurales. Programa Ganador de la Edición 2005 del Premio Gobierno y Gestión Local. Consulta: 27 de mayo del 2009 [innova.fox.presidencia.gob.mx/archivos/3/7/2/1/files/archivos/sip-4226.pdf](http://www.innova.fox.presidencia.gob.mx/archivos/3/7/2/1/files/archivos/sip-4226.pdf)

Puentes-Rosas, E., L. López-Nieto, y T. Martínez-Monroy, 2004. La mortalidad por suicidios: México 1990-2001. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 16(2):102-9.

Rodríguez, R., 2004. Jóvenes recurren más al suicidio. *El Universal*, 20 Dic. 2004. Consulta el 2 de julio del 2008.

Secretaría de Salud, 2004. Indicadores de Morbilidad 2004. Dirección General de Información en Salud. Boletín de Información Estadística Vol I y III.

Secretaría de Salud, 2005. Panorama Epidemiológico del dengue y dengue hemorrágico en entidades federativas. Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud. Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades. Dirección General de Epidemiología.

Sistema Nacional de Información en Salud, 2004. Indicadores básicos de Salud. Indicadores demográficos. Subsecretaría de Innovación y Calidad. Dirección General de Información en Salud. Consulta: 15 julio del 2008. http://sinais.salud.gob.mx/indicadoresbasicos/ibs_demog2000-2004.xls

Sistema Nacional de Información en Salud, 2006. Base de datos en formato de cubos dinámicos. Mortalidad de 1987 al 2006. Consulta: 20 de junio del 2008. <http://sinais.salud.gob.mx/interior/mortalidad/>

Subsecretaría de Prevención y Promoción a la Salud, 2009. Reducción de la Mortalidad Infantil. Programa de acción específico 2007-2012. Secretaría de Salud, México, D.F. Consulta: 25 de mayo del 2009. http://www.spps.salud.gob.mx/descargas/programas/05_papronaremi.pdf

La salud y la enfermedad en la población indígena

Laura Huicochea Gómez

ANTECEDENTES

De acuerdo al Consejo Nacional de Población (2000), la población indígena total en México es de aproximadamente 12.7 millones, esto es un poco más del 10 por ciento de la población total, lo que ubica a México como el país con la población indígena más numerosa y diversa de América (SSA, 2001).

La diversidad cultural puede percibirse en la existencia de más de 60 lenguas, agrupadas en familias lingüísticas y dialectos. En el país existen numerosos hablantes de náhuatl con 1.4 millones (23.9%), del Maya (13.2%), el Zapoteco (7.5%), el Mixteco (7.4%), el Tzotzil (4.9%), el Otomí (4.8%), el Tzeltal (4.7%), el Totonaca (4.0%), el Mazateco (3.2%), el Chol (2.5%) y el Mazahua (2.2%) (INEGI, 2000).

Los estados del centro-sur-sureste del país, concentran 80% de la población indígena y de manera específica, Yucatán presenta la mayor cantidad de población de cinco años o más, hablante de alguna lengua indígena (37.3%).

En Campeche la zona maya de extracción mayoritariamente indígena corresponde a la región noreste del estado. Abarca un área de 11 640.83 km², lo que representa 20.47% de la superficie total de la entidad. Está integrada por los municipios de Hopelchén, o región de Los Chenes y Calkiní, Hecelchakán y Tenabo, o región del Camino Real, localizada en la costa norte del Estado (Gómez, 2001). Aunque se sabe que existen numerosos pueblos de origen maya asentados en otros municipios como Campeche, Champotón, Carmen, Candelaria, Escárcega, Palizada y Calakmul.

De los 89 084 hablantes de lengua indígena en el estado de Campeche (13.2%) la inmensa mayoría (77.7 %) habla Maya (62 249 habitantes) (INEGI II Censo de Población y Vivienda 2005)

En Campeche la población maya alcanza los 69 249 habitantes equivalente al 77.7% del total del Estado (INEGI II Censo de Población y Vivienda 2005)

Campeche presenta el octavo lugar a nivel nacional en índice de marginación y es el municipio de Calakmul el que presenta más problemas (CONAPO, 2005) (tabla 1). Para definir los índices de marginación se toman en cuenta la población analfabeta de 15 años o más; los ocupantes de viviendas sin drenaje, sin servicio sanitario exclusivo, sin energía eléctrica, sin agua entubada y que viven en condiciones de hacinamiento, y aquellos que habitan en hogares con piso de tierra y con ingresos de hasta dos salarios mínimos.

Las poblaciones asentadas en esta región habitan en zonas con gran diversidad biológica y cultural; son regiones con importantes recur-

sos turísticos, hídricos, forestales y una larga y sólida cultura milenaria. Poseen una rica flora médica de las más importantes del mundo (Hersch, 1996; Anderson *et al.*, 2005) y una importante medicina tradicional y doméstica (Villa Rojas, 1981; Gubler, 1991; Güemez, 2000; Zolla, 2004; Ruz, 2006).

MARGINALIDAD EN SALUD

Desgraciadamente no se cuentan con datos muy precisos para evaluar las condiciones de salud de la población indígena y de manera general se conocen las causas de muerte a nivel nacional (tabla 2).

Las cinco principales causas de mortalidad a nivel nacional corresponden a enfermedades no transmisibles y en la población indígena hay tres enfermedades infecciosas que se mantienen dentro de las primeras causas de muerte: infecciones gastrointestinales, la influenza y la neumonía. En la población indígena de Campeche, las diferencias más importantes en cuanto a causas de mortalidad se encuentran en

Tabla 1. Población total, índice y grado de marginación y lugar que ocupa el municipio en el contexto estatal de Campeche para el año 2005.

Entidad federativa / Municipio	Población total	Índice de Marginación	Grado de Marginación	Lugar que ocupa en el contexto estatal
Campeche.	754 730			
Calakmul.	23 814	0.97178	Alto	1
Candelaria.	37 006	0.61994	Alto	2
Hopelchén.	34 687	0.28033	Alto	3
Palizada.	8 290	0.12107	Alto	4
Tenabo.	9 050	-0.04663	Alto	5
Chamotón.	76 116	-0.23087	Medio	6
Escárcega.	50 106	-0.24079	Medio	7
Calkiní.	49 850	-0.24762	Medio	8
Hecelchakán.	29 973	-0.27345	Medio	9
Carmen.	199 988	-1.062287	Bajo	10
Campeche.	238 850	-1.30505	Muy bajo	11

Estimaciones del CONAPO con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005, y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) 2005, IV Trimestre.

Tabla 2. Mortalidad en población Indígena por causas seleccionadas.* Nacionales e indígenas. Fuente: SSA, 2001

Causa	Nacional	Indígena
Diabetes mellitus.	36%	16%
Tumores.	53%	33%
Enfermedades del corazón.	69%	46%
Cirrosis.	24%	23%
Neumonías.	22%	29%
Tuberculosis.	4%	9%
Materna.	4%	14%
Diarreas.	11%	34%

*Tasa por 100 000 habitantes.

la tuberculosis pulmonar, que es más del doble de la nacional, y las diarreas y mortalidad materna que son tres veces más altas que a nivel nacional (SSA, 2001). Hay una prevalencia elevada de las llamadas patologías de la pobreza, entre las que destacan el cólera, tuberculosis, paludismo, dengue, lepra, además de enfermedades como diabetes mellitus, cáncer e hipertensión arterial y el alcoholismo que sigue siendo un grave problema social para las poblaciones indígenas.

Entre las acciones para conocer aún más a las condiciones de salud de la población se recomiendan los datos reportados sobre las condiciones socioeconómicas desiguales, acceder los servicios de salud y ubicar la desnutrición en población infantil menor de 5 años, por ser éste el grupo poblacional más sensible al impacto de condiciones materiales y sociales de vida deficientes.

En México la mortalidad descendió a partir de 1930, pero a pesar de ello, en la actualidad hay una marcada diferencia entre la población indígena en comparación con la población en general. En 1995 la esperanza de vida al nacimiento de los indígenas se calculaba en 69.5 años (67.6 para hombres y 71.5 para mujeres) mientras que para el resto de la población la cifra era de 73.7 años (71.4 y 76 respectivamente). Esto equivale a un nivel de mortalidad 30% superior en los indígenas, aunque más marcada en las mujeres (36%) que en los hombres (25%) (CONAPO, 1998).

ACCESO A LAS INSTITUCIONES OFICIALES DE ATENCIÓN A LA SALUD

De acuerdo a los registros estadísticos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Campeche presenta los municipios con mayor presencia de población maya porcentajes de atención a la salud por debajo del 38.4% estatal. Calkiní es el municipio que presenta mas atención que cualquiera (26.5%) y Hopelchén

es el más bajo (14.9%) (INEGI Censo del año 2000). Las razones son materia de investigación y actualización de información. Se necesita abundar en las circunstancias y razones que participan en las causas de la enfermedad y la muerte y en la búsqueda o no de atención en estas instituciones que otorgan el servicio. Sin olvidar que la población busca y utiliza sistemas alternativos con los que la medicina alopática convive y compite.

Una de las tantas circunstancias que participan en la problemática de continuar o no un tratamiento prescrito por el sector salud es la falta de recursos económicos; comúnmente la economía familiar resulta insuficiente para continuar tratamientos costosos y prolongados. Aunado a lo anterior los servicios de salud en comunidades rurales son variables y a veces sólo se cuenta con casas de salud atendidas por promotores, aunque en otras poblaciones existen pequeños centros de primer nivel de atención que es el sitio de entrada al sistema de salud



Foto: Laura Huicochea Gómez, Ecosur

institucional. Algunos de estos centros son atendidos por un médico y una enfermera las 24 horas del día y varía de un lugar a otro en el número y tipo de medicamentos y vacunas. Cuando se requiere hospitalización o atención mayor por alguna enfermedad de gravedad, los pobladores suelen acudir a los hospitales municipales que muchas veces se encuentran distantes de sus lugares de residencia.

Desnutrición en la infancia

La desnutrición es un problema de salud pública en México que produce efectos negativos en la funcionalidad física e intelectual de la persona y aumentando el riesgo de padecer varias enfermedades. Gracias a los trabajos de Ramos Galván en la ciudad de Mérida en 1938, el estudio sobre la desnutrición y desarrollo infantil realizado en Tezonteopan Puebla (Chávez y Martínez, 1980) y a un trabajo de investigación en campo en el estado de Morelos a través del Programa Integral de Apoyo a la Nutrición (PIAN) en 1994, se comprueba la sinergia entre la desigualdad social o pobreza y la elevada prevalencia de desnutrición. Dentro de todo el complejo social marginal, la niñez es el estrato más sensible en la vida del individuo y el que manifiesta de manera fiel cualquier impacto social (Ávila, 1994).

En la población indígena de México, los niños menores de 5 años presentan en general desnutrición crónica, que se manifiesta por retraso en el crecimiento. La Encuesta Nacional de Nutrición (1999) mostró que 17.7% de los niños menores de 5 años tiene una talla baja. Este retraso en el crecimiento es casi tres veces más frecuente en las zonas rurales y cuatro veces mayor entre los niños indígenas. Se estima que los niños desnutridos pierden entre 12 y 15% de su potencial intelectual, corren entre ocho y 12 veces mayor riesgo de contraer enfermedades infecciosas y son más propensos a padecer enfermedades crónico-degenerativas. Asimismo, la desnutrición es un riesgo para la salud en las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia.

Cerca del 40% de las mujeres indígenas tiene anemia, lo que aumenta la probabilidad de complicaciones durante el embarazo o de dar a luz a niños prematuros o con bajo peso al nacer (Programa Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas 2001-2006).

En 2003, investigadores del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNZN) definieron un indicador denominado el Índice de Riesgo Nutricional por Municipio, que incluye 14 variables, agrupadas en tres bloques: estadísticas vitales (indicadores de mortalidad), sociales (de pobreza y marginación), y antropométricas (déficit de talla). Así mismo, este índice identifica los núcleos sociales de máxima prioridad de atención y establece cinco categorías: riesgo nutricional bajo, moderado, alto, muy alto y extremo (las tres últimas se consideran graves) (Roldan *et al.*, 2003)



Foto: Yolanda Candelaria Chi Moo.

En esta clasificación, 70% de los municipios del país –que concentran 30% de la población– tienen problemas graves de nutrición y son justamente los municipios rurales, cuya delimitación geográfica empata con las zonas indígenas. En el nivel estatal, hay ocho entidades con riesgo nutricional grave: Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Yucatán, Hidalgo, Puebla y Campeche.

Campeche es el estado que más empeoró su situación nutricional entre 1990 y 2000 (pasó de riesgo moderado a riesgo alto en el promedio estatal y no tiene ningún municipio en riesgo bajo). En 2000 se creó el municipio de Calakmul, con 23 mil habitantes, el único con clasificación de riesgo extremo (Roldan *et al.*, 2003).

Los municipios de Calkiní, Hopelchén, Palizada, Tenabo y Candelaria presentan los índices de desnutrición denominados como “más altos “. Hechelchacán presenta igualmente indicadores “altos” y Ca-

lakmul es el más grave, con índices denominados por el estudio como “extremos” (tabla 3). Todos estos municipios son los que concentran el mayor porcentaje de población indígena maya.

Hace 40 años algunos municipios y regiones de Yucatán presentaban índices de desnutrición moderados en infantes. Actualmente forma parte de las regiones con los más altos índices de desnutrición en la infancia. Al parecer las condiciones ecológicas no son las causantes de estos niveles de desnutrición sino las condicionantes sociales y económicas, pues se tienen identificados los niveles de marginalidad graves que experimentan los poblados de esta región del país (Roldan *et al.*, 2003). Se requerirían estudios integrales que midan las distintas variables sociales, económicas y culturales para entender la situación de la desnutrición infantil en poblaciones sobre todo indígenas y rurales. Se necesitan estudios transversales y longitudinales que evalúen

Tabla 3. Índice de riesgo nutricional de los municipios en el estado de Campeche 1990, 1995 y 2000.
* Señala la inexistencia del municipio en el periodo y por tanto la ausencia de datos. Fuente: (Roldan *et al.*, 2003).

Municipio	1990				1995				2000			
	Riesgo nutricional		Lugar		Riesgo nutricional		Lugar		Riesgo nutricional		Lugar	
	Índice	Categoría	Estatad	Nacional	Índice	Categoría	Estatad	Nacional	Índice	Categoría	Estatad	Nacional
Calkin.	.64	Muy alto.	2	1 081	.45	Muy alto.	2	1 096	.45	Muy alto.	5	1 101
Campeche.	-10.06	Bajo.	9	2 174	-8.81	Medio.	9	2 119	-9.14	Medio.	11	2 140
Carmen.	-6.59	Medio.	8	1 861	-6.09	Medio.	8	1 835	-7.58	Medio.	10	1 986
Chamotón.	-.10	Muy alto.	4	1 160	-.02	Muy alto.	3	1 144	-1.36	Alto.	9	1 297
Hechelchacán.	-.34	Alto.	5	1 192	-.75	Alto.	5	1 223	-.90	Alto.	8	1 259
Hopelchén.	5.35	Muy alto.	1	606	5.24	Muy alto.	1	589	3.94	Muy alto.	3	744
Palizada.	.22	Muy alto.	3	1 126	-.80	Alto.	6	1 226	-.04	Muy alto.	6	1 166
Tenabo.	-.55	Allto.	6	1 209	-.49	Alto.	4	1 194	1.43	Muy alto.	4	1 003
Escárcega.	-2.30	Alto.	7	1 395	-1.19	Alto.	7	1 260	-.81	Alto.	7	1 253
Calakmul.	*	*	*	*	*	*	*	*	11.20	Extremo.	1	237
Candelaria.	*	*	*	*	*	*	*	*	6.30	Muy alto.	2	549

el estado de desnutrición de grupos de edad específicos y de la población en general.

EPIDEMIOLOGÍA SOCIOCULTURAL MAYA

Paralelo al proceso de la salud y la enfermedad registrada y atendida por el sector salud está otra realidad. Las estrategias de atención a la salud doméstica (prácticas curativas realizadas regularmente por las madres de familia) y tradicional (prácticas realizadas por curanderos) son dos sistemas que operan en la realidad de las poblaciones indígenas de México, debido a que hay otras enfermedades, causas y tratamientos que desconoce la medicina alopática. Actualmente no hay un registro sistematizado, que recupere a profundidad los conocimientos, creencias y prácticas curativas de la diversidad de grupos indígenas y familias asentadas en Campeche. Las creencias y prácticas de estos grupos se fundamentan en todo un desarrollo histórico y sociocultural dinámico. Lo que hoy se reconoce como medicina tradicional es el producto de prácticas y creencias prehispánicas, a las cuales se añaden conocimientos y prácticas europeas, africanas e incluso asiáticas, así como apropiaciones recientes de la medicina académica y otras corrientes terapéuticas contemporáneas. Son saberes y prácticas curativas y preventivas de los pueblos amerindios, un sistema de atención a la salud que tiene una estructura conformada por conocimientos y recursos humanos y terapéuticos propios. La medicina tradicional responde al contexto sociocultural de la población o grupo de referencia, basado en una manera de interpretar la vida, el cuerpo y el entorno de manera integral (Villa Rojas, 1980; Lozoya, 1987; De la Garza, 1990; García *et al.*, 1996; Faust 1998; Güemez, 2000; Hirose, 2008).

La obra “*La medicina tradicional de los pueblos indígenas de México*” procede de uno de los últimos registros a nivel nacional sobre la salud de la población indígena y sobre las demandas de atención a la salud por parte de población maya peninsular (Mellado *et al.*, 1994).

En esta obra se recopila y describe a los terapeutas y tratamientos. Por ejemplo, en el grupo maya peninsular de Campeche se entrevistaron a 54 curanderos, monolingües de ambos sexos pertenecientes a los municipios de Calkiní y Hopelchén. Se identificaron hace más de 10 años una variedad de infecciones gastrointestinales como diarreas, vómitos y parasitosis; los llamados síndromes de filiación cultural o enfermedades de la medicina tradicional como mal de ojo, cirro, aire, pasmos, susto, empacho y caída de mollera; enfermedades renales como mal de orín; problemas dermatológicos como sarna, granos, salpullido, sabañón, comezón en el cuerpo, hongos; aquellas que están relacionadas con el embarazo, parto y puerperio como esterilidad, amenaza de aborto, pasmo menstrual, trastornos menstruales, sobreparto, dolor de ovarios. Los problemas musculoesqueléticos como reumatismo, dolor de huesos, reumatismo, torceduras, artritis, gota. Las infecciones respiratorias como asma, bronquitis, tos, catarro, anginas, pasmo de catarro, tuberculosis, gripa, sinusitis, y una serie de demandas inespecíficas que nos dan una idea general de la diversidad y riqueza de formas de explicar la salud, la enfermedad y, por consecuencia, las prácticas curativas. Variedad de dolores en el cuerpo, fiebres, hinchazón, heridas, dengue, conjuntivitis, anemia, alcoholismo, golpes, neurosis, desmayo, flojera, sangría.

Las prácticas curativas tradicionales son aplicadas por hierberos, parteras, hueseros y/o sobadores. Los conocimientos se adquieren a temprana edad o de manera autodidacta, por la intervención divina, el don traído de nacimiento o la asistencia a cursos. También están los sacerdotes tradicionales, *los h'menoob*, que son mayoritariamente hombres. Las especialidades de éstos son la de rezador y curandero, su forma de diagnosticar la enfermedad es a partir de la adivinación. Atienden sobre todo problemas relativos a la vida religiosa y a las costumbres tradicionales de la sociedad maya. Son ritos mágico-religiosos referentes a las labores agrícolas, la salud y las enfermedades (Mellado *et al.*, 1994).

Las causas de mortalidad son afecciones gastrointestinales, es decir, la diarrea con vómito, disentería con calentura, el vómito con sangre, y calentura, los cólicos, la intoxicación, las lombrices en el estómago, derrame de bilis, dolor de vejiga. Asimismo, están las causas de muerte por infecciones respiratorias: pulmonía, asma, tos con sangre, neumonía, pasmo de catarro con calentura, pulmonía con sangre y tuberculosis. Los problemas de pre y posparto: mal parto, aborto, “placenta trabada”, mala posición de niño, cuando no nace la placenta, retraso del parto. También están los síndromes de filiación cultural como causas de muerte, es decir, el mal de ojo, ojo de borracho, hechizo, mal viento, susto, caída de mollera, pasmo, cirro, información que si bien está detectada no hay una investigación sistemática que concentre y evalúe causalidades, sintomatologías, tratamientos, la frecuencia en que se presentan y/o los recursos humanos que atienden estos males y su interacción, además de una evaluación de las problemáticas en su contexto social e histórico (Villa Rojas, 1981; Balam, 1987,1990; García *et al.*, 1996; Ruz, 2006; Hirose, 2008).

Finalmente algunas familias y sujetos de todas las edades procedentes de comunidades mayas peninsulares asentadas en el estado de Campeche mueren también de problemas de salud que no se relacionan con ninguno de los grupos anteriores: cáncer, tétanos, viruela, pelagra en niños, diabetes, vejez, mordedura de víbora, cirrosis, dolor de corazón, mal de orín, sarampión, nervios, paludismo, anemia, presión alta, presión baja, debilidad, accidentes, reuma, artritis, dolor de cuerpo, ataques, hidropesía, hipo, dolor de cuerpo y dolor de ovarios (Mellado *et al.*, 1994). Esta información sólo señala cuáles son los problemas de salud, de muerte de la población maya de dos municipios, qué tipo de curanderos participan, pero desconocemos con datos actualizados las causas, sintomatologías, diagnósticos, tratamientos y circunstancias que participan en la decisión de utilizar los recursos curativos que tienen estas poblaciones. Uno de los pocos resultados que identifica enfermedades, causas, tratamientos y las circunstancias

que participan al momento de decidir qué usar y con quién acudir o no al enfermar es el trabajo de Huicochea (2009). En esta investigación se identificó que la estrategia de atención más usada es la doméstica y que los recursos médicos alopáticos están presentes en todas las prácticas curativas. Regularmente las familias de Calakmul usan la medicina doméstica, tradicional y alopática de manera paralela y en ocasiones complementaria. Se experimenta con todos los sistemas de atención a la salud y de acuerdo a los resultados curativos que obtienen de uno y otro; por medio de sus saberes y creencias (las cuales son adaptables a nuevas circunstancias de vida) las familias encuentran la causa y el tratamiento más eficaz a sus enfermedades.



Foto: Saúl Zárate Rico.

OBSERVACIONES Y PERSPECTIVAS

Además de garantizar el acceso pleno de la población indígena a los servicios de salud se requiere promover y desarrollar los recursos locales, en particular la medicina indígena tradicional, dado que en la cotidianidad de estos grupos operan varias formas y realidades de atención a la salud (Zolla, 2004).

Urge generar planes de atención integrales que permitan la participación e inclusión de otros sistemas curativos, pues la atención a la salud es dinámica y las familias regularmente utilizan varios o todos los recursos que se encuentran en su contexto. Sin embargo, inicialmente se requiere un diagnóstico sobre las enfermedades, causas, sintomatología, tratamientos y usos de la medicina doméstica y tradicional en regiones y municipios de Campeche.

En la opinión de la misma Secretaría de Salud y en concordancia con lo aquí expuesto:

“Las estadísticas revelan sólo las causas de enfermedad diagnosticadas, pero no capturan el sentir indígena sobre las causas que afectan el equilibrio de salud-enfermedad, ni tampoco los eventos atendidos al margen de los sistemas institucionales de salud. Es necesario avanzar en la construcción de una auténtica epidemiología sociocultural (a través de estudios locales) que incluya tanto a las enfermedades recogidas por el sistema de salud como las llamadas tradicionales” (SSA, 2001).

REFERENCIAS

- Anderson E. N., C. J. Cauich, A. Dzib, G.S. Flores, G. Islebe, T.F. Medina., S. O. Sánchez, y P. Ch. Valdez, 2005. Las plantas de los Mayas: etnobotánica en Quintana Roo, México. CONABIO-ECOSUR.
- Ávila A. (coord.), 1994. Programa Integral de Apoyo a la Nutrición en el estado de Morelos. México, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. México
- Balam-Pereira, G., 1987. La Medicina Maya Actual. CINVESTAV-INI, Mérida, Yuc., 101pp.
- Balam-Pereira, G., 1990. La Medicina Tradicional en la Península de Yucatán. *Act Sociol.*, III: 55-70.
- Chávez A. y C. Martínez, 1980. Nutrición y Desarrollo infantil: un estudio eco-etológico sobre la problemática del niño campesino en una comunidad rural pobre. México Editorial Interamericana,
- CONAPO, 1998. La situación demográfica de México, 1997, Secretaría de Gobernación, Subsecretaría de población y de servicios migratorios, México.
- CONAPO, 2005. Estimaciones con base en el II Censo de Población y Vivienda 2005, y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) IV Trimestre.
- Faust, B.B., 1988. Cosmology and changing technologies of the Campeche maya. Ph. D. dissertation, Syracuse University.
- Faust, B.B., 1998. Cacao Beans and Chili Peppers: gender socialization in the cosmology of a Yucatec Maya Turing ceremony. *Sex roles*, 39 (7-8): 603-642.
- Garza de la, M., 1990. El hombre en el pensamiento religioso náhuatl y maya. Centro de estudios mayas, Cuaderno 14, UNAM, México.
- García, H., A. Sierra y G. Balam, 1996. Medicina maya tradicional. Confrontación con el sistema conceptual chino. Educación, cultura y ecología, A.C., México, 340 p.

- Gómez J.J., 2001. El Estado de Campeche, en Los Mayas de Campeche frente a la modernización, Gobierno del Estado de Campeche XXI 1997-2003, 41-52.
- Gubler, R., 1991. Concepts of Illness and the Tradition of Herbal Curing in the book of Chilán Balam of Nah. *Latina American Indian Literatures Journal*, 7(2): 192-214.
- Güémez Pineda, M., 2000. La concepción del cuerpo humano, la maternidad y el dolor entre mujeres mayas yucatecas. *Mesoamerica*, 39:305-332
- Hersch M. P., 1996. Destino Común: los recolectores y su flora medicinal, Colección biblioteca del INAH.
- Hirose L. J., 2008. El ser humano como eje cósmico: las concepciones sobre el cuerpo y la persona entre los mayas de la región de los Chenes, Campeche.
- Huicochea G. L., 2009. Experiencias y prácticas curativas de las familias de cuatro comunidades de Calakmul, Campeche. Búsqueda y uso de los recursos de atención alopáticos, tradicionales y domésticos, Estudios de Antropología Biológica Vol. 14, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Antropología e Historia y Asociación Mexicana de Antropología Biológica, México.
- INEGI, 2005. II Censo General de Población y Vivienda, 2005.
- INEGI, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. [Http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx](http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.aspx)
- Lozoya X., 1987. La medicina tradicional en México: balance de una década y perspectivas en El futuro de la medicina tradicional en la atención a la salud de los países latinoamericanos. México, CIESS. pp. 65-74.
- Mellado C. V. A. Sánchez, P. Femia, A. Navarro, E. Erosa, D.M. Bonilla, y M. S. Domínguez, 1994, La medicina tradicional de los pueblos indígenas de México, Vol. II, Instituto Nacional Indigenista, México.
- Programa Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 2001-2006, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Consultado en línea en :http://www.cdi.gob.mx/index.php?id_seccion=172
- Pastrana D., 2005. El mapa del hambre en México, <http://www.jornada.unam.mx/2005/06/26/mas-daniela.html>
- Ramos G. R., 1938. La mortalidad infantil en la ciudad de Mérida Yucatán. (Estudio de 1927 a 1938). Tesis para optar al grado de médico general, Universidad Nacional de México, 94 p.
- Roldán A. A. Ávila, A. Chávez, M. Álvarez, y M. Muñoz Teresa Shamah, 2003. Cambios en la situación nutricional de México de 1990 a 2000; A través de un índice de riesgo nutricional por municipio, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Sociedad Latinoamericana de Nutrición; México.
- Ruz M. H., 2006. Mayas, Pueblos indígenas del México Contemporáneo, Primera y segunda parte; Comisión nacional para el desarrollo de los pueblos indígenas, Programa de las naciones unidad para el desarrollo, México.
- SSA, 2001. Programa de Acción: salud y Nutrición para los pueblos indígenas, Subsecretaría de innovación y calidad, México.
- Villa Rojas A., 1980. La imagen del cuerpo humano según los mayas de Yucatán. *Anales de Antropología, II Etnología y Lingüística*, 17(2):31-46.
- Villa Rojas A., 1981. Terapéutica tradicional y medicina moderna entre los mayas de Yucatán. *Anales de Antropología, II Etnología y Lingüística*, 18(2): 13-28.
- Zolla, C., 2004. La salud de los pueblos indígenas de México, en http://www.crmsv.org/Presentaciones/Carlos_Zolla-Salud_en_Poblaciones_Indigenas.ppt



Foto: Acervo fotográfico del Consejo Local de Médicos Indígenas de los Chenes Hopelchen (COLMICH).



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

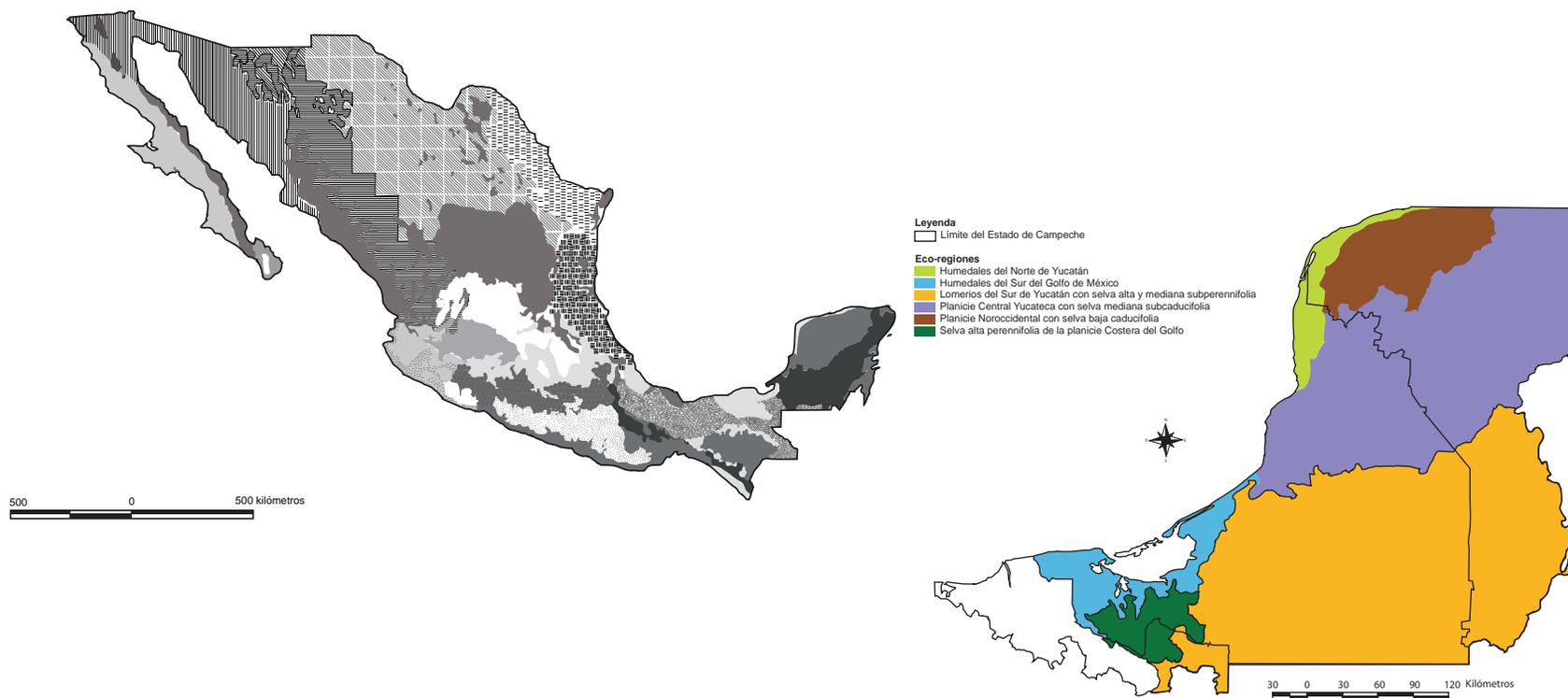


Figura 1. Eco-regiones para Campeche tomado de CONABIO (1998, mapa izquierdo): 1) selvas secas de la península de Yucatán, 2) selvas húmedas de la península Yucatán, 3) manglares de la laguna de Términos, 4) selvas húmedas Petén-Tehuantepec y 5) Pantanos de Centla, y CONABIO *et al.* (2007b, mapa derecho): 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 festucoides*, *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 zapote*), 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 sumichastri* (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

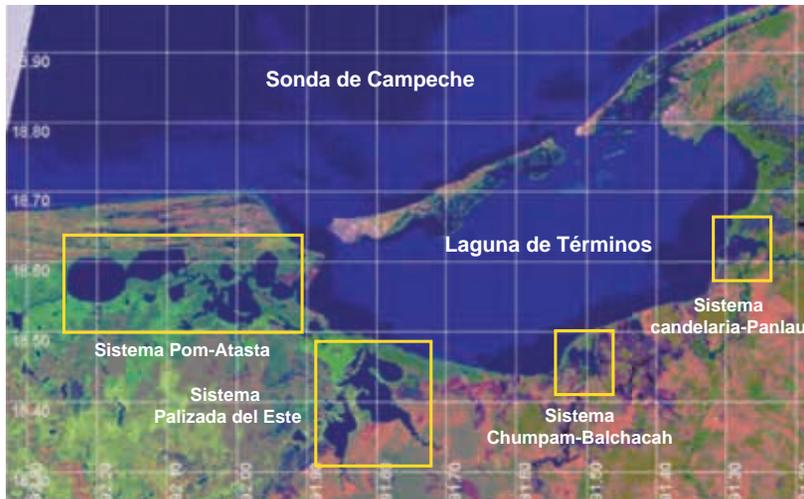


Figura 1. Laguna de Términos, y sus sistemas fluvio-lagunares-estuarinos. Imagen tomada de Ramos Miranda *et al.*, 2006.

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 Sak-olhom) (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-Alatraste, 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 $255\,350 \text{ ha}$.

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 Alatraste, 1992. Caracterización ecológica de la comunidad neotónica 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 Alatraste, 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 Alatraste, 1997. Abundancia y diversidad nictemeral 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 Alatraste, 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. Secretaria 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. Secretaria 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 lindeni* 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 bentica 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 flamingsos, 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).



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.
- Lerliche-Guzmán L.F., 2001. Isla del Carmen: La historia indecisa de un puerto exportado. El caso de la industria camaronesa (1947-1982). Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. (edición facsimilar).
- Martinez, 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.

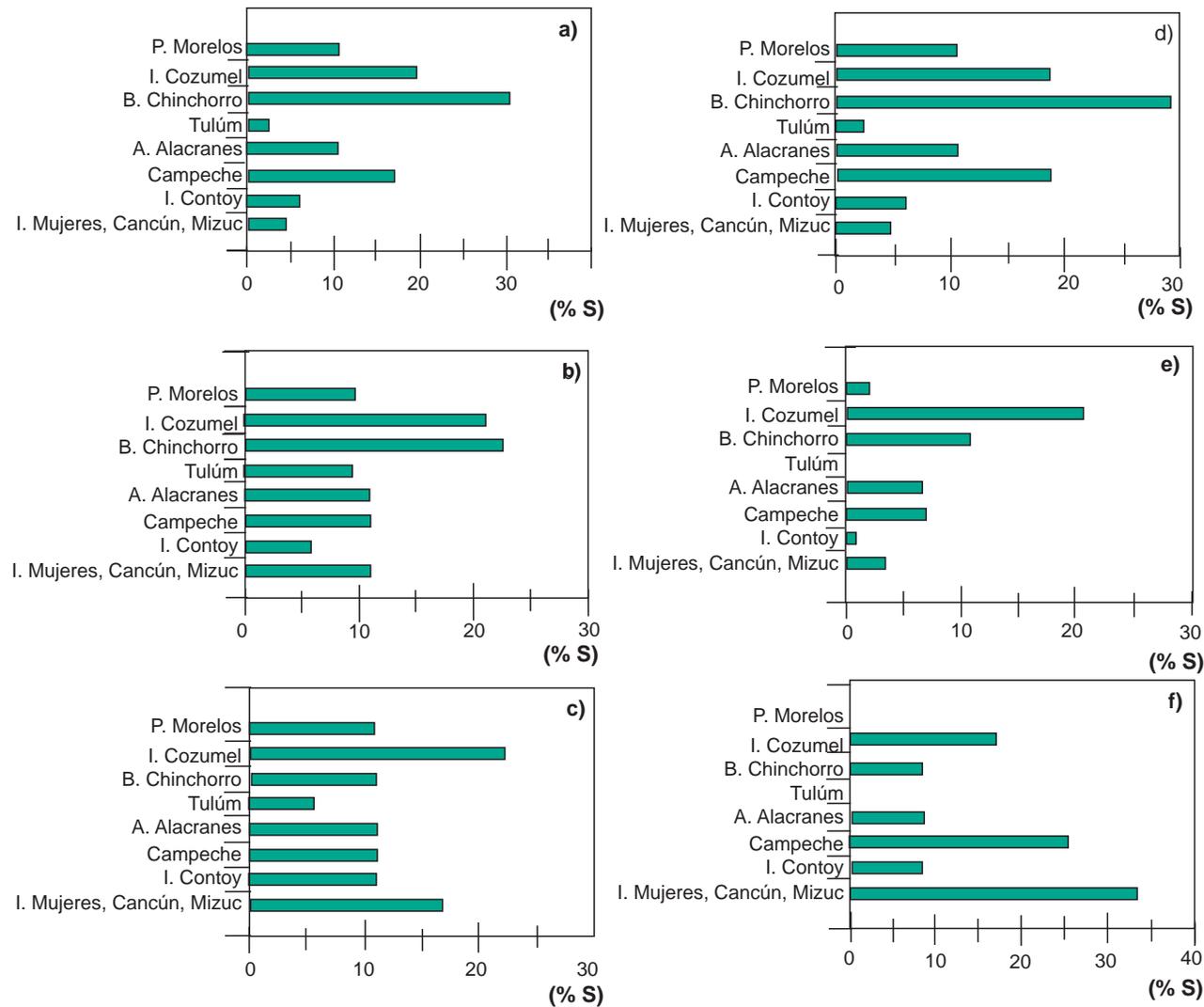


Figura 2. Comparación porcentual de la riqueza específica (S) de Campeche y siete áreas naturales protegidas, con los grupos taxonómicos registrados: a) corales escleractíneos, b) octocorales, c) hidrozoarios, d) anélidos, e) esponjas y f) poliquetos.

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

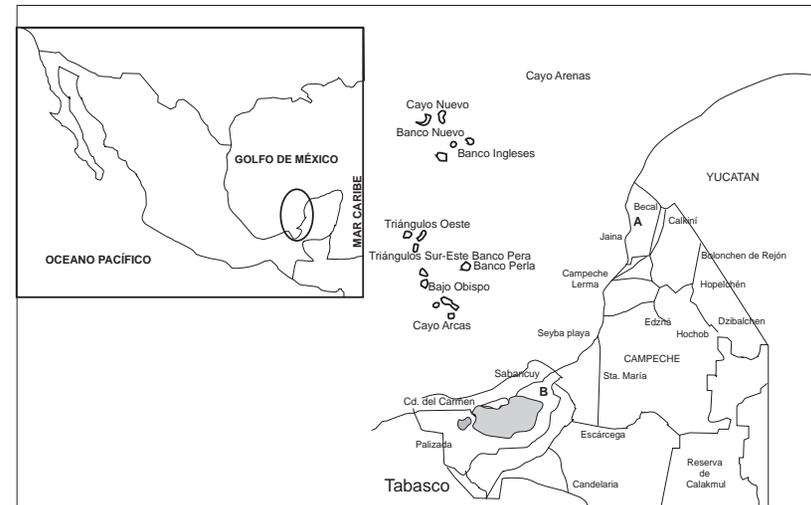


Figura 1. Ubicación de la zona.

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°48'0" 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-

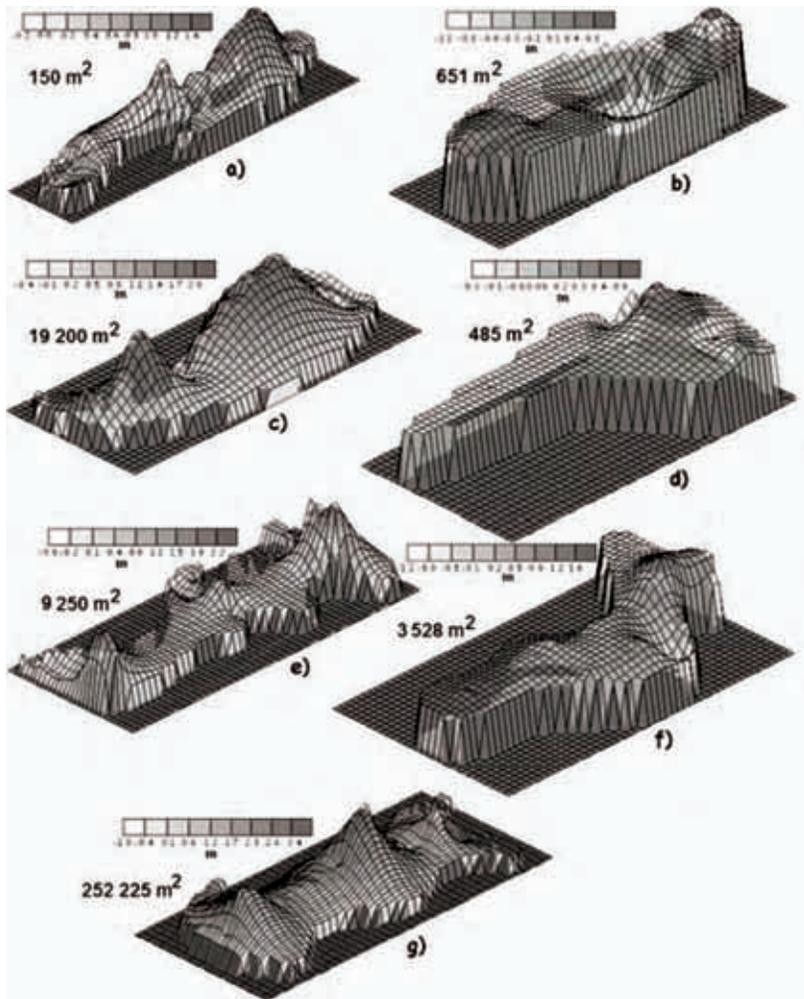


Figura 2. Relieve y áreas de las islas en los arrecifes de Campeche:
a) Cayo Nuevo Este; b) Cayo Nuevo Oeste; c) Triángulos Oeste;
d) Triángulo Sur; e) Triángulo Este Interno; f) Triángulo Este Externo
y g) Cayo Arcas.

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 29 250 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 var. 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 ($8.04 > 0.010$).

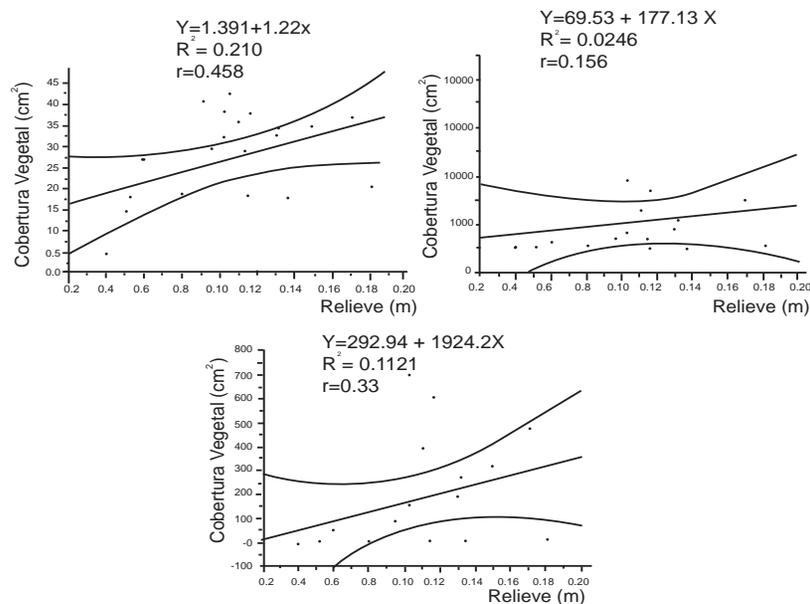


Figura 3. Relación de la cobertura vegetal y la altura en las islas de los arrecifes de Campeche: a) Arrecifes de Cayo Nuevo, b) Arrecifes de Triángulos y c) Cayo Arcas.

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.



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. 53st 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, la 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

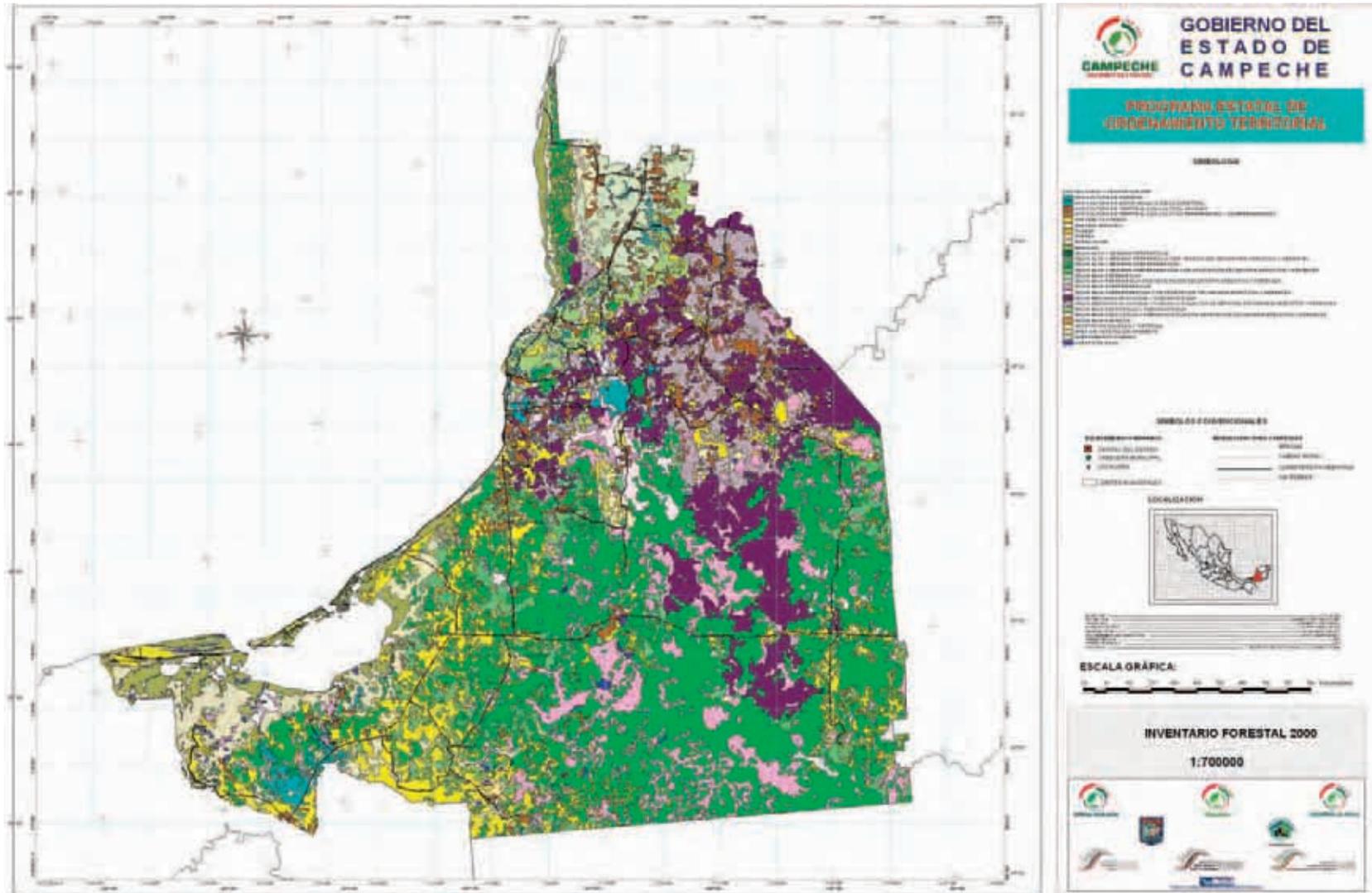
con lluvias en verano, la precipitación media anual es de 1 078 a 1 229 mm y la temperatura media anual es de 25 a 26°C (García, 1973). Los árboles tienen una altura de 10 a 20 m aproximadamente, y dejan caer sus hojas de 50 a 75% durante la época seca del año, esto hace que los suelos donde prosperan 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 jjiipi (*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 *Acoelorrhapha 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 extensiones 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 derribo 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, 1996). 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).
	Salviniaeae <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 SIPHONOGAMA	<i>Halodule wrightii</i> Asch. Lot & Novelo 1396 (MEXU).
Subdivisión: ANGIOSPERMAE Clase: MONOCOTYLEDONEAE	<i>Syringodium filiforme</i> Kutz. 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	<i>Pontederia sagittata</i> C. Presl N.v. “platanillo”
Subdivisión: ANGIOSPERMAE Clase: MONOCOTYLEDONEAE	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).
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 <i>Nelumbo lutea</i> Willd. C. Gutiérrez & I. Ruelas 8501, 8522 (CICY, UCAM); E. Martínez 31917 (MEXU); Matuda 3833 (GH, MEXU); Zamora 4328 (UCAM).
	Nymphaeaceae <i>Nymphaea ampla</i> (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).
	<i>Nymphaea conardii</i> Wiersema. C. Gutiérrez 7613 (CICY, UCAM); E. Martínez 28580, 28816 (MEXU).
	<i>Nymphaea jamesoniana</i> Planch. G. Bravo 1270 (MEXU); Carnevali, May-Pat & Tapia 5798 (CICY, UCAM); E. Lira 81 (MEXU); Novelo 698 (MEXU).
	<i>Nymphaea pulchella</i> 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 dulceacuícolas.

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 Balamkín, 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.



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 nutrientes, 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).

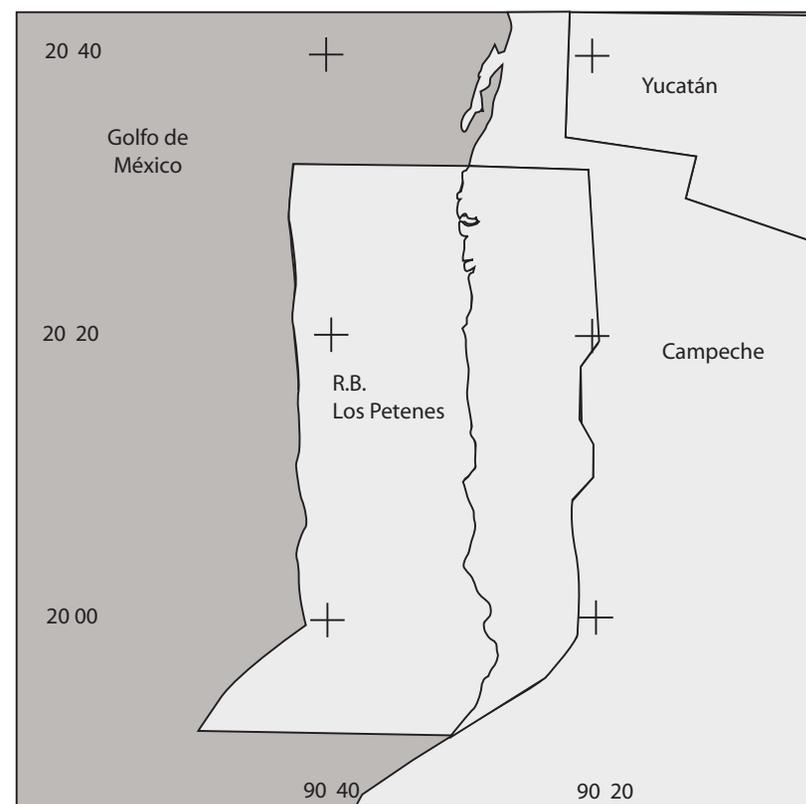


Figura 1. Mapa de la reserva, tomado del Diario Oficial de la Federación (2004).

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> (jícara), <i>Dalbergia glabra</i> (muc), <i>Bravaisia tubiflora</i> (julub), además de numerosas especies de gramíneas (pastos) y cyperáceas (parecidas a pastos).
	Tierra firme	Determinadas por el tipo de suelo y duración de la inundación, asociaciones con una especie dominante.
Selvas bajas mucales, julubales o tintales.		

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>Panthera onca</i> (jaguar), <i>Tapirus bairdii</i> (danto), <i>Tayasu tajacu</i> (jabalí de collar), <i>Odocoileus virginianus</i> (venado cola blanca) 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 dominguensis* (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 Lomelí, 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.

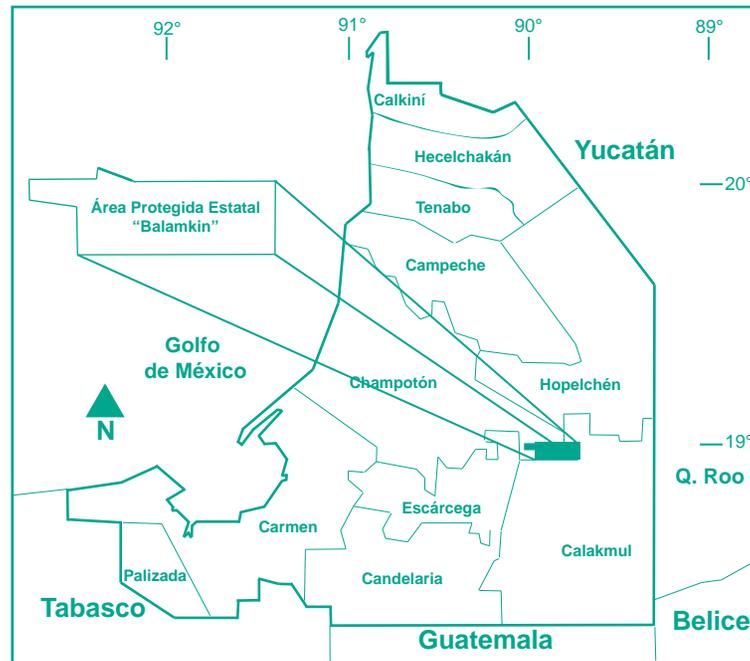


Figura 1. Localización de Balamkin en el estado de Campeche.

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*), *Guettarda elliptica* (*subin t'eel*), *Aemnantha 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).

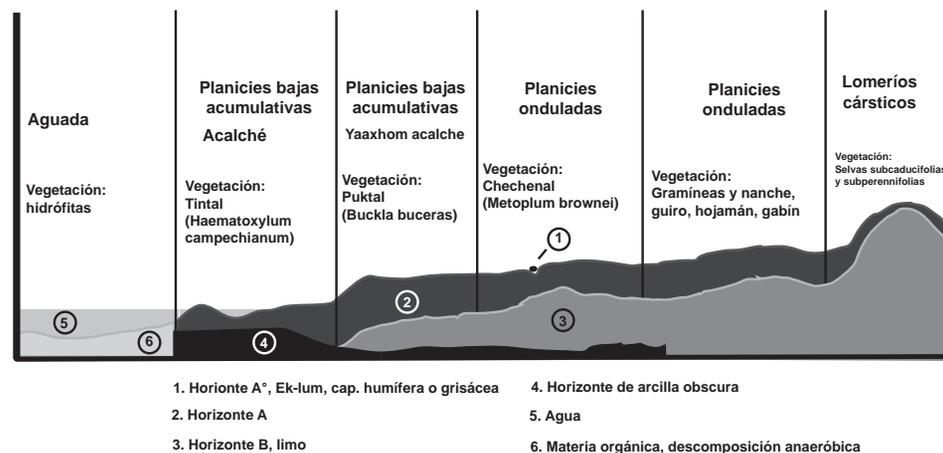


Figura 2. Perfil del área de estudio, mostrando la geomorfología y las especies asociadas.

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.



Foto: Jorge Benítez Torres, EPOMEX-UAG

DIVERSIDAD DE ESPECIES

IV

Julia Ramos Miranda
Coordinadora

Anivel mundial, México se encuentra en los primeros lugares de lista de especies, contando con 64 878 especies (Mittermeier y Goettsch, 1992). Ocupa el cuarto lugar en el número de especies de plantas y anfibios, el primero en reptiles y el segundo en mamíferos (SEMARNAP, 1999). El estado de Campeche, abarca una superficie total de 57 924 km² (INEGI, 2005) y su clima tropical, le es privilegiado a la gran cantidad de especies que alberga. En la presente sección, se presenta un diagnóstico de la biodiversidad encontrada en Campeche, que incluye los reinos Monera, Fungi, Protista, Vegetal y Animal. En cada uno se incluye la diversidad, distribución, importancia, situación, amenazas y acciones para su conservación. En general se han identificado hasta el momento 88 diferentes microorganismos (entre géneros y especies), 154 especies de hongos, 103 de foraminíferos y 90 de ostrácodos, 242 de macroalgas, 5 de pastos marinos, 5 de manglar, 1 250 de plantas (base de datos Universidad Autónoma de Campeche). De las 145 familias de plantas registradas, las más importantes por su número de géneros y especies son: Fabaceae, Poaceae, Orchidaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Bromeliaceae. Aunque también están representadas las familias Annonaceae, Boraginaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Heliconaceae, Icanaceae, Orchidaceae, y Polygonaceae. En cuanto a la fauna se encuentran 240 crustáceos, 660 moluscos, 74 de equinodermos, 322 de poliquetos, 356 de peces marinos, 61 de peces de ambientes dulceacuícolas, 21 anfibios, 99 reptiles, 489 aves, 15 mamíferos acuáticos y 105 de mamíferos terrestres. De esta manera esta sección reporta un total de 4 379 especies registradas hasta el momento en el Estado. Se reconoce la necesidad y falta de estudios de biodiversidad en el estado, principalmente insectos y arácnidos. Asimismo, se discute que las principales amenazas para su conservación son: la alteración de hábitats (cambios en el uso de suelo), la sobreexplotación, la contaminación química (agroquímicos, fertilizantes, hidrocarburos y metales), el cambio climático, la introducción de

especies y el incremento en la urbanización por el crecimiento de la población humana. Finalmente se señalan las políticas de conservación y manejo de la biodiversidad biológica actuales y de manera general se coincide en preservar y mantener las políticas de conservación. Campeche actualmente cuenta con el 40% de su superficie bajo un régimen de protección ecológica, tanto federal como estatal, considerando 8 áreas protegidas. Dentro de esas áreas se localizan ecosistemas representativos a nivel nacional, como la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Reserva de la Biosfera “Los Petenes”, la Reserva de la Biosfera “Ría Celestún”, el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”, las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica “Balam Kin” y “Balam Ku” y dos áreas de carácter municipal “Salto Grande” en Candelaria y la “Laguna Ik” en Hopelchen. De ellos es importante mencionar que el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”, la playa tortugera de Chénkan y la Reserva de la Biosfera de los Petenes son actualmente Sitios RAMSAR, lo que les confiere una importancia internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas.

REFERENCIAS

- INEGI, 2006. Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005 (MGM-II Censo 2005) Versión 1.0.
- Mittermeier, R. y C. Goettsch, 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. p. 57-62. En: México ante los retos de la biodiversidad. CONABIO, México.
- Semarnap, 1999. Biodiversidad. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Diversidad microbiana

*Benjamín Otto Ortega-Morales
y Susana del Carmen de la Rosa García*

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos incluyen a organismos procariontes (dominios *Bacteria* y *Arquea*), eucariontes (dominio *Eukarya* que abarca a los hongos microscópicos, microalgas y protozoarios) y organismos acelulares (virus). Con el advenimiento de las herramientas de biología molecular, se han resuelto en gran parte las limitaciones metodológicas asociadas con el estudio de microorganismos de origen ambiental (Zengler *et al.*, 2002), los resultados obtenidos han puesto en relieve a los microorganismos como los probablemente organismos más diversos y abundantes en la biosfera (Kuo y Garrity, 2001). En este sentido, un renovado interés se ha despertado por conocer la magnitud real de la diversidad microbiana desde un punto de vista cuantitativo. A este respecto, aunque sesgadas y propensas a diversas críticas, se han logrado algunas estimaciones que establecen que los dominios *Bacteria* y *Arquea* consisten probablemente de varios millones de especies, mientras que los hongos pueden alcanzar 1.5 millones de especies (Hammond, 1995). Estas estimaciones deben sin embargo, ser consideradas con precaución ya que la novedad de nuevas descripciones no sólo ocurren a nivel de “especie” sino incluso a nivel de división o phylum en el caso particular de las bacterias (Hawskworth, 1995; Rossman, 1994; Harvey, 2000; Holt *et al.*, 2001; Bäckhed, 2005).

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN

El tópico de biogeografía microbiana existe desde hace más de 100 años. Sin embargo, hoy en día existen pocos estudios rigurosos que muestren patrones biogeográficos para las distintas especies microbianas. En términos generales, ha prevalecido la visión de que los microorganismos son cosmopolitas (Baas-Becking, 1934). No obstante, existen razonamientos teóricos recientes que sostienen la existencia, tanto de microorganismos cosmopolitas como nativos, tanto en mi-

croorganismos patógenos como de vida libre (Finlay y Clarke, 1999; Staley y Gosink, 1999).

En Campeche los estudios sobre diversidad se han encaminado esencialmente a describir de manera general la composición de algunas comunidades microbianas particulares (biofilms) en ambientes tanto marinos como terrestres, pero sin tratar de conocer los patrones de distribución. No obstante en dos diferentes ambientes intermareales (Bahía de Xpicob y estero de Sabancuy) se ha demostrado por enfoque molecular (cultivo-independiente) como por medio de aislamiento y microscopia, que las cianobacterias son los colonizadores más abundantes en la zona intermareal rocosa (tabla 1). Con una diversidad que abarca 12 géneros, de los cuales la mayoría corresponde a diferentes tipos morfológicos de los géneros *Pleurocapsa* Waterbury et Stanier, *Microcoleus* Desmazieres, *Calothrix* Agardh y *Stigonema* Agardh.

En la bahía de Xpicob un análisis de diversidad de biofilms microbianos asociados a diferentes superficies (hojas de *Thalassia testudium*, cupones de cobre y rocas) usando herramientas moleculares se detectaron 22 secuencias, las cuales se ubicaron en cuatro divisiones bacterianas, dentro del dominio *Bacteria*. De estas, dos pertenecen al phylum Bacteroidetes (*Flexibacter tractuosus* y *Lewinella persicus*), dos Actinobacteria (*Rubrobacter radiotolerans* y *Frankia* sp.) y Proteobacterias (*Mesorhizobium* sp., *Mesorhizobium loti*, *Rhodovulum strictum*, *Porphyrobacter sanguineus* y *Pseudomonas* sp.) (Narváez-Zapata et al., 2005).

Con lo que respecta al estudio de biofilms terrestres, estos se han centrado esencialmente de las comunidades microbianas subaéreas asociadas a monumentos Mayas (tabla 2). Estas comunidades forman parte de las comunidades microbianas aeroterrestres que se desarrollan en todas las superficies naturales o artificiales expuestas a la atmósfera (Karsten et al., 2007). De la misma manera que los biofilms epilíticos intermareales, en las superficies pétreas de monumentos Mayas, estas comunidades están generalmente dominadas por

Tabla 1. Composición de algunas comunidades microbianas (biofilms) en dos ambientes intermareales diferentes del estado de Campeche.

Sustrato	Microorganismos División y/o especie (No.)	Lugar	Referencia
Biofilms epilíticos marino+	Cianobacterias cocoidales * <i>Pleurocapsa</i> sp. Cianobacterias filamentosas* <i>Lyngbya</i> sp. <i>Microcoleus</i> sp. <i>Oscillatoria</i> sp. <i>Phormidium</i> sp. <i>Schizothrix</i> sp. <i>Spirulina</i> sp. <i>Stigonema</i> sp. <i>Calothrix</i> sp.	Esteros de Sabancuy	Ortega-Morales et al., 2005a
Biofilm epilíticos marino	Bacteroidetes* <i>Flexibacter tractuosus</i> (4)† <i>Lewinella persicus</i> (2)† Cianobacterias cocoidales* <i>Chroococciopsis</i> sp. (5)† <i>Myxosarcina</i> sp. (1)† <i>Xenococcus</i> sp. (3)† Alfaprotobacteria * <i>Mesorhizobium loti</i> (1)† <i>Mesorhizobium</i> sp. (1)† <i>Porphyrobacter sanguineus</i> (1)† <i>Rhodovulum strictum</i> (1)† Gammaprotobacteria * <i>Pseudomonas</i> sp. (1)† Actinobacterias* <i>Rubrobacter radiotolerans</i> (1)† <i>Frankia</i> sp. (1)†	Bahía de Xpicob	Narváez-Zapata et al., 2005
Hojas (<i>Thalassia testudium</i>) Cupones de cobre Rocas	Bacterias Gram-positivas* esporulada Bacillus spp. (6)† No esporulada Microbacterium sp. (1)†	Golfo de México	Ortega-Morales et al., 2007

+ No se determinó el número de aislamientos, *Número de géneros, † Número de secuencias. (Tomada de Ortega-Morales et al., 2005a).

organismos fototróficos, identificándose hasta el momento 52 géneros microbianos. Las más abundantes son las cianobacterias de forma cooide con 24 géneros, siendo *Gleocapsa*, *Nostoc* y *Lyngbya* los géneros de mayor abundancia y presencia en los monumentos estudiados (Ortega-Morales *et al.*, 2000, 2004 y 2005b; Gaylarde *et al.*, 2007). Las algas presentaron una menor dominancia con 14 géneros, siendo las cocoides la de mayor frecuencia. Diferentes tipos de bacterias también han sido aisladas de los monumentos como Gamma y Proteobacterias, Bacteroidetes y Actinobacterias. De los monumentos hasta ahora estudiados, Edzna muestra una mayor riqueza, con 26 géneros, repartidos en 14 géneros de cianobacterias, 7 de bacterias, 2 algas y 3 hongos (Ortega-Morales *et al.*, 2005b).

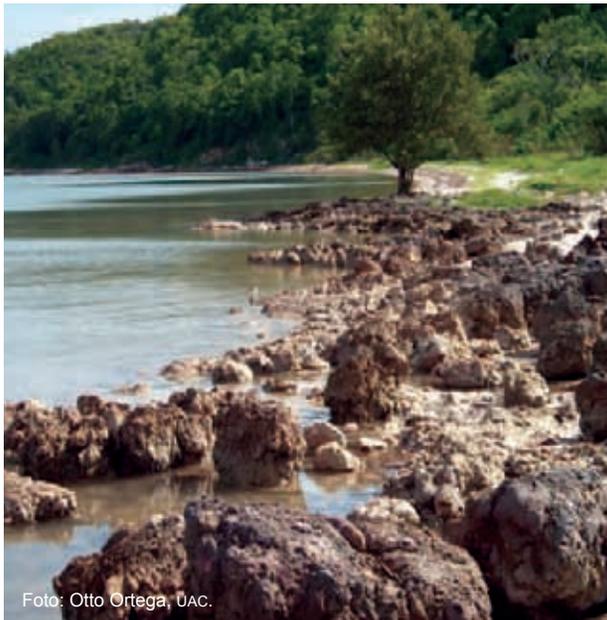


Foto: Otto Ortega, UAC.

Bahía de Xpicob, ambiente intermareal.

Tabla 2. Composición de algunas comunidades microbianas (biofilms) terrestres, asociados a monumentos Mayas del estado de Campeche.

Sustrato	Microorganismos División y/o especie (No.)	Lugar	Referencia
Biofilms	Cianobacterias cocoides*	Uxmal	Ortega-Morales <i>et al.</i> , 2000
Monumentos	<i>Gleocapsa</i> (12)† <i>Gloeothece</i> (8)† <i>Synechococcus</i> (6)† <i>Synechocystis</i> -like (24)† <i>Myxosarcina</i> (3)† Grupo <i>Pleurocapsa</i> (1)† <i>Xenococcus</i> (12)†† Cianobacterias filamentosas* <i>Lyngbya</i> (3)† <i>Chlorogloeopsis</i> (1)† <i>Nodularia</i> (2)† <i>Nostoc</i> (1)† Algas cocoides* <i>Asterococcus</i> (1)† <i>Chlorella</i> (4)† <i>Chlorococcum</i> (2)† <i>Coccomyxa</i> (1)† <i>Dimorphococcus</i> (1)† <i>Planktosphaeria</i> (1)† <i>Chlorococcales</i> no identificado (1)† Algas filamentosas* <i>Chrysocapsa</i> (1)† <i>Heterococcus</i> (1)† <i>Protoderma</i> (1)† <i>Stichococcus</i> (1)† <i>Trentepohliales</i> (5)†		
Biofilms	Cianobacterias cocoides*	Uxmal	Ortega-Morales <i>et al.</i> , 2004
Monumentos	<i>Halotheca</i> sp. (4)† <i>Euhalotheca</i> sp. (1)† Bacterias: Protobacterias* <i>Nevskia ramosa</i> (5)† <i>Ectothiorhodospira</i> sp.(2)† <i>Arhodomonas aquacolei</i> (1)† <i>Sphingomonas adhesiva</i> (1)† No identificada (1)† <i>Mycoplana dimorpha</i> (1)†	Cuadrángulos de las monjas y monumento de las tortugas	

+ No se determino el número de aislamientos, *Número de géneros,

† Número de aislamientos.

Tabla 2 (continuación). Composición de algunas comunidades microbianas (biofilms) terrestres, asociados a monumentos Mayas del estado de Campeche.

Sustrato	Microorganismos División y/o especie (No.)	Lugar	Referencia
Biofilms Monumentos	Firmicutes: Bacteroidetes* <i>Bacillus carboniphilus</i> (1)† <i>Salinibacter ruber</i> (8)† <i>Cytophaga</i> sp. (3)† <i>Spirosmona hinguale</i> (1)† Actinobacterias * <i>Rubrobacter xylanophilus</i> (5)†	Uxmal Cuadrángulos de las monjas y monumento de las tortugas	Ortega- Morales <i>et al.</i> , 2004
Biofilms de monumentos+	Cyanobacterias cocoides* <i>Gloeocapsa</i> <i>Gloeothece</i> <i>Synechococcus</i> <i>Gloeobacter</i> <i>Xenococcus</i> <i>Grupo Pleurocapsa</i> <i>Hyella</i> Cyanobacterias filamentosas* <i>Arthrospira</i> <i>Lyngbya</i> <i>Leptolyngbya</i> <i>Plectonema</i> <i>Nostoc</i> <i>Fischerella</i> Bacteria (2)*Gram-positiva esporulada <i>Bacillus</i> sp. Myxobacteria <i>Melittangium</i> sp.	Edzna	Ortega- Morales <i>et al.</i> , 2005b

+ No se determino el número de aislamientos, *Número de géneros,

† Número de aislamientos.

Tabla 2 (continuación). Composición de algunas comunidades microbianas (biofilms) terrestres, asociados a monumentos Mayas del estado de Campeche.

Sustrato	Microorganismos División y/o especie (No.)	Lugar	Referencia
Biofilms Monumentos	Firmicutes: Bacteroidetes* <i>Bacillus carboniphilus</i> (1)† <i>Salinibacter ruber</i> (8)† <i>Cytophaga</i> sp. (3)† <i>Spirosmona hinguale</i> (1)† Actinobacterias * <i>Rubrobacter xylanophilus</i> (5)†	Uxmal Cuadrángulos de las monjas y monumento de las tortugas	Ortega- Morales <i>et al.</i> , 2004
Biofilms de monumentos+	Actinomicetos* <i>Streptomyces</i> Actinomiceto (nocardioforme) <i>Geodermatophilus</i> sp. Algas* <i>Cladophora</i> <i>Nanochlorum</i> Hongos (Hifomicetes)* <i>Cladosporium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Verticillium</i> sp.	Edzna	Ortega- Morales <i>et al.</i> 2005b
Biofilms Monumentos+	Cianobacterias cocoides* <i>Gloeocapsa</i> <i>Synechocystis</i> <i>Oscillatoria</i> <i>Microcoleus</i> Cianobacterias filamentosas* <i>Nostoc</i> <i>Scytonema</i> <i>Fischerella/Mastigocladus</i> Actinobacteria* <i>Streptomyces</i>	Catedral Campeche	Gaylarde <i>et al.</i> , 2007

+ No se determino el número de aislamientos, *Número de géneros,

† Número de aislamientos.

IMPORTANCIA

Mucho antes de que los animales y plantas evolucionaran en la Tierra, la biosfera primitiva era suportada de manera exclusiva por los microorganismos. Por cerca de 3 000 millones de años, los ciclos biogeoquímicos fueron mediados por la actividad de bacterias, al ser los organismos responsables de oxigenar la atmósfera primitiva, haciendo la vida posible para plantas y animales. Este largo periodo de evolución hace que los microorganismos sean los arquitectos de la biosfera actual, con una impresionante capacidad metabólica de adaptación que les ha permitido desarrollar eficientes mecanismos de adquisición y asimilación de nutrientes, así como de tolerar condiciones abióticas extremas, características que en su conjunto han favorecido que habiten todos los ambientes terrestres y acuáticos y que representen cerca del 50% de la biomasa en la biósfera (Whitman *et al.*, 1998). No existe ningún sitio en la tierra, donde las plantas o los animales vivan en ausencia de microorganismos. Por el contrario, existen algunos hábitats que son exclusivamente habitados por microorganismos, tales como los ambientes hipersalinos, cuyas características extremas hacen que los organismos superiores no puedan sobrevivir. Su papel preponderante en los ciclos biogeoquímicos son de particular importancia hoy día ya que son responsables en gran medida de la degradación y/o inmovilización de compuestos orgánicos e inorgánicos productos de la actividad del hombre (Staley *et al.*, 1997).

Diversas áreas del desarrollo biotecnológico se han visto favorecidas gracias al potencial que ofrecen los recursos genéticos microbianos, ya que proveen una gran cantidad de productos, mismos que pueden agruparse en varias categorías (tabla 3).

Una importante motivación para el desarrollo de la biotecnología microbiana se deriva de su valor económico. El valor total aproximado del mercado mundial de productos biotecnológicos en 1999 fue de \$ 800 billones de dólares americanos, de los cuales 25% los represen-

Tabla 3. Productos microbianos de interés biotecnológico (Modificado de Kuo y Garrity, 2001).

Categoría	Proceso/Producto	Aplicación/Subproducto
Productos primarios	Aditivos alimentarios.	Ácidos orgánicos, aminoácidos, ácidos grasos poliinsaturados, agentes espesantes, vitaminas.
	Solventes.	Acetona, butanol y etanol. Proteasas, amilasas, lipasas y celulasas. Levadura.
	Enzimas. Células. Biocombustibles. Agroquímicos.	Etanol, biodiesel, metano e hidrógeno. Bioplaguicidas.
	Químicos finos	Farmacéuticos. Reactivos de laboratorio. Reactivos de diagnóstico.

tan productos y bienes de origen microbiano. Asimismo, considerando que menos de 1% de las especies microbianas existentes han sido aisladas (Amman *et al.*, 1995) y que de éstas sólo 10% han sido estudiadas con el fin de determinar su valor biotecnológico, lo que pone en relieve que el campo de bioprospección microbiana representa un área con un potencial muy prometedor.

AMENAZAS Y ESTRATEGIAS PARA SU CONSERVACIÓN

Las principales amenazas en torno a la riqueza y diversidad microbianas se asocian con las actividades antropogénicas, tales como la agricultura, minería y contaminación, entre otros. La pérdida de la diversidad microbiana puede ser resultado de un efecto directo del ambiente o contaminante o de manera indirecta al disminuir la cobertura de huéspedes (plantas). Algunas de las estrategias para su conservación incluyen la realización de investigaciones que permitan establecer el nivel de riqueza de ambientes selectos con el fin de preservarlos, tal vez bajo el régimen de reserva. La conservación *ex situ* en colecciones microbianas es una estrategia adecuada que además permite conservar elementos microbianos de valor biotecnológico. Actualmente en el Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC), se alberga la Colección de Cultivos Microbianos de Origen Ambiental, la cual reguarda 221 microorganismos de los cuales 145 corresponden a bacterias (33 marinas, 69 de filosfera y 43 de monumentos) 4 a actinomicetos (monumentos) y 72 a hongos (10 de filosfera y 72 monumentos) los cuales se encuentran conservados en ultracongelación a -40 y -80°C .



Foto: Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología, UAC.

Gleocapsa sp.

REFERENCIAS

- Amann, R., Ludwig, W. y K.H. Schleifer, 1995. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiol. Rev.* 59: 143-169.
- Bäckhed, F., 2005. Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science*, 307: 1915-1920.
- Bass-Becking, L.G.M. 1934. The Hague: The Netherlands. Van Stockum y Zoon, 263 p.
- Finlay, B.J. y K.J. Clarke, 1999. Ubiquitous dispersal of microbial species. *Nature*, 400: 828.
- Gaylarde, C.C., B.O. Ortega-Morales, y P. Bartolo-Pérez, 2007. Biogenic Black Crusts on Buildings in Unpolluted Environments. *Current Microbiol.*, 54: 162-166.
- Hammond, P.M., 1995. Described and estimated species numbers: an objective assessment of current knowledge. p. 29-72. In: D. Allsopp., R.R. Colwell y D.L. Hawksworth (eds.). Microbial diversity and ecosystem function. CAB international UNEP. Cambridge. 496 p.
- Harvey, A., 2000. Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. *Drug Discov. Today*, 5: 294-300.
- Hawksworth, D.L., 1995. The Tropical Fungal Biota: Census, Pertinence, Prophylaxis, and Prognosis. p. 265-293. In: S. Issac, J.C. Frackland., R. Watling y A.J. Whalley (eds.). Aspects of Tropical Mycology. Cambridge University Press. 335 p.
- Holt, J. G., Krieg, Noel, R., Sneath, A. H., Peter H., Staley, T., Williams, J. y T. Stanley, 2001. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 2nd Edition. Waverly Company. 787 p.
- Kartens, U., R. Schumann, y A. Mostaer, 2007. Aeroterrestre algae growing on man surface: what out the secret of their ecological success pp. 585-600. In: J. Seckbach. (eds.). Algae and cyanobacteria in extreme environments Springer Berlin. 814 p.
- Kuo, A., y G. Garrity, 2001. Exploiting microbial diversity. p. 477-520. En: J.T. Staley y A.L. Reynsenbach (eds.). Biodiversity of Microbial life- foundation of earth's biosphere. John Wiley and Sons, New York, USA. 592 p.
- Narváez-Zapata, J., C.C. Tebbe, y B.O. Ortega-Morales, 2005. Molecular diversity and biomass of epilithic biofilms from intertidal rocky shores in the Gulf of Mexico. *Biofilms*, 2: 93-103.
- Ortega-Morales B.O., J.A.Narváez-Zapata, A. Schmalenberger, A. Sosa-López, y C. C. Tebbe, 2004. Biofilms fouling ancient limestone Mayan monuments in Uxmal, Mexico: a cultivation-independent analysis. *Biofilms*, 1: 79-90.
- Ortega-Morales, B.O., J.L. Santiago-García, y A. López-Cortés, 2005a. Biomass and taxonomic richness of epilithic cyanobacteria in a tropical intertidal rocky hábitat. *Botanica Marina*, 48: 116-121.
- Ortega-Morales, B.O, C.C. Gaylarde, y G.E. Englert, 2005b. Analysis of Salt-Containing Biofilms on Limestone Buildings of the Mayan Culture at Edzna, Mexico. *Geomicrobiology J.*, 22: 261-268.
- Ortega-Morales, B.O., J.L. Santiago-García, M.J. Chan-Bacab, X. Moppert, E. Miranda-Tello, M.L. Fardeau, J.C. Carrero, P. Bartolo-Pérez, A. Valadéz-González, y J. Guezennec, 2007. Characterization of extracellular polymers synthesized by tropical intertidal biofilm bacteria. *J. Appl. Microbiol.*, 102: 254-264.

Ortega-Morales, O., J. Guezennec, G. Hernández-Duque, C.C. Gaylarde, y P.M. Gaylarde, 2000. Phototrophic Biofilms on Ancient Mayan Buildings in Yucatan, Mexico. *Current Microbiology*, 40: 81-85.

Rossmann, A.Y., 1994. A strategy for an all taxa inventory of fungal diversity. p. 169-194. En: C.I. Peng, C.H. (eds.) Biodiversity and Terrestrial Ecosystems Inst. Botany Acad. Sinica, Monograph Series.

Staley, J.T., y J.J. Gosink, 1999. Poles apart: biodiversity and biogeography of sea ice bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.*, 53: 189-215.

Staley, J.T., R.W. Castenholz, R.R. Colwell, J.G. Holt, M.D. Kane, N.R. Pace, A.A. Sayers, y J.M. Tiedja, 1997. The microbial world: Foundation of the biosphere. *Am. Acad. Microbiol.*, 68: 5-32.

Whitman, W.B., D.C. Coleman, y W.J. Wiebe, 1998. Prokaryotes: the unseen majority. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 95:6578.

Zengler, K., G. Toledo, M. Rapeé, J. Elkins, E.J. Mathur, J.M. Short, y M. Keller, 2002. Cultivating the uncultured. *PNAS*, 24: 15681-15686.



Foto: Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología, UAC.

Nostoc sp.

Hongos

*Ligia Ancona Méndez,
Gloria Cetz Zapata
y Pamela Garma Báez*

DIVERSIDAD

La diversidad fúngica a nivel mundial se ha estimado en aproximadamente 1 500 000 especies de hongos, de los cuales se conocen 63 000 especies. En México se ha estimado que existen 200 000 especies de las cuales solamente se han reportado 6 500: 4 500 macromicetos y alrededor de 2 000 micromicetos (Guzmán, 1998). Los macromicetos en los trópicos y subtrópicos mexicanos ha sido reportada en más de 900 especies. Para la península de Yucatán, se han registrado 684 especies de hongos, 663 macromicetos y 21 micromicetos, de estos, Quintana Roo cuenta con 447 especies, Campeche con 154 y Yucatán con 153.

Particularmente en el estado de Campeche se han colectado 139 macromicetos y 15 micromicetos. De los macromicetos conocidos en el país, los aquí encontrados representan solamente 3% (Ascomycotina 0.8%, Basidiomycotina 1.9%, Myxomycota 0.2% y Líquenes 0.1%) y 0.6% con relación a los micromicetos, lo cual nos demuestra el pobre conocimiento que se tiene en el estado sobre los hongos, ya que los estudios que se han efectuado en México, principalmente han sido en zonas templadas y pocos se han hecho en zonas tropicales como es el caso de la península de Yucatán.

DISTRIBUCIÓN

La información proporcionada es el resultado de la revisión bibliográfica sobre los hongos que crecen en el estado de Campeche (tabla 1) (Brizuela y Guzmán, 1971; Guzmán, 1975 ; González y Guzmán, 1976; Chio y Guzmán, 1982; Guzmán, 1982, 1983, 2003, 2004; Perez-Silva *et al.*, 1992; San Martín y Roger, 1995; Heredia, 1998; Medel *et al.*, 1999; San Martín *et al.*, 1999; Herrera *et al.*, 2005; Medel, 2001, 2007).

Tabla 1. Especies de hongos colectados en el estado de Campeche.

Macromicetos	Género	Número de especie*	Total de especie**
Ascomycetes	<i>Xylaria</i>	20	20
	<i>Hypoxylon</i>	7	7
	<i>Cookeia, Biscogniauxia, Phylacia</i>	2	6
	<i>Phillipsia, Wynnea, Camillea, Daldinia, Entonaema</i>	1	5
Basidiomycetes	<i>Polyporus</i>	7	7
	<i>Auricularia, Trametes, Geastrum</i>	5	15
	<i>Ganoderma Corioloipsis Hexagonia</i>	4	12
	<i>Stecchericum, Pleurotus, Phellinus, Fomes</i>	3	12
	<i>Aurificaria, , Lentinus, Schizophyllum, Dacryopinax, Marasmius, Favolus</i>	2	12
	<i>Leucocoprinus, Lactarius, Gymnopilus, Mesophelliopsis, Panellus, Coprinus, Ramaria, Amauroderma, Coltrichia, Hymenochaete, Hydnodon, Datronia, Deadalea, Earliella, Fomitopsis, Gleophyllum, , Hydropolyporus, Lenzites, Phaeodaedalea, Pycnoporus, Rigidoporus, Cotylidia, Podoschypa, Fistulinella, Calocera, Radiigera, Tremella, Cyathus, Phallus</i>	1	29
	Líquenes	<i>Graphis</i>	2
<i>Bacidia, Ramalina, Usnea, Perynula</i>		1	4
Myxomicetes	<i>Hemitrichia</i>	2	2
	<i>Echinostelium, Cribaria, Diderma</i>	1	6
	<i>Physarum, Stemonitis, Calomyxa</i>		

* reportadas para cada genero; ** reportadas para el estado de Campeche.

Tabla 1 (continuación). Especies de hongos colectados en el estado de Campeche.

Micromicetos	Género	Número de especie*	Total de especie**
Deuteromycetes	<i>Speiropsis, Zygosporum, Beltraniella, Monodictys</i>	2	8
	<i>Chrysonila, Dischloridium, Grallomyces, Mycoenterobium, Periconiella, Sporidesmium, Mycelia</i>	1	7
Total			154

* reportadas para cada genero; ** reportadas para el estado de Campeche.

La única área natural protegida que ha sido estudiada es la Reserva de la Biosfera de Calakmul, donde se reportan solamente 14 recolecciones de gasteromicetos realizadas en tres tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva mediana o selva baja subcaducifolia (Pérez-Silva *et al.*, 2005). Las demás especies registradas para el Estado son producto de exploraciones aisladas en los tipos de vegetación mencionadas anteriormente y zonas que han sido perturbadas por el hombre (zonas urbanas, agrícolas o ganaderas).

IMPORTANCIA

La importancia de estos organismos radica en que son un componente vital en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que desempeñan diversas funciones de tipo ecológico y fisiológico. Son mediadores e integradores que contribuyen al desarrollo de las poblaciones vegetales, particularmente de las especies arbóreas, puesto que intervienen en los ciclos y transferencia de nutrientes, al participar de manera activa en la regulación de la tasa fotosintética. A través del crecimiento de sus hifas modifican la permeabilidad y estructura del

suelo; representan una fuente de alimento para vertebrados (incluyendo mamíferos) e invertebrados, son hábitat de invertebrados, algas y otros hongos; participan en la creación y alteración de nichos, sobre todo para invertebrados; establecen asociaciones mutualistas con plantas, termitas, hormigas y con algunas especies de algas (Herrera y Ulloa, 1996; Hawksworth y Rossman, 1997).

En el estado de Campeche existen especies de hongos macromicetos con uso medicinal, tal es el caso de *Pycnoporus sanguineus*, *Geastrum* sp. y *Ganoderma* sp. y algunas otras especies son comestibles como *Cookeia* sp., *Schizophyllum* sp., *Lentinus* sp., también existen aquellas con potencial de comercialización, tal es el caso de las especies de *Auricularia* spp. y *Pleurotus djamor*; este último ha sido cultivado en la zona rural de Yucatán a través de un manejo integral de los desechos agrícolas para producir cuerpos fructíferos y humus de lombriz. Debido a la eficiencia de la bioconversión que este hongo realiza en los subproductos agrícolas y forestales, con una tonelada de rastrojo de maíz, calabaza o bagazo de henequén genera una producción de 143 kg de *Pleurotus djamor* y 250 kg de humus de lombriz, lo cual da beneficio social, económico y ecológico (Ancona, 2001). Esta actividad se podría llevar a cabo en el estado de Campeche.

ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Es muy importante realizar estudios sistematizados de los hongos que crecen en el estado de Campeche para obtener inventarios, y proponer estrategias para su manejo y conservación.



Foto: Pamela Garma, UADY.

Pycnoporus sanguineus.

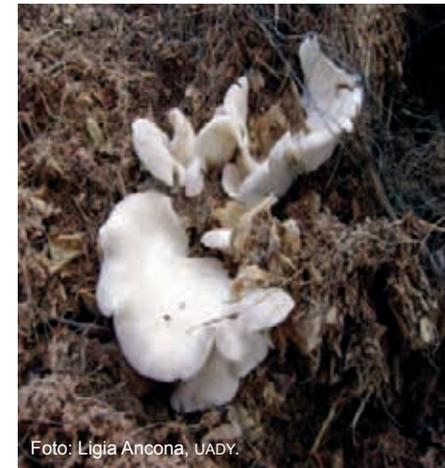


Foto: Ligia Ancona, UADY.

Pleurotus djamor.

REFERENCIAS

- Ancona, L., 2001. Exposición de hongos. *Revista Universidad Autónoma de Yucatán*, 16(216): 42-47.
- Brizuela, F., y G. Guzmán, 1971. Estudio sobre los Líquenes de México, II. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 5: 79-103
- Chio E. R., y G. Guzmán, 1982. Los hongos de la península de Yucatán. Las especies de macromicetos conocidas. *Biotica*, 7 (3):385-400
- González, M. E., y G. Guzmán, 1976. Estudios sobre los líquenes de México, III. Observaciones sobre especies no consideradas anteriormente. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 10: 27-64
- Guzmán, G., 1975. Hongos mexicanos (Macromicetos) en los herbarios del extranjero. III. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 9: 85-102
- Guzmán, G., 1982. New species of fungi from the Yucatan Peninsula. *Mycotaxon.*, 16(1):249-261
- Guzmán G., 1983. Los hongos de la península de Yucatán. Exploraciones y adiciones micológicas. *Biótica*, 8(1):71-100
- Guzmán G., 1998. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). *Acta Zoológica Mexicana, Vol. Especial*: 111-175
- Guzmán, G., 2003. Fungi in the Maya Culture: Past, Present and Future. In: A. Gómez Pompa *et al.* The Lowland Maya Area. Food Products Press.
- Guzmán, G., 2004. Los hongos de la Península de Yucatán (México) v. Nuevas observaciones y nuevos registros. *Rev. Mex. Mic.*, 18: 7-13
- Heredia G., 1998. Tropical Hyphomycetes of Mexico. III. Some species from the Calakmul Biosphere Reserve Campeche. *Mycotaxon.*, 68:137-143
- Hawksworth, D., y A. Y. Rossman, 1997. Where are All the Undescribed Fungi? *Phytopathology*, 87:888-891
- Herrera, T., E. Pérez-Silva, M. Esqueda, y V. Valenzuela. 2005. Algunos Gasteromicetos de Calakmul, Campeche, México. *Rev. Mex. Mic.*, 21: 23-27
- Herrera, T. y M. Ulloa, 1996. El Reino de los Hongos. Fondo de Cultura Económica. México. 550 p.
- Medel, R., 2001. Primer registro del género *Stromatoneurospora* (Ascomycetes, Xylariaceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 55:13-16.
- Medel, R., 2007. Especies de Ascomycetes citados de México IV: 1996-2006. *Rev. Mex. Mic.*, 25:69-76.
- Medel, R., S. Chacón y G. Guzmán. 1999. Especies de Macromicetos citadas de México IX. Ascomycetes, Parte III: 1986-1996. *Acta Botánica Mexicana*, 46: 57-72
- Pérez-Silva, E., T. Herrera, y R. Valenzuela, 1992. Hongos (macromicetos) de la península de Yucatán. p. 13-22. En: D. Navarro, y E. Suárez (eds.). Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Káan, Quintana Roo. CIQRO & Sedesol.
- San Martín, F., y J. Rogers, 1995. Notas sobre la historia, relaciones de hospedante y distribución del género *Xylaria* (Pyrenomycetes, Sphaeriales) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 30:21-40
- San Martín F., Y. M. Ju, y J.D. Rogers, 1999. Algunas especies de *Hypoxylon* (Pyrenomycetes, Xylariaceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 47: 31-53.

Foraminíferos y ostrácodos

*Frank Raúl Gío-Argález,
Ma. Luisa Machain-Castillo
y Brenda B. Martínez Villa*

INTRODUCCIÓN

Recientes y diversos estudios señalan la relevancia de los foraminíferos y ostrácodos, microorganismos marinos que han sido de gran utilidad para la micropaleontología por su función ecológica y bioestratigráfica respectivamente.

Los foraminíferos son organismos unicelulares ameboides pertenecientes al reino Protista, (orden Foraminífera, Subphylum Sarcodina, Clase Granuloreticulosa) (Capriulo, 1990), que forman una testa o conchilla, secretada de carbonato de calcio o aglutinada de los materiales circundantes en el medio donde se desarrollan (figura 1). Son parte del zooplancton y de microbentos de los mares y océanos. La textura de la testa puede ser de porcelana, vítrea o arenosa, su tamaño oscila entre 10 μm de diámetro hasta unos cuantos centímetros (BouDagher-Fadel, 1997), está a su vez se encuentra integrada por diversas cámaras que el protozooario va construyendo a lo largo de su vida, y se encuentran conectadas a través de una apertura, llamada foramen (característica principal de estos organismos), por medio de la cual la célula tiene libre movimiento y comunicación entre la parte interna y externa del organismo, lo que permite interactuar con su medio ambiente (Capriulo, 1990). Estos organismos omnívoros, juegan un importante papel en el medio marino, en las redes tróficas y en los ciclos biogeoquímicos de compuestos orgánicos e inorgánicos (Machain-Castillo y Ruiz-Fernández, 2006). Dependiendo del hábitat o el espacio donde se encuentren los foraminíferos se dividen en planctónicos y bentónicos. Los primeros están distribuidos en la columna de agua y los segundos sobre el sedimento.

Por otra parte, los ostrácodos son microcrustáceos (phylum Arthropoda, orden Podocopida), los cuales se caracterizan por la presencia de un caparazón bivalvo de origen epidérmico que encierra al organismo y presentan de cinco a ocho pares de apéndices. El cuerpo está dividido en dos regiones: cabeza y tórax (Ruppert, 1966; Gío-Argález

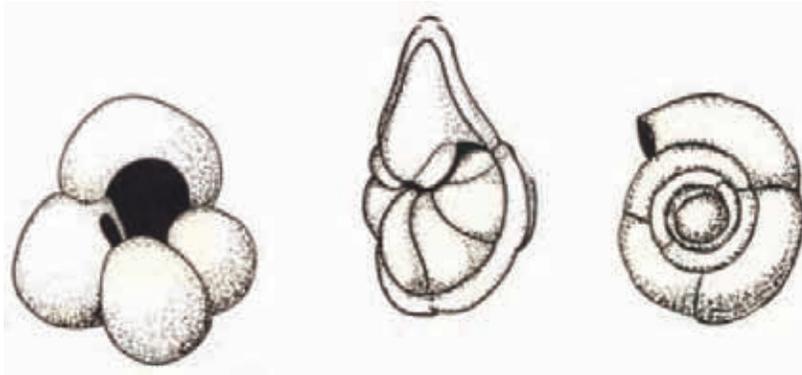


Figura 1. Distintas aperturas de las cámaras en las testas de los foraminíferos. Tomado de Moore (1964).

et al., 2004). Las valvas que componen al organismo pueden estar cerradas herméticamente y son parte integral del cuerpo. En la mayoría de estos, se presentan calcificaciones con poros normales (orificios a través de la valva de diversos tamaños y formas según la especie). Su tamaño varía entre 0.5 a 2 mm en promedio (Horne *et al.*, 2002). Presentan un dimorfismo sexual, donde el macho es más pequeño y en general más alargado y activo. Crecen por mudas y presentan hasta ocho estadios larvarios, así, al pasar de uno a otro desechan el caparazón y secretan uno nuevo de mayor tamaño. Durante la secreción del nuevo caparazón, el organismo incorpora, junto con el carbonato y el calcio, otros elementos afines disponibles en el medio, como magnesio, estroncio, cadmio, bario u otros contaminantes presentes. (Pokorný, 1952; Machain-Castillo y Ruiz-Fernández, 2006). Se encuentran en todos los medios acuáticos, siendo la mayoría de vida libre. Además existe una relación entre la morfología de los ostrácodos y su ambiente. Por ejemplo, los ostrácodos bentónicos marinos muestran estructuras simulando alas con el fin de no hundirse en el sustrato limoso y disminuir su peso específico.

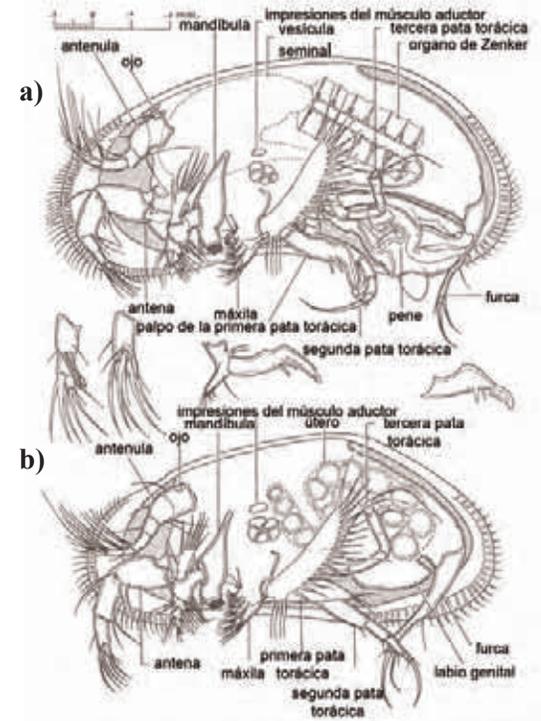


Figura 2. Morfología de *Candona suburbana*. a) Macho, b) Hembra. Tomado de Howe *et al.* (1961).

DIVERSIDAD

Comparativamente, los foraminíferos son más abundantes y diversos que los ostrácodos. Los foraminíferos habitan sobre algas, conchas, rocas o en las arenas y limos en todos los océanos y mares. Se conocen aproximadamente 4 000 especies, de las cuales en su mayoría son bentónicas y solo 40 de estas son planctónicas. En la República Mexicana tan solo en las costas del estado de Campeche se han repor-

Tabla 1. Referencias y estudios relevantes en torno a los foraminíferos y ostrácodos en las zonas aledañas a Campeche.

Foraminíferos	Tema
Ayala Castañares, A. 1963.	Sistemática y distribución, así como las asociaciones de los foraminíferos recientes en laguna de Términos.
Butterlin, 1961.	Asociaciones de foraminíferos fósiles del pozo de Palizada.
Gío-Argaéz, 1969.	Condiciones ecológicas donde habita <i>Ammonia beccarii</i> variante "A" en 3 lagunas litorales, incluyendo la Laguna de Términos.
Mata-Mendoza, 1982a y b.	Estudios de los foraminíferos presentes en la plataforma continental de Campeche.
Quiroz-Martínez, 2005.	Relación de la productividad de los ostrácodos y foraminíferos bentónicos y planctónicos.
Segura y Wong-Chang, 1980.	Foraminíferos recientes de la laguna de Términos.
Ostrácodos	
Carreño, 1984.	Asociaciones y distribución de los ostrácodos recientes en la laguna de Términos.
Esparza-Castillo, 1992.	Variación estacional de los ostrácodos en la zona de plataformas petroleras.
Gío-Argaéz <i>et al.</i> 1996 a y b, 1998, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005.	Biodiversidad, taxonomía, sistemática y biogeografía de la bahía de Campeche.
Machain-Castillo <i>et al.</i> 1989, 1990, 1995, 2005, 2006.	Comparación faunística de los ostrácodos de la laguna de Términos y costas adyacentes a la bahía de Campeche, distribución e importancia como indicadores bioambientales en sedimentos marinos.
Morales, 1966.	Realizó análisis ecológicos, taxonómicos y de distribución observando las especies indicadores de los diferentes ambientes que se presentan la laguna de Términos.
Palacios, <i>et al.</i> 1983.	Especies de ostrácodos presentes del Caribe Mexicano y las asociaciones de esta zona.

tado 103 especies ubicadas entre la laguna y bahía (CD anexo), de las familias Rotaliidae, Discorbidae, Lituolidae, Miliolidae y Soritidae, entre otras (tabla 1).

Por lo que corresponde a los ostrácodos, de acuerdo con Gío-Argaéz *et al.* (2002), en los mares y litorales mexicanos se han localizado más de 760 especies, distribuidos de la siguiente manera: 300 en el Golfo de México, 110 en el Mar Caribe y 350 en el Océano Pacífico. Tal distribución se relaciona con factores ambientales de las plataformas terrígenas y carbonatadas, así como de la profundidad de los océanos (Gío-Argaéz, 2000). Para Campeche se han registrado 90 especies entre la laguna, la bahía y la desembocadura del delta (CD anexo). De las familias más representativas, se encuentran Macrocypridae, Cytherellidae, Loxoconchidae, Bairdiidae, Cytheromatidae, Schizocytheridae y Trachyleberidae.

DISTRIBUCIÓN

Como grupo, los foraminíferos se encuentran en un amplio rango de ambientes marinos. En Campeche, en la laguna de Términos, Ayala-Castañares (1963) encontró que los foraminíferos no presentan tendencias de distribución muy marcadas en las lagunas litorales, debido al carácter transicional de estos ambientes con factores ecológicos muy variables. De modo que sólo viven seres con gran capacidad de adaptación a estos cambios ecológicos, a pesar que muchos también habitan otros medios menos variables.

El número de géneros y especies tienden a aumentar desde la zona con salinidad baja hasta las zonas muy salinas, particularmente en la Boca de Paso Real. Algunos de los géneros y especies identificados, parecen comportarse con tendencia hacia ciertas condiciones ambientales favorables para ellos, como la especie *Ammonia beccarii* (Linnaeus) y sus variantes, así como *Elphidium gunteri* Cole, ambas especies predominan en las poblaciones, aunque en las diferentes bio-

facies o unidades biológicas que se presentan a lo largo de la laguna se encuentran asociadas con especies que contribuyen a su mejor diferenciación. La asociación faunística se encuentra constituida por *Ammonia beccarii* y vars., *Cribrononion lene*, *Cellanthus gunteri*, *Palmerinella palmerae*, *Ammobaculites dilatus* y *Elphidium incertum mexicanum* (Segura y Wong-Chan, 1980).

Los ostrácodos son de gran utilidad como indicadores en ambientes costeros, ya que se distribuyen en todos los ambientes acuáticos, tanto dulceacuícolas como salobres y marinos, con grupos característicos y fácilmente diferenciables para cada tipo de salinidad. En un estudio realizado por Gío-Argáez (2000), se determinaron las asociaciones representativas y sus patrones de distribución. Tales resultados mostraron cuatro factores o asociaciones significativas. Cada una de esas asociaciones se encuentra representada por especies indicadoras de las aguas que se encuentran en esa zona.

IMPORTANCIA

Los foraminíferos y ostrácodos son importantes en el rubro ecológico y económico. Varias especies de foraminíferos y ostrácodos presentan rangos estrechos de tolerancia a parámetros ambientales. En el Golfo de México las asociaciones de foraminíferos (Machain-Castillo, 1989) sirven como indicadores para la localización de mantos petrolíferos mediante estudios estratigráficos para ubicar secuencias sedimentarias en el tiempo geológico (Cantú-Chapa, 2007).

Las variaciones morfológicas, composición química, abundancia y/o distribución de los organismos permite que sean utilizados como indicadores ecológicos de masas de agua, circulación oceánica y cambios ambientales como la presencia de contaminantes en el medio, ya que en el caso de los ostrácodos, el caparazón mantiene las mismas concentraciones que se presentaban al momento de su calcificación y con ello, conocer su cantidad en proporciones inalteradas (Machain-



Foto: ICMYL-UNAM.

Ammonia beccarii de la laguna de Términos.

Castillo y Ruiz-Fernández, 2006). Además, el tamaño, la resistencia de sus cuerpos, y sus ciclos de vida característicos permite su preservación y respuesta a las modificaciones ambientales de modo que son utilizados como indicadores paleoecológicos y bioestratigráficos en la micropaleontología.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Existen pocos trabajos para ambos grupos con respecto a este tópico, por lo que es necesario realizar estudios comparativos con la finalidad de conocer cómo se ha modificado al paso de los años la distribución, abundancia y posible migración de las diferentes poblaciones, y determinar la verdadera situación ecológica en la que se encuentra la zona marítima y continental del estado de Campeche. Las poblaciones de foraminíferos y ostrácodos, están siendo afectadas por la contaminación antropogénica, producto de los desechos industriales y de la descarga de aguas dentro de los cuerpos lagunares así como por la contaminación de la industria petrolera, a causa de derrames accidentales. Otra amenaza para su modificación poblacional, es el calentamiento global, ya que modifica la temperatura del agua de los océanos afectando la densidad y salinidad del ambiente marítimo en general.

Tabla 2. Asociaciones biológicas de ostrácodos, indicadoras de la plataforma continental del estado de Campeche.

Fuente: Yañez *et al.*, 1983 y Gío-Argáez, 2000.

Asociación	Especie (s)	Indicador
Asociación I.	<i>Cytherella vermillionensis</i>	De aguas cálidas y salinas.
Asociación II.	<i>Echinocythereis margaritifera</i> <i>Pterygocythereis alophia</i> y <i>Hullingsina tuberculata</i>	De profundidades de 40 a 85 metros. Ambiente estable. Plataforma media.
Asociación III.	<i>Loxococoncha moralesi</i> , <i>Paracytheroma stephensoni</i> , <i>Cytheromorpha pracastanea</i> y <i>Neomonoceratina</i>	Condiciones variables de salinidad, temperatura y cantidad de nutrientes. Ambientes influenciados por ríos y lagunas.
Asociación IV.	<i>Macrocyprina skinneri</i> <i>Bairdia bradyi</i> y <i>Pellucistoma magniventra</i>	Transicional entre la plataforma carbonatada y la zona terrígena.



Foto: ICMYL-UNAM.

Bradyella dictyon, procedente de la plataforma externa de la bahía de Campeche.

REFERENCIAS

- Ayala-Castañares, A., 1963. Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la laguna de Términos, Campeche, México. Tesis Doctoral en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 130 p.
- BouDagher-Fadel, M. K., F. T. Banner, y J. E. Whittaker, 1997. The early evolutionary history of planktonic Foraminifera. Chapman and Hall, London, New York. 269 p.
- Butterlin, J., 1961. Grandes Foraminíferos del pozo Palizada, num. 2, Municipio de Palizada, Estado de Campeche. *Rev. Paleontología Mexicana*, 10: 1-59.
- Cantú-Chapa, A., 2007. La Formación Cantarell del Cretácico Superior (Campaniano-Maestrichtiano), la Roca Productora de Petróleo más Importante de México. *Rev. PetroQuimex.*: 23-29.
- Capriulo, G. M., 1990. Ecology of marine protozoa. Oxford University. New York, USA 366 p.
- Carreño, A. L., 1984. Ostrácodos Recientes del Estero Pargo, Laguna de Términos, Campeche, México. p. 603-611. En: M.C. Perrilliat, (ed.) Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología, 14-18 octubre, Oaxtepec, Morelos, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.
- Esparza-Castillo, L. E., 1992. Variación estacional de la microfauna de ostrácodos de la zona de plataformas petroleras del sur del Golfo de México. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 92 p.
- Gío-Argaéz, F. R., 1969. Significado ecológico de la variabilidad de la testa del foraminífero *Amonia beccarii* (Linnaeus) variante "A" en 3 lagunas litorales mexicanas. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 75 p.
- Gío-Argaéz, F. R., 2000. Distribución y sistemática de los ostrácodos de la bahía de Campeche, México. Tesis Doctoral en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. 103 p.
- Gío-Argaéz, F. R., E. López-Ochoterena, y M. L. Machain-Castillo, 1998. La Zona Litoral de Campeche. México: Manejo y Perspectivas. (Cartel). XIII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Vigo, España. 6-10 de julio. Libro de resúmenes. 125 p.
- Gío-Argaéz, F. R., M. L. Machain-Castillo, y A. Gaytán-Caballero, 2002. Los ostrácodos de la Zona económica exclusiva de México. Parte I. La Bahía de Campeche. *Jaina en línea*, 13(1): 1-11.
- Gío-Argaéz, F.R. y M. L. Machain-Castillo 2001. Biofacies de Ostrácodos en la Bahía de Campeche. XIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Murcia, España. Libro de resúmenes. 23 p.
- Gío-Argaéz, F.R., M. L. Machain-Castillo y A. Gaytán-Caballero, 2004. Ostracoda. p. 513-558. En: J. Llorente Bousquets y J. J. Morrone (eds.) Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. Universidad Nacional Autónoma de México
- Gío-Argaéz, R. P. Krutak, M.L. Machain-Castillo, y A. Gaytán Caballero, 2005. Los ostrácodos de la Zona Económica Exclusiva de México. Parte II: Los arrecifes del Golfo de México y el Mar Caribe. Serie ¡Fundamental! Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis Teruel, España..
- Gío-Argaéz, R., y M. L. Machain-Castillo, 1996a. Contribución al conocimiento de los ostrácodos (Crustacea) del sur del Golfo de México. XII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid, España. 95 p.
- Gío-Argaéz, R., y M. L. Machain-Castillo, 1996b. Contribución al conocimiento de los ostrácodos (Crustacea) del sur del Golfo de México. *Revista de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Tomo Extraordinario*. 163-165.

- Horne, D. J., A. Cohen y K. Martens, 2002. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. In: J.A. Holmes, & A. R. Chivas (eds.). *The Ostracoda: Applications in Quaternary research*. Geological Monograph Series Volume 131.
- Howe, H. V., R. V. Kesling, y H. W. Scout, 1961. Morphology of living ostracoda. In: R.C. Moore (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q Arthropoda 3 Crustacea*. Geol. Soc. Am. Univ. Kan. Press. P. 2. 443 p.
- Machain-Castillo, M. L. y A. C. Ruiz-Fernández, 2006. Indicadores biofísicos en sedimentos acuáticos. p. 205-219. En : I. Pisanty y M. Caso (eds.) *Especies, Espacios y Riesgos*. Instituto Nacional de Ecología.
- Machain-Castillo, M. L., y F. R. Gío-Argáez, 1989. Comparación faunística de los ostrácodos presentes en la laguna de Términos y las Costas Adyacentes de la bahía de Campeche. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 40:35-48
- Machain-Castillo, M. L. y F. R. Gío-Argáez. 1990. Ostrácodos de la plataforma occidental de Yucatán. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 41:15-22.
- Machain-Castillo, M.L. y F.R. Gío-Argáez, 1995. Ostracod distribution in the Gulf of México. p. 447. In: J. Ríha (eds.). *Ostracoda and Biostratigraphy*. A.A. Balkema/Róterdam, Brookfield, Czech Republic.
- Machain-Castillo, M. L., F.R. Gío-Argáez, y G. González-Chávez, 2005. Distribución en las provincias mexicanas del Caribe y Golfo de México: La plataforma norte de la península de Yucatán. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* Vol. 6
- Machain-Castillo, M.L., y F.R. Gío-Argáez, 2005. Ostrácodos bentónicos del sur del Golfo de México. p.163-173. En: M. Caso, I. Pisanty, y E. Ezcurra (eds.). *Diagnóstico Ambiental del Golfo de México*. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Vol. I
- Mata-Mendoza, M. L., 1982a. Contribución al conocimiento de la fauna de foraminíferos de la plataforma continental de Campeche, México. Secretaria de Marina, México D.F.
- Mata-Mendoza, M. L., 1982b. Foraminíferos recientes de la sonda de Campeche, México. Secretaria de Marina, México D.F.
- Moore, R. C. (ed), 1961 *Treatise on invertebrate paleontology, Part C. Protista 2*. Geol. Soc. Am. Univ. Kan. Press.
- Morales, G. A., 1966. Ecology, distribution, and taxonomy of Recent Ostracoda of the Laguna de Términos, Campeche, México. *Instituto de Geología*, 81: 1-103.
- Palacios-Fest, M. R., F. R. Gío-Argáez, y P. R. Krutak, 1983. Los ostrácodos (Crustacea) recientes del Caribe Mexicano y su significación faunística. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.*, 10(1): 195-208
- Pokorný, V., 1952. The ostracods of the so-called Basal Horizon of the Subglobosa Beds at Hodonín (Pliocene, Inner Alpine Basin, Czechoslovakia). *Sb. Ústred. Ústav. Geol.*, 19:229-396.
- Quiroz-Martínez, B., 2005. Foraminíferos planctónicos, bentónicos y ostrácodos en sedimentos del sur del Golfo de México y su relación con la productividad. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 60 p.
- Ruppert, E. E., y R. D. Barnes, 1966. *Zoología de los Invertebrados*. Mc. Graw-Hill Interamericana, sexta edición, México, D. F.
- Segura, L. R., e I. Wong-Chang, 1980. Foraminíferos Recientes de Estero Pargo, Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.*, 7(1): 1-13



Foto: L.A. Williams-Beck , UAC.

Reino Vegetal

Macroalgas

Abel Senties G.

y *Kurt M. Dreckmann*

INTRODUCCIÓN

Las macroalgas son organismos eucariontes multicelulares, fotoautótrofos, de arquitectura clonal y estrategia de crecimiento modular, marinos y asociados al sustrato (son bentónicos). Los grupos principales son las algas verdes (Chlorophyta), las pardas o café (Heterokontophyta) y las rojas (Rhodophyta). Constituyen junto a Cyanobacteria y Eubacteria (Prokaria) grupos evolutivamente ancestrales en relación, por ejemplo, con las plantas terrestres (quienes comparten un ancestro común con Chlorophyta). En el mismo tenor, ancestros del tipo rhodophyta, cyanobacteria y eubacteria, a lo largo de eventos endosimbióticos, dieron lugar a la actual organización eucarionte (el primer eucarionte conocido es un fósil del tipo rhodophyta encontrado en rocas de 2.1 billones de años (Brodie y Lewis, 2007). Si bien son grupos morfo-anatómicamente sencillos, las macroalgas despliegan fisiologías y comportamientos reproductivos y ecológicos altamente complejos.

DIVERSIDAD

El grupo de las algas, en general, puede ser categorizado de acuerdo a su tamaño, en micro y macroalgas. Aquellas que van desde menos de 10 hasta 100 micrometros son consideradas microalgas (forman parte del fitoplancton), y son el objeto de estudio de la microficología, aquellas que van desde las 100 micras (visibles porque miden más de 1 milímetro) a varias decenas de centímetros (como el caso de *Macro-*

cystis piryfera o kelps que llega a medir más de 30) son categorizadas como macroalgas y son el objeto de estudio de la ficología marina. Alrededor de 350 000 especies de algas han sido descritas en los últimos 200 años (Brodie y Zucarello, 2007). Las formas macroscópicas marinas presentan los siguientes números (o diversidad alfa): alrededor de 10 000 especies para la división Chlorophyta, 1 900 especies para la división Heterokontophyta (Clase Phaeophyceae) y 8 500 especies para la división Rhodophyta; es decir, se cuenta con una diversidad macroalgal mundial de alrededor de 20 000 especies. Cada una de estas se compone de poblaciones que agrupan a miles de millones de individuos distribuidos en las regiones biogeográficas marinas comprendidas entre los círculos ártico y antártico.

La diversidad algal marina de Campeche (litoral, estuarina e insular) se compone de 242 taxa específicos (76 especies de Chlorophyta; 36 Phaeophyceae y 130 Rhodophyta) para 29 localidades. Esta diversidad y su distribución taxonómica sugieren una afinidad tropical, con escaso intercambio con zonas templadas. El ambiente estuarino comprende 113 taxa (33 Chlorophyta, 8 Phaeophyceae y 72 Rhodophyta). El ambiente marino (incluyendo islas) comprende 129 taxa (43 Chlorophyta, 28 Phaeophyceae y 58 Rhodophyta) y presenta una mayor afinidad con la región del Caribe Mexicano que con la región Carolina Templada del Atlántico del Este.

DISTRIBUCIÓN

A pesar de la extensión de las costas mexicanas del Golfo de México y la literatura ficológica que se ha publicado en cincuenta años (véase Ortega *et al.*, 2001), resalta lo reducido y esporádico de los antecedentes ficoflorísticos para el estado de Campeche (tabla 1). Por ejemplo, Huerta (1958) reporta 11 taxa para Cayo Arcas, Huerta y Garza (1966) registran 68 especies para seis localidades las cuales, en su mayoría, se restringen a laguna de Términos, Huerta (1986) men-

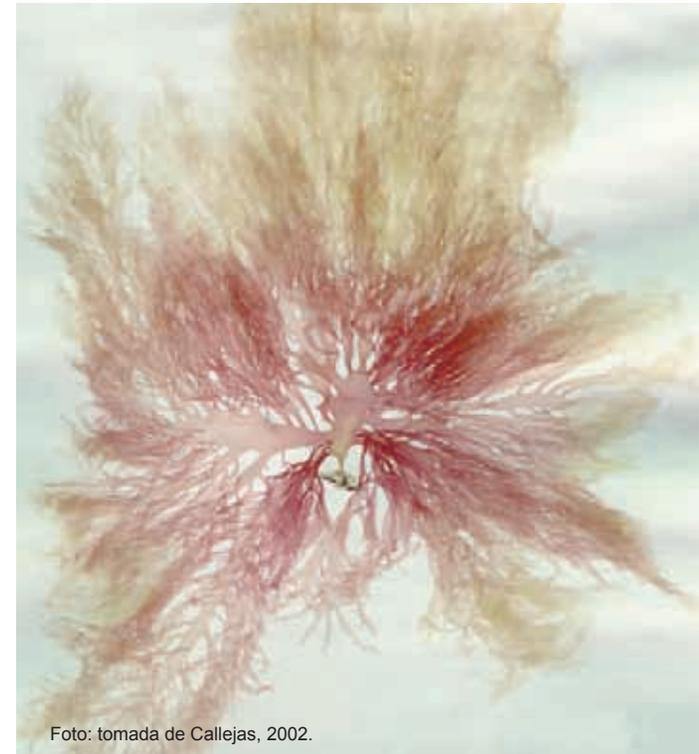


Foto: tomada de Callejas, 2002.

Halymenia floresia.

ciona la presencia de *Crouania attenuata* (Ceramiaceae, Rhodophyta) para Cayo Arcas; Ortega, en un trabajo publicado en 1995, registra 80 taxa recolectados entre 1964 y 1966 en 16 estaciones para la laguna de Términos y tres en el ambiente marino (Frontera, Boca de Ciudad del Carmen y Puerto Real); en un trabajo inédito, Callejas (2002) identifica y clasifica las macroalgas bentónicas asociadas al ambiente marino-estuarino de parte de Tabasco y la sonda de Campeche. Re-

Tabla 1. Número de registros en los taxa presentes en el estado de Campeche.

Taxa	Familias	Géneros	Especies
Chlorophyta	14	21	76
Phaeophyceae	7	16	36
Rhodophyta	25	67	130

cientemente, Robledo *et al.* (2003), estudiando la ficoflora en el banco de Campeche, ubicado mar adentro frente a la frontera de Campeche con Yucatán, encuentran 130 taxa creciendo a una profundidad de entre 21 y 53 m. Por último, Callejas *et al.* (2005), agregan 51 taxa a la ficoflora del estado. En trabajos de naturaleza monográfica, Dreckmann y De Lara-Isassi (2000), hacen referencia a un ejemplar proveniente de Isla Aguada asignable a *Gracilaria caudata* (Gracilariaceae, Rhodophyta). Por su parte, Gurgel *et al.* (2003) describen *Gracilariopsis cata-luziana* (Gracilariaceae, Rhodophyta) basados en ejemplares recolectados en la bahía de Campeche.

IMPORTANCIA

El papel principal de las macroalgas en las comunidades marinas es la producción primaria derivada del metabolismo fotosintético (oxígeno y materia orgánica). Además, recirculan gran parte de las sustancias orgánicas disueltas, acumulan y consolidan el sustrato y disminuyen la erosión. Asimismo, por su alto grado de clonalidad y estrategia modular de crecimiento, acumulan sustancias inorgánicas sin un evidente perjuicio fisiológico, morfológico o reproductivo; sirven de bio-filtros para la detección de metales pesados e hidrocarburos en zonas de alto impacto humano. Constituyen, dada la estructura de sus comunidades (equivalentes a pequeñas selvas sumergidas), el hábitat natural para cientos de especies de invertebrados y peces. Por ejemplo, concretamente en Campeche, destaca la predominancia del ambiente estuarino, en él son características las asociaciones algales denominadas como Bostriquetum, Gracilarioetum y Spyridioetum (Callejas *et al.*, 2005). Estas son comunidades ecológicamente importantes por ser indicadoras de ambientes eurihalinos, con altos niveles de nutrientes, por la presencia de bosques de manglares y refugio para la reproducción y alimentación de muchos invertebrados.



Foto: tomada de Callejas, 2002

Eucheuma isiforme.

Por último, la importancia económica de las macroalgas en Campeche, recae en la presencia de poblaciones de especies de *Gelidium*, *Hypnea*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, *Laurencia* y *Sargassum*. Estos géneros son fuente de alginatos, agares y carrageninas, que en conjunto a las demás especies macroalgales presentes en el estado, pueden dar lugar a una industria importante de fertilizantes naturales, biorremediadores y alimento para animales de corral.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Esta contribución hace referencia, exclusivamente, al estado del conocimiento histórico taxonómico de las macroalgas marinas de Campeche y se basa en los listados publicados desde 1958 a la fecha. Esto representa un importante vacío de información, generado por el hecho de que dichas publicaciones proceden de investigadores externos al estado (UAM-Iztapalapa, IPN-ENCB-CINVESTAV), enfocadas al inventario y catalogación y no al estudio de la dinámica, distribución, estructura y endemismo de las poblaciones y comunidades algales, aspecto fundamental para un análisis de vacíos. De acuerdo a lo reportado y estudiado por los propios autores durante los últimos tres años, no se puede determinar si la estructura taxonómica de la diversidad macroalgal se ha sostenido desde 1958 a la fecha del último reporte (Callejas *et al.*, 2005). Sin embargo, dada la importancia ecológica de los grupos algales, resulta evidente que la conservación de la biodiversidad que compone estas comunidades y sus asociaciones con plantas vasculares, es prioritaria para el mantenimiento de los flujos de energía que, a su vez, redundan en el equilibrio poblacional de las comunidades heterótrofas, mismas que, en último término, constituyen la base de las pesquerías, turismo ecológico y desarrollo de las comunidades humanas tanto directamente litorales como del interior del estado. Por otro lado, aunque el endemismo macroalgal es bajo



Foto: tomada de Callejas, 2002.

Gracilaria blodgettii.

(una especie: *Gracilariopsis cataluziana*), aun así se puede pensar en el litoral de Campeche como una zona de aislamiento biogeográfico al interior del Golfo de México (Callejas *et al.*, 2005), es decir es una zona donde hay un activo proceso de especiación, en la cual, cualquier alteración pone en riesgo este proceso y con ello se pierde diversidad de especies. Además de la sobreexplotación de recursos y destrucción de hábitats por impacto humano, otro tema en la agenda contemporánea



Foto: tomada de Callejas, 2002.

Caulerpa mexicana.

nea de la biología de la conservación son las especies invasoras. Su estudio es fundamental, dada la capacidad de éstas para dominar el hábitat de especies autóctonas y erradicarlas en cuestión de meses. Resulta particularmente importante, que, si no es por la identificación de un taxónomo competente, *Caulerpa mexicana*, especie inofensiva y corriente en los ambientes arrecifales y litorales de la península de Yucatán, podría ser confundida con *Caulerpa taxifolia*, una especie “europea” de Chlorophyta extremadamente agresiva como invasora.

Dado lo expuesto anteriormente se considera que: a) el crecimiento urbano sostenido (sin una paralela planificación en la calidad de los servicios públicos sanitarios), b) la industria petrolera y su actitud tutelar hacia la biodiversidad, c) la actividad pesquera apoyada en artes de pesca y unidades de esfuerzo que comprometen a toda una comunidad biótica sumergida, no solo a peces, crustáceos y moluscos comerciales, d) las actividades asociadas a la obtención de energía eléctrica y, e) el desarrollo turístico centrado alrededor de la infraestructura hotelera y no vinculado al conocimiento biótico del medio ambiente marino, ponen en serio peligro la integridad de la diversidad macroalgal del estado.

Para detectar amenazas particulares y describir mejor las ya existentes y, así, poder establecer políticas permanentes de conservación, se propone un monitoreo sistemático de la diversidad macroalgal de Campeche a partir de este momento, cuyos objetivos se centrarían en: 1) la elaboración de un inventario taxonómico actualizado (filogenético) de la diversidad macroalgal, 2) un estudio de la relación especies-ambientes (insulares, estuarinos y marinos), 3) estudio de las especies indicadoras de alteración ambiental, 4) distribución poblacional en relación con las áreas protegidas y reservas de la biosfera propuestas por la CONABIO (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007) para el estado, y 5) estudio de las especies económicamente estratégicas para el estado.

REFERENCIAS

- Brodie, J., y G.C. Zuccarello, 2007. Systematics of the species-rich algae: red algal classification, phylogeny and speciation. p. 317-330. In: T.R. Hodkinson and J. Parnell (eds.). The Taxonomy and systematics of large and species-rich taxa: building and using the Tree of Life. Systematics Association Series, CRC Press.
- Brodie, J., y J. Lewis, 2007. Unravelling the Algae. The Past, Present, and Future of Algal Systematics. The Systematics Association Special Volume 75, CRC Press, Boca Raton. 391 p.
- Callejas, M., 2002. Macroalgas bentónicas de las costas de Tabasco y Campeche. Informe final de Servicio Social, Hidrobiología, UAM-Iztapalapa. México, D.F. 77p.
- Callejas, M., A. Senties Granados, y K.M. Dreckmann., 2005. Macroalgas bentónicas de Puerto Real, Faro Santa Rosalía y Playa Preciosa, Campeche, México, con algunas consideraciones florísticas y ecológicas para el estado. *Hidrobiológica* 15(1): 89-96.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007. Análisis de 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, A.C. México, D.F.
- Dreckmann, K. M., y G. De Lara-Isassi, 2000. *Gracilaria caudata* J. Agardh (Gracilariaceae, Rhodophyta) en el Atlántico mexicano. *Hidrobiológica*, 10(2): 125-130.
- Gurgel, C.F.D., S. Fredericq, y J.N. Norris, 2003. *Gracilariopsis silvana* sp. nov., *G. hommersandii* sp. nov., y *G. cata-luziana* sp. nov., tres especies nuevas de Gracilariaceae (Gracilariales, Rhodophyta) para el Atlántico Occidental. *Hidrobiológica*, 13: 57-68.
- Huerta, M. L., 1958. Contribución al conocimiento de las algas de los bajos de la Sonda de Campeche, Cozumel e Isla Mujeres. *Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas*, 9(1-4):115-123.
- Huerta M. L., 1986. Algas marinas poco comunes de la flora mexicana - IV- *Crouania attenuata*. *Phytologia* 60:(6): 243-245.
- Huerta M. L., y M. A. Garza B., 1966. Algas marinas del litoral del estado de Campeche. *Ciencia*, 24:193-200.
- Ortega, M. M., 1995. Observaciones del fitobentos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 66(1):1-36.
- Ortega, M. M., J. L. Godínez, y G. G. Solórzano, 2001. Catálogo de Algas Bénticas de las Costas del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 594 p.
- Robledo, D., Y. Freile-Pelegrín, e I. Sánchez-Rodríguez, 2003. Marine benthic algae from the Campeche Banks, México. p. 257-259. Proceedings of the XVIIth International Seaweed Symposium, Cape Town, South Africa, Jan.-Feb. 2001. Oxford University Press. Oxford.

Pastos marinos

Margarita E. Gallegos Martínez

INTRODUCCIÓN

El término de pastos marinos con el que se denomina a las angiospermas acuáticas que se desarrollan en el mar, fue introducido por Ascherson en 1871 y hacía referencia al tipo de hojas lineares de las especies europeas conocidas hasta esa fecha.

Son un grupo único de plantas con flores que se han adaptado a pasar todo su ciclo de vida totalmente sumergidas, en medios ambientes marinos o estuarinos, para lo cual han desarrollado características fisiológicas y ecológicas únicas.

Tienen un eficiente sistema de anclaje constituido por rizomas y raíces que crecen horizontalmente enterradas en el substrato, que les permite soportar el efecto de las mareas y el oleaje. El sistema de rizomas y raíces juega un papel importante en la distribución de nutrientes y pueden vivir en ambientes anóxicos ya que tiene un eficiente sistema interno de transporte gaseoso (den Hartog, 1970; Les *et al.*, 1997). Forman haces verticales con hojas muy especializadas que poseen cutícula muy reducida y la epidermis que es el principal tejido fotosintético, carece de estomas. Se reproducen asexual y sexualmente formando clones, flores y frutos. Aproximadamente 75% de las especies son dioicas, tienen eficientes mecanismos de polinización hidrófila y los frutos pueden ser dispersados en forma biótica y abiótica.

De acuerdo con Arber (1920) estas características han sido importantes para que sobrevivan en el medio acuático, aunque no son exclusivas de los pastos marinos ya que algunas las comparten con especies dulceacuícolas. Den Hartog (1970) señala que el confinamiento al medio marino les ha llevado a adaptarse a dichas condiciones y competir exitosamente con otras especies.

De acuerdo con Larkum y den Hartog (1989) y Kuo y den Hartog (2000, 2001), se propone que los pastos marinos descienden de ancestros terrestres, los cuales no han sido aún clarificado debido a la escasez de material fósil. Sin embargo, se sugiere que los pastos

marinos aparecieron desde las primeras etapas de evolución de las angiospermas hace 70 y 100 millones de años (Les *et al.*, 1997) y la transición evolutiva a partir de ancestros terrestres, pudo haberse llevado a cabo varias veces. Los análisis filogenéticos efectuados por Les *et al.* (1997) y Waycott *et al.* (2006), señalan un origen polifilético y que las familias Zosteraceae, Cymodoceaceae e Hydrocharitaceae son los tres linajes que pudieron haber colonizado de manera independiente el medio marino, de ahí que se les considere un grupo ecológico más que taxonómico.

DIVERSIDAD

Los pastos marinos tienen poca diversidad taxonómica ya que comprenden aproximadamente 66 especies comparadas con las 250 000 de las angiospermas terrestres (Hartog y Kuo, 2006). Pertenecen al orden Helobiae (Tomlinson y Posluszny, 2001) y de acuerdo al más reciente estudio efectuado por den Hartog y Kuo (2006) están constituidos por 14 géneros y 66 especies agrupadas en 6 familias que se distribuyen en todas las costas del mundo excepto en la Antártica. Estas familias son las Zosteraceae, Cymodoceae, Posidonaceae, Hydrocharitaceae, Ruppiaceae, y Zannichelliaceae, la cuál es aún tema de debate entre ecólogos y taxónomos.

Las costas mexicanas cuentan con una riqueza florística a nivel de familias y géneros de pastos marinos, ya que se desarrollan 3 familias de 6 y 7 géneros de 14 de los reportados a nivel mundial. En lo que respecta a especies, esta diversidad no es muy alta, ya que crecen 9 de las 66 especies reportadas a nivel mundial. La mayor diversidad de especies se localiza en las costas del Pacífico Oriental (den Hartog y Kuo, 2006; Short *et al.*, 2007). Las especies mexicanas están agrupadas en las familias Zosteraceae (*Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri* y *Phyllospadix torreyi*), Cymodoceae (*Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*), Hydrocharitaceae (*Thalassia testudinum*, *Ha-*

lophila engelmanni, *Halophila johnsonii*). En el Pacífico se localizan *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri*, *Phyllospadix torreyi* y *Halodule wrightii*. En las costas del Golfo de México y en las costas del estado de Campeche, la flora de pastos marinos está representada por las especies *Thalassia testudinum*, *Halophila engelmanni*, *Halophila johnsonii*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*, (den Hartog y Kuo, 2006; Short *et al.*, 2007).

DISTRIBUCIÓN

A lo largo de toda la costa del estado de Campeche así como en la laguna de Términos, se desarrollan extensas praderas de *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*. Crecen en diversos tipos de sedimentos: arenosos, carbonatados, rocosos, arenoso/rocoso y lodosos formando extensas poblaciones monoespecíficas y/o mixtas que se distribuyen desde la zona intermareal hasta profundidades de 8 o 10 m lo cual representa una enorme extensión de la zona costera, de la cuál desafortunadamente no se cuenta con mapas de su distribución ni del área que ocupan. Es posible encontrar pequeños manchones de *Halophila engelmanni* en zonas de 5 a 10 m de profundidad, en fondos arenosos o rocosos y aguas claras. En las costas del Golfo de México y Caribe Mexicano *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme* son consideradas especies pioneras (Gallegos *et al.*, 1993) y *Thalassia testudinum* la comunidad clímax (Gallegos *et al.*, 1994; Van Tussenbroek *et al.*, 2006).

IMPORTANCIA

Los pastos marinos cubren aproximadamente 0.1-0.2% de las costas oceánicas, y son comunidades altamente productivas que constituyen áreas de desove, anidación, refugio, protección, y alimentación para numerosas especies de vertebrados e invertebrados como tortugas,

manatíes, peces, camarones, caballitos de mar, pulpos, pepinos de mar. Son excelentes protectores de la línea de costa ya que sus hojas atrapan los sedimentos suspendidos y los incorporan al sustrato con su sistema de rizomas y raíces, con lo cual previenen la erosión y regulan la calidad de las aguas (Duarte, 2002), al influir en las condiciones físicas, químicas y biológicas.

Son una fuente de carbono que es exportado vía detritus a las cadenas tróficas y a las profundidades marinas, en donde son el suministro más importante de materia orgánica (Suchanek *et al.*, 1985). El exceso de carbono orgánico que producen se queda enterrado en los sedimentos, formando zonas de carbono secuestrado a la biosfera (Duarte *et al.*, 2005). El valor económico que representan los pastos marinos fue propuesto por Costanza *et al.* (1997), quienes documentaron y compararon con otros ecosistemas tanto marinos como terrestres, el papel y los numerosos servicios ecológicos que los pastos marinos proporcionan al ecosistema, valorándolo en USD \$19 004 /ha/año.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

La ubicación de los pastos marinos en la zona costera los coloca en una situación de vulnerabilidad y en los últimos años se ha observado una clara disminución de su presencia en las costas del mundo (Duarte, 1999, 2002). Waycott *et al.* (2009) calcularon una tasa de pérdida a nivel mundial de 110 km²/año desde 1980 y la desaparición del 29% de la extensión registrada por primera vez en 1879. Desafortunadamente, la tasa de desaparición se incrementó de 0.9% en la década de los 40 al 7% en la década de los 90.

La pérdida de estos ecosistemas es el resultado de acciones humanas, como el incremento de nutrientes por el vertido de aguas negras o industriales, directamente a las costas sin tratamiento previo, el incremento de la tasa de sedimentación por la deforestación o mo-

dificación de los patrones de circulación, así como por los métodos directos de perturbación mecánica por pesca, acuicultura, dragados, construcciones costeras, los cuales ejercen una gran presión sobre los pastos marinos debilitándolos ante la acción de tormentas y huracanes (Ralph *et al.*, 2006).

Waycott *et al.* (2009) analizaron a nivel mundial 128 sitios y en 77 identificaron que las 2 principales causas de la pérdida de los pastos son; a) impactos directos del desarrollo costero y actividades de dragado y; b) impactos indirectos que deterioraron la calidad del agua. El cambio climático también es resultado de los impactos humanos y generan erosión costera, aumento del nivel del mar, incremento en la incidencia de tormentas y huracanes, así como inundaciones e irradiación ultravioleta (Short y Nickles, 1999). La tasa de pérdida de las comunidades de pastos marinos es comparable a la reportada para los manglares, arrecifes coralinos y selvas tropicales, con lo cual los pastos marinos se ubican entre los ecosistemas más alterados en la tierra (Waycott *et al.*, 2009).

Se ha planteado que de continuar estas acciones, la pérdida de estos ecosistemas se incrementaran particularmente en zonas como el Caribe y Atlántico Tropical (Short *et al.*, 2007) en donde se ubica el estado de Campeche.

En la costa de Campeche existen tres áreas naturales protegidas en donde se desarrollan poblaciones de pastos marinos, como son la laguna de Términos, Champotón y Los Petenes, las cuales de acuerdo con la CONABIO, están amenazadas por las mismas causas identificadas por Waycott *et al.* (2009), como las responsables de su acelerada tasa de desaparición en otras partes del mundo. En nuestro país y en el estado de Campeche, no se cuenta con registros de la extensión de las áreas que ocupan, su composición florística y la intensidad y permanencia de los impactos. Tampoco se han efectuado estudios permanentes encaminados a entender los procesos globales que operan en los pastos marinos y en su entorno. Ante esta situación, es inaplazable

generar programas con acciones específicas encaminados a regular las acciones humanas y mantener las condiciones ecológicas que garanticen la permanencia de este tipo único de vegetación.

Estos programas deben contemplar actividades de monitoreo para obtener datos actualizados de su dinámica poblacional, de las tasas de desaparición, evaluación de la acción de los factores ambientales, que permitan formular modelos realistas de dicha pérdida, los cuales son la base para plantear políticas de conservación global (Duarte, 2002). Se requieren tres acciones para asegurar la conservación de los ecosistemas marinos: 1) desarrollo de un programa coherente de monitoreo mundial, 2) desarrollo de modelos cuantitativos, predictivos de la respuesta de los pastos marinos a las perturbaciones y 3) programas de educación ambiental a la población en general acerca del valor de los pastos marinos y el impacto de las actividades humanas sobre ellos.

En febrero del año 2009, se inició en la laguna de Términos un Programa de Monitoreo Permanente en una sola localidad. Este monitoreo se lleva a cabo de acuerdo al protocolo establecido por la Red Internacional SeagrassNet y bajo la responsabilidad y coordinación de investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana Izta-palapa con la participación de la Universidad Autónoma de Campeche (EPOMEX) y el Colegio de la Frontera Sur, Tabasco.

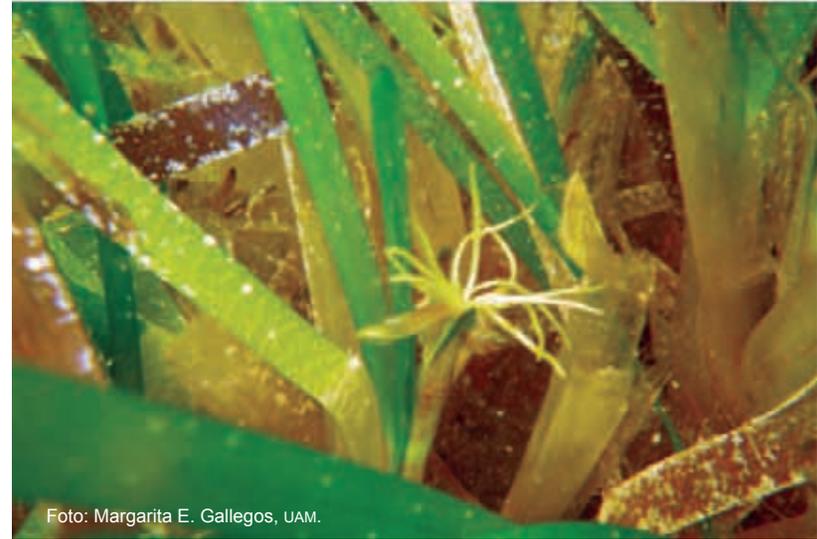


Foto: Margarita E. Gallegos, UAM.

Flor femenina de *Thalassia testudinum*. Peten Neyac, Campeche.



Foto: Margarita E. Gallegos, UAM.

Pradera de *Thalassia testudinum*. Río Verde, Campeche.

REFERENCIAS

- Arber A., 1920. Water Plants. A Study of Aquatic Angiosperms. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ascherson P., 1871. Die geographische Verbreitung der Seegräser. p.17: 241–248. In: CDK Cook. Petermann's Geographische Mittheilungen. Aquatic Plant Book. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Cook, CDK., 1998. Hydrocharitaceae. p. 234-248, In: K. Kubitzki (ed.) The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. IV. Flowering Plants, Monocotyledons: Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Springer Verlag, Berlin.
- Dahlgren RMT., HT. Clifford, y Yeo Pi, 1985. The families of the Monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. Springer Verlag, Berlin.
- den Hartog C., 1970. The Sea-grasses of the World, North Holland, Amsterdam.
- den Hartog C., y J. Kuo, 2006. Taxonomy and biogeography of seagrasses. p. 1-23. In: A.W.D. Larkum, R.J. Orth and C.M. Duarte (eds). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Printed in Netherlands.
- Duarte CM., 1999. Seagrass ecology at the turn of the millenium: Challenges for the new century. *Aquat. Bot.*, 65: 7-20.
- Duarte CM., 2002. The future of seagrass meadows. *Environ. Conserv.*, 29: 192-206.
- Gallegos ME., M. Merino, N. Marbá, y CM. Duarte, 1993. Biomass and dynamics of *Thalassia testudinum* in the Mexican Caribbean: elucidating rhizome growth. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 95: 185-192.
- Gallegos ME., M. Merino, A. Rodríguez, N. Marbá, y CM. Duarte, 1994. Growth patterns and demography of pioneer caribbean seagrasses *Halodule wrightii* and *Syringodium filiforme*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 199: 99-104.

- Gallegos ME., F. Sanchez, y C. Agras, 2008. *Thalassia testudinum* biomass and production in the coast of Campeche, México. Enviado a Botánica Marina.
- Kenworthy WJ., S. Willie-Echeverria, RG. Coles, G. Pergent, y C. Pergent-Martini, 2006. Seagrass conservation biology: an interdisciplinary science for protection on the seagrass biome. p. 595-623. In: AWD Larkum, AJ. McComb and SA. Sheperd (eds). Biology of seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Printed in Netherlands.
- Kuo J., y C. den Hartog, 2000. Seagrasses: A profile of an ecological group. *Biologia Marina Mediterranea* 7(2): 3–17.
- Kuo J., y C. den Hartog, 2001. Seagrass taxonomy and identification key. p. 31-58. In: FT. Short FT and RG Coles (eds) Global Seagrass Research Methods. Elsevier, Ámsterdam.
- Larkum AWD., y C. den Hartog, 1989. Evolution and biogeography of seagrasses. p. 112-156. In: AWD Larkum, AJ McComb and SA Sheperd (eds.). Biology of seagrasses. A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region. Elsevier, Amsterdam.
- Les DH., MA. Cleland, y M. Waycott, 1997. Phylogenetic studies in Alismatida, II. Evolution marine angiosperms (seagrasses) and hydrophyly. *Syst. Bot.*, 22: 443-463.
- Ralph PJ., D. Tomasko, K. Moore, S. Seddon, and MO. Macinnis-Ng, 2006. Human impacts on seagrasses: eutrophication, sedimentation and contamination. p. 567-593. In: AWD Larkum, R J. Orth and CM. Duarte (eds). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Printed in Netherlands.
- Short F., y HA. Neckles, 1999. The effects of global climate change on seagrasses. *Aquat. Bot.*, 63: 169-196.
- Short F., T. Carruthers, W. Dennison, y M. Waycott, 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional Model. *Jour. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 350: 3-20.
- Suchanek TH., SW. Williams, JC. Ogden, DK. Hubbard, y IP. Gill, 1985. Utilization of shallow-water seagrass detritus by Caribbean deep-sea macrofauna: a C13 evidence. *Deep Sea Research*, 32: 2201–2214.
- Tomlinson PB., 1982. Anatomy of the Monocotyledons, VII Helobiae (Alismatidae), Clarendon Press, Oxford.
- Tomlinson PB., y U. Posluszny, 2001. Generic limits in the seagrass family Zosteraceae. *Taxon*, 50: 429–437.
- van Tussenbroek B I., JA. Vonk, J. Stapel, P. Erftenmeijer, JJ. Middelburg, y J. Zieman, 2006. The Biology of *Thalassia*: paradigmas and recent advances research. p. 409-439. In: AWD Larkum, R J, Orth and C M Duarte (eds). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Printed in Netherlands.
- Waycott M., G. Procaccini, DH. Les, y TB. Reusch, 2006. Seagrass evolution, ecology and conservation: a genetic perspective. In: A.W.D. Larkum, R.J. Orth and C.M. Duarte (eds). Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Printed in Netherlands.
- Waycott M., C.M Duarte, J.B.Tim, J.B. Carruthers Orth, W. Dennison, S. Olyarnik, A. Calladine, J. W. Fourqurean, L. Kenneth Heck Jr., A. Randall Hughe, G. A. Kendrick, W. Judson Kenworthy, F. T. Short, and S. L. Williams, 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (30): 12377–12381.

Diversidad florística

José Salvador Flores Guido

y María Consuelo Sánchez González

Campeche es el estado de la península de Yucatán que tiene la mayor extensión (56 858.84 km²). Se encuentra limitado al norte por el estado de Yucatán, al sur por Guatemala y Tabasco y al este por el estado de Quintana Roo y al oeste por el Golfo de México. Situado entre los paralelos 17° 49' y 20° 51' latitud norte y entre los meridianos 89° 06' y 92° 27' de longitud oeste, su suelo es de origen kárstico y su clima comprende a los tipos de Climas AW, AW1 y AW2 y su variante el tipo AM para Isla del Carmen. Tiene un régimen de lluvias en verano, con un gradiente de precipitación y humedad que aumenta de norte a sur.

Este Estado conecta a la península con el macizo continental del país y con Centroamérica, lo que favorece la influencia de la flora del país y de Centroamérica en esta región.

Posee la mayor altitud sobre el nivel del mar, debido a la elevación de la Sierrita de Ticul y las colinas de Bolonchén.

Todas las características anteriores, hacen que Campeche tenga la mayor cantidad de tipos de vegetación y de especies de la península de Yucatán, es decir cuenta con la mayor diversidad florística. Sin embargo de los tres estados peninsulares, ha sido el menos estudiado.

En cuanto a tipos de vegetación se refiere tiene todas las selvas reportadas para México por Miranda y Hernández Xolocotzi (1968) y Flores y Espejel (1994), como son: la selva baja caducifolia, la selva mediana sub-caducifolia, la selva mediana sub-perennifolia, la selva alta perennifolia, la selva baja inundable (baja perennifolia), además del manglar, la vegetación de duna costera y pastos marinos o seibadal (vegetación sub-marina), los petenes, los tulares y las sabanas; así como gran extensión de diversas etapas de vegetación secundaria; esto último, debido a la intensa deforestación producto de diversos factores que afectan a la región como son: la expansión de la agricultura, la ganadería, la tala inmoderada, el crecimiento de la población y los incendios forestales.

En estos 12 tipos de vegetación que posee el estado se encuentran aproximadamente unas 1 400 especies (Arellano *et al.*, 2003). Hasta la fecha se tienen registros de 145 familias florísticas, 719 géneros y 1 250 especies (Base de datos UACAM). Las familias florísticas que sobresalen en cuanto al número de géneros y/o especies son las familias Fabaceae, Poaceae, Orchidaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Bromeliaceae. Los géneros con mayor diversidad de especies son *Ipomea* con 36 especies, *Croton* con 32, *Acacia* con 24 y *Solanum* con 23 especies.

La flora campechana tiene características importantes, tales como poseer especies que su límite de distribución es la base del Estado, en la frontera con Tabasco. Tal es el caso de *Erythrina berteroana*, *Hymenaea courbari* (guapinol), *Haematoxylon brasiletto* (palo de tinta), *Andira inermis* (almendro de río), *Albizia rubiginosa*, *Albizia purpusi* (palo de sangre), *Mimosa saman*, *Vatairea lundellii* (tinco), *Amphitecna latifolia* (güiro, guaje), las cuales sólo encuentran en la frontera con el estado mencionado. Otras especies como: *Alibertia edulis* (guayabillo), *Bleparidium mexicana* (popiste blanco), *Calycophyllum candissimum* (chac ché o corteza roja), *Amphitecna latifolia* (güiro o guaje), *Lysiloma acapulcensis* (quebracho), *Albizzia adinocephala* (conacoste blanco) sólo se encuentra en la parte central del Estado.

Al estudiar la florística de la familia de las leguminosas, que es la más diversa de la península de Yucatán, se encontró que de las 270 especies que Flores (2000), reportó, Campeche es el que tiene la mayor cantidad de especies, 194 de las 270 reportadas; lo que también se manifiesta en las subfamilias: 52 Mimosoideae, 51 Caesalpinodeae y 91 Papilionoideae, subfamilias con una mayor diversidad que las que encontramos en Yucatán y Quintana Roo. Estos aspectos son los que hacen que la flora del estado de Campeche, sea muy importante desde el punto de vista florístico, taxonómico y ecológico y en cuanto a diversidad biológica, ésta familia es considerada como indicadora de alta diversidad en la península de Yucatán. Algunas especies y há-



Foto: Victor Kú, ECOSUR.



Haematoxylum campechianum especie dominante en la selva baja inundable del estado de Campeche.

bitats de la flora del estado de Campeche, se muestran en las figuras anexas.

Finalmente, es muy importante resaltar que las colectas realizadas no son representativas para todo el Estado ya que han sido realizadas principalmente en los municipios de Calakmul (36.7%), Campeche (25.09%) y Tenabo (12.2%), dejando zonas importantes en términos de diversidad muy poco conocidas (Base de datos UACAM). Recientemente, la Universidad Autónoma de Campeche ha colectado en el municipio de Hopelchen, en la zona conocida como La Montaña, y en menor intensidad en la zona de Candelaria, al sur del estado, ya sea por la dificultad de acceso, así como por la inseguridad social debida principalmente a condiciones de pobreza extrema y a las actividades de contrabando y narcotráfico. En las siguientes secciones los especialistas de la región presentan el estado de conocimiento de las familias florísticas más importantes, resaltando tanto su riqueza, especies endémicas, estados de conservación, así como la necesidad de fomentar estudios no solo taxonómicos, sino ecológicos, etnobotánicos, genéticos, etc.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Anonáceas

Carmen Salazar

INTRODUCCIÓN

Annonaceae es una familia de plantas tropicales, en América se distinguen dos centros de origen, las selvas Sudamericanas y las de Centroamérica. Según León (1992) y Hernández-Xolocotzi (1998), se han encontrado restos arqueológicos de varias especies del género *Annona* en diversos sitios de Mesoamérica, que aunado a su gran diversidad hace pensar que fueron domesticadas en México (Mahdeem, 1992).

Son árboles o arbustos, con hojas alternas. Las flores son perfectas con tres sépalos y seis pétalos más o menos carnosos, presentan estambres numerosos con anteras sésiles, gineceo apocárpico, el fruto es múltiple con los carpelos libres o unidos, formando un solo fruto carnoso (Standley y Steyermark, 1946; Cabrera Cano *et al.*, 2004).

DIVERSIDAD

Esta familia está representada por 130 géneros y 3 200 especies en todo el Mundo, en México hay aproximadamente 8 géneros y 20 especies (Kelly, 2000). En Campeche existen seis géneros y 12 especies registradas. Las especies que se encuentran en el banco de datos del herbario de la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM) son: *Annona cherimola* (*oop*, chirimoya), *A. glabra* (*xmak*, corcho), *A. muricata* (*tak'op*, guanábana), *A. primigenia* (anonillo), *A. reticulata* (*ts'uli poox*, anona colorada), *A. reticulata var. primigenia*, *A. squamosa* (*ts'almuy*, saramuyo), *Guatteria amplifolia*, *Malmea depressa* (*elemuy*), *Saphranthus campechianus* (*sac elemuy*) y *Xylopia frutescens*. Martínez *et al.* (2001) también mencionan a *Cymbopetalum mayarum* en Calakmul. Es probable que el ejemplar de *A. cherimola* esté mal identificado, ya que esta especie solo crece a más de 900 msnm y la alta humedad no la favorece (De Pinto *et al.*, 2005). *Malmea depressa*, es sinónimo de *Mosannonna depressa* (Baill.) Chatrou

var. *depressa*, este último es el nombre aceptado actualmente (Campos Ríos y Chiang Cabrera, 2006).

DISTRIBUCIÓN

Las anonáceas se encuentran tanto cultivadas como silvestres, varias especies del género *Annona* son comunes en huertos familiares, *A. primigenia*, y el resto de los géneros se encuentran en varios tipos de selva, mediana subcaducifolia y subperennifolia, y *A. glabra* en selva inundable, cerca de aguadas y cenotes, así como en manglar.

IMPORTANCIA

A. muricata (*tak'oop*, guanábana) *A. reticulata* (*op*, anona), y *A. squamosa* (*ts'almuy*, saramuyo) son apreciadas por sus frutos comestibles, se consumen maduros, crudos y preparados en helados y refrescos. La pulpa se puede almacenar congelada. Además, el zumo que se obtiene de las hojas machacadas de la anona se aplica en las sienes para quitar el dolor de cabeza, y frotado en articulaciones alivia el reumatismo; las hojas y ramas se ponen en los gallineros por sus cualidades insecticidas que matan a los piojos de las gallinas. Las semillas del saramuyo se utilizan como desparasitante de perros, y una infusión de sus hojas se emplea para bañar a los niños cuando tienen fiebre, aliviando la debilidad y los sudores nocturnos. *A. glabra* es llamado *xmak*, *jma'ak* o palo de corcho, porque de su raíz se obtiene corcho para elaborar tapones. La raíz de *M. depressa* (*elmuy*, *yaya*), es muy utilizada para aliviar enfermedades de riñón y también para tratar la diabetes. Sus tallos son empleados para elaborar la estructura redondeada de los techos en las casas tradicionales, así como cabos de hacha y kimbombas. *S. campechianus* (*xnich*, *pochí*) es útil para aliviar la varicela y otras afecciones de la piel, además sus frutos son consumidos por animales silvestres al igual que el *C. mayanum*, que es sitio de percha y alimento de aves migratorias (Foster, 2007).

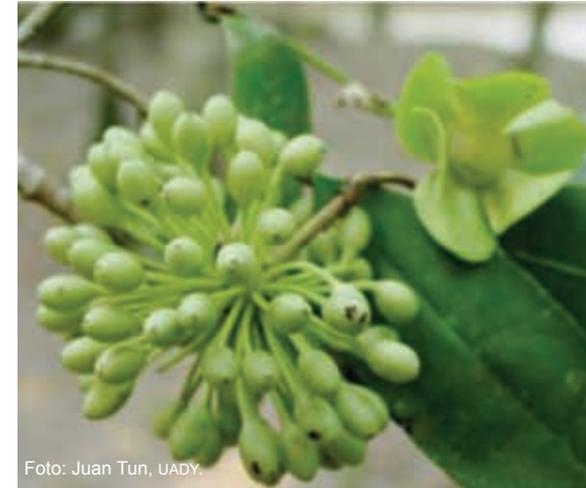


Foto: Juan Tun, UADY.

Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou var. *depressa*.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Aunque la mayoría de las especies se encuentran ampliamente distribuidas es importante seguir recolectando ejemplares para completar las colecciones, ya que en los estados vecinos, así como en Guatemala y Belice se encuentran especies que quizá también estén en Campeche. Es necesario también, estudiar la diversidad genética de las poblaciones para conocer su estado, en la península sólo se ha descrito la del saramuyo, encontrando una alta diversidad en huertos (Salazar, 2001). Es por ello que la supervivencia de los agroecosistemas donde se cultivan y su manejo, es fundamental. Así como la conservación de las especies silvestres debe estar ligada a la de los ecosistemas donde se encuentran, en particular es preciso tomar medidas con *Cymbopetalum mayanum* por ser una especie en peligro de extinción según la lista roja de la IUCN (Nelson, 1998).

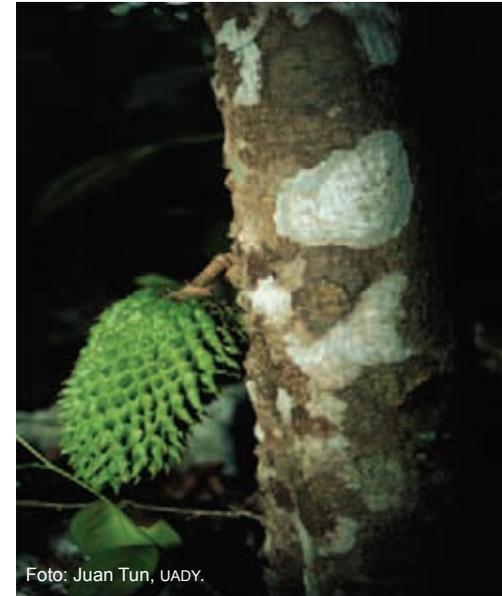


Foto: Juan Tun, UADY.

Annona muricata L.

REFERENCIAS

- Cabrera Cano E., E. Hernández Martínez, J.S. Flores, y C. Salazar, 2004. Annonaceae de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fasc. 21. UADY Mérida, Yucatán.
- Campos-Ríos M.G., y F. Chiang-Cabrera, 2006. Una revisión nomenclatural de los tipos de plantas de la península de Yucatán. (México). *Polibotánica*, 22:89-149.
- De Pinto A.C., M.C.R. Cordeiro, S.R.M. de Andrade, F.R. Ferreira, A.A. de C. Filgueiras, R.E. Alves, y D.I. Kinpara, 2005. Annona species. International Centre for Underutilized Crops. University of Southampton, Southampton, UK.
- Foster M., 2007. The potential of fruit trees to enhance converted habitats for migrating birds in southern Mexico. *Bird Conservation International*, 17: 45-61.
- Hernández-Xolocotzi, H. E., 1993. Aspectos de la domesticación de plantas en México: una apreciación personal. p. 58-77. En: T. Ramamoorthy, R.Bye, A.Lot y J. Fa. Diversidad Biológica de México. Instituto de Biología. UNAM. México. D.F.
- Kelly L.M., 2000. Annonaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán 31:1-5
- León J., 1992. Plantas domesticadas y cultivos marginados en Mesoamérica. p. 37-44. En: E. Hernández Bermejo y J. León. (eds.). Cultivos Marginados otra Perspectiva de 1492. FAO. Roma, Italia.
- Mahdeem H., 1992. Anonas. p. 83-90. En: E. Hernández Bermejo y J. León. (eds.) Cultivos Marginados otra Perspectiva de 1492. FAO. Roma, Italia.
- Martínez E., M. Sousa, y C.H. Ramos Álvarez, 2001. Listados florísticos de México. XXII: Región de Calakmul, Campeche. Instituto de Biología. UNAM. México DF.
- Nelson, C., 1998. *Cymbopetalum mayanum*. En: IUCN 2007 Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Consultado el 24 de junio de 2008.
- Salazar C., 2001. Diversidad genética de *Annona squamosa* L. en huertos familiares mayas de Yucatán. Tesis de maestría en Ciencias. UADY. Mérida, Yucatán.
- Standley P.C. y J.A. Steyermark, 1946. Annonaceae. Flora de Guatemala. p. 271-280. In: Fieldiana: Botany. Vol. 24. part IV. Chicago History Museum.

Asteráceas

José Luis Tapia Muñoz

INTRODUCCIÓN

Las plantas que conforman esta familia presentan una serie de características únicas, aunque en sus partes vegetativas (raíces, tallos, hojas, indumento, etc.) presenta casi todos los tipos de formas disposición y arreglo, pero lo que las hace verdaderamente inconfundibles es su inflorescencia (conjunto de flores) tan particular que aparenta ser una sola flor si se le mira superficialmente, pero vista en detalle, esta única “flor” resulta estar compuesta de decenas o incluso centenares de flores diminutas insertadas en una base carnosa (receptáculo), donde los “pétalos” que rodean la cabezuela, son flores modificadas y aplanadas, por ejemplo el “girasol” (*Helianthus annuus*) no es una sola flor, ¡son cientos de ellas!, y por esto el “girasol” no califica como una de las más grandes, por el contrario sus flores son muy pequeñas. El nombre técnico de esta inflorescencia típica de las Asteráceas se llama “capítulo”, por tener estos capítulos, compuestos de múltiples flores, a las Asteráceas se les conoce también como Compuestas (Compositae).

DISTRIBUCIÓN

Es una familia cosmopolita, distribuida en casi todas las latitudes, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta las zonas alpinas, por lo tanto es posible encontrar representantes de esta familia en todos los tipos de vegetación y climas. La distribución de las Asteráceas en el estado de Campeche esta definida por las zonas en que la vegetación es más abierta y el ambiente más seco, presentando mayor diversidad en tipos de vegetación de menor altura como: dunas costeras, humedales, selva baja caducifolia, y principalmente en tipos de vegetación secundarios como ruderales, acahuales etc., por lo que en las zonas del sur del estado de Campeche, en donde predominan tipos de vegetación más altos, ambiente más húmedo y presentan un grado de

conservación mayor, como las selvas mediana y alta perennifolia son más pobres en cuanto al número de especies.

DIVERSIDAD

La familia Asteraceae es el grupo de plantas vasculares más grande que hay, se estima que a nivel mundial existen alrededor de 1 535 géneros y de 23 000 a 32 000 especies (Pruski 2004). Presentan todos los tipos de hábito, las hay desde diminutas plantas herbáceas de unos cuantos milímetros de tamaño (*Aphanactis standleyi*), hierbas leñosas sólo en la base (*Conyza canadensis*), trepadoras (*Mikania cordifolia*), arbustos (*Baccharis dioica*), epífitas (*Nelsonianthus tapanus*), suculentas (*Senecio praecox*), hasta árboles (*Vernonia arborea*). La diversidad de la familia puede atribuirse entre otras cosas a su plasticidad genética, a sus excelentes mecanismos de dispersión y a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ecológicas, muchas veces viéndose favorecidas por la perturbación, por lo que no es raro verlas dominando los medios arvenses, ruderales o en ocasiones compitiendo con los cultivos como malezas. Aunque la familia alcanza una mayor diversificación en las zonas templadas y menor en las zonas tropicales, el alto grado de alteración en muchos de los ambientes de las regiones cálidas, constituyen espacios apropiados para el establecimiento de estas plantas. Para México, Villaseñor (2004) reporta 2 804 géneros y 23 424 especies de plantas vasculares, de las cuales la familia Asteraceae tiene el mayor número de géneros y especies con alrededor de 362 géneros y 3 351 especies, lo que representa el 12.91% de los géneros y el 14.30% de las especies de plantas vasculares que crecen en el país. En la península de Yucatán se reporta que existen aproximadamente 82 géneros y 153 especies de esta familia, siendo una de las cinco más diversas en el área, junto con las Fabaceae, Poaceae, Orchidaceae y Euphorbiaceae (Durán *et*



Viguiera dentata.

al., 2000). Para el estado de Campeche hasta el momento se registran alrededor de 71 géneros y 117 especies (Gutiérrez-Báez, 2003), siendo la familia con el mayor número de géneros y la cuarta en cuanto al número de especies (CD anexo). Estas cifras son preliminares pues amplias zonas del estado presentan muy escasa o nula colecta.

IMPORTANCIA

Desde el punto de vista económico, son de las más importantes, ya que incluye una gran variedad de usos como: plantas comestibles como la “lechuga” (*Lactuca sativa*) o la “alcachofa” (*Cynara scolymus*) de la cual se utilizan las brácteas florales y el receptáculo, las ornamentales entre las que podemos citar a especies de los géneros:



Foto: Germán Carnevali, CICY.

Sclerocarpus uniserialis.

Senecio, Aster, Zinnia, Dahlia, Ageratum, Chrysanthemum, Argyranthemum, Gerbera, Tagetes, Calendula, entre otras de las que han sido seleccionadas artificialmente numerosas variedades para cultivar, las medicinales como: “manzanilla” (*Matricaria chamomilla*), “mercedela” (*Calendula officinalis* L.), “artemisa” (*Artemisia vulgaris* L.), y otras muchas especies de uso local, y las especies cultivadas por sus semillas oleaginosas como el “girasol” (*Helianthus annuus*), y el “cartamo” (*Carthamus tinctorius*). Para el Estado así como para el resto de la península la familia tiene una gran importancia como plantas melíferas, actividad que pone a la región como la principal productora a nivel nacional y reconocida a nivel internacional por su alta calidad.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Las regiones mejor representadas, en cuanto a colectas realizadas, son mayormente la Reserva de la Biosfera de Calakmul y la franja costera principalmente en su porción oriental en la zona de los Petenes, asimismo los alrededores de la ciudad de Campeche y Ciudad del Carmen son hasta cierto grado aceptablemente conocidos, por lo que respecta a la porción correspondiente a la región que colinda con el estado de Tabasco y la zona en los márgenes de la laguna de Términos es la que menos registros presenta y donde existe la posibilidad de incrementar el número de nuevos registros, a medida que se hagan más exploraciones en las zona.

Para contar con información más completa sobre la familia en el estado, se requieren estudios principalmente enfocados a la exploración de las áreas menos trabajadas. Éstos deben formar parte de proyectos de carácter general, ecológicos, etnobotánicos y principalmente florísticos para incrementar el número de colecciones, que son la base

para el conocimiento de la flora y que en el caso particular del estado hasta ahora son insuficientes.

El estado de conservación de la familia en el estado de Campeche presenta dos vertientes, por un lado la mayoría de las especies, gracias a su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ecológicas, debido a sus excelentes mecanismos de dispersión y plasticidad genética, se ven favorecidas por la perturbación, por lo que, no solo no están amenazadas, sino por el contrario en ocasiones representan una seria amenaza como malezas (*Bidens pilosa*, *Melampodium divaricatum*, *Sclerocarpus uniserialis*, *Viguiera dentata*), compitiendo con los cultivos o dominando los medios arvenses y ruderales. Pero por otro lado hay especies (*Epaltes mexicana*, *Plagiolophus mills-paughii* y *Gymnocoronis latifolia*) que solo crecen en tipos de vegetación con un cierto grado de conservación como Calakmul, la región de los Petenes o los alrededores de la laguna de Términos, que al ser alterados se ven seriamente amenazadas.

El conocimiento de las Asteraceae en el estado y en general de la península es muy escaso ya que nunca ha sido trabajada de manera puntual y el único trabajo taxonómico en el área de la península es el “Manual para la Identificación de las Compositae de la península de Yucatán y Tabasco” de Villaseñor (1989), por lo que es de suma importancia una revisión formal de la familia.

REFERENCIAS

- Durán, R., G. Campos, J. C. Trejo, P. Simá, F. May Pat, y M. Juan Qui, 2000. Listado florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán. 259 p.
- Gutiérrez-Báez C., 2003. Listado Florístico Actualizado del Estado de Campeche, México. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 95 p.
- Pruski, J. F., y G. Sancho, 2004. Asteraceae or Compositae (Aster or Sunflower Family). In: N. Smith *et al.* (eds.) Flowering Plants of the Neotropics. Princeton University Press, New Jersey USA. 616 p.
- Villaseñor, J. L., 1989. Manual para la identificación de las Compositae de la Península de Yucatán y Tabasco. Technical Report. *Rancho Santa Ana Botanic Garden*. 4:1-122.
- Villaseñor, J. L., 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. México*. 75:105-135.

Boragináceas

María Goreti Campos Ríos

INTRODUCCIÓN

Las Boragináceas, son una familia de hierbas, arbustos o árboles, con hojas y tallos cubierta de pelos ásperos (cistolitos). La inflorescencias característica son las cimas escorpioides (enrolladas) en los géneros herbáceos (*Heliotropium* y *Tournefortia*) y panículas abiertas en los arbóreos (*Bourreria*, *Cordia* y *Rochefortia*). Las flores pueden ser tubulares o acampanadas; blancas, amarillas o anaranjadas; los estambres insertos en la garganta hacen que los centros de las flores blancas se vean amarillos. El fruto puede ser carnoso (como el “ciricote”) ó seco (2-4 pequeñas “perlitas”).



Foto: María Goreti Campos Ríos, cicv.

Tournefortia glabra.

DIVERSIDAD

Boraginaceae esta constituida por más de 120 a 130 géneros y 2 000 a 2 300 especies distribuidas en regiones tropicales, subtropicales y templadas de ambos hemisferios. Campeche cuenta en su territorio con siete géneros nativos: *Bourreria*, *Cordia*, *Ehretia*, *Heliotropium*, *Rocheportia*, *Tournefortia*, *Varronia* un total de 35 especies.

DISTRIBUCIÓN

Las especies presentan cuatro patrones de distribución (tabla 1). En comparación, el estado de Campeche es más rico en especies que Yucatán y Quintana Roo, debido probablemente a que confluye una mayor diversidad de hábitats (Campos y Durán, 1991; Campos-Ríos, 2005; Durán *et al.*, 2000; Gutiérrez Báez, 2000; Lundell, 1934; Martínez-Salas *et al.*, 2001; Ucán *et al.*, 1999; Zamora, 2003).

La mayoría de las especies se encuentran en los diversos tipos de selva presentes en el estado y en la vegetación secundaria derivada. Un pequeño grupo en el que están *Cordia dentata*, *C. sebestena*, *Heliotropium angiospermum*, *H. pringlei* y *H. ternatum*, se encuentran presentes en el matorral de duna costera y *Tournefortia gnaphalodes* y *H. curassavicum* son especies exclusivas de la duna costera primaria. Otro grupo importante son *Bourreria mollis*, *C. alliodora*, *C. diversifolia*, *C. stenoclada*, *H. fruticosum*, *Rocheportia lundellii*, *Tournefortia acutiflora*, *T. elongata*, *T. maclata*, *T. umbellata*, *Varronia bullata* y *V. globosa*, especies que solo se encuentran en la selva primarias. Las especies asociadas a la vegetación secundaria y ruderal, producto de diversos grados de perturbación de la vegetación original y por ello su presencia es más común: *B. pulchra*, *C. dentata*, *H. angiospermum*, *H. ternatum*, *T. glabra*, *V. inermis* y *V. spinecens* y solo *Ehretia tinifolia* y *Cordia dodecandra* se registran como cultivadas.

Tabla 1. Patrones de distribución de las especies de Boragináceas presentes en el estado de Campeche.

Patrón de distribución	Especie
Antillanas	<i>Cordia sebestena</i> (ciricote blanco, zac-copte) <i>Tournefortia gnaphalodes</i> (sikimay)
Sur de México y Centroamérica.	<i>Bourreria mollis</i> <i>Cordia obliqua</i> <i>Cordia diversifolia</i> <i>Cordia stellifera</i> <i>Cordia stenoclada</i> <i>Heliotropium fruticosum</i> <i>Heliotropium pringlei</i> (kambal sahum) <i>Rocheportia lundellii</i> <i>Tournefortia acutiflora</i> <i>Tournefortia belizensis</i> <i>Tournefortia elongata</i> <i>Tournefortia hartwegii</i> <i>Tournefortia hirsutissima</i> <i>Tournefortia maculata</i> <i>Tournefortia umbellata</i> <i>Varronia inermis</i>
Mesoamerica al norte de Sudamérica.	<i>Cordia alliodora</i> (bojon prieto o bohóm) <i>Cordia dentata</i> (zazamil) <i>Cordia gerascanthus</i> (bohóm) <i>Ehretia tinifolia</i> (roble, beek) <i>Heliotropium angiospermum</i> (cola de alacrán, ne' maax) <i>Heliotropium curassavicum</i> (cola de gato, sinan xiw) <i>Heliotropium indicum</i> (cola de alacrán, toksis) <i>Heliotropium procumbens</i> (ne' miis, x' taway) <i>Heliotropium ternatum</i> (cola de alacrán, toksis) <i>Tournefortia glabra</i> (ne sinam) <i>Tournefortia volubilis</i> (bejuco de mico, yaaxak, xbe kak, bek ak') <i>Varronia bullata</i> (orégano silvestre, nich-mas) <i>Varronia curassavica</i> (k'opeche, nemaax, ich cho' o) <i>Varronia globosa</i> (orégano) <i>Varronia spinescens</i>
Endémicas de la península de Yucatán.	<i>Bourreria pulchra</i> (bacalche) <i>Cordia dodecandra</i> (ciricote, chakopté, k'an-k'opt'e')



Foto: María Goreti Campos Ríos, CICY.

Cordia sebestena.

IMPORTANCIA

De las especies presentes en el Estado 30% son arbóreas y ecológicamente representan un importante recurso alimenticio para la fauna silvestre y contribuyen a la conservación de suelos. Muchas especies solo se encuentran en áreas de vegetación primaria, donde regularmente no hay poblaciones humanas, por lo que no se han registrado usos ni nombres comunes para ellas.

Como ocurre con un alto porcentaje de la flora nativa, las Boragináceas son consideradas de escasa utilidad desde el punto de vista industrial, excepto para la producción de miel, pues la mayoría son visitadas por *Apis mellifera*. También se han registrado usos locales o regionales con múltiples beneficios para los campesinos. La madera es de buena calidad, blanda pero fuerte y resistente y con ella se elaboran muebles, pisos, puertas, lambrines, puentes, durmientes, artículos deportivos, postes, ebanistería, remos, embarcaciones, aros para barriles, herramientas, etc.; se usa como combustible (leña y carbón); comestible (fruta); forraje (hoja, fruto, semilla); medicinal (raíces, hojas y semillas se usan para el tratamiento de padecimientos pulmonares) (tabla 2). Algunas especies se cultivan, principalmente los árboles de los géneros *Bourreria*, *Cordia* y *Ehretia*, como cercas vivas o estacas de soporte y por su valor ornamental.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Prácticamente el 60% de la especies tiene distribución restringida al sureste de México y los factores de riesgo y amenazas son los incendios forestales, la apertura de nuevas tierras para la agricultura y ganadería, el desarrollo urbanístico, las obras públicas y canteras, etc. Solo el conocimiento profundo de las especies y su hábitat, permitirá afrontar con éxito su conservación. Las especies adaptadas y

Tabla 2. Usos registrados para las principales especies de Boragináceas del estado de Campeche.										
Especie	Mel	Med	Tox	Mad	Orn	Comb	Forr	Relig	Com	
<i>B. mollis</i>										
<i>B. pulchra</i>										
<i>C. alliodora</i>										
<i>C. dentata</i>										
<i>C. dodecandra</i>										
<i>C. gerascanthus</i>										
<i>C. sebestena</i>										
<i>E. tinifolia</i>										
<i>H. angiospermum</i>										
<i>H. curassavicum</i>										
<i>T. acutiflora</i>										
<i>T. glabra</i>										
<i>T. gnaphalodes</i>										
<i>T. hirsutissima</i>										
<i>T. volubilis</i>										
<i>V. bullata</i>										
<i>V. curassavica</i>										
<i>V. globosa</i>										

Mel= melífera, Med= medicinal, Tox= toxica, Mad= maderable, Orn= ornamental, Comb= combustible, Forr= forraje, Relig= mágico-religiosa, Com=comestible.



Foto: María Goreti Campos Ríos, CICY.

Cordia gerascanthus.



Foto: María Goreti Campos Ríos, cicv.

Bourreria pulchra.

que sobreviven en condiciones de alta perturbación, generalmente tienen un amplio espectro de dispersión que favorece su extenso rango de distribución. La actividad humana ha tenido efectos contrarios en la distribución de especies, por ejemplo, ha favorecido a *Bourreria pulchra* ampliando su rango de distribución, por su alta capacidad de adaptación a la perturbación, mientras que a *Cordia dodecandra*, por el contrario corre un peligro inminente de desaparecer, pues su distribución natural se restringe a las selvas altas del sur del Estado, y aun cuando su cultivo fue muy importante en los solares en épocas pasadas, siendo una especie muy apreciada localmente por su madera dura apta para la fabricación de enseres domésticos, artesanías y herramientas, y su fruto comestible, hoy prácticamente ha desaparecido en las zonas urbanas, pues en el actual modelo de vivienda no se dejan espacios adecuados para sembrar árboles,

En general, las Boragináceas son muy susceptibles a estos drásticos cambios, pues las especies arbóreas (principalmente las *Cordias*) tienden a desaparecer; una excepción es *Ehretia tinifolia*, que tradicionalmente ha sido fomentada por su potencial ornamental, sin embargo, otro caso tan importante como el de *Tournefortia gnaphalodes*, cuyo único hábitat es el matorral de duna costera, que en Campeche representa un importante porcentaje (30%) del área de humedales de la península, y en el cual es un elemento estructural de primera importancia para la fijación de la duna, sin embargo, este tipo de vegetación sigue siendo impactado por el desarrollo turístico. No son de menor importancia las especies herbáceas, sustento primordial para la industria de la miel, de importancia crucial para la región. La mayor amenaza para las Boragináceas en la región, como lo es para las especies nativas en general, es la fragmentación del hábitat. Es necesario, frenar impacto por el uso humano, creando alternativas como la incorporación de los dueños de los predios en ecosistemas naturales en un sistema de pago por servicios ambientales. Asimismo, es necesario

Llevar a cabo estudios específicos para conocer los aspectos básicos de biología de las especies de distribución restringida enfocados al conocimiento de su historia natural, para proponer estrategias para a su conservación.

La información vertida en este trabajo fue generada de la revisión de aproximadamente 700 ejemplares de los siguientes herbarios ANSM, B, BM, CEMCA, CHIP, CICY, ENCB, F, MEXU, MO, TEX, UACAM, WIS, y XAL por lo que se otorga amplio reconocimiento a los curadores por permitir el acceso a sus colecciones.

REFERENCIAS

- Campos, G. y R. Durán, 1991. La vegetación de la península de Yucatán. p. 223-25. En: El Jardín Botánico como Herramienta Didáctica. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Campos-Ríos G., 2005. Revisión del género *Bourreria* P. Browne (Boraginaceae) en México. *Polibotanica*, 19:39-103.
- Durán, R., M. Goreti Campos *et al.*, 2000. Listado florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC – PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) – FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). Mérida, Yuc. 259 p.
- Gutiérrez Báez, C., 2000. Listado florístico actualizado del estado de Campeche, México. Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 95 p.
- Lundell, C. L., 1934. Preliminary sketch of the phytogeography of the Yucatan Peninsula. *Publ. Carnegie Inst. Wash.*, 436: 253-321
- Martínez-Salas, E., M. Sousa S., y C. H. Ramos Álvarez, 2001. Listados Florísticos de México. xxii. Región de Calakmul, Campeche. *Inst. Biol. UNAM*. 57 p.
- Poot Naal, N, E. Uitz Chi, G. Cocóm Canul, y M. Contreras Roldán, 2006. Descripción e los Sistemas Productivos en el Municipio de Calakmul, Campeche, México. *Deutsche Geselchft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ)*.
- Ucán, E., L. Ortega, J. Ortiz, J. Tun, y J. S. Flores, 1999. Listado florístico de la Reserva de la Biosfera Calakmul. p. 139-159. En: W. Folan, M. C. Sánchez y J. M. García. *Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche*. Centro de Investigaciones Históricas y Sociales, Universidad Autónoma de Campeche.
- Zamora C., P., 2003. Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica*, 15:1-40.

Bromelias

Ivón M. Ramírez Morillo

INTRODUCCIÓN

Las bromelias son plantas arrosetadas (más raramente filamentosas como *Tillandsia usneoides*, el famoso heno usado en los adornos para las fiestas navideñas), que crecen como terrestres o mayormente como epífitas (sobre otras plantas, generalmente árboles, raramente arbustos y/o cactus, en ocasiones inclusive sobre rocas, cercas o cables).

Generalmente las bromelias, tanto epífitas como terrestres, crecen en grandes grupos o colonias, formando “macollos” en las ramas de los árboles. Existe la creencia de que las epífitas matan a sus huéspedes (o, científicamente, forofitos), pero realmente no obtienen los nutrientes de ellos como lo hacen las plantas parásitas.

Para evaluar la vulnerabilidad intrínseca de este grupo de plantas, se tienen que considerar varios factores de la historia de vida, formas de vida, estrategia reproductiva, parámetros demográficos relevantes, fenología, entre otros. Las bromelias tienen una amplia tolerancia a diferentes ambientes, desde ambientes muy secos y expuestos (epífitas atmosféricas), hasta lugares húmedos y sombreados en selvas, como varias especies terrestres. Poseen adaptaciones que le permiten hacer un uso eficiente del agua, como la reducción vegetativa, la absorción por tricomas foliares, lento crecimiento (metabolismo CAM) succulencia, entre otras. Las densidades poblacionales de todas las especies en el estado son relativamente altas, aunque no se han hecho estudios de genética de poblaciones para determinar los tamaños efectivos de las mismas. Por otro lado, uno de los aspectos más importantes para asegurar la permanencia de las especies, es evaluar su estrategia reproductiva y sus procesos de producción de semillas y establecimiento de plántulas, así como las etapas más vulnerables del ciclo de vida. Es por ello importante promover estudios integrales de la biología de las especies, para proponer planes de manejo y conservación de las mismas con bases biológicas sólidas. Por ejemplo, un estudio detallado de las estrategias de reproducción de *Tillandsia streptophylla* en Ría

Celestún, en los límites entre Campeche y Yucatán, revela densidades poblacionales usualmente bajas para la especie, presencia de auto-incompatibilidad, bajo amarre de fruto, polinización cruzada obligada y baja disponibilidad de polinizadores (Ramírez *et al.*, 2009). Esta información aunada al hecho de su lento crecimiento (presencia de metabolismo CAM), de su alto valor hortícola y de su alta tasa de comercialización a nivel mundial, la pone en una categoría de vulnerabilidad alta.

La mayor amenaza para las bromelias es la destrucción de sus hábitats y la extracción irracional para comercialización de especies con alto potencial hortícola. Varias especies nativas del estado de Campeche (*T. brachycaulos*, *T. bulbosa* y *T. juncea*), son altamente comercializadas en los Estados Unidos, Alemania y Reino Unido (Dimmitt, 2000), presumiblemente reproducidas en viveros comerciales. Según los criterios de vulnerabilidad biológica intrínseca (NOM-059-ECOL-2002), las especies de la familia Bromeliaceae en Campeche tiene baja vulnerabilidad, excepto por aquellas especies sujetas al comercio, las cuales tienen una vulnerabilidad media, ya que ninguna es endémica del estado y por lo tanto, hay varias poblaciones en el país y fuera del mismo.

DIVERSIDAD

La familia Bromeliaceae tiene una distribución geográfica básicamente Neotropical, conformada por casi 3 086 especies en 56 géneros (Luther, 2006), con sólo una especie en el oeste de África, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms y Mildbraed. Para México, se encuentran reportados 18 géneros y 342 especies (Espejo *et al.*, 2004). México constituye un centro de diversificación de algunos grupos de bromelias, siendo los géneros más diversos *Hechtia* (con 56 especies.), *Pitcairnia* (con 45 especies) y *Tillandsia* (con casi 195 especies). Existen dos géneros endémicos: *Ursulaea* R. W. Read y Baensch (con dos



Foto: Ivón M. Ramírez-Morillo, CICY.

Aechmea bromeliifolia (Rudge) Baker
Neh ku'uk.

especies) y *Viridantha* Espejo (con seis especies). En la península de Yucatán se han registrado hasta la fecha 33 especies de Bromeliaceae (Ramírez y Carnevali, 1999; Espejo *et al.*, 2004; Ramírez *et al.*, 2004), de las cuales casi 87% son epífitas y aproximadamente 13% son terrestres, subterrestres o litófitas (que crecen en o sobre rocas).

DISTRIBUCIÓN

Las 31 especies presentes en la península de Yucatán, están distribuidas en diferentes tipos de vegetación como selvas bajas caducifolias, selvas medianas subcaducifolias, selvas medianas perennifolias, selvas altas perennifolias, selvas bajas inundables (“tintales” y “pucteales”), matorrales costeros y manglares.

Quintana Roo es el estado con mayor diversidad de especies de la familia Bromeliaceae en la península de Yucatán (27 especies), seguido por Campeche (con 26) (Ramírez y Carnevali, 1999; Ramírez *et al.*, 2010). Yucatán es el menos diverso con 17 especies. A la fecha se han registrado cinco especies de bromelias endémicas para la península de Yucatán: *Tillandsia maya* I. Ramírez y Carnevali, *T. jaguactalensis* I. Ramírez y Carnevali, *T. maypatii* I. Ramírez y Carnevali, *Hohenbergia mesoamericana* I. Ramírez, Carnevali y Cetzal y *Hechtia schottii*, de las cuales solo la última crece en Campeche. Se han llevado a cabo 344 recolectas de Bromeliaceae para los once municipios del estado de Campeche (modificado de Espejo *et al.*, 2004), pero ninguna especie fue reconocida como endémica exclusiva para el estado, ya que *Hechtia schottii* también está presente en Yucatán (tabla 1). La mayor diversidad de Bromeliaceae en Campeche ha sido registrada en la selva baja inundable o tintales, seguidos de la selva mediana subperennifolia, con la menor diversidad en los petenes, selvas altas, selvas bajas caducifolias y manglares.

*La autora agradece a Filogonio May Pat su ayuda en la escritura de los nombres comunes en maya.

Tabla 1. Especies de Bromelias reportadas para el estado de Campeche.

Nombre científico	Nombre común	Estatus	Usos
<i>Aechmea bracteata</i> (Sw.) Griseb.	Gallito, “nej ku’uk” (maya: cola de ardilla).		No se ha reportado.
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker.	Gallito, “nej ku’uk” (maya: cola de ardilla).		No se ha reportado.
<i>Aechmea tillandsioides</i> (Mart. ex Schult. & Schult. f.) Baker.			No se ha reportado.
<i>Bromelia karatas</i> L.	Piñuela; “chac ch’oom” (maya: zopilote rojo); ch’oom.		Fruto comestible; tricomas del fruto se usan para curar heridas.
<i>Bromelia pinguin</i> L.	Ch’oom.		Fruto comestible.
<i>Catopsis berteroniana</i> (Schult. ex Schult. f.) Mez.	No se ha reportado.	Pr	No se ha reportado.
<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Catopsis sessiliflora</i> (Ruiz & Pav.) Mez.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Hechtia schottii</i> Baker.	“Pol box” (maya: cabeza negra).		No se ha reportado.
<i>Tillandsia balbisiana</i> Schult. ex Schult. f.	“Xchu” (maya: colgado).		Tratamiento de bronquitis en niños.
<i>Tillandsia brachycaulos</i> Schltdl.	Gallito, mis che” (maya: gatito de madera); “me’ex nuxib” (maya: barba de hombre).		Tratamiento de asma, bronquitis y tos.
<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.	“Xchu’ché” (maya: madera colgante).		Tratamiento de bronquitis.
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i> Baker.	“Xchu” (maya: colgado).		Tratamiento de bronquitis.

(Pr) sujeta a protección especial; (A) amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2001).

Tabla 1 (continuación). Especies de Bromelias reportadas para el estado de Campeche.

Nombre científico	Nombre común	Estatus	Usos
<i>Tillandsia elongata</i> Kunth var. <i>subimbricata</i> (Baker) L. B. Sm.	"Xchu" (maya: colgado).	A	Tratamiento de asma y bronquitis.
<i>Tillandsia fasciculata</i> Sw.	"Xchu" (maya: colgado).		Tratamiento de bronquitis.
<i>Tillandsia festucoides</i> Brong. ex Mez.	"Xchu" (maya: colgado).	Pr	Tratamiento de bronquitis.
<i>Tillandsia flexuosa</i> Sw.	No se ha reportado.	Pr	No se ha reportado.
<i>Tillandsia juncea</i> (Ruíz & Pav.) Poir.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Tillandsia paucifolia</i> Baker.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Tillandsia polystachia</i> (L.) L.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Tillandsia pseudobaileyi</i> C. S. Gardner ssp. <i>yucatanensis</i> I. Ramírez, Carnevali & Olmsted.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	"Xmulix" (maya: ondulado); <i>u pet'k'iin</i> (maya: fracción del sol).		Medicinal, no especificado.
<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	Gallito, "chan t'eel" (maya: gallito).		Tratamiento de asma y bronquitis.
<i>Tillandsia streptophylla</i> Scheidw. ex C. Morren.	"Xmulix" (maya: ondulado); "xjolom wool" (maya: redondo y vacío).		Tratamiento de catarro y dolor de cabeza.
<i>Tillandsia variabilis</i> Schltdl.	No se ha reportado.		No se ha reportado.
<i>Vriesea heliconioides</i> (Kunth) Hook. ex Walp.	No se ha reportado.		No se ha reportado.

(Pr) sujeta a protección especial; (A) amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2001).

La península de Yucatán tiene una flora epifítica pobre en comparación con la gran diversidad existente en el mundo, en el Neotrópico y en México. Esta flora está representada principalmente por miembros de las Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Cactaceae y algunas familias de helechos (Olmsted y Gómez-Juárez, 1996; Andrews y Gutiérrez, 1988; Carnevali *et al.*, 2001) patrón común previamente reportado para otras localidades del trópico seco (Gentry y Dodson, 1987). La poca diversidad del componente epífita en la península de Yucatán y por ende en el estado, se debe a diversos factores históricos, físicos y bióticos, pero fundamentalmente se explica por la combinación de ser una región esencialmente plana y carente de escorrentía superficial (y por ello, con pocas oportunidades de diferenciación de nichos y comunidades especializadas) y por ser un área relativamente seca.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

IMPORTANCIA

Las bromelias principalmente epífitas, aunque algunas terrestres también (e.g. *Aechmea bracteata*) tienen importancia desde el punto de vista ecológico por la fauna que alberga en estructuras tipo tanque (fitotelmata), formado por la sobreposición de las vainas foliares, donde se acumula agua y materia orgánica proporcionando un hábitat para el desarrollo de pequeños insectos, arácnidos y crustáceos e inclusive de los polinizadores del forofito.

En algunas especies (incluyendo las nativas *T. streptophylla*, *T. pseudobaileyi* ssp. *yucatanensis*, *T. bulbosa*), las vainas de las hojas se inflan y forman “cámaras” que funcionan como estructuras que albergan hormigas, estableciéndose una relación hormiga-planta conocida como “mirmecofilia” (myrme=hormiga; filia= afinidad). En esta relación simbiótica, las hormigas ofrecen a la planta nutrientes y protección contra posibles herbívoros.

La gran mayoría de las bromelias tienen un alto valor ornamental, pero muy pocas han sido explotadas para tal fin en México. La piña (*Ananas comosus* (L.) Merrill) se cultiva por sus frutos en trece estados, incluyendo Campeche, aunque Veracruz, Oaxaca y Tabasco son los que tienen mayor superficie sembrada (23 461 ha, 1 985 ha y 1 081 ha respectivamente). También el ixtle o pita (*Aechmea magdalenae* (André) André ex Baker), se cultiva en el estado de Veracruz, la fibra es utilizada en elementos de la charrería mexicana. También se han reportado usos medicinales para varias especies nativas de Campeche (tabla 1), así como el uso de frutos de especies del género *Bromelia*, para la elaboración de bebidas refrescantes.

Es pertinente destacar que faltan mejores inventarios de la familia en los todos los once municipios de Campeche y en todos los tipos de vegetación, en especial del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, cuya flora es virtualmente desconocida. Asimismo, es necesario estudiar el potencial de cultivo de *Ananas comosus*

para fines alimentarios, de *Aechmea magdalenae* para el mercado de fibra y varias especies por su valor ornamental.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

La mayor amenaza para las especies es la destrucción de sus hábitats y en menor grado, su sobre colección para la venta. Actualmente, se encuentran 21 especies de bromelias mexicanas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2001), diez de ellas endémicas para el país, tres en categoría de riesgo Pr (sujeta a protección especial) y el resto bajo la categoría de riesgo Amenazadas (A). De las bromelias nativas de Campeche, solo *Tillandsia elongata* var. *subimbricata* está en la categoría de riesgo como amenazada, mientras que *Catopsis berteroniana*, *T. flexuosa* y *Tillandsia festucooides* están categorizadas como sujetas a protección especial. De las 26 especies nativas de Campeche, 20 crecen en la Reserva de la Biósfera de Calakmul y regiones adyacentes (Martínez *et al.*, 2001); el resto de las especies son comunes en varios estados del país y no están siendo sometidas a extracción.

REFERENCIAS

- Andrews, J. y E. Gutiérrez, 1988. Un listado preliminar y notas sobre la historia natural de las orquídeas de la Península de Yucatán. *Orquidea*, 11:103–130.
- Carnevali, Fernández-Concha, G., J. L. Tapia-Muñoz, R. Jiménez-Machorro, L. Sánchez-Saldaña, L. Ibarra-González, I. Ramírez-Morillo, y M. Gómez-Juárez, 2001. Notes on the flora of the Yucatan Peninsula II: A synopsis of the orchid flora of the Mexican Yucatan Peninsula and a tentative checklist of the Orchidaceae of the Yucatan Peninsula Biotic Province. *Harvard Pap. Bot.*, 5:383–466.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 2002. NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección Ambiental. Especies Nuevas de México de la flora silvestre. Categorías de Riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio-Lista de Especies en Riesgo.
- Dimmitt, M., 2000. Endangered Bromeliaceae. p. 609-620. En: D.H. Benzing (ed.). *Bromeliaceae: Profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, España.
- Espejo-Serna, A., A. R. López-Ferrari, I. Ramírez-Morillo, B. K. Holst, H. Luther, y W. Till, 2004. Checklist of Mexican Bromeliaceae with notes on species distribution and levels of endemism. *Selbyana*, 25(1): 33-86.
- Gentry, A. y C. H. Dodson, 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 74: 205-233.
- Luther H., 2006. An alphabetical list of bromeliad binomials. 10a edición. Bromeliad Society International. Sarasota, Florida, USA. 123 p.
- Olmsted I., y M. Gómez-Juárez, 1996. Distribution and conservation of epiphytes on the Yucatán Peninsula. *Selbyana*, 17:58–70.
- Martínez E., M. Sousa, y C H. Ramos Álvarez, 2001. Listados Florísticos de México XXII: Región de Calakmul, Campeche. Instituto de Biología, UNAM.
- Ramírez-Morillo, I., y G. Carnevali, 1999. A new taxon of *Tillandsia*, some new records, and a checklist of the Bromeliaceae from the Yucatan Peninsula. *Harvard Papers in Bot.*, 4(1): 185-194.
- Ramírez-Morillo, I., G. Carnevali Fernández-Concha, y F. Chi-May, 2004. Guía Ilustrada de las Bromeliaceae de la porción mexicana de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán, México. 124 p.
- Ramírez-Morillo, I., F. Chi-May, G. Carnevali, y F. May-Pat, 2009. It takes two to tango: self incompatibility in *Tillandsia streptophylla* Scheidw. (Bromeliaceae). *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.)*, 57(3): 761-770.
- Ramírez-Morillo, I., G. Carnevali, y W. Cetzal Ix, 2010. Hohenbergia mesoamericana, the first record of the genus for Mesoamerica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81(1): 21-26.

Cactáceas

*Ricardo Efraín Góngora Chín
y Rodolfo Noriega-Trejo*

INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae presenta estructuras anatómicas altamente especializadas como las areolas, que es el rasgo más distintivo, de las cuáles surgen espinas, flores, pelos y en algunos grupos hojas; estas últimas como en la subfamilia Pereskioideae, que se considera ha cambiado poco desde un punto de vista evolutivo. Las cactáceas presentan flores con pétalos numerosos, libres y de colores llamativos, algunas especies poseen flores blancas o color crema que abren de noche, las cuáles son polinizadas por murciélagos e insectos nocturnos (Bravo-Hollis, 1978).

DIVERSIDAD

México es el país que más especies de la familia Cactaceae alberga, con un total de 850 especies de las aproximadamente 1 500 que existen a nivel mundial (Hunt, 1999), y es al norte, en la región del desierto Chihuahuense, donde se localiza la mayor diversidad. Al sureste, en Campeche, Quintana Roo y Yucatán se reportan hasta ahora 16 especies, 12 se encuentran en Campeche, de estas, cuatro se reportan como endémicas distribuidas en los tres estados que la conforman políticamente la península de Yucatán (Durán *et al.*, 2000; Gutiérrez, 2000). De manera tradicional la familia Cactaceae se divide en tres subfamilias.

DISTRIBUCIÓN.

En el estado de Campeche la familia Cactaceae esta mejor representada en las selvas bajas caducifolias, de las 12 especies que se reportan siete se encuentran en este tipo de vegetación (tabla 1). También se presentan en las dunas costeras (*Opuntia dillenii*) y en la selva mediana subperennifolia (*Selenicereus donkelaarii*). Bravo-Hollis (1978) menciona *Rhipsalis baccifera* para Campeche, estos pudieron

Tabla 1. Cactáceas presentes en el estado de Campeche

Subfamilia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	Tipo de vegetación
Pereskioideae	<i>Pereskopsis kellermanii</i> Rose. *			Selva baja caducifolia.
Opuntioideae	<i>Opuntia dillenii</i> (Ker Gawl.) Haw.	Tzakam, pak'am, tuna de playa.		Dunas costeras y selva baja caducifolia.
	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Rose Salm-Dyck.	Pak'am.		Selva baja caducifolia.
	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose.	X-pak'am, tzakam.	Endémica.	Selva baja caducifolia.
	<i>Nopalea inaperta</i> Schott ex Griffiths.	Tzakam sots'.	Endémica.	Selva baja caducifolia.
Cactoideae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck.	Ts'ákan, nun tsutsuy.		Dunas costeras y selva baja caducifolia
	<i>Epiphyllum hookeri</i> (Link & Otto) Haw.*	X-pitajaya ku'uk.		Selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia.
	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose.	Pitaya, pitajaya.		Selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia.
	<i>Pilosocereus gaumeri</i> (Britton et Rose) Backeberg.	Tso'ots pak'am, x-kam choch.	Endémica.	Selva baja caducifolia.
	<i>Rhipsalis baccifera</i> (Soland. ex J. Mill.) Stearn.			Selva alta perennifolia.
	<i>Selenicereus donkelaarii</i> (Salm-Dyck) Britton et Rose.	Tuna, pool tsutsuy.	Endémica.	Selva mediana subperennifolia.
	<i>Selenicereus testudo</i> (Karw. ex Succ.) Buxb.			Selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia.

Fuente: Durán *et al.*, 1998, 2000; * Arias, com. pers.

ser registros anteriores, sin embargo no hay evidencias de herbario o reportes actuales que respalden su presencia; quizá se trate en tiempo presente de extinciones locales donde hubo selva alta perennifolia entre la región colindante del municipio de Escárcega y el estado de Tabasco.

IMPORTANCIA

Las cactáceas en Campeche tienen una importancia significativa como componentes del ecosistema y biológica a la vez, en los sitios donde existe erosión ayudan a retener el suelo debido a su sistema radical que es en forma de red, otra es la producción de néctar y polen que sirve de alimento para diversos organismos como aves e insectos,

tanto diurnos como nocturnos, *Nopalea inaperta* y *Acanthocereus tetragonus* son un ejemplo; en este sentido los murciélagos juegan un papel determinante para la polinización de *Hylocereus undatus* que es nocturna. Por sus tejidos suculentos los frutos y tallos de algunas especies, como *Opuntia dillenii* y *Nopalea cochenillifera*, sirven como alimento y proveen de líquido en la época de sequía a reptiles como las iguanas. En el consumo humano *Hylocereus undatus* (pitahaya) y *Nopalea gaumeri* (nopal o *tzakam*) ocupan un lugar importante en el mercado local, se cultivan principalmente en la parte norte del estado de Campeche en solares y huertos, aunque de la primera ya se empieza a intensificar su cultivo representando cierto ingreso extra para quienes se dedican a ello.



Opuntia dillenien.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Actualmente las especies de cactáceas del estado de Campeche solo se mencionan en los listados florísticos dentro de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas: Los Petenes (2006), Balamkin (2009), Balamku (2009) y Calakmul (2000); Sin embargo ninguno de estos planes cuenta con acciones de conservación específicas para este grupo biológico. Cabe mencionar, que la NOM-059-SEMARNAT-2001 que trata sobre las categorías de riesgo para las especies de flora y fauna mexicanas, no cita a las especies de cactáceas reportadas para Campeche. Hacen falta estudios sobre las poblaciones de esta familia botánica para saber si está bajo alguna situación crítica.

Una de las amenazas que estarían afectando más seriamente en la actualidad el estado de conservación de los ejemplares silvestres, es el cambio de uso del suelo y la deforestación de los tipos de vegetación donde se encuentran. La extracción masiva de especímenes silvestres de cactáceas hasta ahora no se ha detectado como un peligro potencial. Sin embargo se han observado en huertos y solares individuos de *Acanthocereus tetragonus* y *Nopalea gaumeri* en casas de algunas comunidades rurales.

En el Jardín Botánico de Hampolol que se encuentra en el Centro de Investigación de Vida Silvestre (CIVS-HM) administrado por la Universidad Autónoma de Campeche, se cuenta con un área temática con el objetivo de tener bajo cultivo las diferentes especies de cactáceas que se encuentran en el estado de Campeche, con la finalidad de realizar acciones de conservación y propagación, además de enseñanza.

REFERENCIAS

- Bravo-Hollis H., 1978. Las Cactáceas de México. Tomo I. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 743 p.
- Diario Oficial de la Federación, 2002. 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. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Segunda Sección del miércoles 6 de marzo de 2002.
- Durán, R., J.C. Trejo-Torres, y I. Ibarra, 1998. Endemic phytotaxa of the Peninsula of Yucatán. *Harvard Pap. Bot.*, 3(2): 263-314.
- Duran, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May, y M. Juan, 2000. Listado florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán, México. 259 p.
- Gutiérrez, C., 2000. Listado florístico actualizado del Estado de Campeche, México. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 95 p.
- Hunt, D.R. (comp.), 1999. CITES Cactaceae checklist. 2a. Royal Botanic Gardens, Kew y I.O.S. Milborne. 190 p.
- Instituto Nacional de Ecología, 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 268 p.
- Instituto Nacional de Ecología, 2006. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Los Petenes. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 203 p.
- Secretaría de Ecología, 2009a. Programa de Conservación y Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam ku. Gobierno del Estado de Campeche. 286 p.
- Secretaría de Ecología, 2009b. Programa de Conservación y Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam kin. Gobierno del Estado de Campeche. 278 p.



Foto: CIVS-HM, UAC.

Selenicereus donkelaarii.

Cyperáceas

Nelly Diego Pérez

DESCRIPCIÓN

Las cyperáceas (Familia Cyperaceae) son comúnmente conocidas como “cortadoras” pertenecen a Orden Cyperales en el sistema propuesto por Cronquist (1981). En las clasificaciones actuales del APG (Angiosperm Phylogeny Group), la incluyen dentro del Orden Poales y han confirmado su monofilia con base en la morfología y análisis moleculares de la secuencia rbcL (Judd *et al.*, 2008). Las Cyperaceae son hierbas con tallo usualmente triangular, las hojas contienen cuerpos de sílice cónicos, característica que las distingue de otras monocotiledóneas. Con frecuencia se le confunde con los zacates (Familia Poaceae o Graminea) pero estas tienen la vaina abierta, mientras que en las Cyperaceae la vaina es cerrada. Las flores presentan tépalos reducidos a escamas, cerdas, pelos o carecen de ellos, están arregladas en espiguillas que forman una inflorescencia compleja. El polen es pseudomonada (polen en el que 3 microsporas degeneran y forman parte de la pared del grano de polen). Algunas especies son polinizadas por moscas y mariposas (Thomas, 1984), es posible que estas plantas se puedan beneficiar tanto de la polinización por insectos como por factores abióticos.

DIVERSIDAD

Se estima que en México la familia Cyperaceae está representada por 25 géneros y 404 especies, (Espejo y López, 1997). La revisión de ejemplares herborizados y bibliografía, muestran que en el estado de Campeche se tienen 85 especies en 12 géneros (tabla 1). Campeche comparte con Centroamérica muchas especies y algunas se extienden hasta Sudamérica, debido a que son parte de la misma región fitogeográfica. La mayor parte de las especies están muy relacionadas con los taxa que crecen en las partes bajas de Centroamérica tropical, por lo que no es de sorprender que algunas especies consideradas endémicas

Tabla 1. Número de especies de Cyperaceae reportadas para el estado de Campeche.

Nombre científico	Localidad	Hábitat	Status
<i>Bulbostylis juncooides</i> (Vahl) Kük.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Bulbostylis vestita</i> (Kunth) C.B. Clarke.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Cladium jamaicense</i> Crantz.	Calakmul	Marismas.	Abundante.
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Chamotón.	Potreros.	Abundante.
<i>Cyperus articulatus</i> L.	Calkiní.	Sabanas.	Abundante.
<i>Cyperus chorysanthos</i> C.B. Clarke.	Chamotón.	Acahual.	en peligro.
<i>Cyperus compressus</i> L.	Calakmul.	Sabanas.	Abundante.
<i>Cyperus costaricensis</i> Gómez-Laur.	Candelaria.	Sabanas.	Escasa.
<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.	Palizada.	Popal.	Abundante.
<i>Cyperus elegans</i> L.	Chamotón.	Ruderal.	Abundante.
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Chamotón.	Pastizal.	Rara.
<i>Cyperus gardneri</i> Nees.	Calakmul.	Pantanos.	Escasa.
<i>Cyperus haspan</i> L.	Palizada.	Ruderal.	Abundante.
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Stand.	Calakmul.	Pastizal.	Abundante.
<i>Cyperus humilis</i> Kunth.	Candelaria.	Pastizal.	Abundante.
<i>Cyperus lentiginosus</i> Millsp. & Chase.	Bolonchén.	Pastizal.	Abundante.
<i>Cyperus ligularis</i> L.	El Carmen.	Manglar.	Abundante.
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.	Candelaria.	Marismas.	Abundante.
<i>Cyperus ochraceus</i> Vahl.	Calakmul.	Tular.	Abundante.
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Escárcega.	Cultivos.	Abundante.
<i>Cyperus planifolius</i> Rich.	El Carmen.	Manglar.	Escasa.
<i>Cyperus polystachyos</i> Rottb.	Calkiní.	Tular.	Regular.
<i>Cyperus pseudovegetus</i> Steud.	Calakmul.	Acahual.	Escasa.
<i>Cyperus rotundus</i> L.	El Carmen.	Ruderal.	Abundante.
<i>Cyperus squarrosus</i> L.	Chamotón.	Cultivos.	Abundante.
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Escárcega.	Sabanas.	Abundante.
<i>Cyperus tenuis</i> Sw.	Campeche.	Sabanas.	Abundante.
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. & Schult.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult.	Campeche.	Sabanas.	Rara.

Tabla 1 (continuación). Número de especies de Cyperaceae reportadas para el estado de Campeche.

Nombre científico	Localidad	Hábitat	Status
<i>Eleocharis atropurpurea</i> (Retz.) Presl & Presl.	Campeche.	Acahual.	Escasa.
<i>Eleocharis cellulosa</i> Torr.	Campeche.	Marismas.	Abundante.
<i>Eleocharis elegans</i> (HBK) Roem & Schult.	El Carmen.	Manglar.	Abundante.
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	Los Petenes.	Tular.	Abundante.
<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	Campeche y Palizada.	Tular.	Rara.
<i>Eleocharis mitrata</i> (Griseb.) C.B. Clarke.	Campeche.	Selva.	Escasa.
<i>Eleocharis montana</i> (HBK) Roem. & Schult.	Campeche.	Selva.	Abundante.
<i>Eleocharis mutata</i> (L.) Roem. & Schult.	Chamotón.	Sabanas.	Abundante.
<i>Eleocharis nigrescens</i> (Nees) Steud.	Campeche.	Ruderal.	Escasa.
<i>Eleocharis parvula</i> (Roem. & Schult.) Link ex Bl.	Campeche.	Pastizal.	Escasa.
<i>Eleocharis retroflexa</i> (Poir.) Urb.	Palizada.	Acahual.	Escasa.
<i>Eleocharis urceolata</i> (Liebm.) Svenson.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Fimbristylis complanata</i> (Retz.) Link.	Calakmul.	Pastizal.	Escasa.
<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	Chamotón.	Manglar.	Abundante.
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.	Escárcega.	Sabanas.	Escasa.
<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl.	Calkiní.	Manglar.	Escasa.
<i>Fimbristylis puberula</i> (Michx.) Vahl var. interior (Britton) Kral.	Escárcega.	Sabanas.	Escasa.
<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl.	Los Petenes.	Manglar.	Abundante.
<i>Fuirena camptotricha</i> C. Wright.	Campeche.	Acahual.	Abundante.
<i>Fuirena simplex</i> Vahl var. simplex.	Candelaria.	Acahual.	Abundante.
<i>Fuirena stephani</i> Ramos & N. Diego.	Calakmul.	Acahual.	Endémica.
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	Campeche.	Pastizal.	Escasa.
<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	Calakmul.	Pastizal.	Abundante.
<i>Oxycaryum cubense</i> (Poepp. & Kunth) Lye.	Calakmul.	Tular.	Escasa.
<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth.	Escárcega.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl.	Calakmul.	Acahual.	Abundante.
<i>Rhynchospora colorata</i> (L.) H. Pfeiff.	Chamotón.	Pastizal.	Abundante.
<i>Rhynchospora contracta</i> (Nees) Raynal.	Calkiní.	Acahual.	Rara.

Tabla 1 (continuación). Número de especies de Cyperaceae reportadas para el estado de Campeche).

Nombre científico	Localidad	Hábitat	Status
<i>Rhynchospora corymbosa</i> (L.) Britton	Escárcega.	Acahual.	Escasa.
<i>Rhynchospora eximia</i> (Nees) Boeck.	Campeche.	Acahual.	Escasa.
<i>Rhynchospora filiformis</i> Vahl.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora floridensis</i> (Britton) H. Pfeiff.	Calakmul.	Sabana.	Abundante.
<i>Rhynchospora hirsuta</i> (Vahl) Vahl.	Escárcega.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora holoschoenoides</i> (Rich.) Herter.	Calakmul.	Tasistal.	Abundante.
<i>Rhynchospora nervosa</i> subsp. <i>ciliata</i> (Vahl) T. Ko.	Holpechén.	Sabanas.	Abundante.
<i>Rhynchospora nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> .	Palizada.	Sabanas.	Abundante.
<i>Rhynchospora oligantha</i> A. Gray.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora radicans</i> (Schltdl. & Cham.) H. Pf.	Palizada.	Sabanas.	Abundante.
<i>Rhynchospora scutellata</i> Griseb.	Candelaria.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora tenerrima</i> Nees ex Spreng.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link.	Calkiní.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora triflora</i> Vahl.	Escárcega.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora trispicata</i> (Nees) Schrad. ex Steud.	Palizada.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora velutina</i> (Kunth) Boeck.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Rhynchospora watsonii</i> (Britton) Davidse.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> .	Calakmul.	Acahual.	Abundante.
<i>Schoenus nigricans</i> L.	Los Petenes.	Marismas.	Escasa.
<i>Scleria bracteata</i> Cav.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Scleria eggersiana</i> Boeck.	Palizada.	Acahual.	Escasa.
<i>Scleria georgiana</i> Core.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Scleria interrupta</i> Rich.	Calakmul.	Sabanas.	Escasa.
<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.	Calakmul.	Sabanas.	Abundante.
<i>Scleria macrophylla</i> J. Presl & C. Presl.	Hopelchén.	Acahual.	Escasa.
<i>Scleria melaleuca</i> Rehb. ex Schltdl. & Cham.	Champotón.	Sabanas.	Abundante.
<i>Scleria microcarpa</i> Nees ex Kunth.	Palizada.	Pastizal.	Escasa.
<i>Scleria setuloso-ciliata</i> Boeck.	Campeche.	Sabanas.	Abundante.

en esos países, también se presenten en Campeche, como *Cyperus chorysanthos* y *Cyperus costaricensis*.

Los géneros mejor representados son *Cyperus* y *Rhynchospora* con 24 y 21 especies respectivamente. Dentro de los hallazgos importantes está la descripción de *Fuirena stephani*, colectada en la región de Calakmul (Ramos y Diego, 2002), planta con distribución restringida, que no se ha colectado en otras zonas y por tanto se encuentran en peligro de extinción. Otro aporte importante es el nuevo registro para el país de *Cyperus gardneri*, especie también colectada en Calakmul (Diego y Ramos, 2001).

DISTRIBUCIÓN

Las ciperáceas han conquistado la mayoría de los nichos ecológicos del estado, desde los ecosistemas secos hasta los acuáticos, esta capacidad de adaptación está sustentada en una diversidad morfológica, fisiológica y reproductiva ecológicamente exitosa. Se dispersan por sus frutos adheridos a las patas de los animales o en las excretas de estos, lo usual es que están adaptados a diferentes agentes dispersores, pueden ser transportados por viento, agua y animales, especialmente por aves y también vegetativamente por rizomas, estolones, tubérculos y bulbos. Muchas especies son arvenses (especies que conviven en los cultivos) están ampliamente distribuidas y frecuentemente se les encuentra como colonizadoras de claros, cultivos abandonados y sitios similares, pero principalmente se encuentra en lugares húmedos.

Un ejemplo de Cyperaceae flotante que crece en Campeche es la especie *Oxycaryum cubense*, otras crecen en las playas arenosas costeras como *Cyperus ligularis* y *Fimbristylis cymosa*, sobre caliza *Rhynchospora floridensis* y muy pocas en marismas como *Cladium jamaicense*, *Schoenus nigricans* y *Eleocharis celulosa* entre otras.

IMPORTANCIA

Cladium jamaicense, *Cyperus articulatus* y diferentes especies de *Eleocharis*, son importantes ecológicamente ya que forman el hábitat natural de muchas especies de animales silvestres, especialmente de aves, a las cuales les proporcionan refugio y alimentación. Zavaro y Oviedo (1993) reportan que *Cladium* sp. forma parte de la cadena trófica que está ligada al ciclo de vida del molusco acuático *Pomacea paludosa* y que a su vez es parte de la dieta del gavián caracolero *Rostramus sociates levis*.

En general varias especies de la familia son un elemento importante de la vegetación acuática y subacuática en cuerpos de agua poco contaminados, como *Cyperus articulatus*, *Eleocharis mitrata*, *Rhynchospora corymbosa*, etc., otras junto con los zacates son abundantes en los claros de las selvas, potreros, tierra de labranza y orillas de los caminos, como *Cyperus odoratus* y *Cyperus luzulae*.

Hasta hace pocos años se había considerado a la familia Cyperaceae de poca importancia económica, pero a medida que se profundizan los estudios, se amplía su uso potencial. Es significativo el hecho de que algunas especies que crecen en Campeche sin uso, en otros sitios se cultivan, tal es el caso de *Cyperus esculentus*, conocida en el mediterráneo como “chufa” con la cual elaboran horchata o leche de chufa en el norte de África y España. Otro ejemplo son *Eleocharis elegans* y *Cyperus luzulae* de las cuales se emplea el rizoma para elaborar atole en Guatemala.

En aspecto bioquímico poco se ha estudiado, sin embargo de algunas especies de *Cyperus*, cuyos rizomas tienen olor agradable, se han aislado terpenos muy usados en la industria de los perfumes (*Beauregard et al.*, 1982). De especies de *Cyperus* y *Eleocharis*, se extrae materia prima para la elaboración de petates, tapetes y diferentes artesanías empleados localmente en otros estados del país. En el aspecto



Fuirena squarrosa.

medicinal no se tiene registrado uso en la terapéutica popular del estado. Faltan estudios etnobotánicos sobre la utilización de estas plantas en las diferentes comunidades de Campeche.

Históricamente el papiro (*Cyperus papyrus*) fue uno de los primeros materiales de origen vegetal sobre los cuales podía escribirse y hace más de 2 000 años AC., los Egipcios ya la utilizaban; actualmente esta especie rara vez se cultiva en jardines urbanos del estado.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

En los últimos años se han incrementado los estudios de la familia Cyperaceae en México, sin embargo, en el estado de Campeche aún existen zonas poco exploradas como Bolonchén, Los Petenes y Hopelchén entre otros, por consiguiente el número de especies reportadas puede incrementarse. En cuanto a las amenazas, un aspecto que es necesario examinar es el efecto de la desecación en las áreas donde las Cyperaceae eran comunes y actualmente hay una pérdida de especies.

Por último, los estudios florísticos cobran cada día más importancia para el conocimiento de la biodiversidad y constituyen las bases que aportan información para elaborar programas de protección y explotación racional.



Foto: Juan Javier Ortiz Díaz, UADY.

Cladium jamaicense.

REFERENCIAS

- Beauregard, J.J., E.A. Bratoeff, y E. de Ita, 1982. Aislamiento de ciperotundona a partir de *Cyperus articulatus* L. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 12 (4): 6-7.
- Diego, N., 1995. Familia Cyperaceae: taxonomía, florística y etnobotánica. 1-170. En: Etnoflora Yucatanense. Fascículo 11. Universidad Autónoma de Yucatán, Sostenibilidad Maya. Yucatán, México.
- Diego-Pérez, N., y C. Ramos, 2001. Un Nuevo registro de *Cyperus* para México. *Acta Bot. Mex.*, 55:17-20.
- Espejo, A., y A.R. López Ferrari, 1997. Cyperaceae. p. 1-98. En: Las Monocotiledóneas Mexicanas. Una synopsis florística. Parte V. Consejo Nacional de la Flora de México AC. Univ. Aut. Metropolitana Iztapalapa y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg, P.F. Stevens, y M.J. Donoghue, 2008. Cyperaceae. p. 294-296. In: Plant Systematics, A Phylogenetic Approach. Sinauer Associates Inc.
- Ramos, C.H., y N. Diego, 2002. Una especie nueva de *Fuirena* (Cyperaceae) del estado de Campeche (México). *Acta Bot. Mex.*, 58: 51-55.
- Thomas, W.W., 1984. The Systematics of *Rhynchospora* section Dichromena. *Mem. New York Bot. Gard.*, 37: 1-116.
- Zavaro, C., y R. Oviedo, 1993. Etnobotánica y Ecología de *Cladium jamaicense* Crantz (Cyperaceae) en la Ciénaga de Zapata, Cuba. *Fontqueria*, 36: 253-256.

Leguminosas

José Salvador Flores Guido

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas cuyo nombre taxonómico es el de Fabaceae, constituye una familia muy importante a nivel mundial, desde el punto de vista económico, taxonómica, florística y ecológicamente hablando en México, así como en la península de Yucatán. Está constituida por árboles, arbustos y hierbas (bejucos, lianas, enredaderas o escandescuentes). La vaina o legumbre, y de ahí el nombre de leguminosas, es una de las características más importantes para reconocerlas; su forma es largada y comprimida, como en los frijoles y las jícamas y aunque varía en forma y consistencia, su origen siempre es semejante (Flores, 2001). Generalmente se les encuentra en hábitats acuáticos, xerófitas (soportan grandes sequías y están adaptadas a la escasez de agua) en casi todos los tipos de vegetación.

DIVERSIDAD

Las leguminosas constituyen la familia más diversa e importante a nivel mundial ya que, siempre está entre las cuatro familias más numerosas junto con las orquídeas, las gramíneas y las compuestas, en México es la segunda más diversa, se tienen registradas 1 724 especies, de éstas 51.90% son endémicas de México (Sousa y Delgado, 1993). Diversos autores (Standley, 1930; Sosa *et al.*, 1985; Flores y Espejel, 1994; Flores, 1987, 1999, 2001; Durán *et al.*, 2000; Arellano *et al.*, 2003), consideran que las leguminosas constituyen el grupo más diverso en la península de Yucatán, formada por 260 especies con cinco variedades y una subespecie, cabe señalar que aún falta por explorar las poblaciones de los diferentes grupos, con la seguridad de que su flora aún deteriorada contiene especies nuevas.

De las 260 especies reportadas para la península de Yucatán, Campeche es el estado con mayor riqueza: tiene 192 especies (74%), con 6 variedades y 1 subespecie, Quintana Roo 174 y Yucatán 171. En la

tabla 1, se presenta el número de especies por género reportadas en el estado. De las 192 especies presentes en Campeche, 120 son árboles, 95 hierbas y 18 arbustos. De acuerdo con Durán *et al.* (2000), de las 14 leguminosas endémicas reportadas para la península de Yucatán, 13 se encuentran en el estado de Campeche.

DISTRIBUCIÓN

Las leguminosas tanto en la península de Yucatán como en el estado de Campeche son el grupo de plantas mejor adaptadas a los suelos pobres y pedregosos de la zona, con especies de árboles, arbustos, y hierbas calcífitas (que crecen en suelos calcáreos) que estructuran a los diferentes tipos de selvas presentes en la región (selva baja caducifolia, selva mediana sub-caducifolia, selva baja inundable, selva mediana sub-perennifolia, selva alta perennifolia y vegetación secundaria derivada de éstas), además de estar muy bien representada en la vegetación de duna, en el matorral de duna y en el área periferia a los petenes, manglares y tulares.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Tabla 1. Número de especies de Leguminosas presentes en el estado de Campeche.

Género	Número de especies para cada género	Total de especies por grupo de géneros reportadas en Campeche
<i>Acacia.</i>	14	14
<i>Senna.</i>	12	12
<i>Lonchocarpus.</i>	9	9
<i>Pithecellobium.</i>	8	8
<i>Centrocema, Chamaecrista, Desmodium.</i>	7	21
<i>Bauhinia.</i>	6	6
<i>Albizia, Caesalpinia, Calliandra, Crotalaria, Indigofera, Mimosa y Vigna.</i>	5	35
<i>Erythrina, Machaerium y Zapoteca.</i>	4	12
<i>Aeschinomenes, Cassia, Cracca, Galactia, Leucaena, Macroptilium, Pachyrhizus y Zygn.</i>	3	24
<i>Ateleia, Dalbergia, Haematoxylum, Havadia, Inga, Lysiloma, Mucuna, Nissolia, Phaseolus, Sesbania y Stylosanthes.</i>	2	22
<i>Abrus, Andira, Apoplanesia, Aracnis, Calopogodium, Cersis, Chaetocalyx, Chloroleucom, Ciser, Clitoria, Coursetia, Cynometra, Desmanthus, Diphysa, Enterolobium, Erosem, Gliricidia, Hymenaeae, Lennea, Myroxilon, Neptunia, Peltophorum, Piscidia, Pityrocarpa, Rhynchosia, Samanea, Soja, Sophoora, Swartzia, Swetia, Tamarindus, Tephrosia y Vatairea.</i>	1	33
Total		192

Chamaecrista presenta dos variedades:
C. glandulosa var. *flavicom* y *C. nictitans* var. *nictitans*.
Senna presenta a su vez tres variedades:
S. hirsuta var. *hirta*; *S. pallida* var. *gaumeri* y *S. pallida* var. *goldmaniana*
Desmodium procumbens var. *typicum* y *D. purpureum* var. *transversum*.
Pachyrhizus tiene tres variedades: *P. erosus* var. *palmatilobus*,
P. vernalis var. *angustilobatus* y *P. vernalis* var. *vernal*.

Fuente: Los datos usados para este trabajo se tomaron de la base de datos del Programa Etnoflora Yucatanense que se realiza en la Universidad Autónoma de Yucatán.

Muchos géneros y especies entran del macizo continental a la península por el estado de Campeche y algunas especies se quedan en el límite con Tabasco por ejemplo: *Andira inermis*, *Hymenoea courbaril*, *Lysiloma acapulcensis*, *Ateleia pterocarpa*, *Dialium guianensis*, *Machaerium falciformis*, y *Swetia panamensis*. Su población es escasa y los suelos, calcáreo, no le permiten su expansión hacia la parte central del Estado. Campeche tiene una amplia distribución de los géneros de *Haematoxylum*, *Acacia* y *Pithecellobium* en su territorio, el género *Lonchocarpus* es más diverso al sur del estado. Algunas especies son de distribución restringida tales como: *Stylosanthes hamaca* que se encuentra en un área pequeña de la duna costera de Champotón, *Sophora tomanlosa* y *Machearium falciformis*. La diversidad de las leguminosas en Campeche al igual que otros grupos de plantas, aumenta de norte a sur, debido a que hay un gradiente de humedad y de suelos más profundos.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY

IMPORTANCIA

Los estudios sobre esta familia han resaltado la importancia del valor económico, ya que muchas de sus especies tienen uso alimenticio, maderable, combustible, medicinal, melífero y/o forrajero, por mencionar los usos más comunes. Desde el punto de vista ecológico su valor radica en que forman parte de la estructura de diferentes tipos de selva y en diferentes etapas de sucesión, además que gran parte de las especies son fijadoras de nitrógeno, lo cual les ha permitido competir favorablemente durante el proceso de regeneración de los suelos tropicales (Gómez-Pompa, 1971).

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Desafortunadamente Campeche es el estado de la Península florísticamente menos estudiado y colectado, y el cual por ser límite con el macizo continental territorial fue el que primero entró a un proceso de deterioro. Sin embargo, los estudios etnobotánicos señalan que el sistema de conocimiento, uso y manejo de los mayas de esta flora ha favorecido su distribución y conservación (Flores, 2001).

REFERENCIAS

- Arellano Rodríguez, J.A. J.S. Flores., J. Tun Garrido, y M.M. Cruz Bojórquez, 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Fasc. No. 20 Programa Etnoflora Yucatanense de la Universidad Autónoma de Yucatán.
- Durán, R., G. Campos, J.S. Trejo, P. Simá, F. Pat May, y M.J Qui, 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán.
- Flores, J.S., 1987. Yucatán Tierra de las Leguminosas. *Revista Universidad Autónoma de Yucatán*, 2(163): 33-37.
- Flores, J.S., 1999. Etnobotánica de las Leguminosas de la Península de Yucatán. Tesis doctoral (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM.
- Flores, J.S., 2001. Leguminosas de la Península de Yucatán: Florística, Etnobotánica y Ecología Fasc. 18. Programa Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Gómez-Pompa, A., 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evaluación de la flora tropical. *Biotropica*, 3(2): 125-132.
- Sosa, V., J.S. Flores, V. Rico-Gray, R. Lira, y J.J. Ortiz, 1985. Etnoflora Yucatanense Lista y Sinonimia Maya. Fasc. No. 1. Etnoflora Yucatanense. Instituto de Investigaciones de Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz.
- Flores, J. S., y I. Espejel, 1994 Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Fasc. N° 4 Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. 240 p.
- Sousa, M., y A. Delgado, 1993. Mexican Leguminosae phyto geography, endemism and origins. En: T.P. Ramamoorthy R. Bye y J. Fa. (eds.). Biological Diversity of Mexico. Oxford. Univ. Press New York.
- Standley P.C., 1930. Flora de Yucatán. Field. Mus. Bot. Ser. Vol. III, No. 3. Chicago, USA. 496 p.

Orquídeas

Germán Carnevali Fernández-Concha

DIVERSIDAD

La familia Orchidaceae en el estado de Campeche cuenta con 94 especies, lo que representa aproximadamente 5.95% del total de la diversidad de angiospermas reportadas para el estado (casi 1 580 especies). Estas 94 especies están distribuidas en 54 géneros; los más diversos son *Epidendrum* con nueve especies, *Habenaria* con seis, *Lophiaris* con cinco, y *Encyclia* y *Prosthechea* con cuatro especies. Otros géneros con más de dos taxa en el estado son *Cohniella*, *Campylocentrum*, *Myrmecophila* y *Vanilla*, todos con tres. Un solo taxón de orquídea puede ser considerado endémico del estado en estos momentos, la subespecie aún no descrita de *Lophiaris andrewsiae*.

La flora de orquídeas del estado de Campeche es parte de la orquideoflora de la Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY) (tabla 1) y, al igual que la del resto de esta, está conformada fundamentalmente por elementos de la flora del norte de Mesoamérica (Carnevali *et al.*, 2001). Por ello, se presentará una comparación de la orquideoflora campechana con la de la PBPY y luego con la del resto de México y el Neotrópico. En este contexto, las 94 especies de orquídeas del estado de Campeche constituyen 73.4% de las 128 que se conocen en la porción mexicana de la PBPY y 7.52% de las aproximadamente 1 250 especies de orquídeas conocidas de México (Hågsater *et al.*, 2005). De estas 94 especies, ocho (8.51%) son conocidas solo para Campeche dentro de la porción mexicana de la PBPY, entre ellas *Prosthechea livida* y *Myrmecophila tibicinis* parecen formar parte de una flora restringida localizada en la planicie costera del Golfo de México y las regiones más húmedas del Petén guatemalteco y el noreste de Chiapas. Las demás especies de Campeche son compartidas en su mayoría con los otros dos estados de la Península, particularmente con Quintana Roo.

Al igual que en las otras áreas de la porción mexicana de la PBPY y de lugares de baja elevación y clima estacional en el trópico ame-

Tabla 1. Especies de Orchidaceae nativas de Campeche.	
Taxón con autoría de los nombres	Comentarios
<i>Acianthera tikalensis</i> (Correll & C. Schweinf.) Pridgeon & M. Chase.	
<i>Anathallis yucatanensis</i> (Ames & C. Schweinf.) Pridgeon & M. Chase.	
<i>Bletia purpurea</i> (Lam.) DC.	Terrestre.
<i>Brassavola cucullata</i> (L.) R. Br.	
<i>Brassavola grandiflora</i> Lindl.	
<i>Brassia caudata</i> (L.) Lindl.	
<i>Brassia maculata</i> R. Br.	
<i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindley) Rolfe.	
<i>Campylocentrum pachyrrhizum</i> (Rchb. f.) Rolfe.	
<i>Campylocentrum poeppigii</i> (Rchb. f.) Rolfe.	
<i>Catasetum integerrimum</i> Hook.	
<i>Cohniella ascendens</i> (Lindl.) E. Christenson.	
<i>Cohniella cebolleta</i> (Jacq.) E. Christenson.	
<i>Cohniella</i> sp. nov.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Coryanthes picturata</i> Schltr.	
<i>Cyclopogon prasophyllum</i> (Rchb. f.) Schltr.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i> (Llave & Lex.) G. Romero & Carnevali.	
<i>Dendrophyllax porrecta</i> (Rchb. f.) Carlswald & Whitten.	
<i>Dimerandra emarginata</i> (G. Mey.) Hoehne.	
<i>Encyclia alata</i> (Bateman) Schltr.	
<i>Encyclia bractescens</i> (Lindl.) Hoehne.	
<i>Encyclia guatemalensis</i> (Klotzsch.) Schltr.	
<i>Encyclia nematocaulon</i> (A. Rich.) Acuña.	
<i>Epidendrum cardiophorum</i> Schltr.	
<i>Epidendrum chlorocorymbos</i> Schltr.	
<i>Epidendrum ciliare</i> L.	Restringida a Cam. en PYM.

Cam = Campeche; PYM = Península de Yucatán Mexicana; PBPY = Provincia Biótica Península de Yucatán.

Tabla 1 (continuación). Especies de Orchidaceae nativas de Campeche.	
Taxón con autoría de los nombres	Comentarios
<i>Epidendrum cristatum</i> Ruiz & Pavón.	
<i>Epidendrum galeottianum</i> A. Rich. & Galeotti.	
<i>Epidendrum martinezii</i> L. Sánchez & Carnevali.	Endémica a PBPY.
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.	
<i>Epidendrum flexuosum</i> G. Mey.	
<i>Epidendrum stamfordianum</i> Bateman.	
<i>Eulophia alta</i> (L.) Fawc. & Rendle.	Terrestre.
<i>Gongora unicolor</i> Schltr.	
<i>Habenaria distans</i> Griseb.	Terrestre.
<i>Habenaria floribunda</i> Lindl.	Terrestre.
<i>Habenaria mesodactyla</i> Griseb.	Terrestre.
<i>Habenaria pringlei</i> Robinson.	Terrestre.
<i>Habenaria quinqueseta</i> (Michx.) Sw.	Terrestre.
<i>Habenaria repens</i> Nutt.	Terrestre.
<i>Heterotaxis sessilis</i> (Lindl.) F. Barros.	
<i>Ionopsis utricularioides</i> (Sw.) Lindl.	Epífita de ramita.
<i>Isochilus carnosiflorus</i> Lindl.	
<i>Laelia rubescens</i> Lindl.	
<i>Leochilus scriptus</i> (Scheidw.) Rchb. f.	Epífita de ramita.
<i>Lophiaris andrewsiae</i> R. Jiménez & Carnevali.	Endémica a PYM.
<i>Lophiaris andrewsiae</i> spp. nov. ined.	Endémica a Cam.
<i>Lophiaris lindenii</i> (Brongn.) Braem.	
<i>Lophiaris luridum</i> Lindl.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Lophiaris oerstedii</i> (Rchb. f.) R. Jiménez, Carnevali & Dressler.	
<i>Malaxis histionantha</i> (Link, Klotzsch & Otto) Garay & Dunst.	Terrestre.
<i>Maxillariella tenuifolia</i> (Lindl.) M.A. Blanco & Carnevali.	
<i>Mesadenella petenensis</i> (L.O. Williams) Garay.	Terrestre.

Cam = Campeche; PYM = Península de Yucatán Mexicana; PBPY = Provincia Biótica Península de Yucatán.

Tabla 1 (continuación). Especies de Orchidaceae nativas de Campeche.

Taxón con autoría de los nombres	Comentarios
<i>Mormolyca ringens</i> (Lindl.) Schltr.	
<i>Myrmecophila brysiana</i> (Lem.) Rolfe.	
<i>Myrmecophila christinae</i> Carnevali & Gómez-Juárez.	Endémica a PYM.
<i>Myrmecophila tibicinis</i> (Batem.) Rolfe.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Nemaconia striata</i> (Lindl.) van den Berg, Salazar & Soto Arenas.	
<i>Nidema boothii</i> (Lindl.) Schltr.	
<i>Notylia barkeri</i> Lindl..	Epífita de ramita.
<i>Notylia orbicularis</i> A.Rich. & Galeotti.	Epífita de ramita.
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Terrestre.
<i>Oncidium ensatum</i> Lindl.	Terrestre (Pr).
<i>Oncidium sphacelatum</i> Lindl.	
<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	
<i>Pelexia gutturosa</i> (Rchb. f.) Garay.	Terrestre.
<i>Platythelys vaginata</i> (Hook) Garay.	Terrestre.
<i>Polystachya clavata</i> Lindl.	Endémica a PBPY.
<i>Polystachya foliosa</i> (Hook.) Rchb. f.	
<i>Ponthieva parviflora</i> Ames & C. Schweinf.	Terrestre (Pr).
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.	Terrestre.
<i>Prosthechea boothiana</i> (Lindl.) W. E. Higgins.	
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W. E. Higgins.	
<i>Prosthechea livida</i> (Lindl.) W. E. Higgins.	Restringida a Cam. en PYM.

Cam = Campeche; PYM = Península de Yucatán Mexicana;
PBPY = Provincia Biótica Península de Yucatán.

Tabla 1 (continuación). Especies de Orchidaceae nativas de Campeche.

Taxón con autoría de los nombres	Comentarios
<i>Prosthechea radiata</i> (Lindl.) W. E. Higgins.	
<i>Psymorchis pusilla</i> (L.) Dodson & Dressler.	Epífita de ramita.
<i>Rhetinantha friedrichsthalii</i> (Rchb. f.) M.A. Blanco.	
<i>Rhynchoaelia digbyana</i> (Lindl.) Schltr.	
<i>Sacoila lanceolata</i> (Aubl.) Garay.	Terrestre.
<i>Sarcoglottis assurgens</i> (Rchb. f.) Schltr.	Terrestre.
<i>Sarcoglottis sceptrodes</i> (Rchb. f.) Schltr.	Terrestre.
<i>Scaphyglottis behrii</i> (Rchb. f.) Benth. & Hook. f. ex Hemsl.	
<i>Scaphyglottis leucantha</i> Rchb. f.	
<i>Specklinia brighamiae</i> (S. Watson) A. Pridgeon & M. W. Chase.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Specklinia grobyii</i> (Bateman ex Lindl) F. Barros.	
<i>Stelis ciliaris</i> Lindl.	
<i>Stelis gracilis</i> Ames.	Restringida a Cam. en PYM.
<i>Trichosalpinx ciliaris</i> (Lindl.) Luer.	
<i>Trigonidium egertonianum</i> Bateman ex Lindl.	
<i>Triphora gentianoides</i> (Spreng.) Ames & Schltr.	Terrestre.
<i>Tropidia polystachya</i> (Sw.) Ames.	Terrestre.
<i>Vanilla insignis</i> Ames.	Hemiepífita trepadora.
<i>Vanilla odorata</i> Presl.	Hemiepífita trepadora.
<i>Vanilla planifolia</i> Andrews	Hemiepífita trepadora (Pr).

Cam = Campeche; PYM = Península de Yucatán Mexicana;
PBPY = Provincia Biótica Península de Yucatán.

ricano, la mayoría de las orquídeas en Campeche son epífitas, solo 21 especies (22.3%) son terrestres, incluyendo las seis especies de *Habenaria*. Las tres especies de *Vanilla* califican como trepadoras suculentas ó hemiepífitas trepadoras. Entre las epífitas son interesantes las conocidas comúnmente como epífitas de ramitas (cinco especies), un grupo ecológico de epífitas restringido a las Orchidaceae, caracterizado porque las plantas sufren cambios importantes en sus historias de vida, tales como reducción vegetativa, condensación de estructuras vegetativas y aceleramiento del ciclo de vida para alcanzar la fase reproductiva sobre un individuo que permanece como juvenil, lo que hacen usualmente en menos de un año. Dos especies de epífitas, *Campylocentrum pachyrrhizum* y *Dendrophyllax porrecta*, son ejemplos de reducción vegetativa extrema ya que las plantas consisten solo de un manojo de raíces relativamente gruesas, verdes, fotosintéticas, que emergen de un punto meristemático (una región de tejido indiferenciado que puede producir diversos tipos de órganos vegetales) y con cortas inflorescencias que se originan de este.

DISTRIBUCIÓN

En general, las orquídeas (igual que otros grupos predominantemente epífitos) alcanzan sus mayores diversidades y riqueza de especies en ambientes perennemente húmedos. Las regiones con mayor diversidad de la familia en el mundo son los bosques perhúmedos a elevaciones de 300-2 000 msnm de las laderas de los Andes, la Amazonía occidental y otros lugares en Brasil, sur de Mesoamérica y del sureste Asiático. En México, estas condiciones óptimas para el desarrollo de epífitas se encuentran en unos pocos lugares en Chiapas y Oaxaca. Allí es donde se encuentra la mayor diversidad de estas plantas en el país; al alejarse de estas zonas, la diversidad de orquídeas va disminuyendo correlativamente. Así, el estado de Campeche se caracteriza por una orquideoflora cuya diversidad se incrementa hacia el sures-



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

te. En la porción norte del Estado, dominado por selva baja caducifolia y las porciones más secas de la selva mediana subcaducifolia, crecen pocas especies de esta familia, todas ellas caracterizadas por adaptaciones a la extrema sequía de la estación seca; ejemplo de ello son: *Cyrtopodium macrobulbon* y *Catasetum integerrimum* las cuales presentan grandes pseudobulbos que almacenan agua y hojas decíduas que le permiten a las plantas entrar en un periodo de descanso durante el clímax de la estación seca. Otras especies que crecen en estos ambientes como *Encyclia alata* y *Cohniella cebolleta* poseen hojas y pseudobulbos coriáceos o suculentos donde se almacena el agua suficiente para sobrevivir la estación seca. Por último, especies terrestres como *Sacoila lanceolata* (Aubl.) Garay están provistas de

raíces tuberosas emergiendo de un corto tallo subterráneo, que son las únicas partes de la planta que sobreviven la sequía que se presenta de diciembre a mayo. En las secciones más húmedas del estado, crecen orquídeas cuyos órganos de reserva no son tan evidentes, ya que las condiciones son menos extremas. Sin embargo, todas tienen alguna parte del cuerpo vegetativo algo engrosado ya que aún en los climas más húmedos, las plantas epífitas pasan por periodos de longitud variable con una limitada disponibilidad hídrica, debido a la escasa retención de agua de las cortezas de los árboles, aún cuando estén cubiertas de musgo y detritus. En los bosques más húmedos del sureste de Campeche, encontramos especies como *Stelis ciliaris*, *Stelis gracilis*, *Trichosalpinx ciliaris*, *Anathallis yucatanensis* y otras diminutas epífitas que carecen de pseudobulbos o raíces engrosadas, las cuales solo retienen agua en las hojas coriáceo-carnosas. Al igual que en el vecino estado de Quintana Roo, la diversidad de especies de orquídeas en el estado se distribuye de aproximadamente la misma manera: selvas bajas inundables (SBI) o tintales con 65-70% de las especies; las selvas altas perennifolias con 40-45%, las selvas medianas con 25-30%, otros tipos de vegetación, como las dunas costeras y la selva baja caducifolia, contienen proporciones mucho menores (6-7%) de orquídeas.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

IMPORTANCIA

El producto de mayor importancia económica extraído de una orquídea es, sin duda, la vainilla, obtenida de los frutos de *Vanilla planifolia*. Esta especie es nativa de las porciones más húmedas del sureste de México, incluyendo el estado de Campeche. Sin embargo, no hay evidencias de que esta especie sea explotada comercialmente en el estado. La vainilla es cultivada industrialmente en algunas regiones del estado de Veracruz y, principalmente, en Madagascar. Otra especie de orquídea de la que se han reportado usos es el *Cyrtopodium macrobulbon*, del cual se extrae una sustancia de los grandes pseudobulbos que se emplea como resistol o goma para pegar. Algunas otras especies tienen usos locales como medicinas o en ritos (plantas mágicas), pero estos usos requieren de mayor documentación. El principal valor económico de la familia en Campeche es como plantas ornamentales. Varias de las especies de orquídeas son objeto de extracción moderada para su cultivo por sus hermosas flores, entre ellas destacan: *Encyclia alata*, *Myrmecophila christinae*, *Rhyncholaelia digbyana*, *Cohniella cebolleta*, *Laelia rubescens* y *Maxillariella tenuifolia*, pero en general todas las especies de la familia son sujetas de colección y cultivo restringido por parte de numerosos aficionados a las orquídeas..

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

La orquideoflora de la porción mexicana de la península de Yucatán en general y de Campeche en particular ha sido estudiada por varios investigadores (Andrews y Gutiérrez, 1988; Olmsted y Gómez-Juárez, 1996; Carnevali *et al.*, 2001; Sánchez-Martínez *et al.*, 2002). Una buena reseña de algunos de los hábitats más distintivos y sus especies de orquídeas típicas ha sido publicada recientemente en Hágsater *et al.* (2005). En general, se puede afirmar que la orquideoflora del

estado está bastante bien conocida y documentada con colecciones botánicas. Sin embargo, hay extensas áreas en el estado tales como la región de los Chenes, el extremo sureste del estado y las cuencas de los ríos Candelaria y Palizada que requieren de un muestreo más completo. Estas áreas pudiesen aún revelar novedades orquideológicas para el estado, especialmente de especies que se han reportado de Quintana Roo, de Belice, Chiapas y del Petén Guatemalteco.

La principal amenaza para las orquídeas del estado es la perturbación de los hábitats. Entre las especies en peligro local se encuentran: *Cohniella cebolleta* y *Laelia rubescens*, ambas con hermosas flores, las cuales crecen en la Selva Baja Caducifolia con Cactáceas Columnares (SBCCC), un tipo de vegetación restringida a una estrecha franja paralela a la costa en el norte de la península, que penetra marginalmente en la zona noroeste del estado de Campeche, que tiene serios problemas en la reducción de su área y perturbación. Sin embargo, en general, la mayoría de las orquídeas que crecen en Campeche tienen distribuciones amplias en el estado y fuera de él.

Tres especies de orquídeas están incluidas en la NOM-SEMARNAT-2001 (*Oncidium ensatum*, *Ponthieva parviflora* y *Vanilla planifolia*). Aún

cuando no hay ninguna estrategia particular implementada en el estado para su protección, las tres son conocidas dentro de la Reserva de la Biósfera de Calakmul y por ello su estado de conservación en Campeche es relativamente bueno. Las tres son especies localmente raras y constituidas por poblaciones que constan de pocos individuos. Sin embargo, hay otras especies que deberían ser consideradas para su inclusión en la NOM, debido a que tienen distribuciones restringidas (e.g. *Eulophia alta*, *Lophiaris andrewsiae* ssp. nov., *Myrmecophila tibicinis* y *M. brysiana*), son conocidas solo en áreas muy perturbadas por actividades antropogénicas, o son candidatas a extracción para su explotación comercial. Estas últimas incluyen especies de flores muy hermosas como *Rhyncholelia digbyana*, *Encyclia alata*, *Encyclia bractescens*, *Epidendrum stamfordianum*, *Laelia rubescens* y *Myrmecophila christinae*. La primera de la lista es interesante ya está restringida a la PBPY en México y es muy importante hortícolamente. Consta, sin embargo, de grandes y densas poblaciones, muchas de las cuales se hayan en zonas protegidas (e.g. Calakmul). Las otras especies ornamentalmente deseables mencionadas son relativamente comunes y se hayan buenas poblaciones de ellas en áreas protegidas.

REFERENCIAS

- Andrews, J., y E. Gutiérrez, 1988. Un listado preliminar y notas sobre la historia natural de las orquídeas de la península de Yucatán. *Orquidea (Mex.)*, 11: 103–130.
- Carnevali, G., J. L. Tapia-Muñoz, R. Jiménez-Machorro, L. Sánchez-Saldaña, L. Ibarra-González, I. M. Ramírez, y M. P. Gómez-Juárez, 2001. Notes on the flora of the Yucatan Peninsula II: A synopsis of the orchid flora of the Mexican Yucatan Peninsula and a tentative checklist of the Orchidaceae of the Yucatan Peninsula Biotic Province. *Harvard Papers in Botany*, 5: 383–466.
- Hágsater, E., M. Á. Soto Arenas, G. A. Salazar Chávez, R. Jiménez Machorro, M. A. López Rosas y R. L. Dressler, 2005. Las Orquídeas de México. Instituto Chinoín. México DF. México.
- Sánchez Martínez, A., M. Sarmiento y J. M. Andrews, 2002, Orquídeas de Campeche. INIFAP Campeche. México.
- Olmsted, I., y M. Gómez- Juárez, 1996. Distribution and conservation of epi-phytes on the Yucatan Peninsula. *Selbyana*, 17: 58–70.

Gramíneas

Juan Javier Ortiz Díaz

INTRODUCCIÓN

Las gramíneas (del latín gramen= gramínea) también conocidas como poáceas, pastos o zacates son una familia de plantas herbáceas o muy raramente leñosas (bambúes). Las espiguillas, estructuras florales en donde se alojan los órganos reproductores son características a la familia Poaceae y otras familias de monocotiledóneas como Cyperaceae y Juncaceae. Su fruto típico es un grano -técnicamente se denomina cariopsis- como el del maíz (*Zea mays*) o el arroz (*Oryza sativa*) el cual al ser transformado en numerosos productos es consumido por millones de personas en todo el mundo.

DIVERSIDAD

En el estado de Campeche las gramíneas destacan por su gran riqueza, concentrando 86% de los géneros y 76% de las especies de esta familia a nivel peninsular, además seis especies son endémicas conocidas para la región. Esto contrasta con la baja representatividad de gramíneas en el Estado cuando se comparan las cifras a nivel nacional (32% y 14% de los géneros y especies respectivamente) (tabla 1).

DISTRIBUCIÓN

Si bien las gramíneas se encuentran en todos los tipos de vegetación de la península son especialmente diversas y abundantes en las sabanas del centro y suroeste del estado en donde se han registrado hasta 55 especies nativas (ver CD anexo).

IMPORTANCIA

Varias especies de esta familia como el maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se cultivan ampliamente en el Estado constituyendo la fuente más importante de alimen-

to para la población y de ingresos económicos (tabla 2). Asimismo, los pastizales naturales e inducidos sustentan la ganadería, actividad primaria de suma importancia en todo el Estado.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Se tiene registro de que la mayor concentración de gramíneas ocurre en sabanas de los municipios de Champotón, Hopelchén y Palizada pudiéndose catalogar a muchas como especies raras debido a la alta especificidad a los sitios (ver CD anexo). De éstas existe nula protección. En cuanto a las gramíneas endémicas (ver CD anexo) los registros en colecciones científicas son escasos y se carece de suficiente información.

El fuego forma parte del ciclo natural de las sabanas y muchas gramíneas están adaptadas a este, pero se ha observado que en ranchos particulares y ejidales existen cambios en la composición de sus especies producto de quemas recurrentes y sobrepastoreo. En el estudio florístico de dos sabanas de Xmabén, Vázquez-Vázquez (2009) registra 110 especies de plantas vasculares, muchas de las cuales son consideradas raras. La protección de dichos sitios y sus especies de plantas presentes es imperativa.



Foto: Juan Javier Ortiz Díaz, UADY.

Digitaria insularis.

Tabla 1. Riqueza de Gramíneas del estado de Campeche.

*Fuente: Dávila *et al.* (2006).

Entidad	Totales de géneros/ especies	Taxa nativos	Taxa cultivados o introducidos	Taxa endémicos
Campeche.	64/164	107	30	3
Península de Yucatán.	75/217	182	35	6
México.	204/1 182*	1 119*	159*	278*



Foto: Juan Javier Ortiz Díaz, UADY.

Paspalum blodgettii.

Tabla 2. Superficie sembrada y cosechada, volumen de toneladas y valor de la producción de los tres principales cultivos agrícolas de Campeche.

Cultivo	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Volumen (Toneladas)	Valor (Miles de pesos)
Maíz.	162 035.0	91 874.3	164 501.9	374 915.4
Arroz.	25 563.0	25 448.0	72 519.5	135 698.3
Caña de azúcar.	8 358.8	8 358.0	400 935.0	170 802.3

Fuente: INEGI. Anuario estadístico de Campeche 2008.

Se agradece a la M. Sc. Rita Alfaro y al Dr. Juan Tun Garrido la revisión de este trabajo.

REFERENCIAS

- Dávila, P., M. T. Mejía-Saulés, M. Gómez-Sánchez, J. Valdés-Reyna, J. J. Ortiz-Díaz, C. Morín, J. Castrejón, y A. Ocampo, 2006. Catálogo de las gramíneas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 671 p.
- INEGI, 2008. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Anuario Estadístico de Campeche.
- Várguez-Vázquez, C. M., 2009. Estructura y composición florística de dos sabanas de Xmabén, Campeche, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 57 p.



Foto: Juan Javier Ortiz Díaz, UADY.

Setaria parviflora.

Poligonáceas

Juan Javier Ortiz Díaz

INTRODUCCIÓN

Las poligonáceas (del griego poly= numerosos y goni= articulaciones, en referencia a las articulaciones engrosadas del tallo) son una familia de plantas vasculares herbáceas y leñosas que constituyen parte importante de las selvas y humedales. Está emparentada con las Plumbagináceas, familia pequeña poco conocida perteneciente a las dicotiledóneas (APG, 2003).

DIVERSIDAD

En el estado de Campeche las poligonáceas destacan por su riqueza, concentrando 86% de los géneros y 68% de las especies de la familia; además de conocerse una especie rara para la región (*Coccoloba humboldtii*) (tabla 1).

DISTRIBUCIÓN

Si bien las poligonáceas se encuentran en todos los tipos de vegetación de la península, son especialmente diversas y abundantes en las selvas bajas y medianas del estado en donde se han registrado 11 de las 13 especies reportadas.

Tabla 1. Riqueza de Poligonáceas en el estado de Campeche.

Entidad	Totales de géneros/ especies	Total de taxa nativos	Total de taxa cultivados o introducidos	Total de taxa endémicos
Campeche.	7/13	13	0	1
Península de Yucatán.	7/19	19	0	3

Fuente: Ortiz-Díaz (1994).

IMPORTANCIA

Varias especies de esta familia como el tsi tsil che' (*Gymnopodium floribundum*), el tsa itsa' (*Neomillsapughia emaginata*) y el boob chich che' (*Coccoloba spicata*) son plantas melíferas que constituyen una fuente importante de néctar para las abejas, lo que se refleja en la producción de miel en el estado.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Se tiene registro de siete especies de poligonáceas protegidas en la Reserva de la Biósfera de Calakmul (Ucán *et al.*, 1999) pero se carece de información suficiente para las áreas naturales protegidas restantes. *Coccoloba humboldtii*, especie rara y restringida a las dunas costeras del suroeste del estado carece de protección.

Dos casos pueden ilustrar la influencia de las actividades humanas en las poblaciones naturales de dos poligonáceas melíferas. El tsi tsil che' (*Gymnopodium floribundum*), ampliamente distribuida en la vegetación secundaria de las selvas se ha visto favorecida por el manejo tradicional, además de que posee una estrategia exitosa de regeneración por tocones. Por el contrario el boob chi che' (*Coccoloba spicata*) endémica de la región y comúnmente encontrada en las selvas medianas se encuentra bajo dos regímenes de protección: en Reservas Forestales Ejidales y en una Reserva de la Biósfera. En este último caso consideramos que su protección es insuficiente por lo que se recomienda incluirla en la creación de nuevas ANP estatales.

Se agradece a la M. Sc. Rita Alfaro y al Dr. Juan Tun Garrido la revisión de este trabajo.

REFERENCIAS

- A.P.G. [= Angiosperm Phylogeny Group] II, 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linnean Soc. 141: 399-436.
- Ortiz-Díaz, J.J., 1994. Polygonaceae. p. 1-61. En: Etnoflora Yucatanense. Fascículo 10. Universidad Autónoma de Yucatán, Sostenibilidad Maya, University of California.
- Ucán, E., L. M. Ortega, J. Ortiz, J. Tun y S. Flores. 1999. Vegetación y Flora. p. 139-161. En: W. Folan, M. C. Sánchez y J. M. Ortega. Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche. CIHS. Universidad Autónoma de Campeche.



Foto: Juan Javier Ortiz, UADY

Manglar

Claudia M. Agraz-Hernández

INTRODUCCIÓN

El término de “manglares” en general es difícil definir de manera precisa, sin embargo se dice que el término “Mangle” deriva de un vocablo guaraní que significa árbol torcido. En el mundo los manglares son reconocidos bajo dos vertientes. Como un individuo de una especie de planta y como bosque que contienen varias especies (Hutchings y Saenger, 1987). Sin embargo, la definición común de los manglares, corresponde a la vegetación arbórea y arbustiva de la zona de mareas en las regiones tropicales y subtropicales. Son plantas que pueden crecer en diferentes salinidades, pero que alcanzan su máximo desarrollo en condiciones salobres (Agraz Hernández *et al.*, 2006).

DIVERSIDAD

En el continente americano los manglares llamados “verdaderos” se agrupan en cuatro familias y 12 géneros: *Rhizophoraceae* (*mangle* L., *harrisonii* Lechman, *racemosa* G.F.W. Meyer, *samoensis* (Hochr. Salvosa); *Avicenniaceae* (*germinans* L., *schaueriana* Stapf. y Leeth, *bicolor* Standl), *tonduzii* Moldenke; *Pelliceriaceae* (*rhizophorae* Pl. y Tr.) y *Combretaceae* (*Laguncularia racemosa* Gaerth, *Conocarpus erectus* L. *Conocarpus erectus* var. *sericeus*). En México, se presentan cinco especies de manglar, cuatro se encuentran en Campeche: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* L. (mangle negro, madre de sal, *Avicenniaceae* pero anteriormente considerada como *Verbenaceae*: Nash y Nee, 1984). *Laguncularia racemosa* L. Gaerth (mangle blanco, *Combretaceae*) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo, *Combretaceae*) y var. *sericeus*.

DISTRIBUCIÓN

Los ecosistemas de manglar se distribuyen en dos grandes regiones biogeográficas, ubicadas ambas en los trópicos y subtrópicos: la re-

gión de Indo Pacífico y la del Nuevo Mundo Oeste de África. La segunda región incluye la costa Atlántica de África y América tropical, la costa Pacífica de América tropical y las Islas Galápagos (Chapman, 1975). Actualmente, México es el sexto país más importante por cobertura de manglar a nivel mundial (770 057 ha. CONABIO, 2009). Los bosques de manglar mexicanos se encuentran representados en las vertientes del Pacífico y del Golfo de México. En la vertiente del Golfo se distribuyen desde la desembocadura del río Bravo hasta la península de Yucatán en Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Los límites latitudinales de *Rhizophora mangle* alcanzan el paralelo 27°N y *Avicennia germinans* se detiene antes de llegar a los 25°N.

Los manglares mejor desarrollados y más extensos se localizan en la Laguna de Términos, Campeche, en Teacapan-Agua Brava Marismas Nacionales, Sinaloa, Nayarit y en Chantuto Teculapa Panzacola al sur de la costa de Chiapas. Es relevante mencionar que el estado de Campeche está considerado como el primer estado a nivel nacional referido a su superficie de manglar (25.2% CONABIO, 2009). Por otra parte, al comparar la cobertura del mangle del estado de Campeche, con respecto a las coberturas de esta vegetación registrada en el resto de los estados del Golfo de México y la península de Yucatán, este representa el 57.2% y a nivel región sur-sureste el 52.1%. La cobertura del manglar en el estado de Campeche se localiza en el Área Natural Protegida Laguna de Términos (ANPLT), Champotón y la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP).

IMPORTANCIA

Diversos autores han publicado que los bosques de manglar del estado de Campeche están considerados como los más productivos del Golfo de México (Barbier y Strand, 1998). Por otra parte, sus humedales en conjunto con los del estado de Tabasco, forman una unidad ecológica costera que es considerada por su productividad natural y biodiversi-

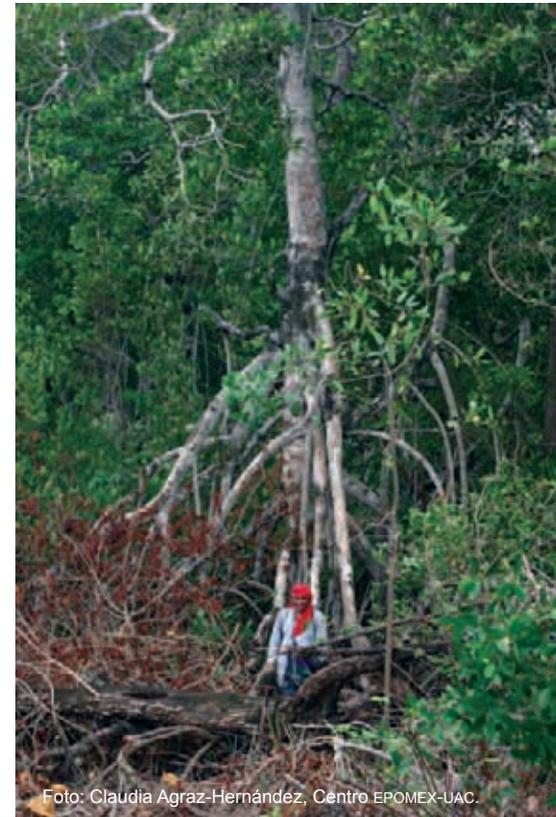


Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPO-MEX-UAC.

dad como la más importante de Mesoamérica. Todo ello, atribuido a que este presenta el mayor volumen y extensión nacional, constituyendo un complejo ecológico costero desde la plataforma continental marina adyacente; las bocas de conexión con el mar; espejos de agua dulce, salobre y estuarino-marina; las zonas de pastos sumergidos; los sistemas fluvio-deltáicos asociados; los pantanos o humedales costeros, y los bosques de manglar circundantes. Los manglares en conjunto con los pastos marinos, arrecifes coralinos, macroalgas y ecosistemas lagunares-estuarinos comprenden una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones de valor para la sociedad, la flora y fauna silvestre, principalmente son hábitat para una gran variedad de peces, crustáceos, moluscos, aves, mamíferos y reptiles, son utilizados por su madera para construcción, son filtradores de contaminantes y protegen a la costa de la erosión.

SITUACIÓN AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

El ANPLT presenta un total de 705 016 ha protegidas. Los humedales, específicamente manglares y los tulares cubren más de 259 000 ha, con ello se considera como la más importante en cobertura de humedales en la zona costera del Golfo de México. Es por ello que esta laguna fue declarada como de Protección a la Fauna y Flora el 6 de junio de 1994. La Reserva de la Biosfera de los Petenes (declarada como tal el 24 de mayo 1999) cuenta con 282 857.62 ha (Rico-Gray, 1982; Duran, 1987 y 1995). La RBLP cuenta con grandes extensiones de ambientes críticos, tales como: manglares, pastos marinos, macroalgas y selva inundable. Asimismo, este sistema fue declarado como Sitio RAMSAR por presentar los ecosistemas denominados “Petenes”. Dichos ecosistemas solo se localizan en tres partes del mundo (Florida, Cuba y la península de Yucatán). Aunado a ello, estos ecosistemas cuentan con una vegetación característica, presentando aso-

ciaciones entre el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*). En la zona media de este anillo (peten) se presenta por lo general la palma tasiste (*Acoelorrhaphae writhii*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Por otra parte, la RBLP se encuentra dentro de las regiones prioritarias de México en todas las categorías existentes: Regiones Prioritarias Terrestres (RPT Petenes-Ría Celestún, No.145), Regiones Marinas Prioritarias (RMP No. 60, Campotón-El Palmar), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP No. 102. Anillo de Cenotes), y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves-AICAS (Petenes, Clave de la AICA SE-28).

A pesar de los múltiples beneficios que proporcionan los manglares, las interferencias humanas directas e indirectas han modificado los ecosistemas de manglar, pastos marinos y arrecifes coralinos de México, transformándolos en ecosistemas de baja productividad y biodiversidad a través de cambios en su composición biológica y en sus funciones ambientales, calculando una pérdida de 34%, durante el periodo de 1971 al 2000 (Agraz Hernández *et al.*, 2008). Es relevante mencionar que dentro del litoral del Golfo de México los estados que presentaron mayor impacto en el periodo de 1966 al 1991 fueron Campeche, Tabasco y Veracruz con 29%, 26% y 22% respectivamente (Agraz Hernández *et al.*, 2006). Dicho impacto es atribuido a actividades agropecuarias, desarrollo de infraestructura del sector público y privado (camino, terraplenes, pasillos, marinas, canales dragados, aeropuertos costeros, plantas de tratamiento, aguas residuales, etc.), turísticos y portuarios, el desarrollo acuícola y los problemas ocasionados por la apertura artificial de bocas, construcción de termoeléctricas, asentamientos humanos, descargas de aguas urbanas e industriales construcción de carreteras, actividad petrolera y efectos agrícolas (erosión del suelo, incrementando turbidez-disminución de la fotosíntesis), aporte de fertilizantes, pesticidas y otras sustancias que pueden ser adversas para los manglares, praderas de pastos y arre-



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.

cifes de coral. Agraz Hernández *et al.* (2008) menciona que el estado de Campeche presenta deterioro natural y sobre explotación y debido al desconocimiento de estos ecosistemas, se ha afectando su estructura y funcionalidad, e incluso en algunos lugares hasta en un 100%. En el caso de la laguna de Términos a pesar de ser considerada con respecto a su ecología de vital importancia para la biodiversidad y la economía regional y estatal, sus bosques de mangle se han impactado en aproximadamente el 14%. Esto atribuido principalmente por la urbanización, industrialización, agricultura, navegación, alteración del régimen hidrológico de la cuenca del río Grijalva-Usumacinta, la extracción de hidrocarburos y la actividad pesquera ilegal y legal. Un ejemplo específico es el deterioro del mangle en Atasta y Sabancuy, donde su deforestación ha sido consecuencia de la construcción de carreteras, asentamientos urbanos, ganadería y construcción de infraestructuras para la transmisión eléctrica. En el caso de la RBLP presenta un bajo deterioro ambiental estimado en 20%, registrándose en dos asentamientos humanos de la zona urbana en la ciudad de Campeche que impactan de manera directa a los manglares, las unidades habitacionales Palmas I, II y III, Fidel Velásquez y Solidaridad Nacional y la zona de Isla Arena.

Debido a la destrucción física del hábitat en los ecosistemas de manglar que ocurre por diversas actividades antrópicas, en México se han establecido leyes y normas oficiales que regulan y protegen a los humedales costeros. La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Ley de Aguas Nacionales, regulan la protección, preservación y restauración de los ecosistemas a través de la autorización de Semarnat para cualquier cambio en el medio ambiente, por el desarrollo de las actividades antropogénicas. Así como, en los recursos hidráulicos de la cuenca hidrológica y acuífera, específicamente en humedales. Asimismo, la Ley General de Vida Silvestre, prohíbe cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia (Artículo 60

TER). Por otra parte existen normas que deben ser tomadas en cuenta para la protección del manglar: la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales, la NOM-012-RECNAT-1996, donde se instituyen los criterios y especificaciones para efectuar el aprovechamiento de leña para uso doméstico, NOM-022-SEMARNAT-2003 que menciona los lineamientos para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, la NOM-059-SEMARNAT-2001 que establece la conservación o uso sustentable de mangle, las NOM-060-SEMARNAT-1994, NOM-061-SEMARNAT-1994 y NOM-062-SEMARNAT-1994 que detallan criterios para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua, flora y fauna por aprovechamiento forestal y en la biodiversidad por cambio de uso de suelo de terrenos forestales agropecuarios, respectivamente. Finalmente la iniciativa actual del Senado de la República en la que se propone el proyecto de decreto para reformar al artículo 60 TER de la ley general de vida silvestre y los artículos 28 y 31 de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Con el fin de precisar un mecanismo para determinar si las hipótesis normativas que apoyan las restricciones que se establecen en el artículo 60 TER, han sido actualizadas.

Por lo anterior, Agraz Hernández y Flores Verdugo (2005), establecieron las principales medidas de mitigación de impacto y restauración en ambientes críticos (principalmente para los manglares): El analizar las características generales del área de estudio (mapeo detallado del hábitat), evaluar el impacto potencial en el bosque o pradera (Análisis tendiente a cuantificar la localización y el tamaño de pérdida de hábitat), elaboración de planes de restauración e identificación de alternativas.

Debido a ello, el Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX-UAC), el Área Natural Protegida Lagunar de Términos (CONANP) y la ONG Amigos de Hampolol desde 1999

han venido implementando un programa de manejo, conservación y restauración del ecosistema de mangle en el estado de Campeche. Esto a su vez en colaboración con diversas instituciones nacionales e internacionales (UNAM, INE, Universidad de Barcelona, Universidad de Saint Mary). A partir investigaciones en zonas locales sobre diagnósticos ambientales y monitoreos en espacio y tiempo, determinaciones y evaluaciones sobre áreas susceptibles a restauración en bosques de mangle muerto; restauración hidrológica y reforestando con plántulas de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*, con una supervivencia del 91%. Todo ello, a través de la selección, acondicionamiento y concentración de plántulas y propágulos en zonas de acopio temporal (viveros) y la construcción de canales artificiales, incluyendo un programa de mantenimiento, seguimiento y evaluación de la restauración/reforestación.

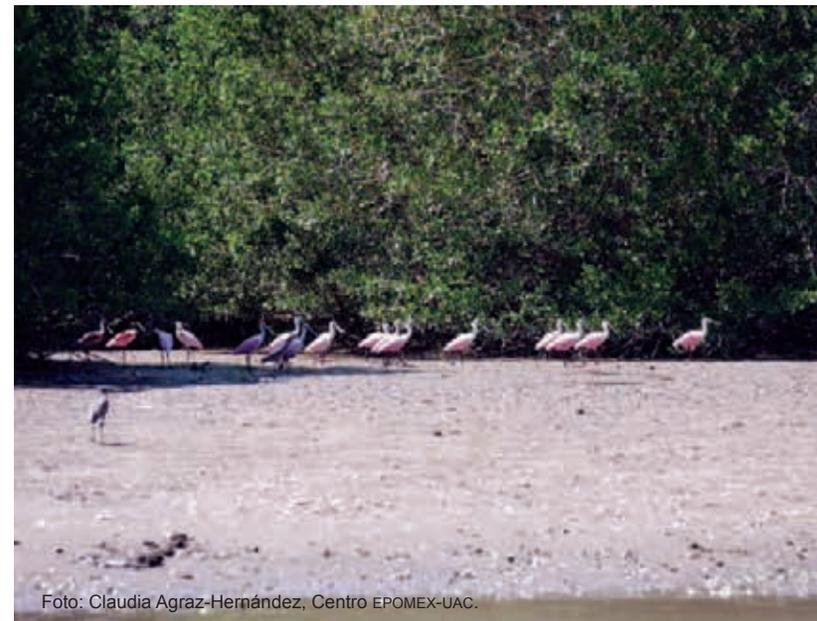


Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Agraz Hernández, C. M., y J. Flores Verdugo, 2005. Diagnostico del impacto y lineamiento básico para los programas de mitigación y manejo de humedales, p. 597-608. En: A. V. Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold Bouchot y C. Agraz Hernández (Eds). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnostico y Tendencias, 2da Edición. Universidad Autónoma de Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología, 696 p.
- Agraz Hernández, C., R. Noriega Trejo, J. López Portillo, F.J. Flores Verdugo, y J.J. Jiménez Zacarías, 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Agraz Hernández, C., J. Osti Sáenz, J. Jiménez Zacarías, C. García Zaragoza, R. Arana Lezama, E. Chan Canul, L. González Durán, y A. Palomo Rodríguez, 2007. Restauración con manglar: Criterios y técnicas hidrológicas, de reforestación y forestación. Universidad Autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal. 132 p.
- Barbier, E.B., y E.Strand, 1998. Valuing Mangrove Fishery Linkages. p. 151-166. Environmental and Resource Economics. Klumer Academic Publishers.
- Chapman, V.J., 1975. Mangrove biogeography. p. 3-22. In: G.E. Walsh, S.C. Snedaker y H.T. Teas, (eds). Proceedings of the Intertantional Symposium on Biology and Mangement of mangroves Vol. 1. Universidad de Florida. Gainesville.
- CONABIO, 2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. México. 35 p.
- Durán, R., 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche. *Biótica*, 12(3): 181-192.
- Duran, R. .1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, 31:73-84
- Hutchings, P., y P. Saenger, 1987. Ecology of mangroves. Universidad of Queensland Press.
- Nash, D. L., y M. Nee, 1984. Flora de Veracruz. *Priva*, 41: 104-110.
- Rico-Gray, G., 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: Los Petenes. *Biotica*, 7: 171-190.

Estudio de caso: las heliconias de Campeche

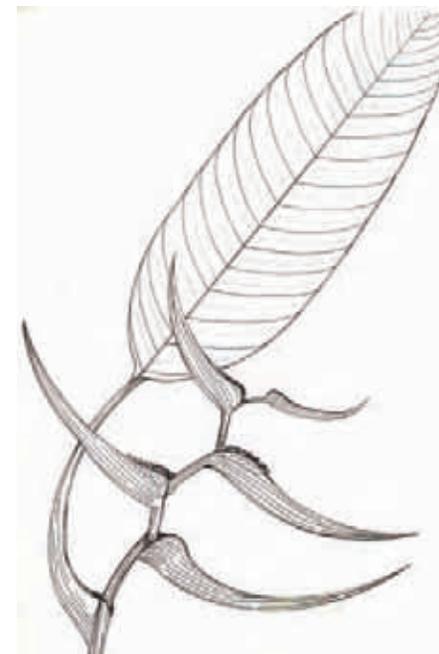
Celso Gutiérrez Báez

Diversidad

Las heliconias también conocidas como “platanillos” son una familia de plantas herbáceas. Están emparentadas con la familia de las Musaceas, la mayoría son especies cultivadas, como es el caso de los “plátanos”, “palma del viajero” y el “ave del paraíso” todas ellas pertenecientes a las monocotiledóneas. En el estado de Campeche la familia de las Heliconiaceas está representada únicamente por una especie, *Heliconia latispatha*.

Distribución

H. latispatha “platanillo” se distribuye en México, Centroamérica, Sudamérica (Colombia y Venezuela), Cuba y las Antillas. En Campeche se localiza en el suroeste del estado principalmente en los municipios de Candelaria, Escárcega y Ciudad del Carmen, en las altitudes de los 0-150 msnm, especialmente en zonas inundables de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; selvas medianas subperennifolias y subcaducifolia; y de las selvas bajas perennifolias y subperennifolias.



Se agradece al Dr. Salvador Flores el dibujo de *Heliconia latispatha* realizado por la M. en C. Rita Alfaro.

Importancia

Heliconia latispatha es cultivada en los jardines como planta ornamental, debido al aspecto atractivo de sus espatas (estructuras foliares que envuelven la inflorescencia), las cuales pueden ser de color anaranjado, en algunos casos rojas o amarillas (Gutiérrez, 2000). Esta especie es la única representante de la familia que podría tener un uso potencial en la comercialización como planta de ornato y en florería.

Situación, amenazas y acciones de conservación

Se tiene registro de que la mayor concentración de las heliconias ocurre en tres municipios antes mencionados pudiéndose catalogar como una especie abundante a nivel local. El sobrepastoreo, desmonte, el drene de las zonas inundables, así como el fuego forma parte de las amenazas para ésta especie por lo que se considera imperativo la protección del conjunto de especies asociadas con *Heliconia latispatha*, a través del manejo adecuado por parte de los propietarios de los sitios donde se distribuye.

Referencia

Gutiérrez-Báez, C., 2000. Heliconiaceae. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Fascículo 118. 30 p.

Estudio de caso: las icacinaceas de Campeche

Celso Gutiérrez Báez

Diversidad

Las icacinaceas es una familia de plantas leñosas pertenecientes a las dicotiledóneas, pueden desarrollar formas arbóreas, arbustivas, o lianas. Está representada en el estado de Campeche por *Ottoschulzia pallida*, conocida con el nombre maya de uvas *che'*, es una especie nativa del sureste del estado y se considera como cuasiendémica por rebasar su distribución parcialmente los límites de la península de Yucatán (Durán *et al.*, 1998). Se encuentra especialmente en la selva mediana subperennifolia y selva alta perennifolia, alrededor de los 147 msnm, su época de floración es de abril-mayo y de su fructificación de mayo-junio (Gutiérrez, 2008).

Distribución

Ottoschulzia pallida se distribuye en México (Campeche y Quintana Roo); Belice y Guatemala (Petén, Izabal).

Importancia

No se reportan usos locales para esta especie, pero es posible que los tenga, ya que las especies emparentadas los tienen, por lo que es necesario realizar estudios de investigación al respecto.

Estado de conservación

En Campeche *Ottoschulzia pallida* se localiza en lugares conservados de la selva, por lo que su presencia es un indicador de conservación. Esta especie es rara, difícil de localizar, ha sido colectada tan sólo en dos localidades de la selva de Calakmul.

Amenazas y Acciones para la conservación

El sobrepastoreo, desmonte, así como el uso del fuego forma parte de las amenazas para ésta especie, por lo que se considera imperativo la protección de ésta especie por parte de los ejidatarios.

Referencias

- Durán, R., J. C. Trejo-Torres, y G. Ibarra-Manríquez, 1998. Endemic Phytotaxa of the Peninsula of Yucatán. *Harvard Papers in Botany*, 3 (2): 263-314
- Gutiérrez, B. C., 2008. La familia Icacinaceae en la península de Yucatán, México. *Polibotánica*, 25: 11-15.



Se agradece al Dr. Salvador Flores por el dibujo de *Ottoschulzia pallida* realizado por la M. en C. Rita Alfaro.

Reino Animal

Macrocrustáceos acuáticos

*Jorge Luis Hernández-Aguilera,
Luis A. Soto
y Carlos Illescas*

INTRODUCCIÓN

El Subfilum Crustacea lo conforman artrópodos mandibulados de respiración branquial, con el cuerpo cubierto por un caparazón quitinoide que, en general, se divide en una cabeza con cinco segmentos, un tórax y un abdomen con apéndices que desempeñan una variedad de funciones según el grupo. Cada segmento de la cabeza porta un par de apéndices llamados anténula, antena, mandíbula, maxílula y maxila. En algunos grupos se fusionan la cabeza y el tórax formando un cefalotórax. Los crustáceos más conocidos son los camarones, langostas y cangrejos; sin embargo, el grupo incluye una variedad de formas y tamaños (desde menos 100 μm a 4 m; Brusca y Brusca, 2003) con representantes de tierra, subterráneos, y de agua dulce, estuarina y marina a lo largo de un amplio intervalo de profundidades.

DIVERSIDAD

En el presente se reconocen seis clases de crustáceos divididas en 13 subclases, 38 ordenes, 849 familias y de 52 000 a más de 67 000 especies (Martin y Davis, 2001; Brusca y Brusca, 2003). En la zona marina de Campeche, que incluye la plataforma continental y los arrecifes, se ha puesto especial atención al estudio de la subclase Eumalacostraca, orden Stomatopoda (camarones mantis) y orden Decapoda (camarones, langostas y cangrejos), para los cuales hasta el momento se han reconocido 240 especies que pertenecen a 139 géneros, 57 familias y 33 superfamilias (CD anexo). Dicha riqueza de especies es alta si se

compara con las 550 especies que han sido compiladas para el área geográfica que abarca del río Bravo, Tamaulipas a Progreso, Yucatán (Hernández-Aguilera, datos no publ.), así como las 1 000 especies, 400 géneros y 100 familias de decápodos que han sido inventariadas para el Golfo de México (Felder, 2006).

Entre los macrocrustáceos marinos de Campeche, los que presentan mayor riqueza de especies son los cangrejos braquiuros con 118 especies (49.2%), seguidos por los cangrejos anomuros con 38 (15.8%), los camarones carideos con 35 (14.6%) y los camarones peneidos con 23 especies (9.6%) (tabla 1). Por otra parte, existen tres especies cuya localidad tipo corresponde a Campeche y son: el camarón mantis *Lysiosquilla campechiensis* (21° 15' N, 92° 16' W) y los cangrejos braquiuros *Pseudorhombila ometlanti* (19° 30' 55" N, 91° 50' 06" W) y *Batodaesus adanad* (22° 17' 11" N, 91° 43' 05" W).

DISTRIBUCIÓN

La zona costera y marina de Campeche, que incluye a los arrecifes ubicados en la plataforma continental (Arenas, Arcas y Triángulos), ha sido objeto de estudio de diversas instituciones de investigación (Springer y Bullis, 1956; Bullis y Thompson, 1965; Vázquez-Bader y Gracia, 1994; Hernández-Aguilera *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2009), lo cual ha resultado en un esfuerzo de muestreo con una amplia extensión (figura 1). La fauna de crustáceos que se distribuye sobre la plataforma continental de Campeche forma parte de una comunidad que habita o esta asociada al fondo marino denominada “de hábitat camaronero”, nombre que deriva de la extrema abundancia que tienen los camarones peneidos en comparación con otros invertebrados y peces con los cuales coexisten en el fondo marino. A este conjunto de organismos que son capturados junto con los camarones se les conoce como “Fauna de Acompañamiento” (FACA). Más de 17 especies de crustáceos han sido identificadas en la FACA, y entre ellas destacan

Tabla 1. Porcentaje de familias, géneros y especies por grupo y porcentaje del total de macrocrustáceos del área costera marina de Campeche (Hernández-Aguilera, datos no publ.).

Grupo	Familias	%	Géneros	%	Especies	%
Camarones mantis.	4	7.0	5	3.6	14	5.8
Camarones peneidos.	4	7.0	14	10.1	23	9.6
Camarones sergestidos.	1	1.7	1	0.7	2	0.8
Camarones stenopodideos.	2	3.5	2	1.4	3	1.2
Camarones carideos.	6	10.5	15	10.8	35	14.6
Talasinidos.	2	3.5	3	2.2	3	1.2
Langostas.	2	3.5	3	2.2	4	1.7
Cangrejos anomuros.	8	14.0	18	12.9	38	15.8
Cangrejos braquiuros.	28	49.1	78	56.1	118	49.2
Total.	57	100	139	100	240	100



Figura 1. Toponimia y distribución de puntos de muestreo en la zona costera y marina de Campeche, indicando el porcentaje de carbonatos presentes en el fondo marino. (Campos-Castán 1981, adaptada de la carta S.M. 800).

el camarón mantis *Squilla empusa*, la jaiba *Callinectes sapidus* y el camarón roca *Sycionia brevirostris*.

Algunas de las especies identificadas exhiben patrones espaciales de distribución restringidos a una de las dos provincias sedimentarias existentes en el banco de Campeche: a) Plano deltáico y b) Ambiente carbonatado. La primera es una activa zona de depositación de sedimentos terrígenos aportados por el complejo fluvio-lagunar del sureste de México, en tanto que la segunda, representa una amplia extensión del ambiente kárstico característico de la península de Yucatán, cubierta por rico material detrítico. Entre las especies confinadas al ambiente deltáico, figuran: *Raninoides louisianensis*, *R. lamarcki*, *Persephona mediterranea*, *Ilicantha subglobosa*, *Stenorhynchus seticornis* y *Anasimus latus*. Las especies distribuidas preferentemente en el ambiente carbonatado son: *Porcellana sayana*, *Moreiradromia antillensis*, *Hypoconcha sabulosa*, *Calappa sulcata*, *C. flammea*, *Hepatus epheliticus* y *Libinia dubia* (Soto, 1980).

IMPORTANCIA

El banco de Campeche constituye un área valiosa de explotación de camarones para la industria pesquera local. Las especies de importancia comercial incluyen a tres camarones peneidos, cuatro camarones de roca, dos langostas, dos zapateras, cinco jaibas y el cangrejo moro (CD Anexo). La riqueza específica de los crustáceos decápodos sobre la plataforma continental varía de 36 especies distribuidas en el estrato de profundidad de menos de 60 m (plataforma interna), a tan solo tres en profundidades entre 100 y 200 m (plataforma externa, Soto *et al.*, 2009). En la cadena trófica, la mayoría de las especies aquí enlistadas, forman parte de una trama bentónica detrítica en la cual representan organismos carroñeros-omnívoros de 3er. ó 4o nivel, en cuya dieta se incorporan materiales orgánicos de origen marino y/o estuarino.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Antes del acelerado desarrollo de la industria petrolera frente a las costas de Campeche, la explotación de los camarones peneidos representaba la actividad económica principal en la región. Actualmente, ambas actividades coexisten bajo ciertas reglas de conservación, sin embargo, se generan interacciones ambientales conflictivas como la competencia por espacios físicos para sus respectivas operaciones y la indiscutible asimetría en sus planes de desarrollo. Mientras una actividad es altamente tecnificada (industria petrolera), la otra es artesanal y comienza a mostrar signos de colapso económico (industria pesquera). Sin duda las interacciones que generan mayor tensión para la industria pesquera de Campeche incluyen la pérdida de áreas de pesca (caladeros y bancos), la obstrucción física en el fondo marino (tuberías, desechos industriales), el peligro a la navegación, el daño a las artes de pesca y la contaminación crónica o accidental (Soto *et al.*, 2009).

La pesquería de camarón ha mostrado una tendencia declinante atribuible al exceso de esfuerzo pesquero, al inadecuado manejo de las vedas, y a la falta de protección de áreas de reproducción y de desove. Un factor importante de alteración del equilibrio ecológico en las comunidades bentónicas es la perturbación del fondo marino por el efecto de arado que realizan las redes de arrastre de los barcos camaroneros (Soto *et al.*, 2009). La extracción indiscriminada de la megafauna, sumada a la destrucción física de hábitats y la resuspensión de compuestos tóxicos concentrados en los sedimentos, deben ser evaluadas en cuanto a sus efectos negativos sobre la biodiversidad. Acciones como el “Acuerdo de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de Campeche” deberán proporcionar soluciones a las situaciones conflictivas.



Foto: Jorge L. Hernández.

Calappa flammea.

REFERENCIAS

- Bullis, Jr. H.R., y J.R. Thompson, 1965. Collections by the Exploratory Fishing Vessels Oregon, Silver Bay, Combat and Pelican made during 1956-1960. *The Southwestern North Atlantic. Special Scientific Report-Fisheries*, (510): 1-130.
- Brusca, R.C., y G.J. Brusca, 2003. Phylum Arthropoda: Crustacea. p. 511-587. In: R.C. Brusca and G.J. Brusca. Invertebrates. Sinauer Associates, Massachusetts. 936 p.
- Campos-Castán, J., 1981. Contribución a la sedimentología y morfología de la Plataforma Continental frente a las costas de Campeche, México (segunda parte). *Investigaciones Oceanográficas*, G-81-02: 1-46.
- Felder, D.L., 2006. Accounting for Marine Decapod Diversity: The Gulf of Mexico Effort. In: V Reunión Alejandro Villalobos, 18-20 de octubre de 2006, Universidad Nacional Autónoma de México. Resumen.
- Hernández-Aguilera, J.L., J.A. Ruiz-Nuño, R.E. Toral-Almazán, y V. Arenas-Fuentes (eds.), 2005. Camarones, Langostas y Cangrejos de la Costa Este de México, Volumen I. Estudio y Conservación de la Naturaleza, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 350 p.
- Martin, J.W., y G.E. Davis., 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Natural History Museum of Los Angeles County, Contributions in Science*, (39): 57-123.
- Secretaría de Marina, 2006. Carta SM-800. Costa Este, Tampico a Progreso. Escala 1: 1,023,400 en Lat. 21° N. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Secretaría de Marina.
- Soto, L. A., 1980. Decapod crustacea shelf-fauna of the Campeche Bank: Fishery and ecological aspects. *Gulf Caribb. Fish. Inst.* 32: 66-81.
- Soto, L.A., A. Estradas, R. Herrera, A. Montoya, R. Ruiz, A. Corona, y C.M. Illescas, 2009. Biodiversidad marina en la Sonda de Campeche. p. 265-300. En: Luis A. Soto y Carmen González Macías (eds.). PEMEX y la Salud Ambiental de la Sonda de Campeche. IMP-UNAM-Battelle-UAM. 397 p.
- Springer, S., y H.R. Bullis, Jr., 1956. Collections by the Oregon in the Gulf of Mexico. List of crustaceans, mollusks, and fishes identified from collections made by the exploratory fishing vessel Oregon in the Gulf of Mexico and adjacent seas 1950 through 1955. United States Fish and Wild-life Service, Special Scientific Report-Fisheries, (196): 134 p.
- Vázquez-Bader, A.R., y A. Gracia, 1994. Macroinvertebrados Bénticos de la Plataforma Continental del Suroeste del Golfo de México. *Publicaciones Especiales Anales del Instituto de Biología*, (12): 1-113.

Estudio de caso: crustáceos de la laguna de Términos

Andrea Raz-Guzmán

El estudio de caso de los crustáceos de la laguna de Términos es importante puesto que esta laguna, junto con los ríos, esteros y lagunas aledañas, constituye un sistema estuarino con alta biodiversidad y de amplia extensión, ubicado en una zona que presenta actividades de alto impacto, tanto pesqueras como petroleras. Por su parte, los crustáceos juegan un papel significativo en la estructuración y el funcionamiento de sus comunidades, e incluyen especies de valor comercial como algunos camarones, jaibas y cangrejos, que utilizan la laguna como área de crianza.

Diversidad

En la laguna de Términos se han registrado 14 superfamilias, 23 familias, 43 géneros y 69 especies de macrocrustáceos estomatópodos (camarones mantis) y decápodos epibénticos (organismos que habitan sobre el sustrato) (Raz-Guzmán *et al.*, 1986; Raz-Guzmán y Sánchez, 1992, 1998) (tabla 1). Las 69 especies habitan la amplia variedad de habitats presentes en la laguna, desde sustratos sin vegetación hasta ceibadales (praderas de pastos marinos), macroalgas, bancos de os-

ción y la franja intermareal, así como las raíces adventicias del mangle rojo *Rhizophora mangle*. El número de especies varía de una a ocho especies por familia, y de una a cuatro por género. La lista de especies se presenta siguiendo la clasificación de Martin y Davis (2001) (CD anexo).

En comparación con otras lagunas costeras del Golfo de México, la laguna de Términos presenta una riqueza de especies alta, siendo que para la laguna de Alvarado se han registrado 27 especies, para la laguna de Tamiahua 32 y para la laguna Madre 43. Si se promedia el número de especies de estas tres lagunas (34), la laguna de Términos alberga el doble de especies (69), y esto responde a la mayor heterogeneidad ambiental en cuanto a salinidad y tipos de sustrato que caracteriza a esta laguna.

Tabla 1. Número de especies de macrocrustáceos por familia y por género en la laguna de Términos.

Familia	No. de especies	Género	No. de especies
Hippolytidae.	8	<i>Pagurus.</i>	4
Panopeidae.	8	<i>Callinectes.</i>	4
Palaemonidae.	5	<i>Pilumnus.</i>	4
Portunidae.	5	<i>Palaemonetes.</i>	3
Penaeidae.	4	<i>Hippolyte.</i>	3
Diogenidae.	4	<i>Panopeus.</i>	3
Paguridae.	4	<i>Uca.</i>	3
Pilumnidae.	4	Los otros 36 géneros.	1-2 c/u.
Ocypodidae.	4		
Sesarmidae.	4		
Las otras 13 familias.	1-3 c/u.		

Distribución

Los crustáceos se encuentran en toda la laguna y presentan diferentes patrones de distribución definidos por la salinidad (distribución restringida o amplia) y el hábitat (Sánchez y Raz-Guzmán, 1997; Barba *et al.*, 2005). Las especies semiterrestres presentan preferencias por el tipo de ambiente que habitan, particularmente las de los géneros *Uca* (cangrejos violinistas), *Armases* y *Sesarma* (cangrejos de manglar) que se encuentran en las planicies lodosas de los manglares, y *Ara-tus pisonii*, el único cangrejo arborícola del manglar. Algunos grupos presentan características comunes, como son los camarones carideos y los cangrejos anomuros, majidos y xantidos que se encuentran en aguas poli-euhalinas (20-35 ups de salinidad) asociadas a pastos marinos, y las jaibas que se distribuyen en la laguna en todo tipo de sustrato. En contraste, existen casos particulares como el cangrejo ermitaño *Clibanarius vittatus* que utiliza sustratos con y sin vegetación y las raíces del mangle *R. mangle*, y el cangrejo comensal *Zaops ostreus* que habita en conchas de ostión.

Importancia

Las especies estuarinas tienen importancia ecológica por el papel que juegan en las redes tróficas, ya sea como presas, depredadores o recicladores de materia orgánica. En cuanto a la importancia económica, los camarones peneidos *Litopenaeus setiferus*, *Farfantepenaeus duorarum* y *F. aztecus* constituyen pesquerías a nivel regional, nacional y de exportación, mientras que el camarón *Xiphopenaeus kroyeri* tiene importancia a nivel local. La jaiba *Callinectes similis* da soporte a la pesquería de plataforma, en contraste con las especies *C. rathbunae* y *C. sapidus* que sustentan pesquerías lagunares. El cangrejo moro *Menippe mercenaria* y el cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* son especies de importancia económica debido al tamaño de sus quelas que se comercializan a nivel regional y nacional (CD anexo).



Foto: Andrea Raz-Guzmán.

Callinectes similis.



Foto: Andrea Raz-Guzmán, UNAM.

Cardisoma guanhumi.

Situación, amenazas y acciones de conservación

La laguna de Términos es uno de los humedales más importantes de Mesoamérica dada su alta biodiversidad y el papel que juega como área de crianza para las etapas larvarias y juveniles de un gran número de especies, y contribuye de manera significativa al posterior reclutamiento en plataforma continental de los adultos de especies que constituyen recursos de valor económico, como Beck *et al.* (2001) han observado para sistemas similares. Los hábitats de vegetación acuática sumergida favorecen valores altos de abundancia, riqueza de especies, densidad y diversidad (Raz-Guzmán y Sánchez, 1996; Sánchez *et al.*, 1996; Raz-Guzmán y Barba, 2000). La laguna ha sufrido deterioro por causas naturales y antropogénicas, incluyendo las actividades petroleras, pesqueras y agropecuarias (Díaz-González *et al.*, 2005), a pesar de lo cual entre los crustáceos epibénticos no se encuentran representantes de especies endémicas ni bajo algún estatus de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001.

El Instituto Nacional de Ecología estableció las bases para solucionar problemas ambientales y promover estrategias para el desarrollo sustentable de la laguna mediante la firma, el 21 de febrero de 1997, del “Programa de Manejo y Ordenamiento Ecológico del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos”, el cual se elaboró con el consenso de PEMEX, los gobiernos federal, estatal y municipal, y la sociedad civil. El documento incluye criterios de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, propuestas de concertación y coordinación con el sector social, mecanismos para la investigación científica y actividades de vigilancia, monitoreo y seguimiento, una estructura organizativa, un Consejo Consultivo para la asesoría de acciones conformado por los tres niveles de gobierno, los sectores social y privado, grupos académicos y organizaciones no gubernamentales, y un convenio con PEMEX para el financiamiento del Fideicomiso del Área de Protección que incluye actividades de vigilancia y manejo

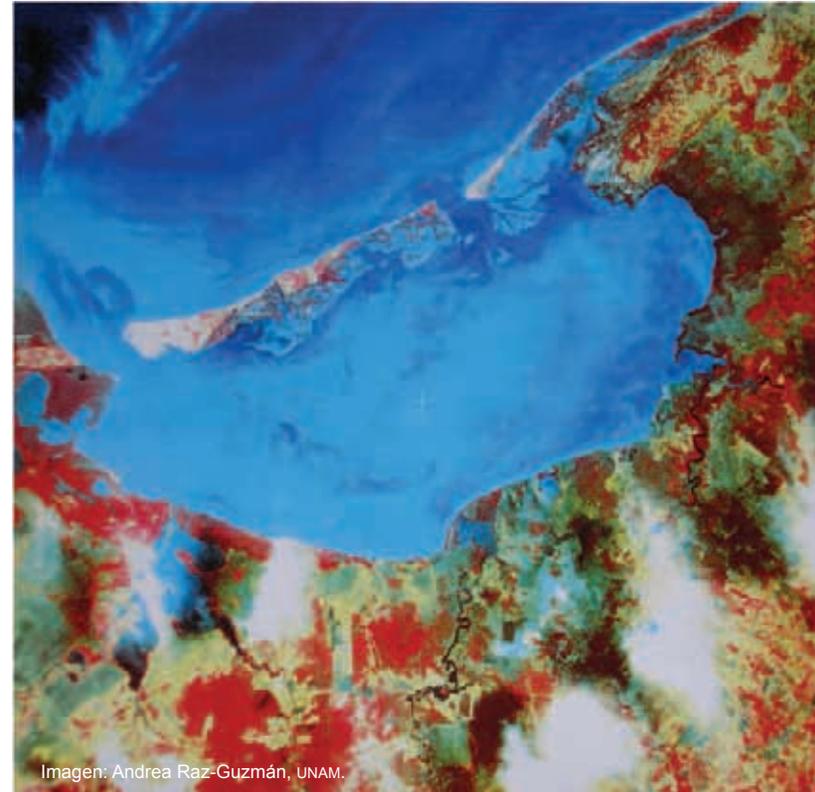




Foto: Andrea Raz-Guzmán, UNAM.

Menippe mercenaria.

(<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/272/terminos.html>). Asimismo, el Programa de Manejo plantea su propia evaluación para cada año y cada cinco años para corroborar avances y ajustar objetivos (www.ine.gob.mx/publicaciones/download/264.pdf), sin embargo, los informes de dichas evaluaciones no se encuentran disponibles.

Referencias

- Barba, E., A. Raz-Guzman, y A.J. Sánchez, 2005. Distribution patterns of estuarine caridean shrimps in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 78(6): 709-726.
- Beck, M., W. Michael, K.L. Heck Jr, K.W. Able, D.L. Childers, D.B. Eggleston, B.M. Gillanders, B. Halpern, C.G. Hays, K. Hoshino, T.J. Minello, R.J. Orth, P.F. Sheridan, y M.P. Weinstein, 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience*, 51(8): 633-641.
- Díaz-González, G., A. V. Botello, y G. Ponce-Vélez, 2005. Plaguicidas organoclorados en pastos y peces de los sistemas Candelaria-Panlau y Palizada del Este, Laguna de Términos, Campeche, México. p. 207-223. En: AV Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (eds). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2° edición. Univ. Autón. Campeche, Univ. Nal Autón. México, Inst. Nal de Ecología. 695 p.
- Martin, J.W., y G.E. Davis, 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County. *Contributions in Science*, 39: 57-123.
- Raz-Guzmán, A., y E. Barba, 2000. Seagrass biomass, distribution and associated macrofauna in southwestern Gulf of Mexico coastal lagoons. *Biología Marina Mediterranea*, 7(2): 271-274.
- Raz-Guzmán, A., y A.J. Sánchez, 1992. Registros adicionales de cangrejos braquiuros (Crustacea: Brachyura) de laguna de Términos, Campeche. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 63(1): 29-45.
- Raz-Guzmán, A., y A.J. Sánchez, 1996. Trophic structure related to seagrass habitat complexity. p. 241-248. In: Kuo, J., R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (eds). Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop. Rottneest Island, Western Australia. 25-29 Enero, 1996. The University of Western Australia. 385 p.
- Raz-Guzmán, A., y A.J. Sánchez, 1998. Catálogo con sinonimias y notas sobre el hábitat de los cangrejos ermitaños estuarinos del suroeste del Golfo de México. *Universidad y Ciencia*, 14(26): 17-31.
- Raz-Guzmán, A., A.J. Sánchez, L.A. Soto, y F. Alvarez, 1986. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de laguna de Términos, Campeche (Crustacea: Brachyura, Anomura). *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 57(2): 343-383.
- Sánchez, A.J., y A. Raz-Guzman, 1997. Distribution patterns of tropical estuarine brachyuran crabs in the Gulf of Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 17(4): 609-620.
- Sánchez, A.J., A. Raz-Guzman, y E. Barba, 1996. Habitat value of seagrasses for decapods in tropical coastal lagoons of the southwestern Gulf of Mexico: an overview. p. 233-240. In: Kuo, J., R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (eds). Seagrass Biology. Proceedings of an International Workshop. Rottneest Island, Western Australia. 25-29 Enero, 1996. The University of Western Australia. 385 p.
- SEMARNAT, 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación -Segunda Sección, México. 6 de marzo de 2002.
- <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/272/terminos.html>
- www.ine.gob.mx/publicaciones/download/264.pdf

Moluscos marino-costeros

*Daniel Pech,
Pedro-Luis Ardisson
y Martha Reguero*

INTRODUCCIÓN

Los moluscos constituyen uno de los grupos de invertebrados con mayor éxito evolutivo. Los moluscos se clasifican en 7 clases: Aplacophora, los cuales son considerados como moluscos aberrantes porque no poseen concha; Monoplacophora, de los cuales se conoce únicamente el género *Neopilina* (considerado un fósil viviente); Polyplacophora, conocidos como chitones y cuya principal característica es un cuerpo protegido por ocho placas calcáreas parcialmente sobrepuestas; Scaphopoda, organismos de forma cónica y tubular que habitan desde aguas someras hasta 4 500 m de profundidad; Gastropoda, grupo al que pertenece el caracol rosado (*Strombus gigas*), es la clase más diversa y la única que contiene especies terrestres y acuáticas –marinas y dulceacuícolas– de vida libre y algunas parásitas; Bivalvia, como el callo de árbol (*Isognomon alatus*), incluye especies con cuerpo comprimido protegido por dos valvas simétricas articuladas en su margen dorsal; Cephalopoda, como el pulpo (*e.g. Octopus maya*), incluye especies caracterizadas por presentar tentáculos alrededor de la boca. En estos organismos la concha tiende a reducirse, internarse o desaparecer.

DIVERSIDAD

Se conocen aproximadamente 100 000 especies vivientes y 75 000 especies fósiles (Russell-Hunter, 1983). Para el estado de Campeche se han publicado numerosos trabajos de descripción de moluscos tanto marinos como estuarinos y dulceacuícolas (*e.g. Pérez, 1980*). Existen además varias bases de datos y colecciones de referencia, entre las que destacan las del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y la del Laboratorio de Bentos del CINVESTAV-Mérida. Hasta el momento se han registrado 660 especies, de las cuales 439 (66.5%) pertenecen a la clase Gastropoda, 217 (32.9%) a la clase Bivalvia, dos

(0.3%) a la clase Cephalopoda, una (0.15%) a la clase Polyplacophora (García-Cubas y Reguero, 2004) y una (0.15%) a la clase Scaphopoda (tabla 1) (CD anexo). El mayor número (75%) de especies de la clase Gastropoda pertenece a los órdenes Neotaenioglossa (159 spp.) y Neogastropoda (171 spp.). Entre los organismos más conocidos del primer orden se encuentra el caracol rosado (*Strombus gigas*) y el caracol blanco (*S. costatus*) y en el caso del segundo orden se encuentran la chivita (*Melongena corona*), el caracol trompillo (*Busycon contrarium*) y el caracol tombarro (*Xancus angulatus*). En el caso de la clase Bivalvia, se han registrado 217 especies pertenecientes en su mayoría al orden Veneroidea (143 spp.). Bivalvos como el callo de árbol (*Isognomon alatus*) y la almeja de fango (*Polymesoda caroliniana*), el ostión americano (*Crassostrea virginica*), la almeja gallito (*Rangia cuneata*) y las almejas paelleras o de fango (*R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*) poseen valor comercial.

DISTRIBUCIÓN

Las especies de moluscos registradas habitan diversos ambientes, desde lagunas costeras someras (0-4 m) hasta plataforma continental (0-200 m). Especies como *Rangia flexuosa* (almeja gallito), *R. cuneata*, *P. caroliniana* y *Mytilopsis leucophaeata* son características de ambientes lagunares ologohalinos (de baja salinidad) como la laguna de Pom. Especies como *C. virginica* y sus competidores epizoicos (que habitan sobre substrato vivo) *Ischadium recurvum*, *I. alatus* y *Brachidontes exustus*, (Bivalvia), *Diastoma varium*, *Turbonilla aequalis*, *Acteocina canaliculata*, *Rissoina catesbyana* y *Caecum pulchellum* (Gastropoda), son típicas de lagunas polihalinas (alta salinidad) como lo son las lagunas Negros, y San Carlos. Especies como *Arca zebra*, *A. imbricata*, *Anadara floridana*, *Glycymeris americana*, *G. pectinata*, *Musculus lateralis*, *Mercenaria campechiensis* (Bivalvia), *Neritina reclinata*, *N. virginea*, *Littorina lineolata*, *Cingula florida-*



Foto: Daniel Pech, EPOMEX-UAC.

Ejemplares juveniles de *Strombus gigas* y ejemplares adultos de *Pleuroploca* sp. obtenidos en la sonda de Campeche.



Foto: Martha Reguero, UNAM.

Detalles morfológicos de *Mercenaria campechiensis*, laguna de Términos, Campeche.

Tabla 1. Resumen taxonómico de la diversidad de especies de moluscos inventariados hasta el momento para el estado de Campeche.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Gastropoda.	Archaeogastropoda.	8	23	68
	Archaeopulmonata.	2	2	2
	Heterostropha.	6	14	39
	Neogastropoda.	16	82	171
	Neotaenioglossa.	32	43	159
Bivalva.	Arcoida.	2	6	18
	Mytiloida.	2	12	19
	Nuculoida.	2	4	4
	Unionida.	1	2	2
	Pterioida.	8	16	31
	Veneroida.	28	67	143
Cephalopoda.	Teuthida.	1	1	1
	Octopoda.	1	1	1
Polyplacophora.	Neoloricata..	1	1	1
Scaphopoda.	Dentaliida.	1	1	1

na, *Truncatella caribaensis* (Gastropoda) e *Ischnochiton papillosus* (Polyplacophora), son típicas de ambientes marinos someros. Especies como el calamar *Lolliguncula brevis* y el pulpo *Octopus vulgaris* (Cephalopoda), son típicas de plataforma continental.

El mayor número de especies ha sido registrado en la plataforma continental (322 spp.) y en la laguna de Términos (166 spp.), mientras que el menor número ha sido registrado en el estero de Sabancuy (10 spp.) (figura 1). Sin embargo, lo anterior no refleja con fidelidad la distribución espacial de los moluscos entre ambientes; esto refleja más bien el esfuerzo diferencial de registro aplicado en cada uno de ellos, lo que obliga a considerar esta información con cautela. En este contexto se hace evidente la falta de un esfuerzo sistemático y coordinado para inventariar la diversidad de especies de moluscos del Estado.

IMPORTANCIA

Los moluscos forman parte del bentos y constituyen un eslabón intermedio importante en la red trófica de los ecosistemas acuáticos. Su papel funcional reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y los consumidores terciarios. En el ámbito de la biotecnología, algunas especies de moluscos (*e.g.* *Comus* spp.) producen un amplio rango de biotoxinas y metabolitos empleados en investigación médica. En el ámbito de los estudios ambientales, los moluscos constituyen indicadores que reflejan el estado de conservación de los hábitats bentónicos. Sobre el plano comercial, varias especies de moluscos, como las mencionadas en la sección de diversidad de este mismo capítulo, constituyen una fuente de aprovechamiento para el consumo humano directo (53 especies –9% del total– poseen interés comercial). En el estado de Campeche el exoesqueleto de moluscos se usa como triturado en la industria de la construcción debido al alto contenido de carbonato de calcio de su concha. En el ámbito cultural,

los moluscos han estado presentes desde la época prehispánica hasta la actual como objetos de uso utilitario y ornamental, y en el ámbito económico representa una importante fuente de recursos pesqueros.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

A pesar del gran esfuerzo realizado por parte de numerosos investigadores e instituciones para inventariar la diversidad de especies de moluscos, su distribución y abundancia, se carece aún de una base sólida de conocimiento que permita determinar la condición de conservación actual de estos organismos en el Estado, exceptuando algunas especies de interés comercial. Especies como el caracol rosado (*Strombus gigas*), blanco (*S. costatus*), el caracol trompillo (*Busycum contrarium*) y el caracol tomburro (*Xanacus angulatus*) han sido incluidas en la NOM-013-PESC-1994 que regula la captura y el aprovechamiento de las especies estableciendo cuotas de captura y periodos de veda. Especies como la almeja callo de árbol (*Isognomon alatus*) y la almeja de fango (*Polymesoda caroliniana*) han sido incluidas como especies con protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Las actividades agrícolas, el desarrollo urbano y la extracción de recursos del subsuelo, con la consecuente contaminación por sustancias químicas, desechos orgánicos y el deterioro físico del hábitat, se encuentran entre las mayores amenazas que inciden en el declive de las poblaciones y comunidades bentónicas (Johnson, 2002). Otra amenaza potencial lo constituye la presencia de especies invasoras, las cuales pueden desestabilizar el equilibrio en las relaciones de competencia y predación entre especies nativas y favorecer la introducción de patógenos y parásitos. Hasta el momento no se tiene evidencia de la presencia de este tipo de especies en el Estado. Sin embargo es imperante la realización de estudios con el fin de evaluar la diversidad de especies en el litoral y la probable presencia de especies invasoras,

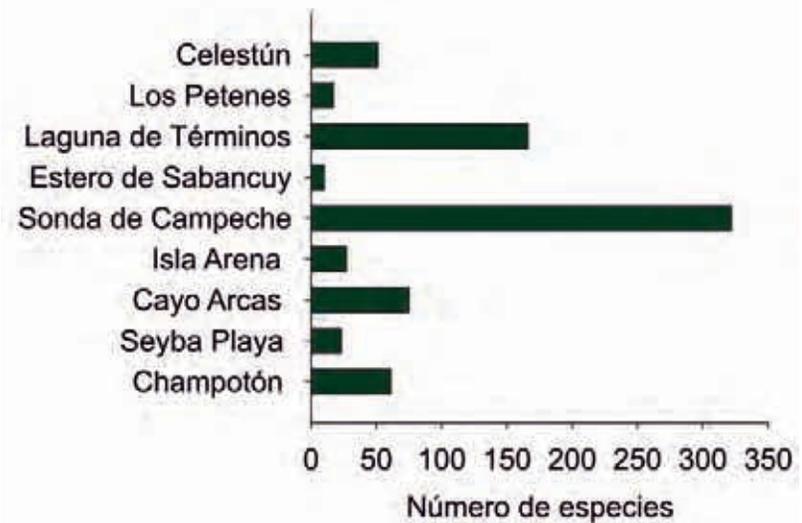


Figura 1. Número de especies registradas en localidades litorales, lagunas costeras y plataforma continental del estado de Campeche.



Foto: Irma Pérez García, CINVESTAV-Mérida.

sobre todo ante el escenario de las descargas de agua de lastre de los barcos cisterna en el complejo de plataformas de Pemex. Otras de las grandes amenazas lo constituye, a pesar de la normatividad, las actividades de sobreexplotación de especies con alto valor comercial como el caracol rosado (*Strombus gigas*), blanco (*S. costatus*) y chivita (*Melongena corona*) (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1999).

Es difícil sugerir acciones de conservación dirigidas a un grupo taxonómico específico. La inclusión de porciones del territorio en el sistema de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y la aplicación de la normatividad del “Acuerdo de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico de la Zona Costera de Campeche” son acciones encaminadas en este sentido. En el ámbito científico, el inventario de especies, la creación de bases de datos y el mantenimiento de colecciones son instrumentos importantes para el logro de este fin. Sobre la base de la información así generada se podrían establecer estrategias de monitoreo que permitan tomar decisiones fundamentadas sobre la gestión y aprovechamiento sustentable de los recursos. Para las especies de interés comercial, la regulación de cuotas de captura así como el establecimiento de periodos de veda son las principales acciones a implementar y actualizar. El reto para la conservación de éste y otros grupos taxonómicos reside en la conciliación de los intereses de conservación del ecosistema con los de aprovechamiento sustentable de sus recursos, lo cual podría lograrse en parte a través de la educación ambiental y la diversificación hacia formas de aprovechamiento no tradicionales, menos destructivas y con mayor valor agregado.

Agradecimientos

Se agradece la contribución de Delta Castillo-Fernández en la preparación del Anexo y en la gestión de la base de datos y colección de invertebrados bentónicos de la península de Yucatán (CINVESTAV-Mérida).

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F., J.A.Sánchez, D. Flores Hernández, J. Ramos-Miranda J., P. Sánchez-Gil, y A. Yañez-Arancibia, 1999. Stock-Recruitment Relationships (SRRS): A Scientific Challenge to Support Fisheries Management in the Campeche Bank, Mexico, In: H. Kumpf, et al., (eds.) The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, Sustainability, and Management. Blackwell Science, Inc.
- García-Cubas, A., y M. Reguero, 2004. Catálogo Ilustrado de Moluscos Gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México, 168 p.
- Johnson K.A., 2002. A review of national and international literature on the effects of fishing on benthic habitats. NOAA Technical memorandum. NMFS-F/SPO-57. 77 pp <http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitatprotection/essentialfishhabitat10.htm>
- Pérez, R. R., 1980. Moluscos de la plataforma continental del Golfo de México y Caribe mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 340 p.
- Russell-Hunter, W. D. (ed.), 1983. The Mollusca Volume 6 Ecology. Academic Press, London.



Estudio de caso: moluscos de la laguna de Términos

Martha Reguero, Daniel Pech y Pedro-Luis Ardisson

La complejidad del ambiente de la laguna de Términos y los subsistemas fluvio-deltaicos que en ella desembocan le confieren una importancia como enlace ecológico entre tierras bajas de la planicie costera y el ambiente lagunar-estuarino. Las praderas de *Thalassia testudinum*, muy abundantes en la costa sur de la Isla del Carmen, albergan a un gran porcentaje ($\geq 50\%$) de las especies de moluscos en el área (García-Cubas, 1981). En la costa occidental y en la parte interior de Puerto Real, parches de pastos marinos de las especies *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme* (Lot, 1971) funcionan como áreas de crianza y alimentación que favorecen la presencia de numerosas especies del bentos lagunar (Yáñez-Arancibia y Aguirre-León, 1988). También la vegetación de manglar que bordea al sistema fluvio-lagunar hace de la laguna de Términos uno de los humedales más importantes de Mesoamérica y aporta condiciones idóneas para la comunidad de moluscos que en ella habita (Yáñez-Arancibia y Aguirre León, 1988).

Diversidad

De las 7 clases de moluscos vivientes, en la laguna de Términos y sistemas fluvio-lagunares aledaños se han reconocido únicamente especies de las clases: Polyplacophora, Bivalvia, Gastropoda y Cephalopoda. En el área se han identificado 172 especies de moluscos (García-Cubas, 1981; Cruz-Ábrego *et al.*, 1994), que representan más del 25% del total de especies listadas para el estado de Campeche. Los gasterópodos (95 spp.) predominan sobre los bivalvos (74 spp.). Los polioplacóforos, quitones o cucarachas de mar, que son moluscos con una concha formada por ocho placas sobrepuestas dorsalmente y los cefalópodos, que tienen brazos o tentáculos alrededor de la cabeza, como los pulpos y los calamares, se han hallado poco representados, con una y dos especies, respectivamente (García-Cubas, 1981). Los estudios sobre la diversidad de especies de moluscos realizados en sistemas lagunares del Golfo de México (*e.g.* Reguero, 1994) indican que laguna de Términos tiene mayor riqueza específica (172 spp.) que otros grandes cuerpos de agua, como las lagunas Madre (de Tamaulipas), Tamiahua y Alvarado.

Distribución

Con base en las condiciones hidrológicas se han reconocido 4 ambientes: 1) lagunas interiores asociadas a los ríos, con condiciones oligohalinas o de baja salinidad ($\leq 10\text{‰}$), como la laguna Pom, en donde predominan tres especies de almejas: *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*; así como un pequeño bivalvo, *Mytilopsis leucophaeata*; 2) lagunas interiores que desembocan a laguna de Términos, con regímenes de salinidad variables (18-28‰), en donde se asienta el ostión americano, *Crassostrea virginica*, y sus competido-

res epizoicos, *Brachidontes exustus*, *Ischadium recurvum* e *Isognomon alatus*; 3) cuenca lagunar principal, que comprende el centro de la laguna, en donde habita alrededor del 25% de las especies registradas en todo el sistema lagunar, entre las que destacan los gasterópodos *Diastoma varium*, *Turbonilla aequalis* y los bivalvos *Nuculana acuta* y *Mulinia lateralis*; 4) áreas de influencia marina, con salinidad >32‰, como las bocas y la porción sur de la isla del Carmen, donde se ha registrado más de la mitad de las especies identificadas en el área, siendo las más frecuentes *Neritina reclivata*, *N. virginica*, *Arca zebra* y *A. imbricata*, además del poliplacóforo *Ischnochiton papillosus* y los cefalópodos *Lolliguncula brevis* y *Octopus vulgaris* (García-Cubas, 1981).

Importancia

Las especies lagunares que destacan por su importancia pesquera en la región, son el “osti6n americano”, *Crassostrea virginica*, cuya explotación ha sido artesanal pero se ha considerado como irracional; la “almeja gallito” *Rangia cuneata*, así como otras dos “almejas paelleras o de fango”, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*. En el área también se captura pulpo, *Octopus vulgaris* y algunos caracoles (*Pleuroploca gigantea*, *Fasciolaria tulipa*, *Melongena melongena*, *Busycon* spp.) que son extraídos a nivel doméstico, aunque en general mantienen poblaciones relativamente bajas. La relevancia pesquera del estado de Campeche depende en gran medida de la laguna de Términos y sus áreas de influencia hacia la plataforma Tabasco/Campeche, pues su potencialidad mínima se ha estimado en 13 000 ton/año de moluscos (almeja, osti6n, calamar y pulpo) y en 50% de aportación pesquera a recursos estuarinos (Yáñez-Arancibia y Aguirre-León, 1988).



En el sentido de las manecillas del reloj algunas especies de importancia comercial en laguna de Términos: *Crassostrea virginica*, *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*.

Situación, amenazas y acciones para su conservación

Las actividades humanas derivadas de las industrias petrolera, pesquera y agropecuaria han ocasionado deterioros ambientales que han mermado significativamente las poblaciones naturales dominantes en la laguna, como las almejas de las familias Mactridae y Corbiculidae, así como los bancos de ostras del género *Crassostrea* y el “callo de árbol” *Isognomon alatus*, prueba de ello es que algunas de esas

especies, como *Polymesoda caroliniana* e *Isognomon alatus*, se encuentran ahora bajo estatus de protección especial, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001. Esta situación ha tratado de remediarse mediante propuestas de concertación y coordinación para el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, así como de estrategias para el desarrollo sustentable en la laguna, plasmadas en el “Programa de Manejo y Ordenamiento Ecológico del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos”, suscrito a través del Instituto Nacional de Ecología, por los gobiernos federal, estatal y municipal, contando con el concurso de Pemex y la sociedad civil.

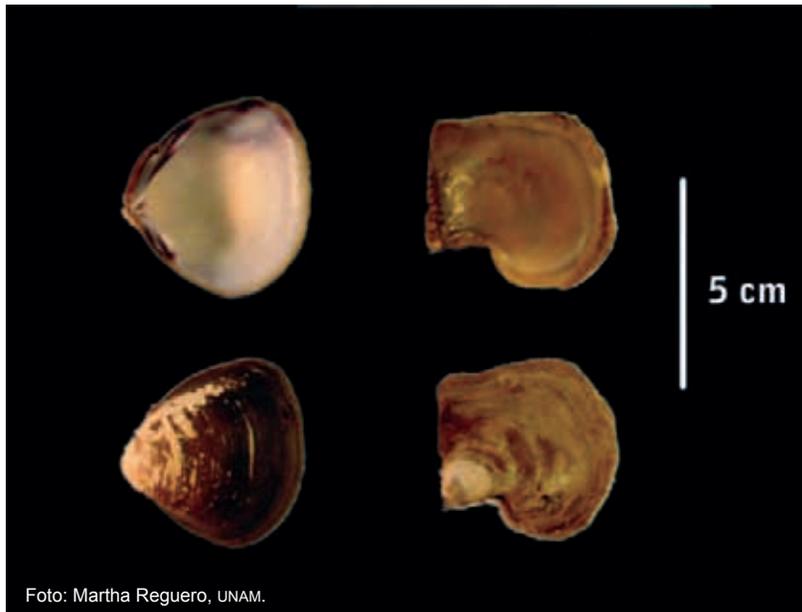


Foto: Martha Reguero, UNAM.

Especies bajo estatus de protección especial en laguna de Términos:
Polymesoda caroliniana e *Isognomon alatus*.

Referencias

- Cruz-Ábrego, F. M., P. Hernández-Alcántara, y V. Solís-Weiss, 1994. Estudio de la fauna de poliquetos (Annelida) y moluscos (Gastropoda y Bivalvia) asociada con ambientes de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) y manglares (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 21(1-2): 1-13.
- García-Cubas, A., 1981. Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Publicación Especial*, 5: 1-182.
- Lot, H. A., 1971. Los pastos marinos de los arrecifes de Veracruz. *An. Inst. Biol. Ser. Botánica*, 42 (1): 1-44.
- Moretzsohn, F., J. W. Tunnell Jr., W. G. Lyons, E. Baqueiro Cárdenas, N. Barrera, J. Espinosa, E. F. García, J. Ortea, y M. Reguero, 2009. Mollusca Introduction. Chap. 30 : 559-564. In: D. L. Felder and D. K. Camp (eds.). *Gulf of México—Its Origin, Waters, and Biota. Vol. I. Biodiversity*. Texas A & M University Press, College Station
- Reguero, M., 1994. Estructura de la comunidad de moluscos en lagunas costeras de Veracruz y Tabasco, México. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM, México, 280 p.
- Yáñez-Arancibia, A., y A. Aguirre-León, 1988. Pesquerías en la región de la Laguna de Términos. Cap. 22: 431-452. En: A. Yáñez-Arancibia y J. W. Day, Jr. (eds.), *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: la región de la laguna de Términos*. Editorial Universitaria, México, D. F.



Foto: Irma Pérez García, CINVESTAV-Mérida.

Equinodermos

*Francisco A. Solís-Marín
y Alfredo Laguarda-Figueras*

INTRODUCCIÓN

Los equinodermos (del griego echinos, espinoso; dermatos, piel), son invertebrados estrictamente marinos que están representados por las estrellas de mar y sus afines (lirios de mar, estrellas quebradizas u ofiuros, erizos y pepinos de mar). El grupo tiene una larga historia que comienza en el Precámbrico (Hyman, 1955). Los equinodermos son, elementos muy importantes de la trama alimenticia marina por ser una fuente de alimento de algunos vertebrados (como los peces) y son consumidores primarios, es decir, comen algas (macro y microscópicas) y además pueden tomar el alimento que encuentran en el fondo, en los sedimentos, o en suspensión en el agua. En general los equinodermos pueden emplear muchos medios para obtener su alimento; muchas estrellas de mar son carnívoras y se alimentan principalmente de moluscos, es decir, son depredadoras; otros como los erizos de mar, pueden utilizar dos o tres formas de alimentación a la vez, a este grupo se le denomina oportunistas. Están distribuidos en todos los océanos y en todas las profundidades, desde la zona litoral, hasta las mayores profundidades conocidas (Hyman, 1955; Hendler *et al.*, 1995).

DIVERSIDAD

Existen en la actualidad aproximadamente 6 000 especies de equinodermos descritas, de las cuales, casi 600 se han reportado para la Zona Económica Exclusiva de México (Buitrón y Solís-Marín, 1993).

La biodiversidad de equinodermos de Campeche es considerable, su conocimiento se ha logrado gracias a los estudios realizados en las diversas áreas y habitats marinos del estado, lo cual ha dado lugar a inventarios los cuales representan una invaluable información fundamental para todo tipo de estudios (tabla 1).

El inicio de los estudios sobre los equinodermos de Campeche comenzó hace poco más de un siglo con las recolectas del barco “Blake” realizadas en aguas de Campeche en 1875.

En épocas recientes, destacan los trabajos de Deichmann (1930, 1954) sobre pepinos de mar de algunas localidades del Golfo de México. Los de Caso (1979a y b) sobre especies de equinodermos recolectadas en las aguas someras del Área Natural de Protección de flora y fauna Laguna de Términos, y Caso *et al.* (1994) sobre la ecología de las comunidades de los equinodermos de la misma Área; y los de Bravo-Tzompantzi *et al.* (2000a, b) quienes describen la potencialidad de la explotación pesquera y diversidad de los equinodermos de la zona. Los primeros listados de trabajos taxonómicos de equinodermos publicados que incluyen las costas de Campeche son los de Solís-Marín *et al.* (1993), Durán-González (2005) y Laguarda-Figueras *et al.* (2005).

En las costas del estado de Campeche se encuentran diversos tipos de habitats. En las aguas someras, unos de los principales habitats más representativos son el lagunar y el arrecifal, en los cuales se hallan diversos habitats, lo cual da lugar a una amplia diversidad de substratos y de especies. Los equinodermos de aguas someras pueden vivir sobre coral vivo, vegetación sumergida, arena, rocas, coral muerto, etc.

El estado de Campeche cuenta con 74 especies de equinodermos repartidas en 17 órdenes, 38 familias y 52 géneros (CD Anexo). El estado posee aproximadamente el 12% de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos. Por su composición, la fauna de equinodermos del estado de Campeche se asemeja a las de los estados de Veracruz, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán.

Es importante recalcar la existencia de la especie de ofiuroideo endémica de la Área Natural de Protección de flora y fauna Laguna de Términos: *Amphiodia guillermosoberoni*, cuya existencia subraya la gran

Tabla 1. Número de órdenes, familias, géneros y especies de equinodermos (por Clase) reportados para las costas del estado de Campeche.

	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Crinoidea.	1	1	1	1
Asteroidea.	4	10	15	26
Ophiuroidea.	2	11	16	22
Echinoidea.	7	10	13	14
Holothuroidea.	3	6	7	11
Total.	17	38	52	74

importancia ecológica del sistema lagunar como reservorio y zona de crianza de especies de invertebrados marinos.

DISTRIBUCIÓN

Los equinodermos se distribuyen en todos los mares del planeta y a todas las profundidades. Son especialmente más abundantes en las zonas tropicales y subtropicales, aunque algunos grupos como las estrellas de mar y holoturoideos alcanzan una gran diversidad a la altura de los polos. Los crinoideos son especialmente diversos en las grandes barreras arrecifales del mundo, al igual que algunos grupos de estrellas de mar. El grupo se hace menos diverso conforme se descende en la columna de agua, pero su abundancia en número de individuos y/o biomasa puede dominar las zonas más profundas del océano (Lawrence, 1987). La mayor diversidad de equinodermos se conoce de los 0 a los 300 m de profundidad. Los erizos que viven

en la zonas de alta energía (rompiente), están sujetos a las rocas con ayuda de sus pies ambulacrales suctores, y la forma y disposición de sus espinas amortigua el golpe de las olas; en cambio, los erizos que habitan a grandes profundidades tienen su testa más suave y soportan las altas presiones hidrostáticas que podrían aplastar a cualquier otro erizo, además, las espinas de las especies que habitan en las trincheras oceánicas son muy delgadas y largas, lo que disminuye considerablemente su peso corporal, situación que los favorece, ya que habitan sobre fondos blandos.

Más del 50% (41 especies) de las especies de equinodermos del estado de Campeche son especies que se distribuyen en aguas profundas (>200 m), y el resto son especies de aguas someras y rocosas. Las especies más representativas del estado de Campeche son: (estrellas de mar), *Luidia clathrata*, *Astropecten duplicatus*, *Tethyaster grandis*, *Anthenoides piercei*, *Oreaster reticulatus*, *Echinaster serpentarius*; (ofiuroideos), (ver estudio de caso sobre los ofiuroideos del estado de Campeche); (erizos de mar) *Arbacia punctulata*, *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus*; (pepinos de mar) *Holothuria grisea*.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

La importancia de los equinodermos estriba fundamentalmente en el papel que desempeñan en la trama trófica (nichos), así como en su capacidad para modificar las condiciones del substrato en el que viven (bioturbación) (Scheibling, 1982).

Además de su importancia ecológica, la tienen económica. Al respecto, el pepino de mar es uno de los recursos pesqueros de México poco conocidos. En otros países se consume su piel principalmente en sopas y ensaladas (recetas de países asiáticos), generalmente se deshidrata primero para después comercializarse. También se extraen diversas sustancias de los pepinos de mar (holoturinas) para elaborar productos farmacéuticos de consumo humano.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Las amenazas contra la conservación de los equinodermos del estado de Campeche, haciendo a un lado los fenómenos atmosféricos como huracanes y tormentas tropicales, son principalmente la contaminación y el deterioro ambiental. Es urgente un plan de monitoreo en las áreas más propensas a este tipo de impacto, que incluya, entre otras, las áreas de influencia marina dentro del Área Natural de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos.

Especies sensibles al calentamiento global han sido afectadas como *Diadema antillarum*, (y su congénere *D. mexicanum*) erizo de mar cuyas poblaciones han sido diezgadas por algún patógeno que se logró sobre-reproducir y establecer debido al aumento de temperatura de las aguas superficiales en el Caribe y en el Golfo de México (Hughes *et al.*, 1985; Benítez Villalobos *et al.*, 2009).

Otras especies se encuentran amenazadas dado su valor comercial: la estrella de mar *Oreaster reticulatus* ha sido explotada desde hace muchos años para utilizar su esqueleto seco como souvenir, sin que exista al momento ningún plan de uso sustentable.

El primer paso para la adopción de medidas de protección y conservación de la biodiversidad marina en Campeche se ha dado con el establecimiento del Área Natural de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Es importante ahora, conocer con exactitud qué especies habitan los diferentes biotopos que la componen y cuál es su distribución y abundancia, para lo cual es fundamental crear una “línea base” de conocimiento sobre este grupo. Es importante el realizar estudios multidisciplinarios y comparativos de los distintos habitats de los equinodermos en México para poder fundamentar más su función ecológica.

En Campeche, y en México, no existen trabajos sobre conservación de equinodermos. Este tipo de acciones debería ponerse en marcha,

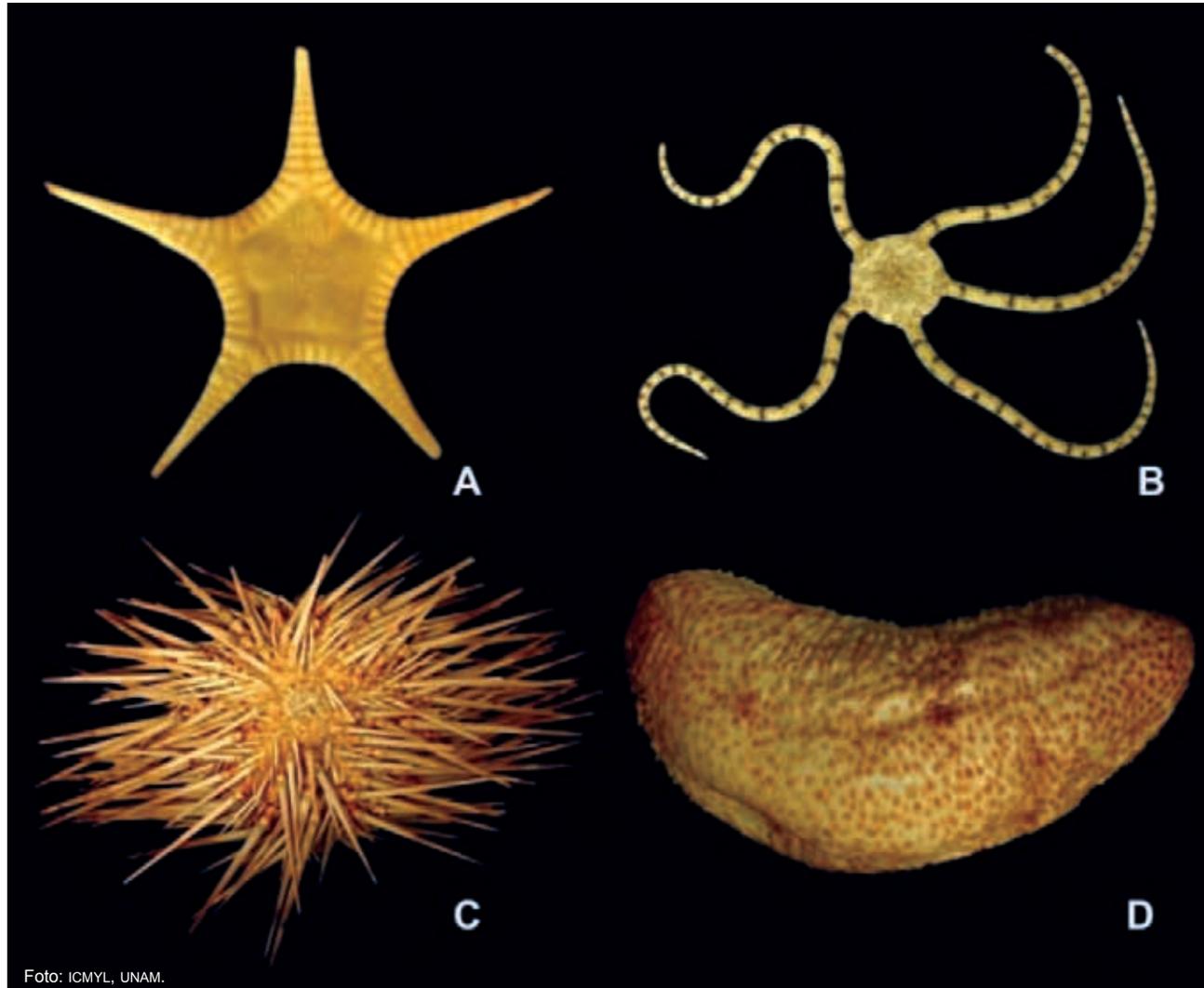


Foto: ICMYL, UNAM.

Algunas especies de equinodermos habitantes de las costas de Campeche.
A. La estrella de mar: *Nymphaster arenatus*, B. El ofiuroido *Ophioderma cinerereum*,
C. El erizo de mar *Echinometra lucunter*, D. El pepino de mar *Holothuria princeps*.

sobre todo, para las especies de equinodermos asociadas a los ecosistemas arrecifales de Campeche, dada su gran diversidad potencial de especies presentes.

La coordinación de planes de investigación con el gobierno, académicos, sector privado y público en general hará posible cada vez más el fortalecimiento de la investigación sobre esta fauna tan importante de invertebrados marinos.

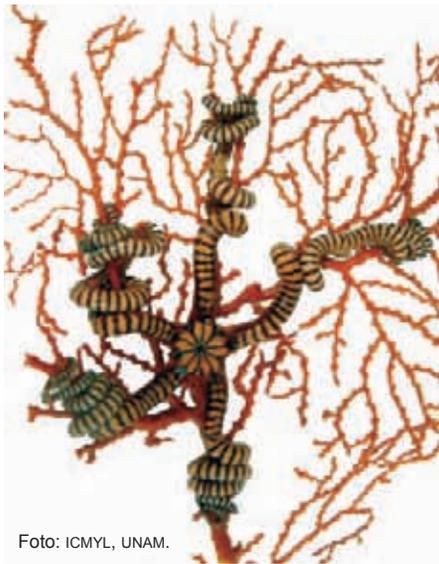


Foto: ICMYL, UNAM.

* Nota de los Coordinadores: Es importante señalar que a partir del año 2008, una importante captura ilícita sobre el pepino de mar se ha realizado en las costas del litoral del Estado. Como consecuencia la SAGARPA solicitó la realización de un estudio que evaluara las abundancias de este recurso para permitir su posible explotación. INAPESCA ha realizado un trabajo importante y el Centro EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche a partir del 2010, están realizando un estudio que permitirá conocer a las especies, épocas de reproducción, hábitat y abundancias de estos organismos. Esto sin lugar a duda ayudará a los tomadores de decisiones a administrar y manejar este recurso.

REFERENCIAS

- Agassiz, A., 1888. Characteristic deep-sea types. Echinoderms. Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake" in the Gulf of Mexico in the Caribbean Sea, and along the Atlantic Coast of the United States, from 1877 to 1880. The Riverside Press. Cambridge. 2: 84-127.
- Benítez-Villalobos, F., J. P. Díaz Martínez, y M. Martínez-García, 2009. Mass mortality of the sea urchin *Diadema mexicanum* in La Entrega at Bahías de Huatulco, Western Mexico. Reef sites. Coral Reef (published on line).
- Bravo-Tzompantzi, D., A. Laguarda-Figueras, y F. A. Solís-Marín, 2000a. Acuacultura de equinodermos: una alternativa económica para el Estado de Campeche. Fac. Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Camp. Secretaría de Pesca del Estado de Campeche. 35 p.
- Bravo-Tzompantzi, D., M. E. Caso-Muñoz, A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín, B. E. Buitrón-Sánchez, y M. Abreu-Pérez, 2000b. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) Fósiles y Recientes del Golfo y Caribe Mexicano. Fac. Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Camp. 42 p.
- Buitrón Sánchez, B. E., y F. A Solís-Marín, 1993. La Biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. 209-231. La biodiversidad en México. Vol. Esp. (XLIV). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 427 p.
- Caso, M. E., 1979a. Descripción de una nueva especie de ofiuroides de la laguna de Términos, *Amphiodia guillermosoberoni* sp. nov.. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 6(2): 161-184.
- Caso, M. E., 1979b. Los Equinodermos (Asteroidea, Ophiuroidea y Echinoidea) de la Laguna de Términos, Campeche. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Publicación Especial*, (3): 1-186.

- Caso, M. E., A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín, A. Ortega-Salas, y A. L. Durán-González, 1994. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 21(1-2): 67-85.
- Deichmann, E. 1930. The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, 71: 41-226.
- Deichmann, E., 1954. The holothurians of the Gulf of Mexico. p. 381-410. In: P. S. Galtsoff (coord.). 1954. Gulf of Mexico, its origin, waters, and marine life. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, 55(89): 381-410.
- Durán-González, A., F. A. Laguarda-Figueras, B. Solís-Marín, E. Buitrón Sánchez, A. Cynthia, A. Gust, y J. Torres-Vega, 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 53 (Supl. 3): 53-68.
- Hughes, T. P., B. D. Keller., J. B. C. Jackson, y M. J. Boyle, 1985. Mass mortality of the echinoid *Diadema antillarum* Philippi in Jamaica. *Bulletin of Marine Science*, 36(2): 377-384.
- Hyman, L. H., 1955. The Invertebrates, Vol. 4: Echinodermata, the Coelomate Bilateria. New York, Mc. Graw. Hill, (4): 763 p.
- Laguarda-Figueras, A., A. I. Gutiérrez-Castro, F. A. Solís-Marín, A. Durán-González, y J. Torres-Vega. 2005. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 53 (Supl. 3): 69-108.
- Lawrence, J., 1987. A Functional Biology of Echinoderms. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. USA. 340 p.
- Lyman, T., 1883. Report on the Ophiuroidea. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alex Agassiz, in the Caribbean Sea (1878-79), and on the east coast of the United States, during the summer of 1880, by the US. Coast survey Steamer "Blake", commander J. R. Bartlett, USN. commanding. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College*, 10: 227-287.
- Perrier, E., 1881. Description sommaire des espèces nouvelles d'astéries. Reports on the results of dredging under the supervision on Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico, 1877-78, by the United States coast survey steamer "Blake", Lieut-Commander C. D. Sigsbee, USN, commanding and in the Caribbean sea, 1878-79, by the U. S. C. S. S. "Blake", commander J. R. Bartlett, U. S. N., commanding. *Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harvard College*, 9:1-31.
- Scheibling, R. E., 1982. Habitat utilization and bioturbation by *Oreaster reticulatus* (Asteroidea) and *Meoma ventricosa* (Echinoidea) in a subtidal sand patch. *Bulletin of Marine Science*, 32(2): 624-629.
- Solís-Marín F.A., M.D. Herrero-Pérezrul, A. Laguarda-Figueras, y J. Torres-Vega, 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). p. 91-105. En: S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO y CIQRO, México. 865 p.
- Théel, H., 1886. Report on the Holothurioidea. Reports on the Results of dredging, under the Supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877-78), in the Caribbean Sea (1879-80), and along the Eastern Coast of the United States during the Summer of 1880, by the US Coast Survey Steamer "Blake", LieutCommander, C. D. Sigsbee, USN, and Commander J. R. Bartlett, U. S. N., Commanding. *Bull. Mus. Comp. Zoöl. Harvard College*, 13: 1-20.

Estudio de caso: ofiuroideos del estado de Campeche

*Lucía Alejandra Hernández Herrejón
y Francisco Alonso Solís-Marín*

Introducción

El conocimiento sobre la gran biodiversidad de equinodermos del Golfo de México es considerable, y se ha logrado gracias a los estudios realizados en sus diversos hábitats, dando lugar a inventarios y otro tipo de trabajos, que representan una invaluable información fundamental para todo tipo de estudios (Durán-González *et al.*, 2005; Pomory, 2007; Pawson *et al.*, 2009). La Clase Ophiuroidea está conformada por equinodermos de vida libre, que presentan un cuerpo de forma circular aplanada y brazos (generalmente cinco) que salen del mismo. Existen aproximadamente 2 000 especies actualmente descritas. Los ofiuroideos se desplazan sobre el fondo marino utilizando los brazos para reptar por encima de rocas, arena, coral, algas y otros sustratos (Bejarano *et al.*, 2004), pueden tener dietas muy variadas, pueden ser carnívoros, carroñeros, filtradores y consumidores de partículas sedimentadas. No son especialistas y poseen técnicas de engaño para poder cazar a sus presas que incluyen la detección, persuasión y captura (Stancyk, 1999). Son muy importantes ecológicamente ya que además de ser parte primordial en las cadenas alimenticias del

mar, su presencia o ausencia en el ambiente marino nos puede dar información sobre la calidad ecológica del mismo, o sea, son organismos indicadores del sistema (Lewis y Bray, 1983).

Diversidad

En el estado de Campeche se han reportado hasta el momento 22 especies de ofiuros repartidas en 2 órdenes, 11 familias y 16 géneros. El Orden mejor representado es el Orden Ophiurida con 21 especies, la especie más abundante, reportada es *Ophiophragmus wurdermani*, la cual solo se ha reportado para laguna de Términos, a una profundidad máxima de 0.9 m, en una salinidad entre 23 a 25 (ppm); y la especie con la más amplia distribución en el estado de Campeche es *Ophiothrix angulata* que se distribuye a lo largo del litoral, principalmente en aguas someras que no rebasan los 49.6 m.

Distribución

De las 22 especies de ofiuros presentes en el estado de Campeche el 63.63% se encuentran en aguas someras y el 36.36% en aguas profundas, del total de especies encontradas en aguas someras el 50% se encuentran en laguna de Términos que es el sistema lagunar más importantes del país, la cual ha sido considerada como área “prioritaria costera” y área natural protegida debido a la gran biodiversidad que ella alberga. Esta laguna tiene influencia de agua dulce por los ríos Palizada, Chumpán, Mamantel y Candelaria principalmente, lo que provoca una salinidad baja en la parte occidental de la laguna; está protegida del mar por Isla del Carmen y presenta dos bocas en contacto con el mar, una entre Ciudad del Carmen y Punta Zacatlan al norte y entre Puerto Real e Isla Aguada al sur, con profundidades entre 2 y 12 m, con suelos arenosos, arcillosos, limosos y combinaciones de estos, así como baja salinidad que la convierten en un ambiente único y muy distinto al Golfo de México.

Caso en 1979 descubrió y describió a la especie *Amphiodia guillermosoberoni* en laguna de Términos, una especie abundante, distribuida en salinidades menores a 20 (ppm) y no mayores a 24 (ppm), salinidad a la que es muy difícil encontrar alguna de las otras especies que habitan en laguna de Términos. Inmediatamente fuera de la laguna la salinidad aumenta a más de 24 (ppm), esto se convierte en una barrera para *Amphiodia guillermosoberoni* la cual vive restringida a la laguna de Términos, esta barrera de salinidad no la encuentran las otras especies que habitan aquí, ya que viven a salinidades mayores a 24 (ppm) dentro de la laguna y son abundantes por arriba de 30 (ppm) en el resto del litoral del estado de Campeche.

Hasta este momento son pocas las especies de ofiuros reportadas para sistemas lagunares, es por esto que *Amphiodia guillermosoberoni* es muy peculiar e importante ya que se encontró a salinidades entre 4 y 26 (ppm), a una temperatura entre 24.5°C y 31.4°C y a una profundidad entre 0.9 m y 4 m y en sustratos arenoso y arenoso-arcilloso, presentando la mayor abundancia entre 16 y 21 (ppm) y la menor abundancia a 4 (ppm) y por arriba de los 24 (ppm), hasta este momento es el ofiuro que se ha encontrado a más bajas salinidades, ya que *Ophiophragmus filigraneus*, que pertenece a la misma familia y también se ha encontrado en salinidades bajas no se ha reportado en concentraciones menores a las 8 (ppm) y solo en condiciones de laboratorio. Es por todas estas características que *A. guillermosoberoni* se considera una especie endémica de la laguna de Términos ya que el cambio de salinidad entre la laguna y el mar se convierte en una barrera que impide su dispersión fuera de la misma (Caso *et al.*, 1994).

Importancia

Los ofiuroideos son de gran relevancia como parte de la cadena trófica marina, y forman parte principal de la dieta de algunas especies de peces arrecifales, camarones y cangrejos, que a su vez, poseen alta

Especies representativas de ofiuroideos del estado de Campeche.

A. *Amphiodia guillermosoberoni*

B. *Ophiothrix angulata*

C. *Ophiophragmus wurdnermani*



importancia comercial. No poseen importancia comercial directa y relevante para los seres humanos, ya que, entre otras cosas, son muy frágiles para venderlos en tiendas de recuerdos y sólo se venden como especies de ornato en acuarios, sin embargo, se sabe que en Indonesia durante el siglo XVIII se consumían la huevo o se cocinaban partes de algunas especies de ofiuroideos (Hadel *et al.*, 1997).

Situación

Actualmente, no se sabe si alguna especie de ofiuroideo de Campeche se encuentre amenazada o en peligro de extinción (ya que no se conoce la situación real de las especies), sin embargo, hay especies muy importantes desde el punto de vista científico y ecológico, como *Amphiodia guillermosoberoni*, la cual habita en ambientes muy especiales dentro de laguna de Términos. Es importante recalcar que, a medida que se protejan los ecosistemas marinos del Estado, se protegerá así mismo la fauna de invertebrados de la región.

Amenazas y acciones para su conservación

La principal amenaza para el desarrollo y la conservación de los ofiuros es la contaminación antropocéntrica y el crecimiento industrial en el Golfo de México ya que modifica las condiciones físicas y químicas del hábitat en lapsos de tiempo generalmente muy cortos. Para proteger a los organismos es prioridad proteger su hábitat y mantener inalteradas, en la medida de lo posible, las condiciones físicas y químicas en áreas con alta diversidad biológica como lo es el sistema de laguna de Términos, las zonas de manglares de la misma, la plataforma continental y la zona marina profunda del estado de Campeche.

La coordinación de planes de investigación con el gobierno, académicos, sector privado y público en general hará posible cada vez más el fortalecimiento de la investigación sobre esta fauna tan importante de invertebrados marinos.

Conclusiones

El Golfo de México ha sufrido el impacto de las actividades humanas con mayor intensidad que el resto de las aguas marinas nacionales (Páez-Osuna, 2005; Rosales-Hoz y Carranza-Edwards, 2005; Botello *et al.*, 2005), es por esto que la biodiversidad marina del estado de Campeche se ha visto afectada directamente. Para enfrentar este tipo de problemas ecológicos, es básico y necesario conocer a detalle los listados faunísticos en áreas afectadas, a fin de comparar a corto, mediano y largo plazo el grado de deterioro de sus comunidades, tomando en cuenta, no solo los cambios estacionales y anuales de las condiciones ambientales, sino también el impacto producido por las cada vez más intensas actividades propias del desarrollo en esta zona costera.

La diversidad de los ofiuroideos del estado de Campeche es baja en comparación con los estados aledaños (Yucatán, Veracruz, etc.), sin embargo, dada la peculiaridad de los habitats marinos y lagunares del estado, se presentan especies exclusivas a él (endémicas), como es el caso de *Amphiodia guillermosoberoni* la cual habita solamente dentro de la laguna de Términos.

El implementar medidas para la conservación de habitats únicos en el estado es de gran importancia y urge a la unión de esfuerzos por parte del sector académico y gubernamental para su protección, dichas acciones no solo beneficiarán al grupo zoológico aquí discutido, sino que indirectamente ayudará al restablecimiento de los diversos ecosistemas marinos del estado de Campeche.

Referencias

- Bejarano-Chavarro, S., S. Zea, y J. M. Díaz, 2004. Esponjas y otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 33: 29-47.
- Botello, A. V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, y C. Agraz-Hernández, 2005. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche. Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología, 696 p.
- Caso, M. E., 1979. Descripción de una nueva especie de ofiuroideo de la Laguna de Términos, Amphiodia guillermosoberoni sp. nov. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 6(2): 161-184.
- Caso, M. E., A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín, A. Ortega-Salas, y A. L. Durán-González, 1994. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 21(1-2): 67-85.
- Durán-González A, A. Laguarda-Figueras, F. A. Solís-Marín, B. E. Buitron Sánchez, C. Ahearn, y J. Torres Vega, 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista Biología Tropical*, 53 (Supl. 3): 53-68.
- Hadel, V. F., A. M. Gouveira M., A. S. Ferreira D., C. Goncalves T., y L. R. Tommasi, 1997. 38. Echinodermata. p 261-271. In: A. E. Migotto and C. G. Tiago. (eds.) Biodiversidade do Estado de Sao Paulo, Brasil: síntese do cohecimento ao final do século 20, 3: invertebrados marinhos. 310 p.
- Lewis, J. B., y R. D. Bray, 1983. Community structure of ophiuroids (Echinodermata) from three different habitats on a Coral Reef in Barbados, West Indies. *Marine Biology*, 73 : 171-176.
- Páez-Osuna F. 2005. Efectos de los metales, pp. 343-360. In: A. V. Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot, y C. Agraz-Hernández, 2005. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da. Edición. Univ. Autón. de Campeche. Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Pawson, D. L.; D. Vance, C. G. Messing, F. A. Solís-Marín, y C. L. Mah, 2009. 71. Echinodermata of the Gulf of Mexico. p. 1177-1204, In: Felder, D.L. and D. K. Camp. 2009. Gulf of Mexico, Origin, Waters, and Biota. Biota Volume. 1, Biodiversity. Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies Series. Texas A&M University Press. College Station, Texas. 1393 p.
- Pomory, Ch. M., 2007. Key to the common shallow-water brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Caribbean Journal of Science, Special Publication*, 10: 42.
- Rosales Hoz, L., y A. Carranza Edwards, 2005. Estudio químico de metales en el estuario de Coatzacoalcos, p. 389-406. En: A. V. Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández. 2005. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da. Edición. Universidad Autónoma de Campeche. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Stancyk, S. E., 1999. Predatory behavior of echinoderms. p. 109-113. In: M. D. Candia Carnivalli and F. Bonasoro (eds.). 1999. Echinoderms Research 1998. Balkema, Rotterdam. 550 p.

Poliquetos

*Alejandro Granados Barba
y Vivianne Solís Weiss*

INTRODUCCIÓN

Los Polychaeta (Grube, 1850) conforman la clase más numerosa y diversa del filo Annelida (Lamarck, 1802). Son gusanos anillados con gran variabilidad de hábitos y formas de vida (dulceacuícolas o marinos, nadadores, rastreros, excavadores, tubícolas o parásitos). Morfológicamente, presentan una región anterior (prostomio) con estructuras sensoriales (ojos, antenas, palpos), un cuerpo (metastomio) que puede separarse en tórax y abdomen y medir entre 1 mm (sílidos) y 3 m de longitud (eunicidos) y una región posterior (pigidio) que generalmente porta el ano. El cuerpo es anillado con segmentos similares (metamerismo) cuyo número puede ser ilimitado si no se depreda; no obstante, estos gusanos tienen una gran capacidad de regeneración. Cada segmento porta unas proyecciones laterales (parápodos) usadas para moverse, de los cuales emergen las quetas, sedas o setas (estructuras que dan el nombre al grupo), cuyo número, forma, tamaño y función es muy variable. En los poliquetos nadadores (pelágicos) o caminadores, los parápodos son foliosos o lamelares, en los enterradores están reducidos y en los tubícolas, éstos prácticamente desaparecen. Los tubícolas pueden contraerse rápidamente gracias a sus axónes gigantes como defensa cuando se asoman fuera de sus tubos para alimentarse. En algunos poliquetos la hemoglobina puede almacenar oxígeno durante periodos de anoxia (2 a 4 h) o cambiar a respiración anaerobia y sobrevivir hasta 20 días.

Existen trabajos que amplían la información vertida en este capítulo sobre los diferentes temas (Fauchald, 1977; Fauchald y Jumars, 1979; Salazar Vallejo *et al.*, 1989; Pocklington y Wells, 1992; Ruppert y Barnes, 1996; Solís Weiss y Hernández Alcántara, 1994; Reish y Gerlinger, 1997; Fauchald y Rouse, 1997; Giangrande, 1997; Rouse y Fauchald, 1997; Hutchings, 1998; Beesley *et al.*, 2000).

DIVERSIDAD

Los Polychaeta están formados por 81 familias y un número de especies que oscila entre 8 500 y 16 000 (Viéitez *et al.*, 2004); el descubrimiento de nuevos ambientes, revisiones continuas dentro del grupo donde nuevas especies se describen constantemente y el pobre estado del conocimiento en las zonas tropicales, se relacionan con las diferentes estimaciones. En México los registros de especies (excluyendo al Caribe) es cercano a 1 700 (1 100 para el Pacífico mexicano de acuerdo con Hernández Alcántara (com. pers.), sumadas a las 570 especies estimadas para la región mexicana del Golfo de México (Fau-chald *et al.*, 2009), estas cifras son subestimadas ya que hay regiones y ambientes no muestreados exhaustivamente. Considerando la zona costera mexicana del Golfo de México (ZCGM), Campeche cuenta con más registros de especies de poliquetos con 322 (61% del total registrado y aprox. el 19% de las registradas para México); se conocen 44 familias (91% de la ZCGM) y cerca de 150 géneros, siendo Syllidae y Spionidae las familias con más riqueza de especies con 28 (13 y 12 géneros respectivamente), seguidas de Nereididae con 24 (7 géneros), y Lumbrineridae y Paraonidae con 19 (8 y 3 géneros respectivamente). Las especies predominantes en el bentos marino campechano son *Paraprionospio pinnata*, *Nephtys incisa*, *Cossura delta*, *Scoletoma verrilli* y *S. tenuis*. Campeche es también el estado con mayor intensidad de muestreo en la ZCGM y probablemente del país y ello se relaciona con la necesidad de evaluar y monitorear los efectos de la actividad petrolera de la sonda de Campeche.

DISTRIBUCIÓN

Los poliquetos son un grupo antiguo, mundialmente distribuido en los ambientes bentónicos; en México se les puede encontrar desde zonas lagunares e intermareales y de playa, hasta mar profundo, incluyendo



Foto: Alejandro Granados Barba, ICIMAP-UV.

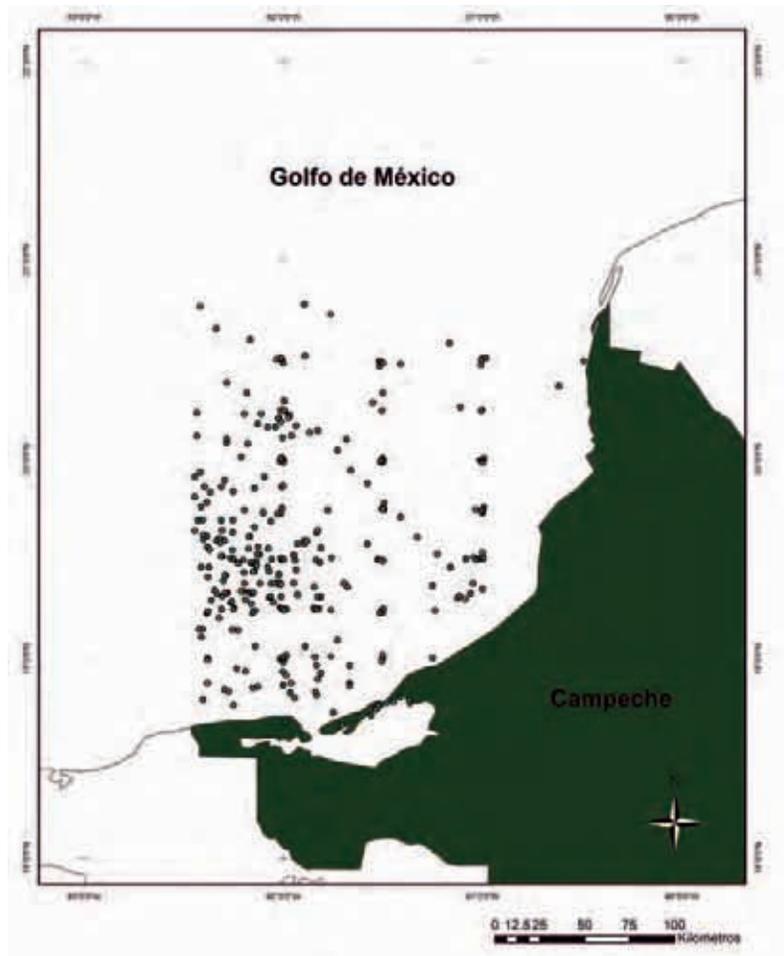


Figura 1. Distribución de los poliquetos en el estado de Campeche.

medios “extremos” como respiraderos hidrotermales (en la cuenca de Guaymas) y afloramientos de hidrocarburos (en la sonda de Campeche). Muchas especies se consideraban cosmopolitas; sin embargo, el avance en la taxonomía y el uso de nuevas herramientas microscópicas y moleculares ha demostrado que individuos de una misma especie “cosmopolita” corresponden a distintas especies muy cercanas con distribución más restringida (e.g. *Capitella capitata*). En Campeche, el grupo ha sido constantemente estudiado (Granados-Barba y Solís-Weiss, 1994, 1997a, 1998; Solís-Weiss *et al.*, 1994, 1995) y está ampliamente distribuido, contando con registros de nuevas especies con localidad tipo en el estado (figura 1), como *Terebellides carmenensis* (Solís-Weiss *et al.*, 1991), *Ophiogoniada lyra* (Granados-Barba y Solís-Weiss, 1997b), *Syllis papillosus* (Tovar-Hernández *et al.*, 2002) y *Paraprionospio yokoyamai* (Delgado-Blas, 2004) desde ambientes estuarino-lagunares e intermareales hasta el borde de la plataforma continental, considerando pastos marinos, zonas de manglar y sedimentos en las inmediaciones de la laguna de Términos y sedimentos de plataforma continental, incluyendo zonas arrecifales (cayos Arcas, Arenas, Nuevo y Triángulos). Es importante destacar la presencia de especies que habitan en zonas de chapopoterías, o especies cuya distribución se puede asociar con las descargas fluvio-lagunares como *Cossura delta*.

IMPORTANCIA

Los poliquetos representan el componente macrofaunístico dominante en términos de frecuencia, abundancia y riqueza de especies con relevancia en la red trófica como herbívoros, carnívoros o como consumidores del material orgánico en agua y sedimento. Además, son alimento en los cultivos de camarón y de algunos peces de importancia comercial (38 a 86% del contenido estomacal), lo cual es de considerar en la sonda de Campeche ya que ahí se llevan a cabo

las pesquerías más importantes de peces de escama y camarón del país. Especies como *Glycera dibranchiata* y *Nereis virens* se explotan como carnada para pesca deportiva, resultando en una actividad rentable. Ciertas especies concentran sustancias de defensa que pueden tener utilidad bactericida o insecticida, actividades que podrían ser exploradas en el estado.

Por sus hábitos enterradores modifican su entorno (bioturbación) facilitando el transporte de gases disueltos y nutrientes a través del sedimento. Los tubos les proveen protección pero, cuando se agregan y conglomeran, pueden tener impactos negativos en conductos y tuberías de descarga afectando los patrones locales de circulación del agua en el ambiente bentónico. Ello se ha estudiado poco en Campeche; sin embargo, resulta relevante debido a la intensa actividad petrolera que se realiza en la sonda de Campeche desde hace más de 30 años.

Estos gusanos anillados pueden usarse como organismos de bioensayos (abundantes, ciclo de vida corto, amplia gama de tallas y hábitos, resistentes y de fácil transporte), como monitores para materiales



Foto: Alejandro Granados Barba, ICIMAP-UV

tóxicos (se registran 48 especies de 20 familias; destacan Capitellidae y Nereididae) o contaminación (Capitellidae y Cirratulidae) en varios niveles, desde especie hasta comunidad. Los poliquetos son un elemento clave en la determinación de gradientes ambientales, se consideran bioindicadores de perturbaciones ambientales debido a que reaccionan de manera diferente dependiendo del tipo de estrés, registrando cambios en composición y riqueza de especies a lo largo del tiempo (Giangrande *et al.*, 2005). Especies oportunistas (genero *Capitella*) alcanzan altas densidades en condiciones de enriquecimiento orgánico no toleradas por otra fauna (sitios con aguas de drenaje). También hay especies que son abundantes en zonas petroleras y en medios con metales solubles en el agua, sin que sean letales para ellas. Algunas de estas cualidades del grupo se han documentado en relación con la actividad petrolera en la Sonda de Campeche (Granados-Barba, 2001), observándose especies oportunistas en Capitellidae (*Leiocapitella* y *Notomastus*) y Cirratulidae (*Aphelochaeta*).

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Cerca del 70% del océano, está constituido por ambientes cubiertos con sedimentos (gravas, arenas y lodos) cuyos hábitats son comunes en las áreas costeras del mundo (Snelgrove *et al.*, 1997); sin embargo, sólo una fracción pequeña de la fauna bentónica que los habita ha sido descrita (Snelgrove, 1999). Considerando las aguas mexicanas del Golfo de México, hay 60 especies de anélidos poliquetos que sólo han sido registradas en Campeche; sin embargo, hay que considerar que se necesitan muestreos exhaustivos en otros estados. Campeche comparte un 52 % de su poliquetofauna con Veracruz (segundo estado con más registros de dichas aguas).

La degradación de los ecosistemas marinos del mundo es alarmante (Gray, 1997; Snelgrove *et al.*, 1997) y en Campeche hay que poner es-

pecial atención (mediante monitoreos constantes) al riesgo potencial que la actividad petrolera representa para el ambiente bentónico. Es una región sujeta a un estrés constante, natural e inducido, producto de una intensa temporalidad relacionada con frentes fríos, huracanes, lluvias y descargas fluviales, así como del desarrollo de la actividad petrolera (necesario para el crecimiento del país) que implica una importante interacción con el medio marino bentónico, y ello conlleva una serie de afectaciones directas sobre el hábitat (además del efecto físico durante la instalación de estructuras y conductos submarinos, está la actividad de perforación en la que se utilizan lodos de composición y toxicidad variable que pueden terminar vertidos al mar con efectos sobre el bentos). En los sedimentos de la sonda de Campeche se han registrado altas concentraciones de materia orgánica y de algunos metales que se relacionan directa o indirectamente con las actividades petroleras. Por ello, es importante comprender mejor sus efectos para brindar recomendaciones y alternativas de monitoreo ambiental.

En Campeche se encuentra el área protegida Área Natural de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, y por ello, se requiere trabajar sobre la constante revisión de las especies presentes, su posible estatus de protección y en el establecimiento de una categorización de especies en función de su distribución espaciotemporal.

El éxito ecológico de estos gusanos se relaciona con la variabilidad en formas, patrones de vida y hábitos alimenticios, siendo el arreglo particular en segmentos una ventaja que ha permitido que este grupo de organismos se adapten a diversos hábitats y formas de vida, constituyéndose como un elemento clave al estudiar el bentos marino. A pesar de su gran importancia, de ser un grupo muy utilizado para monitorear la calidad del ambiente marino, los poliquetos como son un grupo complejo, su aprendizaje es lento y se desconoce mucho de ellos, aún en las áreas marinas protegidas, razón que obliga a hacer esfuerzos para la realización de talleres de identificación taxonómica

que motiven a futuros taxónomos a trabajar con este grupo de invertebrados bentónicos, así como cursos intensivos sobre el entendimiento del papel que los poliquetos representan en los estudios de evaluación y monitoreo ambiental.

Agradecimientos

Agradecemos a Dalya Vera H., Ana Lilia Gutiérrez V., Leonardo Ortiz L., Margarita Hermoso S. y Ricardo Rojas L. por la ayuda en la elaboración de este trabajo.



Foto: Edgar Escalante, ICMYL-UNAM.

REFERENCIAS

- Beesley, P.L., G.J. Ross y C.J. Glasby, (eds.). 2000. Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. CSIRO Publishing. Melbourne. pp. 51-53.
- Delgado Blas, V. H., 2004. Two new species of Paraprionospio (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region and comments of the genus status. *Hydrobiologia*. 520: 189-198.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles. *Scientific Series*, 28:1-190.
- Fauchald K., y P. Jumars, 1979. The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-284.
- Fauchald, K., y G. Rouse, 1997. Polychaetes Systematics: Past and present. *Zoologica Scripta*, 26(2): 71-138.
- Fauchald, K., A. Granados-Barba, y V. Solís-Weiss, 2009. Polychaeta (Annelida) of the Gulf of Mexico. Chpt. 37. In: Felder, D.F. and D.K. Camp. Gulf of Mexico -Its Origins, Waters and Biota-. Vol. Biota. Texas A&M University Press. 1312 p.
- Giangrande, A. 1997. Polychaete reproductive patterns, life cycles and life histories: An overview. *Oceanography and Marine Biology*, 35: 323-386.
- Granados Barba, A., 2001. Los anélidos poliquetos de la región petrolera del suroeste del Golfo de México: Estructura comunitaria e impacto ambiental. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 149 p.
- Granados Barba A., y V. Solís-Weiss, 1994. New records of Polychaetous Annelids (Order: Eunicida) from the southeastern Gulf of México. *Bulletin of Marine Science*, 54(2):420-427.
- Granados Barba, A., y V. Solís-Weiss, 1997a. Polychaetous annelids of the oil platform areas from the southeastern Gulf of Mexico: Orbiniidae and Cossuridae. *Bulletin of Marine Science*, 61(3):549-557.
- Granados Barba, A., y V. Solís-Weiss, 1997b. The polychaetous annelids from oil platforms areas in the southeastern Gulf of Mexico: Phyllodocidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae and Pilargidae, with description of *Ophioglycera lyra* new species, and comments on *Goniada distorta* Moore and *Scoloplos texana* Maciolek & Holland. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 110(3):457-470.
- Granados Barba, A., y V. Solís-Weiss, 1998. Les Spionidae (Annélides Polychètes) de la zone des puits pétroliers de la région méridionale du Golfe du Mexique. *Vie et Milieu*, 48(2):111-119.
- Giangrande A., M. Licciano, y L. Musco, 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin*, 50:1153-1162.
- Gray, J.S., 1997. Marine biodiversity: patterns, threads and conservation needs. *Biodiv. Cons.*, 6: 153-175.
- Hutchings, P., 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7: 1133-1145.
- Pocklington, P., y P.G. Wells, 1992. Polychaetes: key taxa for marine environmental quality monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 24(12): 593-598.
- Reish, D.J., y T.V. Gerlinger, 1997. A review of the toxicological studies with polychaetous annelids. *Bulletin of Marine Science*, 60(2): 584-607.
- Rouse, G.W., y K. Fauchald, 1997. Cladistic and polychaetes. *Zoologica Scripta*, 26(2): 139-204.
- Ruppert, E.E., y R.D. Barnés, 1966. Zoología de los Invertebrados. 6ta. Edición, Mac Graw Hill Interamericana. México. 1144.

- Salazar Vallejo, S.I., J.A. de León González, y H. Salaices Polanco, 1989. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Libros Universitarios La Paz. 211 p.
- Snelgrove, P., T.H. Blackburn, P. Hutchings, D. Alongi, F. Grassle, H. Hummel, G. King, I. Koike, P.J.D. Lamshead, N. Ramsing, P. V. Solís-Weiss, y D.W. Freckman, 1997. The Importance of Marine Sediment Biodiversity in Ecosystem Processes. *AMBIO Royal Swedish Academy of Sciences*, 26(8):578-583.
- Snelgrove, P.V.R., 1999. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats ocean bottoms are the most widespread habitat on Earth and support high biodiversity and key ecosystem services. *BioScience*, 49:129–138.
- Solís Weiss, V., y P. Hernández Alcántara, 1994. Polychaete research in Mexico. *Polychaete Research*, 16: 10-13.
- Solís Weiss, V., V. Rodríguez Villanueva, A. Granados Barba, V. Ochoa Rivera, L. Miranda Vázquez, y P. Hernández Alcántara, 1994. Annelid polychaete populations of the order Eunicida from the Southern Gulf of Mexico. *Mémoires du Muséum National d' Histoire Naturelle*, 162: 559-566.
- Solís Weiss, V. A. Granados Barba, V. Rodríguez Villanueva, L. Miranda Vázquez, V. Ochoa Rivera, y P. Hernández Alcántara, 1995. The Lumbrineridae of the continental shelf in the Mexican portion of the Gulf of Mexico. *Mitteilungen des Hamburgischen Zoologischen Museum Institut*, 92: 61-75.
- Tovar-Hernández, M. A., A. Granados-Barba, y V. Solís-Weiss, 2002. *Typosyllis papillosus*, a new species, (Annelida: Polychaeta: Syllidae) from southwestern Gulf of Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115(4):760-768.
- Viéitez, J.M., C. Alós, J. Parapar, C. Besteiro, J. Moreira, J. Núñez, J. Laborda, y G. San Martín, 2004. Annelida Polychaeta I. p. 105-209. En: M.A. Ramos *et al.* (eds.). *Fauna Ibérica*, Vol. 25. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid, España.



Foto: Victor Kú, ECOSUR.

Peces marinos

Julia Ramos-Miranda,

Domingo Flores-Hernández,

Luis A. Ayala-Pérez,

Hernán Álvarez-Guillén

y María Eugenia Vega-Cendejas

INTRODUCCIÓN

Los peces son los vertebrados más diversificados y más ampliamente repartidos en nuestro planeta. A pesar de tener distintas formas presentan características comunes: mandíbulas rígidas, branquias presentes toda la vida, oídos internos con tres canales, ojos bien desarrollados, aletas pares o impares y un esqueleto interno (Kuitert y Debelius, 2007). Los peces constituyen una de las principales fuentes de proteína para el ser humano ya que su consumo a nivel mundial ha provocado que actualmente muchos de los recursos pesqueros se encuentren sobreexplotados, por lo que son organismos vulnerables. Así mismo el ciclo de vida de muchas especies, implica que tanto la fase larvaria como juvenil, se desarrollen en ambientes específicos: en la zona costera, estuarios, lagunas costeras, existiendo migraciones a pequeña y gran escala entre la zona costera y la plataforma continental adyacente. El desarrollo en la zona costera los expone a diversas actividades antropogénicas (pesca, contaminación, destrucción de hábitats, etc.), lo cual implica que estas especies sean muy vulnerables.

DIVERSIDAD

Los peces constituyen más de la mitad de las 54 711 especies de vertebrados existentes (Helfman *et al.*, 2002) con aproximadamente 29 400 especies vivientes, constituidas en 515 familias y 62 órdenes (Nelson, 2006). Los aspectos básicos importantes para su sobrevivencia están relacionados con la hidrología (niveles de oxígeno disuelto, nutrientes, salinidad, penetración de la luz, temperatura y contaminantes), así como los parámetros bióticos y ecología del sistema (recursos alimenticios, predación, heterogeneidad de hábitat (Helfman *et al.*, 2002).

En el estado de Campeche, se han reportado 356 especies de peces marinos y estuarinos que se agrupan en 32 órdenes y 107 familias (CD anexo). Las familias más diversas son Sciaenidae (18), Serrani-

dae (17), Carangidae (16), Paralichthyidae (14), Triglidae (12) Haemulidae (11) y Lutjanidae (9) (Torales y Reséndez, 1974; Reséndez, 1979; Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia, 1980; Reséndez, 1981a y b; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988; Vera-Herrera *et al.*, 1988; Nitsch, 1992; Ayala Pérez *et al.*, 1993; Lara Domínguez *et al.*, 1993; Bernal, 1995; Flores Hernández *et al.*, 2000; González Solís y Torruco Gómez, 2001; Ayala-Pérez y Ramos-Miranda, 2003; Ayala-Pérez *et al.*, 2003; Ramos-Miranda *et al.*, 2005a). Adicionalmente se realizó una revisión de las especies consideradas por Castro-Aguirre (1999) de la ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria.

DISTRIBUCIÓN

Para el estado de Campeche, las especies de peces registradas presentan una amplia distribución en la zona costero-marina, hasta la zona de plataformas petroleras, incluyendo la sonda de Campeche. En la figura 1 se señalan los sitios de colecta reportados desde 1974 hasta 2007 y que comprende desde los sistemas fluvio-lagunares (Pom-Atasta, Palizada-del Este, Chumpam-Balchacah y Candelaria-Panlau), la laguna de Términos, la porción occidental de la costa de Campeche desde la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta hasta Bahamita frente a la porción media de la Isla del Carmen (POCC), y la porción de la sonda de Campeche frente al estado de Campeche incluyendo la zona de plataformas del complejo Cantarell de PEMEX. En el CD anexo se relaciona a las especies con la distribución reportada.

IMPORTANCIA

El papel ecológico de los peces en la zona costera y marina es su función como reguladores energéticos, a través de la cadena trófica ya que presentan una alta capacidad de desplazamiento intra e inte-

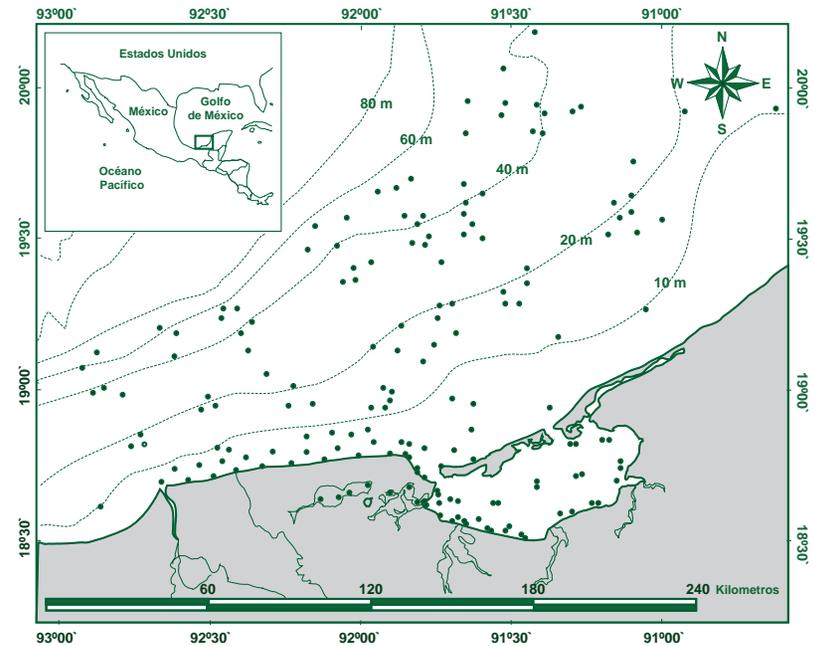


Figura 1. Sitios de muestreo en donde se han reportado las especies de peces de Campeche, se incluye la laguna de Términos, hasta la plataforma continental adyacente, así como las isobatas de profundidad (modificado de: Torales y Reséndez, 1974; Reséndez, 1979; Amezcua-Linares y Yáñez-Arancibia, 1980; Reséndez, 1981a,b; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988; Vera-Herrera *et al.*, 1988; Nitsch, 1992; Ayala Pérez *et al.*, 1993; Lara Domínguez *et al.*, 1993; Bernal, 1995; Flores Hernández *et al.*, 2000; González Solís y Torruco Gómez, 2001; Ayala-Pérez y Ramos-Miranda, 2003; Ayala-Pérez *et al.*, 2003; Ramos-Miranda *et al.*, 2005a).

recosistemas. En la dinámica del medio ambiente de la zona costera y marina, los peces presentan diferentes comportamientos de acuerdo a sus necesidades de alimentación, crianza y reproducción; de esta forma existen migraciones estacionales y espaciales de las especies hacia o desde los sistemas lagunares-estuarinos a la zona marina, implicando diferentes fases de sus ciclos de vida, las cuales están ligadas principalmente a sus tolerancias y necesidades fisiológicas (Valiela, 1995; Alongi, 1998). Por ejemplo, para el caso de Campeche, se han señalado las diferentes migraciones de las corvinas *Cynoscion nothus*, *C. arenarius* y *C. nebulosus* (Ramos-Miranda *et al.*, 1997), los bagres (*Ariopsis felis*, *Cathorops melanopus* y *Bagre marinus*) (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1988; Ayala-Pérez *et al.*, 2008), el cíclido *Cichlasoma urophthalmus* y la corvina *Bairdiella chrysoura* (Chavance *et al.*, 1984; Lara-Domínguez *et al.*, 1988; Ayala-Pérez *et al.*, 1995), la corvinilla *Stellifer lanceolatus* (Ramos Miranda *et al.*, 2009) y los lenguados *Etropus crossotus* y *Citharichthys spilopterus* (Sánchez-Gil *et al.*, 2008).

Otras especies se encuentran con mayor abundancia en hábitats con vegetación, zonas arenosas, lodosas o rocosas dependiendo de sus necesidades. Especies como *Hippocampus* (caballitos de mar), los Singnátidos (pez pipa) y *Monacanthus ciliatus*, se observan con mayor abundancia en las zonas de pastos marinos, otro ejemplo es el de los peces planos (lenguados) del género *Symphurus* que se distribuyen desde la Isla del Carmen hasta las costas de Tabasco, en fondos lodosos (Ramos-Miranda *et al.*, 2005a; Pineda-Peralta, 2007).

En el aspecto económico, la carta nacional pesquera destaca la presencia de 214 especies que ocurren con frecuencia en las capturas de la pesca de escama en el Golfo de México, entre las cuales como recurso pesquero para la zona sur del Golfo de México especialmente en la sonda de Campeche se encuentran los siguientes: bagre bandera (*Bagre marinus*), bagre (*Ariopsis felis* y *Cathorops melanopus*), armado (*Orthopristis chrysoptera*) y xlavita (*Lagodon rhomboides*),



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Monacanthus ciliatus.



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Lagodon rhomboides.

huachinango (*Lutjanus campechanus*), y pargos (*Lutjanus griseus*, *L. synagris*), jurel, y cojinuda (*Caranx hippos*), lisa (*Mugil cephalus*) y lebrancha (*Mugil curema*), mantas y rayas (*Dasyatis sabina*, *D. americana* y *Gymnura micrura*), robalo (*Centropomus undecimalis*, *C. poeyi*) y Chucumite (*Centropomus parallelus*), sierra (*Scomberomorus maculatus*) y peto (*Scomberomorus cavalla*) y varias especies de tiburones (9 del género *Carcharhinus*, 3 *Sphyrna*, 1 *Rhizoprionodon*, *Ginglymostoma*, *Galeocerdo*, *Negaprion* y *Mustelus*) entre los más importantes (Bonfil-Sanders, 1997). Estos recursos pesqueros en general se encuentran en los niveles máximos de aprovechamiento y otros como en el caso de los tiburones la tendencia reciente de captura es negativa (DOF, 25 agosto, 2006).

En cuanto a la importancia cultural la utilización de los peces en el estado está dirigida principalmente al aspecto culinario, ya que existe una fuerte tendencia en el consumo del pescado con platillos típicos del estado y la región que son característicos como el famoso “Pan de Cazón”, “Raya y Cazón entomatados”, por mencionar solo dos. Por otra parte el charal de Seybaplaya, es utilizado además como adorno para algunas artesanías.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Sin duda el acelerado crecimiento económico del estado, pone en riesgo la prevalencia y existencia de las especies de peces. El incremento del desarrollo urbano y petrolero en la Sonda de Campeche, en conjunto con las actividades de pesca y la introducción de especies exóticas afectan los ecosistemas costeros a través de la degradación del hábitat y en consecuencia con un decremento de la producción pesquera. De las especies registradas para el estado sólo el caballito de mar *Hippocampus erectus* tiene un status de protección especial (NOM-059-SEMARNAT, DOF 2002).



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Caranx hippos (Linnaeus, 1766).



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Centropomus undecimalis (Bloch, 1792).

En el estado de Campeche se han establecido tres Áreas Naturales Protegidas en la zona costera: la Reserva de la Biosfera de los Petenes (CONANP, 2006), la Reserva de la Biosfera Ría Celestún y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (SEMARNAP, 1997). El Programa de Manejo de la Reserva de los Petenes incluye el aprovechamiento de peces del litoral y la zona marina adyacente, dentro del uso sustentable de los recursos naturales. Respecto al Área de Protección Laguna de Términos, se incorpora el litoral costero, sistema lagunar y zona litoral adyacente. Esta última tiene establecido un “manejo restringido” sobre todo en lo referente a la extracción de especies. Dado el acelerado crecimiento urbano e industrial en la zona costera del estado, se sugiere realizar monitoreos para evaluar los cambios temporales y espaciales en la composición y abundancia de las especies, principalmente las de importancia comercial y ecológica.



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Chaetodon ocellatus (Bloch, 1787).

REFERENCIAS

- Alongi M.D., 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press, New York, 419 p.
- Amezcu-Linares, F., y A. Yáñez-Arancibia, 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.*, 7(1):68-118.
- Ayala-Pérez, L.A., A. Aguirre-León, O.A. Avilés-Alatraste, M.T. Barreiro-Güemes, y J.L. Rojas-Galavíz, 1993. La comunidad de peces en los sistemas fluvio-lagunares, Laguna de Términos, Campeche. p. 596-608. En: S.I. Salazar-Vallejo, y N. E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 p.
- Ayala-Pérez, L.A., A. Pérez, A. Aguirre-León, y S. Díaz-Ruiz, 1995. Abundancia nictemeral de corvinas (Pisces: Sciaenidae) en un sistema costero del sur del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 5(1-2): 37-44.
- Ayala-Pérez, L.A., J. Ramos-Miranda, y D. Flores-Hernández, 2003. La comunidad de peces en la Laguna de Términos: estructura actual comparada. *Rev. Biol. Trop.*, 51:738-794.
- Ayala-Pérez L.A., y J. Ramos-Miranda, 2003. La fauna acompañante del camarón: comparación de su estructura a 20 años. Memorias IV Foro Regional de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Del 26 al 28 de febrero 2003 en Campeche, México.
- Ayala-Pérez L.A., J. Ramos-Miranda, D. Flores-Hernández, B.I. Vega-Rodríguez, y U.C. Moreno-Medina, 2008. Biological and ecological characterization of the catfish *Cathorops melanopus* (Gunther 1864) off the coast of Campeche, México. *Ciencias Marinas*, 34(4): 453-465.

Bernal B.A., 1995. Dinámica estacional de la comunidad ictiofaunística en el sistema fluvio-lagunar-deltaico Pom-Atasta, asociado a la Laguna de Términos, Campeche, México. Informe Servicio Social. Carrera de Biología. Div. Cienc. Biol. y de la Salud. Univ. Autón. Metropolitana-Xochimilco, México, 58 p.

Bonfil-Sanders, R., 1997. Estado del conocimiento de los tiburones del Golfo de México y Caribe, p. 333-356. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.). Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 7. 496 p.

Castro-Aguirre J.L. H.S. Espinosa Pérez y J.J. Schmitter-Soto, 1999. Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México. Limusa, México, 705 p.

Chavance, P., D. Flores, A. Yañez-Arancibia, y F. Amezcua, 1984. Ecología, biología y dinámica de las poblaciones *Bairdiella chrysoura* en la Laguna de Términos, sur del Golfo de México (Pisces: Sciaenidae). *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol.*, 11:123-162

CONANP, 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Los Petenes. INE-CONANP, México. 203 p.

Diario Oficial de la Federación, 2006. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. SAGARPA, México.

González Solís A., y D. Torruco Gómez, 2001. La fauna béntica del estero de Sabancuy, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.*, 49[1]: 31-45.



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Lutjanus synagris.



Foto: Atahualpa Sosa, Centro EPOMEX-UAC.

Tylosurus crocodilus (Péron & Lesueur in Lesueur, 1821).

- Flores-Hernández, D., J. Ramos-Miranda, J. Rendón-von Osten, A. Sosa-López, L. Alpuche-Gual, R. Rosas-Vega, M. Memije-Canepa, M. Mas Sulub, C. Canul Calam, F. Arreguín-Sánchez, M.E. González y de la Rosa, J. Santos-Valencia, y L.A. Ayala-Pérez, 2000. Evaluación del camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) y de las comunidades neotónicas de la laguna de Términos Campeche, México: estimación de los impactos ambientales y pesqueros (ALIM-11-96). Informe SISIERRA-UAC-EPOMEX-Fideicomiso de estudios de proyectos del área de protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. 19 p.
- Helfman, G.S., B.B. Collette, y D.E. Facey, 2002. The Diversity of Fishes. Blackwell Science. 528 p.
- Kuiter, R. H., y H. Debelius, 2007. Atlas Mondial des Poissons Marins. Eugen Umler. Paris, 728 p.
- Lara-Domínguez, A.L., M. Caso-Chávez, y A. Yáñez-Arancibia, 1988. Modelo de ciclos de vida de peces estuarinos en el sur del Golfo de México: Anadromía y catadromía tropical en *Arius melanopus* (Ariidae), *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) y *Cichlasoma urophthalmus* (Cichlidae), p. 403-422. En: Memorias del Simposium Ecología y Conservación del Delta de los Ríos Usumacinta y Grijalva. INIREB-División Regional Tabasco, Gob. Estado de Tabasco, 714 p.
- Lara-Domínguez, A.L., F. Arreguín-Sánchez, y H. Álvarez-Guillén, 1993. Biodiversidad y el uso de recursos naturales: Las comunidades de peces en el sur del Golfo de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp.*, XLIV: 345-385.
- Nelson, J.S., 2006. Fishes of the World. 4th ed. John Wiley and Sons. New York, 601 p.
- Nitsch S.L., 1992. Ictiología del sistema fluvio-lagunar Candelaria-Panlau asociado a la Laguna de Términos, Campeche (sur del Golfo de México). Tesis Profesional, Esc. Nal. Est. Prof. Iztacala, Univ. Nal. Autón. México, 108 p.
- Pineda-Peralta A.D., 2007. Biología y ecología de *Symphurus plagiusa* (Linnaeus, 1766) en la porción occidental de la costa de Campeche, México. Informe final de Servicio Social. Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.
- Ramos-Miranda J., D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, y F. Aguilar-Salazar, 1997. Estado actual del conocimiento de las corvinas en el sureste del Golfo de México, p. 249-275. En: D. Flores Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín Sánchez (Eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 7. 496 p.
- Ramos-Miranda J., L. Quiniou, D. Flores-Hernández, T. Do Chi, L. Ayala-Pérez, y A. Sosa-López, 2005. Spatial and temporal changes in the nekton in Terminos Lagoon Campeche, México. *Journal of Fish Biology*, 66(2): 513-530.
- Ramos-Miranda J., L. Ayala-Pérez, y F. Arreguín-Sánchez, 2005a. Caracterización ecológica, biológica, pesquera y social del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* de la costa sur del golfo de México. SISIERRA 20020202. Informe final. 255p.
- Ramos-Miranda J., K. Bejarano-Hau, D. Flores-Hernández, y L.A. Ayala-Pérez. 2009. Growth, mortality, maturity, and recruitment of the star drum (*Stellifer lanceolatus*) in the southern Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas*, 35(3): 245-257.
- Reséndez, M.A., 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras en el Golfo de México y Mar Caribe (1976-1978). *An. Inst. Biol. Ser. Zoología*, 50:633-646.
- Reséndez, M.A. 1981a. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. I. *Biótica*, 6:239-291.
- Reséndez, M.A., 1981b. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. II. *Biótica*, 6:345-430.

- Sánchez-Gil, P., A. Yáñez-Arancibia, M. Tapia, J.W. Day, Ch.A. Wilson, y J.H. Cowan Jr., 2008. Ecological and biological strategies of *Etropus crossotus* and *Citharichthys spilopterus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae) related to the estuarine plume, Southern Gulf of México. *Journal of Sea Research*, 59: 173-185.
- SEMARNAP, 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, México. SEMARNAP. México. 166 p.
- SEMARNAT, 2002. 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. Diario Oficial de la Federación 2002, 1-153.
- Toral, S., y M.A. Reséndez, 1974. Los ciclidos (Pisces: Perciformes) de la laguna de Términos y sus afluentes. *Rev. Biol. Trop.*, 21: 254-274.
- Valiela I., 1995. *Marine Ecological Processes*. 2nd. ed. Springer. New York. 686 p.
- Vera-Herrera, F., J.L. Rojas-Galaviz, C. Fuentes Yaco, L. Ayala Pérez, H. Álvarez-Guillén, y C. Coronado Molina, 1988. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada. Cap. 4, p. 51-88. En: A. Yáñez-Arancibia y J.W. Day, Jr. (eds.). *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria. 418 p.
- Yáñez-Arancibia, A., y P. Sánchez-Gil, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. 1. Caracterización ambiental, ecológica y evaluación de las especies y comunidades. *Anales del Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Publ. Esp.*, 9: 230 p.
- Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, H. Álvarez-Guillén, G. Soberón-Chávez, y J.W. Day Jr., 1988. Dinámica de las comunidades neotónicas costeras en el sur del Golfo de México. Cap. 19, p. 357-380 En: A. Yáñez-Arancibia y J.W. Day Jr. (eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos*. Ins. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México. D.F. 418 p.
- Yáñez-Arancibia, A., y A. L. Lara-Domínguez, 1988. Ecology of three sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem-Southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 49:215-230,
- Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil, y A. L. Lara-Domínguez, 1985. Inventario evaluativo de los recursos de peces marinos del Sur del Golfo de México: Los recursos actuales, los potenciales reales y perspectivas. p. 225-274 En: A. Yáñez-Arancibia (ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. Alimentos. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Instituto Nacional de Pesca. 748 p.

Peces de agua dulce

*Juan Jacobo Schmitter-Soto,
María Eugenia Vega-Cendejas
e Ivette Liliana Torres-Castro*

INTRODUCCIÓN

Los peces son vertebrados acuáticos poiquilotermos, de respiración generalmente branquial durante toda su vida. Cuando presentan escamas en su piel, se trata de escamas de origen dérmico, cubiertas por una capa de moco. Usualmente poseen aletas. Carecen de extremidades. A los cinco sentidos de los otros vertebrados suman uno más, el sentido de la línea lateral, el cual les permite percibir movimientos en el agua.

Entre los peces óseos, algunas especies son vivíparas (*e.g.* los poecílidos), pero la mayoría son ovíparas; por el contrario, la mayoría de los peces cartilagosos dan a luz vivas a sus crías. Su ciclo de vida puede transcurrir enteramente en agua dulce, o bien por completo en el mar, pero hay especies que migran entre ambos medios, ya sea para desovar en las cabeceras de los ríos (catádomos) o para desovar en el mar (anádomos). La mayoría opta por producir una gran cantidad de huevos y liberarlos al ambiente, pero los hay que presentan cuidado parental (por ejemplo, los ciclidos).



Foto: Humberto Bahena.

Cryptoheros chetumalensis Schmitter-Soto.

Los hábitats dulceacuícolas son muy ricos en biodiversidad, pero quizá más relevante sea el hecho de que resultan claves para el sostenimiento de otros sistemas. Los agujajes permiten la reproducción de los anfibios, pero también son indispensables para el resto de la biota terrestre. En la interfase tierra-mar, los manglares y otros humedales costeros son sitios de anidación y crianza para las especies marinas.

Puesto que los embalses continentales reciben energía y materia del medio terrestre circundante, resultan muy vulnerables a la contaminación por arrastre de residuos tóxicos, materia orgánica en exceso, entre otros.

DIVERSIDAD

La ictiofauna neotropical es un componente extremadamente rico de la ictiofauna dulceacuícola mundial, con alrededor de 6 000 especies de un total de 13 000 (Reis *et al.*, 2003). Sin embargo, muchas de las áreas del Neotrópico todavía no han sido ictiológicamente exploradas, por lo que es probable que este número se incremente.

En particular, el estado de Campeche está conformado por una mezcla de selvas altas y medianas, con selvas bajas temporalmente sujetas a inundación y vegetación acuática (Instituto de Ecología, 2000). Esta heterogeneidad ambiental le confiere una gran riqueza de peces en ambientes lagunares-estuarinos, afloramientos, petenes y aguadas, así como una extensa plataforma continental, conocida como la sonda de Campeche. Sin embargo, el estudio de los peces dulceacuícolas ha sido poco abordado, principalmente por las dificultades inherentes en el muestreo al estar muchas de las aguadas y cuerpos de agua dulceacuícolas en zonas de poca accesibilidad.

* Esta especie es considerada por numerosos autores, *e.g.* Miller *et al.* (2009), como *Rhamdia guatemalensis*

Tabla 1. Lista de peces registrados en ambientes dulceacuícolas de Campeche.

LEPISOSTEIDAE 1. <i>Atractosteus tropicus</i> Gill, 1863.	ELOPIDAE 2. <i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766.
MEGALOPIDAE 3. <i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847.	ENGRAULIDAE 4. <i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758). 5. <i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes, 1848).
CLUPEIDAE 6. <i>Dorosoma anale</i> Meek, 1904. 7. <i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867).	CHARACIDAE 8. <i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860). 9. <i>Astyanax altior</i> Hubbs, 1936. 10. <i>Hyphessobrycon compressus</i> (Meek, 1904).
ARIIDAE 11. <i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904).	HEPTAPTERIDAE 12. <i>Rhamdia quelen</i> * (Quoy & Gaimard, 1824).
FUNDULIDAE 13. <i>Fundulus grandissimus</i> Hubbs, 1936. 14. <i>Lucania parva</i> (Baird & Girard, 1955).	CYPRINODONTIDAE 15. <i>Cyprinodon artifrons</i> Hubbs, 1936. 16. <i>Floridichthys polyommus</i> Hubbs, 1936. 17. <i>Garmanella pulchra</i> Hubbs, 1936.
APLOCHEILIDAE 18. <i>Rivulus tenuis</i> Meek, 1904.	POECILIIDAE 19. <i>Belonesox belizanus</i> Kner, 1860. 20. <i>Carlhubbsia kidderi</i> (Hubbs, 1936). 21. <i>Gambusia sexradiata</i> Hubbs, 1936. 22. <i>Gambusia yucatanana</i> Regan, 1914. 23. <i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848). 24. <i>Phallichthys fairweatheri</i> Rosen y Bailey, 1959. 25. <i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863. 26. <i>Poecilia petenensis</i> (Günther, 1866). 27. <i>Poecilia velifera</i> (Regan, 1914). 28. <i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel, 1848. 29. <i>Xiphophorus maculatus</i> (Günther, 1866).
MUGILIDAE 30. <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758. 31. <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836.	ATHERINOPSIDAE 32. <i>Atherinella alvarezi</i> (Díaz-Pardo, 1972). 33. <i>Atherinella schultzi</i> (Álvarez y Carranza, 1952). 34. <i>Atherinella</i> sp.
HEMIRAMPHIDAE 35. <i>Chriodorus atherinoides</i> Goode & Bean, 1882.	BELONIDAE 36. <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792).

Tabla 1 (continuación). Lista de peces registrados en ambientes dulceacuícolas de Campeche.

SYNBRANCHIDAE 37. <i>Ophisternon aenigmaticum</i> Rosen y Greenwood, 1976.	CENTROPOMIDAE 38. <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792).
LUTJANIDAE 39. <i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758).	GERREIDAE 40. <i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1840. 41. <i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855. 42. <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy y Gaimard, 1824). 43. <i>Eugerres mexicanus</i> (Steindachner, 1863). 44. <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792).
CICHLIDAE 45. ' <i>Cichlasoma</i> ' <i>aguadae</i> Hubbs, 1936. 46. ' <i>Cichlasoma</i> ' <i>salvini</i> (Günther, 1862). 47. ' <i>Cichlasoma</i> ' <i>urophthalmus</i> (Günther, 1862). 48. <i>Amphilophus robertsoni</i> (Regan, 1905). 49. <i>Cryptoheros chetumalensis</i> Schmitter-Soto, 2007. 50. <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852). 51. <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758). 52. <i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864). 53. <i>Parachromis friedrichsthalii</i> (Heckel, 1840). 54. <i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867). 55. <i>Petenia splendida</i> Günther, 1862. 56. <i>Rocio octofasciata</i> (Regan, 1903). 57. <i>Thorichthys affinis</i> (Günther 1862). 58. <i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864). 59. <i>Thorichthys meeki</i> (Brind, 1918). 60. <i>Thorichthys pasionis</i> (Rivas, 1962). 61. <i>Vieja argentea</i> Allgayer, 1991. 62. <i>Vieja bifasciata</i> (Steindachner, 1864). 63. <i>Vieja heterospila</i> (Hubbs, 1936). 64. <i>Vieja pearsei</i> (Hubbs, 1936). 65. <i>Vieja synspila</i> (Hubbs, 1935).	ELEOTRIDAE 66. <i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792). 67. <i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1788). 68. <i>Gobiomorus dormitor</i> Lacepède, 1800.
GOBIIDAE 69. <i>Lophogobius cyprinoides</i> (Pallas, 1770).	SPHYRAENIDAE 70. <i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum, 1792).
ACHIRIDAE 71. <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758).	TETRAODONTIDAE 72. <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758).

Los estudios realizados en aguas continentales campechanas (Vega-Cendejas y Hernández, 2004; Miller *et al.*, 2009) reportan 54 especies de peces, cifra que probablemente subestima el número de peces marinos capaces de penetrar al medio dulceacuícola (tabla 1). Las familias más diversas son las mojarras de agua dulce (Cichlidae) y los topotes y espadas (Poeciliidae), con 19 y 11 especies, respectivamente. También se tiene el registro en la Reserva de la Biosfera de Calakmul de una nueva especie de la familia Atherinidae (*Atherinella* sp. 1), actualmente en descripción por el Dr. Chernoff (Greenfield y Thomerson, 1997). En los petenes (Hampolol y Remate) se conocen 27 especies, con una dominancia en abundancia y biomasa del género *Astyanax* (Torres-Castro *et al.*, 2009).

DISTRIBUCIÓN

La distribución de los peces dulceacuícolas no es homogénea. Numerosas especies sólo se encuentran en el sur, por ejemplo, la mojarra de la pasión (*Thorichthys pasionis*) y la espada sureña (*Xiphophorus maculatus*). No se conocen endemismos en las aguas interiores de Campeche, con la posible excepción de "*Cichlasoma*" *aguadae*, especie considerada diferente de "*C.*" *urophthalmus* por Barrientos-Medina (2004).

Si bien Campeche no tiene especies endémicas de peces dulceacuícolas, algunos de sus hábitats acuáticos son notables y deben ser objeto de atención especial. Entre ellos se cuentan los petenes, definidos como "islas" de vegetación arbórea tropical, centradas en torno de manantiales e inmersas en amplias zonas palustres. Se distribuyen en todo el borde de la península de Yucatán, pero son particularmente abundantes en el noroeste de Campeche. Debido a su importancia ecológica, la región de Los Petenes de Campeche fue declarada Reserva de la Biosfera en 1999.

IMPORTANCIA

En el medio dulceacuícola, la tilapia (*Oreochromis* spp.) es al mismo tiempo un recurso y, como pez exótico, un problema ambiental. El éxito de la tilapia como recurso se debe a su fecundidad y la alta sobrevivencia de sus larvas, además de su rápido crecimiento en biomasa y su tolerancia a condiciones ambientales cambiantes y extremas. Desgraciadamente, la tilapia es responsable de impactos ecológicos severos en ambientes naturales debido a la remoción de sedimento, la utilización de recursos alimenticios y el desplazamiento y extinción de especies nativas o endémicas. En densidad elevada pueden incluso estropear las aguas a través de sus deyecciones, por eutrofización.

En las zonas costeras y afluentes de agua dulce se encuentran también mojarra nativas, como la bocona o tenguayaca (*Petenia splendida*), que proveen de proteína a las comunidades rurales. Otras especies son de interés en el comercio acuarístico, entre ellas el cola de espada (*Xiphophorus hellerii*) o las mojarritas del género *Thorichthys*, comunes en la región de Calakmul-Silvituc.

La importancia cultural de los peces de agua dulce de Campeche se hace patente al pensar en lo que sería vivir, o simplemente visitar, el río Champotón o por los tributarios de la laguna de Términos sin su abundante ictiofauna. La pesca ribereña en estos ambientes no siempre es económicamente significativa, pero sí es una actividad tradicional de gran relevancia. Historiadores del siglo XIX cuentan que la gran diversidad y cantidad de peces “hacía imposible el hambre”. La presencia de peces en la iconografía y mitología mayas demuestra que esta importancia económico-cultural es todavía más antigua.



Foto: Humberto Bahena, ECOSUR.

Cichlasoma urophthalmus Günther.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

En la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2002) se incluyen siete especies de peces campechanos. Afortunadamente ninguno de ellos enfrenta un peligro de extinción, pero tres están en la categoría de amenazados: topote de aleta grande (*Poecilia velifera*) y peces sierra (*Pristis* spp.) y cuatro se hallan sujetos a protección especial, tres caballitos de mar (*Hippocampus* spp.) y el bagre de cenote (*Rhamdia guatemalensis*).

No obstante, es preciso aclarar que se han propuesto correcciones y adiciones a esta norma (Schmitter-Soto *et al.*, 2006). En Campeche falta por incluirse al menos la sardinita yucateca (*Astyanax altior*) y en la obra citada se ha sugerido excluir al bagre de cenote, el cual en realidad no enfrenta riesgo alguno, dada su amplia distribución y gran abundancia.

La principal amenaza para los peces campechanos es la introducción de especies exóticas. La tilapia (*Oreochromis mossambicus*) ha causado ya la virtual extinción del cachorrito boxeador (*Cyprinodon simus*) en la laguna de Chichancanab (Fuselier, 2001), probablemente por depredación directa sobre las crías, en el vecino estado de Quintana Roo, y se ha encontrado en localidades delicadas en Campeche, entre ellas el petén Hampolol (Torres-Castro *et al.*, 2009). Además, el uso recreativo de estas áreas, como en el caso del petén El Remate, podría representar una amenaza para su biodiversidad, en caso de verse acompañado de alteraciones de la vegetación ribereña o contaminación.

Otra fuente de preocupación es la destrucción de hábitat y la extracción de agua de las aguadas. Es reconocido el valor del ecosistema de manglar y de las zonas de pastos como áreas de crianza y protección de estadios juveniles de diversas especies marinas de importancia comercial. De hecho, existe una relación muy estrecha entre el área que

cubren estos sistemas y la producción de recursos pesqueros como el pargo mulato (*Lutjanus griseus*) y las lisas y lisetas (*Mugil* spp.), así como a los dulceacuícolas que allí abundan, como *Poecilia velifera* (Blaber, 1997). Esta especie de moli es particularmente abundante en la parte norte del estado, donde el paisaje ha sido modificado por la construcción de la carretera Tankuché-Isla Arena, y la cual a su vez ha ocasionado la fragmentación del petén El Remate.

A pesar de que cada vez existe un mayor interés en la protección y conservación de los recursos en el estado, la contaminación de las aguas costeras por el mal manejo de los desechos residuales, la fragmentación del hábitat y la modificación del entorno por la construcción de bordos o carreteras, la tala de manglar, relleno de áreas y destrucción de dunas costeras, son problemas que van en aumento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es urgente proscribir el cultivo extensivo o semi-intensivo (jaulas flotantes) de tilapia, en especial en lugares aledaños a las áreas de reserva ecológica, debido a las posibilidades de su dispersión con el efecto negativo que eso conlleva, así como realizar monitoreos y registro de su distribución y abundancia en los diversos sistemas acuáticos del Estado. También se requiere cumplir y hacer cumplir la ley que protege los manglares u otros hábitat costeros esenciales para el desarrollo y conservación de la ictiofauna dulceacuícola. Sólo de esta manera aseguraremos al mismo tiempo la biodiversidad de los peces y el bienestar de los seres humanos.

REFERENCIAS

- Barrientos Medina, R. C., 2004. Diversidad de mojarra (Teleostei: Cichlidae) en el suroeste de Campeche, México, p. 235-249. En: M.L. Lozano-Vilano y A.J. Contreras-Balderas (eds.), Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina: un ictiólogo mexicano. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Blaber, S. J. M., 1997. Fish and fisheries of tropical estuaries. Chapman & Hall, Londres. 367 p.
- Fuselier, L., 2001. Impacts of *Oreochromis mossambicus* (Perciformes: Cichlidae) upon habitat segregation among cyprinodontids (Cyprinodontiformes) of a species flock in Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 49(2): 647-656.
- Greenfield, W. D., y J. E. Thomerson, 1997. Fishes of the Continental Waters of Belize. University Press of Florida, Gainesville. 311 p.
- Instituto Nacional de Ecología, 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Instituto Nacional de Ecología. México. 268 p.
- Miller, R. R., W. L. Minckley, y S. M. Norris, 2009. Peces dulceacuícolas de México. CONABIO, SIMAC, ECOSUR, DFC, México D.F. 559 p.
- Reis, E. R., S. O. Kullander, y C. J. Ferraris Jr. (eds), 2003. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, São Paulo. 742 p.
- Schmitter-Soto, J. J., R. Rodiles-Hernández, M. E. Valdez-Moreno, y D. A. Hendrickson, 2006. Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM-059. Proyecto CK001, informe final. CONABIO/ECOSUR, Chetumal. 117 p.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial, 6 marzo 2002, 1-85. México.
- Torres-Castro, I. L., M. E. Vega-Cendejas, J. J. Schmitter-Soto, G. Palacio-Aponte, y R. Rodiles-Hernández, 2009. Ictiofauna de sistemas cárstico-palustres con impacto antrópico: los petenes de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2): 141-157.
- Vega-Cendejas, M. E., y M. Hernández de Santillana, 2004. Los peces de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche. Conservation International/ CINESTAV-IPN, Mérida. 104 p.

Estudio de caso: los peces de la Reserva de Calakmul

Ma. Eugenia Vega-Cendejas

Diversidad

El componente ictiofaunístico en la Reserva de la biosfera de Calakmul (RBC) es poco conocido y ha sido recientemente explorado (tabla 1). Su extensa amplitud (723 184 ha), amplia cobertura vegetal y poca accesibilidad para llegar a los cuerpos de agua incluyendo la ausencia de caminos o veredas han sido factores que lo han determinado. Durante los períodos 2001-2002 y 2003-2004 se realizaron esfuerzos enfocados al estudio de este componente en la RBC por lo que se ha logrado caracterizar la ictiofauna en 77 sistemas que incluyen aguadas, pozas, afloramientos y arroyos con diversos tipos de impacto como extracción y uso humano (10 aguadas), ganadero (1) y cultivo de especies exóticas (2). Se registraron 34 especies de peces dulceacuícolas y tres que se identificaron a nivel de género están bajo revisión taxonómica (*Astyanax* sp. 1, *Poecilia* cf. *teresae* y *Atherinella* sp.1) (Vega-Cendejas *et al.*, 2004). Las familias Poeciliidae y Characidae comprenden cerca del 93% del número total de individuos, mientras que la familia Cichlidae es la más diversa (14). Por el contrario Hep-



Foto: Ma. Eugenia Vega-Cendejas, CINVESTAV-Mérida.

Cuerpo de agua de naturaleza permanente ubicado en la Reserva de Calakmul, Campeche: Civalito (17°53'- 89°16').

tapteridae, Atherinidae y Symbranchidae están representadas por una especie cada una. Dentro de las especies más representativas por su abundancia se encuentran el gupi o guayacón del sureste (*Gambusia sexradiata*), la sardinita (*Astyanax aeneus*) y el topote (*Poecilia mexicana*). Por el contrario, el pez conocido como plateadito (*Atherinella* sp. 1), la mojarra amarilla (*Thorichthys helleri*) y la especie exótica de la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus*) se caracterizan por su baja abundancia y ocurrencia. Considerando su dominancia en número, peso y ocurrencia, las tres primeras especies junto con el juil (*Rhamdia quelen*)* y el topote lacandón (*Poecilia petenensis*) comprenden más del 60% del total de las especies.

* Esta especie es considerada por numerosos autores, e.g. Miller *et al.* (2009), como *Rhamdia guatemalensis*

Tabla 1. Listado de las especies de peces registradas en la Reserva de Calakmul, Campeche (Vega-Cendejas y Hernández, 2004).

Orden	Familia	Especie
Clupeiformes.	Clupeidae.	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867).
		<i>Dorosoma anale</i> Meek, 1904.
Characiformes.	Characidae.	<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860).
		<i>Astyanax altior</i> Hubbs, 1936.
		<i>Astyanax</i> sp.
		<i>Hyphessobrycon compressus</i> (Meek, 1904).
Siluriformes.	Heptapteridae.	<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824).
Atheriniformes.	Atherinopsidae.	<i>Atherinella</i> sp 1.
Cyprinodontiformes.	Poeciliidae.	<i>Belonesox belizanus</i> Kner, 1860.
		<i>Gambusia sexradiata</i> Hubbs, 1936.
		<i>Gambusia yucatanana</i> Regan, 1914.
		<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863.
		<i>Poecilia petenensis</i> Günther, 1866.
		<i>Poecilia cf. teresae</i> .
		<i>Phallichthys fairweatheri</i> Rosen & Bailey, 1959.
		<i>Xiphophorus hellerii</i> Heckel, 1848.
		<i>Xiphophorus maculatus</i> (Günther, 1866).
		<i>Heterandria bimaculata</i> (Heckel, 1848).
		<i>Carlhubbsia kidderi</i> (Hubbs, 1936).

Distribución

La distribución de los peces en la Reserva no es homogénea. La mojarra boca de fuego (*Thorichthys meeki*) se distribuye ampliamente en la Reserva (48 sitios), pero con una mayor abundancia en la frontera con Guatemala. La sardinita yucateca (*Astyanax altior*) se encuentra a menudo simpátrica con la sardinita conocida como pepesca (*Astyanax aeneus*), quien se registró en 18 localidades, mientras que el gupi (*Gambusia yucatanana*) sólo se registró en el centro de la RBC (Xpujil) y *Atherinella* sp.1 en la zona núcleo. *Astyanax aeneus* mostró la más amplia distribución

Tabla 1 (continuación). Listado de las especies de peces registradas en la Reserva de Calakmul, Campeche (Vega-Cendejas y Hernández, 2004).

Orden	Familia	Especie
Synbranchiformes.	Synbranchidae.	<i>Ophisternon aenigmaticum</i> Rosen & Greenwood, 1976.
Perciformes.	Cichlidae.	<i>Amphilophus robertsoni</i> (Regan, 1905).
		<i>Cryptoheros chetumalensis</i> Schmitter-Soto, 2007.
		" <i>Cichlasoma</i> " <i>salvini</i> (Günther, 1862).
		" <i>Cichlasoma</i> " <i>uropthalmus</i> (Günther, 1862).
		<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852).
		<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758).
		<i>Parachromis friedrichsthalii</i> (Heckel, 1840).
		<i>Petenia splendida</i> Günther, 1862.
		<i>Rocio octofasciata</i> (Regan, 1903).
		<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864).
		<i>Thorichthys meeki</i> Brind, 1918.
<i>Thorichthys affinis</i> (Günther, 1862).		
<i>Vieja heterospila</i> (Hubbs, 1936).		
<i>Vieja synspila</i> (Hubbs, 1935).		



Foto: Ma. Eugenia Vega-Cendejas, CINVESTAV-Mérida.

Astyanax altior.

(88.6% ocurrencia), seguido por el *Poecilia mexicana* (79.7%). Por el contrario, la anguila falsa (*Ophisternon aenigmaticum*) y la tilapia *Oreochromis mossambicus* fueron registrados en la localidad San Roman y El Porvenir, y el guayacón yucateco (*Gambusia yucatanana*) en Gasolinera Xpujil, La Moza. De todas las localidades, la mayoría están caracterizadas por una baja e intermedia riqueza de especies (8 especie en promedio), con algunas de ellas mostrando una baja equitatividad, lo que indica que una o dos especies son numéricamente dominantes.

Importancia

La RBC es una de las áreas protegidas mexicanas de mayor extensión y de gran riqueza biológica. Su importancia en términos de biodiversidad, radica en la heterogeneidad de hábitats conformada por diferentes tipos de selva (alta, mediana) y abundante vegetación acuática, así como alrededor de 1 354 sistemas de agua dulce, aproximadamente 1.87 por hectárea (García-Gil, 1991). Estos ambientes son conocidos con el nombre de bajos inundables (BI) y en maya como *ak'alches*,

que se refiere a depresiones del terreno inundadas temporal o permanentemente, más o menos amplias y arboleadas (Duch, 1991). El término incluye interacciones hidrológicas y bióticas, por lo que es un concepto ideográfico integral (Palacio *et al.*, 2002).

Situación, amenazas y acciones de conservación

Actualmente la Reserva presenta un incremento poblacional con el consecuente uso de sus recursos. La extracción del agua de las aguadas, la desecación natural de muchas de ellas, así como la introducción de especies exóticas como la tilapia, *Oreochromis mossambicus* y *O. niloticus*, son los principales problemas a enfrentar. Adicionalmente al ser estos ambientes la única fuente de agua para las comunidades, su nivel de uso depende de las necesidades intrínsecas de los pobladores de la región. Por esto, es importante caracterizar la biota y evaluar la función ecológica de los afloramientos, BI y aguadas como hábitat y centro de dispersión de especies al funcionar la Reserva como un corredor biológico natural entre las subprovincias Yucateca (Península de Yucatán y Caribe) y Peten (Barrera, 1962; Stuart, 1964). El conocimiento de la estructura de la comunidad de peces en estos ambientes de naturaleza temporal y permanente es de importancia en la elaboración de los planes de manejo de la RBC y en la incorporación de las decisiones para la conservación de sus recursos biológicos.

Conclusiones y recomendaciones

Se sugiere realizar un seguimiento de la abundancia y distribución de las especies exóticas de tilapia en los sistemas acuáticos localizados en las zonas núcleo y buffer de la Reserva, así como acciones para su control poblacional o erradicación. Este problema resulta una amenaza para los sistemas acuáticos y para las especies nativas. Los daños relativos a su presencia en los ambientes acuáticos incluyen desequilibrios ecológicos, cambios en la composición de especies y estructura

trófica, desplazamientos de especies nativas, pérdida de biodiversidad genética y transmisión de enfermedades (Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos, 1984). Otro problema que se observó durante el desarrollo de este estudio fue la falta de educación en lo que se refiere al cuidado del agua. Por lo que se sugiere la realización de campañas sobre el valor del recurso hídrico y biológico, resaltando el valor ecológico de la ictiofauna y de la calidad del agua para su uso y conservación, además de monitoreos periódicos de los sitios caracterizados por la presencia de especies con baja ocurrencia y abundancia.

Agradecimientos

Se agradece a Mirella Hernández su apoyo incondicional en el campo y laboratorio, así como a los estudiantes de licenciatura y maestría que desarrollaron su investigación a través de los proyectos financiados por CONABIO y Conservation International. De manera especial se reconoce al Dr. Steven Norris su asesoría en la identificación y revisión de las especies de la familia Cichlidae.



Foto: Centro EPOMEX, UAC.

Referencias

- Barrera, M. A., 1962. La Península de Yucatán como Provincia Biótica. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 71-105.
- Contreras-Balderas, S., y M.A. Escalante-Cavazos, 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. p. 102-130 In: W. R. Courtenay Jr. and J.R. Stauffer Jr (eds.). *Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes*. Johns Hopkins U. Press, Baltimore MD. 430 p.
- Duch, GJ., 1991. Fisiografía del estado de Yucatán. Su relación con la agricultura. Univ. Autón. Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán, División de Ciencias Forestales, Texcoco, Mexico. 229 p.
- García-Gil, G., 1991. Elaboración de cartografía temática y base geográfica de datos para la zona de Calakmul, Campeche. Informe Técnico. PRONATURA, Península de Yucatán, A. C. 21 p.
- Palacio AG., R. Noriega, y O. Zamora, 2002. Caracterización físico-geográfica del paisaje conocido como "Bajos Inundables". El caso del Area Natural Protegida Balamkín, Campeche. *Investigaciones Geograficas*, 49: 57-73
- Stuart, L. C., 1964. Fauna of Middle America. p. 316-363. In: R. C. West (ed.). *Handbook of Middle American Indians*. Univ. Texas, Austin
- Vega-Cendejas, M.E., y M. Hernández de Santillana, 2004. Los peces de la reserva de la biosfera de Calakmul, Campeche. *Conservation International/CINVESTAV-IPN*, Mérida. 104 p.

Anfibios

*José Rogelio Cedeño Vázquez,
Romel René Calderón Mandujano,
Ernesto Eduardo Perera Trejo
y Oscar Gustavo Retana Guiascón*

INTRODUCCIÓN

La clase Amphibia (del griego Amphi = dos; Bios = vida), comprende a aquellos animales vertebrados cuyo ciclo de vida se caracteriza por presentar dos etapas: una larval y otra adulta, la primera se realiza generalmente en el agua y la segunda es terrestre aunque hay excepciones. Los anfibios aparecieron en la tierra hace aproximadamente 370 millones de años, actualmente existen más de seis mil especies agrupadas en tres órdenes: 1) Apoda, que comprende organismos sin patas, de cuerpo vermiforme y hábitos excavadores denominados comúnmente cecilias; 2) Caudata, que incluye a los ajolotes, tritones y salamandras. Se caracterizan por presentar cola; y 3) Anura, representado por ranas y sapos (Duellman y Trueb, 1986). La mayoría de los anfibios son de talla pequeña y hábitos nocturnos. Su piel es lisa ya que no se forma ningún tipo de estructuras tegumentarias (escamas, pelos, etc.); no obstante, está provista de glándulas secretoras de mucosidades que les permite mantener la piel húmeda para efectuar la función respiratoria, en ciertas especies es frecuente el desarrollo de glándulas venenosas.

Su reproducción ocurre principalmente durante la época de lluvias, el desarrollo de la mayoría es de tipo ovíparo y ponen sus huevos en el agua o en ambientes húmedos. De estos emergen pequeñas crías en estado larvario que vivirán por un tiempo en el medio acuático hasta experimentar una metamorfosis, en la que pierden sus branquias y desarrollan pulmones y extremidades para llevar una vida terrestre. No obstante, algunas salamandras y ranas son vivíparas, y sus crías nacen con la forma de un adulto en miniatura (Duellman y Trueb, 1986).

Desde hace unas décadas, muchas especies de anfibios se encuentran en franca desaparición por la reducción de sus poblaciones en vida silvestre (Morrell, 2001; Young *et al.*, 2004). Esto se debe a que los anfibios son especialmente vulnerables a las perturbaciones; el hecho

de depender del medio acuático para su reproducción y su respiración a través de la piel, los hace extremadamente sensibles (Netting, 2000), lo que ha llevado a considerarlos indicadores de la salud ambiental.

DIVERSIDAD

México ocupa el cuarto lugar mundial en diversidad de anfibios con 361 especies (Flores-Villela y Canseco-Marquez, 2004), que representan el 6% de las 6 091 descritas a nivel mundial (Frost, 2007). Conforme a los datos más recientes (Lee, 1996; Calderón *et al.*, 2003; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2006) en Campeche existen 21 de las 22 especies que habitan en la parte mexicana de la península de Yucatán (Lee, 1996), lo que corresponde al 5.8% del total nacional. Éstas se encuentran representadas en dos órdenes, ocho familias y 16 géneros (tabla 1). La familia Hylidae conformada por ranas arborícolas es la más diversa (siete géneros y nueve especies). Únicamente la rana cabeza de casco (*Tripriion petasatus*) y la salamandra lengua de hongo (*Bolitoglossa yucatanana*), cuya área de distribución llega hasta Campeche se ubican como especies endémicas de la península de Yucatán.

DISTRIBUCIÓN

La ubicación de Campeche en la península de Yucatán le confiere un gradiente de humedad norte-sur, determinado por la cantidad de lluvia y la estacionalidad de la misma (Vidal-Zepeda, 2005). Estas condiciones de humedad determinan la biodiversidad de anfibios en esta región. La base del estado alberga a las 21 especies registradas; de éstas, 19 se ubican en las selvas húmedas del sur y sólo 12 especies, cuya distribución es amplia, ocupan la porción más seca en la parte norte. Tres de los cuatro patrones de distribución de los anfibios que han sido identificados en la península de Yucatán (Galindo-Leal, 2003), se presentan en Campeche: 1) 12 especies tienen distribución

Tabla 1. Lista taxonómica de anfibios del estado de Campeche. El arreglo taxonómico y la nomenclatura de los Órdenes, Familias, Géneros y Especies se realizó de acuerdo con Frost (2007). Las abreviaturas de las columnas son las siguientes: NOM-059-SEMARNAT-2001: Pr= Sujeta a Protección especial; se indican en este campo dos especies con distribución restringida a la península de Yucatán (E= Endémica). IUCN: LC= Preocupación menor (least concern, por sus siglas en inglés).

Clase Amphibia			
Orden Anura		NOM	IUCN
Familia Bufonidae.	<i>Chaunus marinus.</i>		LC
	<i>Ollotis valliceps.</i>		LC
Familia Hylidae.	<i>Agalychnis callidryas.</i>		LC
	<i>Dendropsophus ebraccatus.</i>		LC
	<i>Dendropsophus microcephalus.</i>		LC
	<i>Scinax staufferi.</i>		LC
	<i>Smilisca baudini.</i>		LC
	<i>Tlalocohyla loquax.</i>		LC
	<i>Tlalocohyla picta.</i>		LC
	<i>Trachycephalus venulosus.</i>		LC
	<i>Tripriion petasatus.</i>	Pr, E	LC
Familia Leiuperidae.	<i>Engystomops pustulosus.</i>		LC
Familia Leptodactylidae.	<i>Leptodactylus fragilis.</i>		LC
	<i>Leptodactylus melanonotus.</i>		LC
Familia Microhylidae.	<i>Gastrophryne elegans.</i>	Pr	LC
	<i>Hypopachus variolosus.</i>		LC
Familia Ranidae.	<i>Lithobates brownorum.</i>	Pr	LC
	<i>Lithobates vaillanti.</i>		LC
Familia Rhinophrynidae.	<i>Rhinophrynus dorsalis.</i>	Pr	LC
Orden Caudata			
Familia Plethodontidae.	<i>Bolitoglossa mexicana.</i>	Pr	LC
	<i>Bolitoglossa yucatanana.</i>	Pr, E	LC



Foto: Ernesto Perera, UAC.

Rana cabeza de casco (*Triprion petasatus*), suele refugiarse en las oquedades de los troncos, tapando la entrada con su cabeza.



Foto: Humberto Bahena, ECOSUR.

Salamandra lengua de hongo (*Bolitoglossa yucatanana*), habita en las selvas húmedas de la parte sur del Estado.

amplia y al parecer sus poblaciones ocupan todo el estado; 2) siete especies, la mayoría de la familia Hylidae están restringidas a la selva húmeda de la parte sur; y 3) dos especies sólo se han registrado en el extremo sur, donde se recibe la mayor cantidad de lluvia. Las ranas de la familia Hylidae (e.g. *Triprion petasatus*) y las salamandras (e.g. *Bolitoglossa yucatanana*), ocupan el estrato arbóreo y durante periodos de sequía prolongados es común que varias especies se refugien entre las hojas de las bromelias epífitas debido a que entre estas se acumula el agua de lluvia, manteniendo un microhábitat confortable (Galindo-Leal *et al.*, 2003). El resto de la especies son de hábitos terrestres y/o excavadores.

IMPORTANCIA

Los anfibios consumen una amplia variedad de invertebrados, principalmente insectos, por lo que ocupan un lugar importante en la cadena trófica, ya que además sirven como alimento a otros animales como aves, murciélagos y serpientes. Es por ello que juegan un papel fundamental en el flujo de energía y reciclaje de nutrientes en los ecosistemas.

Varias de las especies más abundantes poseen potencial económico ya sea por su uso como mascotas u ornato (preparados y montados en forma artesanal) o como fuente de alimento. Actualmente para Cam-

peche se sabe que en algunas comunidades de Calakmul se consume como alimento la rana *Lithobates brownorum*, y del uso del sapo común (*Ollotis valliceps*) para elaborar artesanías (Cedeño-Vázquez *et al.*, 2006).

Culturalmente, el sapo gigante *Chaunus marinus* y la rana uo (*Rhinophrynus dorsalis*) están vinculados con la cosmología maya, ésta última está asociada con el culto a la lluvia de los Mayas de la península de Yucatán. Existe una ceremonia para llamar a *Chaac* (dios maya de la lluvia) donde se instala una mesa con comida y en cada esquina de la mesa se pone un(a) niño(a) a cantar como algún anfibio durante el día, cuenta la tradición que al atardecer caerá la lluvia (Calderón-Mandujano *et al.*, en prensa).

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Los estudios realizados a la fecha, evidencian la vulnerabilidad de algunas especies a reducir sus poblaciones ante la perturbación y fragmentación de hábitats (Calderón-Mandujano, 2006). En la lista de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2007), todas las especies que habitan en el estado se ubican en la categoría de “preocupación menor”. En el ámbito nacional, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT, seis se hallan sujetas a protección especial (SEMARNAT, 2001), incluidas *Triprion petasatus* y *Bolitoglossa yucatanana*.

Los impactos causados por los fenómenos naturales (huracanes, incendios forestales, etc.), alteran las condiciones de los ecosistemas, y para los anfibios éstos pueden significar una seria amenaza al producir cambios drásticos a nivel de hábitat o microhábitat. En Campeche varias especies de anfibios están asociadas a sistemas poco perturbados, en especial a las selvas maduras, por lo que las actividades agropecuarias y forestales no ordenadas que se conduzcan a la destrucción



Foto: Rogelio Cedeño, Instituto Tecnológico de Chetumal.

La rana uo (*R. dorsalis*), es uno de los anfibios que los mayas asociaron al culto de la lluvia.



Foto: Rogelio Cedeño, Instituto Tecnológico de Chetumal.

La rana arbórea mexicana (*Smilisca baudini*), es una de las más comunes de ver y escuchar en la temporada lluviosa.

del hábitat, aunada a la introducción de especies exóticas y las enfermedades emergentes, así como la contaminación por agroquímicos y la construcción de carreteras en zonas inundables (principal hábitat de reproducción de estos organismos), representan las amenazas más importantes para la conservación de los anfibios y muchas otras especies silvestres.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Es prioritario desarrollar estudios que evalúen el nivel de impacto de las actividades previamente descritas (Calderón-Mandujano, 2006).

Las reservas de Ría Celestún, Los Petenes y Calakmul, contribuyen a la conservación de las especies y sus poblaciones, siempre y cuando se hagan efectivos los planes de manejo de las mismas. En la región de Calakmul, Cedeño-Vázquez *et al.* (2006), inventariaron durante tres años la comunidad de anfibios, con el propósito de identificar las especies asociadas a ambientes conservados y perturbados, así como a diferentes estadios de sucesión de selvas bajas y medianas. Los resultados de este tipo de estudios sirven para diseñar mejores estrategias para el manejo y conservación de las especies y sus hábitats.

Otras acciones que benefician la conservación de estos organismos son la divulgación de las especies y su importancia, por medio de programas de educación ambiental y materiales educativos. También es necesario que los tomadores de decisiones apliquen un ordenamiento territorial, sustentado en conocimientos ecológicos, de historia natural y distribución de las especies, con la intención de impactar en la menor medida posible sus poblaciones silvestres.

REFERENCIAS

- Calderón-Mandujano, R., 2006. Anfibios y reptiles como potenciales indicadores de la calidad del hábitat en tres sitios del Corredor Biológico Mesoamericano (CMB) en México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Q. Roo. México. 80 p.
- Calderon, R., J.R. Cedeño-Vázquez, y C. Pozo, 2003. New distributional records for Amphibians and Reptiles from Campeche, México. *Herpetological Review*, 34 (3): 269-272.
- Calderón-Mandujano R., O. Flores-Villela, L. Ochoa, (en prensa). Anfibios (ranas, sapos y salamandras) de la zona arqueológica de Oxtankah. En: Oxtankah. Una Ciudad prehispánica en las tierras bajas del Área Maya. Vol. I. Medio Físico y Biodiversidad.
- Cedeño-Vázquez, J.R., R. Calderón. y C. Pozo. 2006. Anfibios de la Región de Calakmul, Campeche, México. CONABIO/ECOSUR/CONANP/PNUD-GEF/SHM A.C., Quintana Roo, México. 104 p.
- Duellman, W.E., y L. Trueb. 1986. Biology of Amphibians. McGraw-Hill, New York. 670 p.
- Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez, 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20 (2): 115-144.
- Frost, D.R., 2007. Amphibian species of the world. An online reference. Version 5.1. American Museum of Natural History, New York. <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>.
- Galindo-Leal, C.. 2003. De dos mundos / Of two worlds: Las ranas, sapos y salamandras de la Península de Yucatán, México / The Frogs, Toads and Salamanders of the Yucatan Peninsula, Mexico. Pangaea Publ. 160 p.
- Galindo-Leal, C., J.R. Cedeño-Vázquez, R. Calderón, y J. Augustine, 2003. Arboreal frogs, tank bromeliads and disturbed seasonal tropical forest. *Contemporary Herpetology*, 1: 1-14.
- Lee, J.C., 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press. Ithaca and London. 500 p.
- Morell, V., 2001. El frágil mundo de las ranas. *Nacional Geographic* (en español), 8 (5):32-49.
- Netting, J., 2000. Pesticides implicated in declining frog numbers. *Nature*, 408(6814):760.
- SEMARNAT, 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. Instituto Nacional de Ecología: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-059-ECOL-2001.pdf>
- Vidal-Zepeda, R., 2005. Las regiones climáticas de México 1.2.2. Instituto de Geografía, UNAM. México. 213 p.
- Young, B.E., S.N. Stuart, J.S. Chanson, N.A. Cox, y T.M. Boucher, 2004. Joyas que están desapareciendo. El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo. Nature Serve, Arlington Virginia. 53 p.

Reptiles

*Romel René Calderón Mandujano,
José Rogelio Cedeño Vázquez,
Ernesto Eduardo Perera Trejo,
Oscar Gustavo Retana Guiascón
y Juan Alfredo Corbala Bermejo*

INTRODUCCIÓN

Hace unos 310 millones de años surgieron los reptiles, término dado para referir la característica que tienen estos vertebrados de moverse sobre en el suelo apoyando parte de la región ventral del cuerpo. Sin embargo, el carácter principal que comparten todos los reptiles es su piel recubierta por escamas, las cuales derivan de la epidermis por lo que están formadas principalmente de queratina. Hoy día este grupo zoológico está representado por más de seis mil especies repartidas entre el grupo de los cocodrilos, tortugas, serpientes y lagartijas. A pesar de que los reptiles no pueden mantener una temperatura corporal constante, han logrado conquistar diversos ambientes en las zonas templadas de los hemisferios norte y sur, no obstante su mayor diversidad y abundancia se encuentra en las regiones tropicales. La mayoría de las especies son ovíparas, pero algunas pueden incubar los huevos en su interior y parir crías vivas, como en algunas serpientes, grupo que también se caracteriza por el desarrollo de glándulas de veneno que emplean para causarles la muerte a sus presas. Las tortugas se distinguen por presenta un carapacho que les protege contra sus depredadores, las lagartijas desarrollaron una amplia gama de colores y accesorios ornamentales con diversas funciones, los cocodrilos presentan escamas a manera de coraza y han desarrollado una gran masa muscular. A pesar de ello es un grupo que no representa un riesgo elevado a quienes actúan con prudencia y respeto hacia sus integrantes.

DIVERSIDAD

De acuerdo con los datos más recientes (Lee, 1996; Calderón-Mandujano *et al.*, 2001; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2001; Calderón *et al.*, 2003) en Campeche habitan 21 familias, 66 géneros y 99 especies (CD anexo). Lo cual constituye 71.42% de las 140 reportadas para la península de Yucatán (Lee, 1996). Esto representa cerca del 12.4%

de la riqueza nacional y 1.2% de la riqueza mundial (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). Por grupo, se encuentra una especie de cocodrilo, 16 tortugas, 34 lagartijas y 48 serpientes. Cerca de un 20% (18 especies) son endémicas de la península de Yucatán, ocho de las cuales se encuentran solamente en su parte mexicana incluyendo Campeche.

DISTRIBUCIÓN

Campeche es uno de los estados que presenta un gradiente de humedad norte-sur, que le permite compartir especies de la porción seca del norte de la península de Yucatán, con las selvas húmedas del Petén guatemalteco y el sureste de México. La mayoría de las especies que se encuentran en la porción norte son de distribución restringida, entre éstas se ubican varias especies endémicas. Por otro lado, las especies cuyos requerimientos las limitan a zonas de mayor humedad, se encuentran en la base del Estado (Calderón-Mandujano, 2006b). Áreas como la Reserva de la Biosfera Calakmul y los alrededores de laguna Centenario, concentran una gran cantidad de especies de reptiles con distribución netamente mesoamericana.

IMPORTANCIA

Ecológicamente son un grupo importante ya que forman parte de los diferentes niveles en la cadena alimenticia como depredadores y presas. Muchas serpientes ayudan en el control de las poblaciones de roedores, que de no ser así, serían una plaga para los cultivos. Las lagartijas se alimentan de invertebrados como los alacranes, moscas, chinches, etc. que muchas veces son dañinos para el hombre o pueden convertirse también en plagas. Económicamente sus mejores representantes son las tortugas, principalmente las marinas, que en el pasado se pescaban para el comercio y se aprovechaban sus huevos,



Foto: Rogelio Cedeño, Instituto Tecnológico de Chetumal.

La Nauyaca (*Bothrops asper*), es una de las especies de serpientes más venenosas que habitan en el estado de Campeche.

teniendo un impacto sobre la economía del estado. Culturalmente los mayas daban una gran importancia a los reptiles dentro de su cosmovisión, se les utilizaba con frecuencia en sus ceremonias religiosas; los carapachos de tortugas aun se emplean como instrumentos musicales durante las festividades o como recipientes para llevar las ofrendas. Asimismo, se les atribuyen cualidades curativas en enfermedades de índole respiratoria, especialmente a las tortugas del género *Kinosternon* (Lee, 1996; Calderón-Mandujano *et al.*, en prensa). La colonización del Estado por pobladores procedentes de otras entidades de la república ha derivado en creencias y aprovechamiento de otras especies no utilizadas tradicionalmente en la región. El lagarto (*Crocodylus moreletii*), la cascabel (*Crotalus tzabcan*), las iguanas (*Ctenosaura similis* e *Iguana iguana*) se han incluido en la dieta de los campechanos y se considera que tienen propiedades curativas. Por otra parte, en el estado habitan cinco especies de serpientes venenosas capaces de provocar serios daños en la salud de las personas, llegando incluso a provocar la muerte (Calderón-Mandujano, 2002).

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Como es sabido las tortugas marinas y el lagarto han sido utilizadas desde décadas pasadas para alimento y en la industria peletera, respectivamente. Dada esta importancia y debido a la reducción drástica de sus poblaciones por falta de planeación para su correcto aprovechamiento, hoy día son de las pocas especies de reptiles que cuentan con algunos programas de protección y recuperación.

En relación a su estado de protección a nivel nacional (NOM-SEMARNAT-059), 25 especies se encuentran sujetas a protección especial, 11 ostentan la categoría de amenazadas y siete están en peligro de extinción. De acuerdo con otros organismos internacionales; 44 especies se encuentran en la lista roja de especies amenazadas de la Inter-

national Union for Conservation of Nature (IUCN) y 10 se anotan en los apéndices de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) (CD anexo).

Recientemente la IUCN condujo una revisión de todas las especies de reptiles en el país, uno de los principales problemas que se presentó para esta área geográfica fue la escasez de estudios que abordan este aspecto. En este sentido, se recomienda incrementar los estudios herpetológicos en la entidad, ya que ciertas especies son indicadoras del estado de conservación ambiental, y que la tendencia de las poblaciones de muchas especies es a la baja debido a la pérdida o alteración del hábitat (Calderón-Mandujano, 2006a).

La pérdida y alteración del hábitat es uno de los factores que más afectan no solo a este grupo, si no a todos en general. Su vulnerabilidad se incrementa si consideramos que son organismos que se desplazan poco, por lo que en áreas en que se desarrollan actividades productivas (agricultura, ganadería y explotación forestal, principalmente), se registra una elevada mortandad de organismos. De igual forma, los reptiles y en especial las serpientes, son atacados socio-culturalmente debido al temor y desprecio que se les tiene. En el caso de las especies marinas, tortugas principalmente, el desarrollo de los centros turísticos en la costa y las actividades petroleras mar adentro, ha provocado la reducción de las poblaciones, así como de los sitios de anidación (Guzmán, 2006).

Las áreas protegidas del Estado, debido al macizo boscoso que conforman, ofrecen alternativas de conservación para el grupo de los reptiles. No obstante, sin una adecuada capacitación y recursos suficientes, resulta imposible la vigilancia y la aplicación de las normas establecidas. En el caso de las tortugas marinas, a nivel estatal las acciones de conservación se iniciaron en 1973 con la instalación del primer campamento tortuguero en Isla Aguada, actualmente existen 11 campamentos distribuidos estratégicamente en las zonas de anidación más importantes (Guzmán, 2006). También se cuenta el Comité

Estatal para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas de Campeche a través del cual se han implementado programas de recuperación de sus poblaciones. Con relación a los cocodrilos se han establecido varias granjas para su aprovechamiento y conservación, para el resto de las especies se requiere difundir su importancia ecológica y económica a los diferentes sectores de la población. De igual forma, es indispensable el compromiso real de los órganos gubernamentales en la adecuación y aplicación de programas que promuevan el conocimiento y respeto no sólo de éste, si no de la diversidad biológica del Estado en general.



Foto: Rogelio Cedeño, Instituto Tecnológico de Chetumal.

Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), especie cuya conservación se ha favorecido a través de su manejo y aprovechamiento en unidades de producción intensiva.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

REFERENCIAS

- Calderón-Mandujano R., 2006a. Anfibios y reptiles como potenciales indicadores de la calidad del hábitat en tres sitios del Corredor Biológico Mesoamericano (CMB) en México. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Q. Roo. México. 80 p.
- Calderón-Mandujano R., 2006b. Anfibios y reptiles de la Reservad de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. p. 109-124. En: Herpetofauna Mexicana: Estado Actual, Ecología, Inventarios y sistemática. Publicación especial 5. Sociedad Herpetológica Mexicana.
- Calderon, R., J.R. Cedeño-Vázquez, y C. Pozo, 2003. New distributional records for Amphibians and Reptiles from Campeche, México. *Herpetological Review*, 34 (3): 269-272.
- Calderón-Mandujano R. R., 2002 Los reptiles venenosos de la Selva Maya. Diario: *Por Esto*. Suplemento Cultural. 21 de Noviembre de 2002.
- Calderón Mandujano R., J. R. Cedeño-Vázquez, C. Pozo, 2001. *Claudius angustatus*. Geographic distribution. *Herp. Rev.*, 32(3):191
- Calderón-Mandujano, R., O. Flores-Villela, y L. Ochoa, (en prensa). Los reptiles de la zona Sur de Quintana Roo (Zona Arqueológica de Oxtankah). En: Oxtankah. Una Ciudad prehispánica en las tierras bajas del Área Maya. Vol. I. Medio Físico y Biodiversidad
- Cedeño-Vázquez J. R., R. Calderón Mandujano, y C. Pozo, 2001. *Sceloporus cozumelae*. Geographic distribution. *Herp. Rev.* 32(3):193
- Flores-Villela, O., y L. Canseco-Márquez, 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 20 (2): 115-144
- Guzmán, H, V., 2006. Informe Técnico Final del Programa de Conservación Tortugas Marinas en Campeche México. 51 p.
- Lee, J.C., 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press. Ithaca and London. 500 p.
- Ochoa Ochoa, L. M., y O. Flores Villela, 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO. México D. F. 211 p.

Estudio de caso: tortugas marinas en las costas de Campeche

Juan Alfredo Corbalá Bermejo

Diversidad

Las tortugas marinas florecieron entre el Eoceno y el Pleistoceno, de ellas solo quedan representantes de dos grupos, la familia Cheloniidae incluye a las tortugas terrestres dulce acuícolas y marinas actuales (Márquez, 2001).

Las tortugas marinas hasta los siglos XVIII y XIX, fueron abundantes en sus sitios de distribución en los mares tropicales y subtropicales del mundo, sin embargo en los últimos 200 años distintos factores han vulnerado drásticamente la capacidad de sobrevivencia de siete de las ocho especies de tortugas marinas existentes (Corbalá, 2001). Las siete especies en riesgo arriban a las costas del litoral mexicano (Márquez, 2001).

Frazier (1993), afirma que a la península de Yucatán arriban a desovar cinco de las siete especies de tortuga marina que anidan en costas de México, la Carey (*Eretmochelys imbricata*), la Blanca (*Chelonia mydas*), la Lora (*Lepidochelys kempi*), la Caguama (*Caretta caretta*) y la Laúd (*Dermochelys coriacea*).



Foto: Emmanuel Cornelio Vera, UAC.

Según los registros del Comité Estatal para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas de Campeche (Anónimo, 2005), en los últimos 10 años han arribado a las costas del estado de Campeche tres especies de tortuga marina: Carey, Blanca y Lora.

Distribución

Las tortugas marinas habitan en las zonas neríticas de los mares tropicales de todo el mundo y arriban a las playas únicamente para anidar (Márquez, 1990). Sus crías una vez que eclosionan se abren paso a través de la arena que cubre al nido y generalmente salen de noche, cuando la temperatura es más baja y se dirigen hacia el mar, en la playa se orientan moviéndose hacia aquella parte del horizonte en la que la luz tiene mayor intensidad, por lo general la luz de longitud de onda más corta; al mismo tiempo, se apartan de objetos y ciertas clases de formas que distingue en el horizonte (Chacón, 2003).

Una vez en alta mar y en medio de las corrientes oceánicas, las crías pueden dispersarse y refugiarse en masas de restos flotantes en el mar (Luschi, *et al.*, 2003), durante esta etapa son de hábitos pelágicos y se conoce poco de ella, incluso se le ha llamado “el año perdido” (Eckert, 2000).

En el Atlántico las tortugas blanca, carey y lora, al alcanzar aproximadamente entre 20 y 30 cm de longitud recta del carapacho, suelen ser vistas en aguas someras (Eckert, 2000), esta etapa se le denomina bentónica, comienzan a aparecer en zonas de arrecifes de coral, en los llamados “hábitats de cría”. Las tortugas establecen ahí una área de residencia en la que se alimentan y encuentran refugio (Meylan, 1988).

La mayor parte de la vida de las tortugas adultas transcurre en los sitios de alimentación ya sea en zonas fijas como mantos de algas o transitorios como ocurre el caso de afloramientos estacionales de medusas o invertebrados bentónicos (Eckert, 2000).

En época de reproducción las tortugas marinas recorren distancias de varios cientos o incluso miles de millas hasta llegar a los mismos sitios de anidación que sus madres y abuelas (Guzmán, 2006) y la copula ocurre a lo largo de los corredores migratorios, en sitios de cortejo o apareamiento en las inmediaciones de las playas de anidación, donde pueden permanecer varios meses a estos lugares se les denomina “hábitats interanidatorios” (Eckert, 2000).

En las playas a las que arriban eligen un lugar por encima del nivel de la marea alta para hacer su nido, en ocasiones hacen varios intentos de excavar un nido antes de desovar con éxito, las crías eclosionan en un tiempo que varía entre 50 y 70 días para la tortugas Carey y Lora (Ackerman, 1997 y Casas, 1977), y de 40 a 72 días para la Blanca (Guzmán, 2006).

En el estado de Campeche 214 km de costa aproximadamente cubren la extensión de playa donde se han registrado anidaciones de tortugas marinas (Guzmán, 2006).

Importancia

La tortuga marina ha sido importante en México desde tiempos prehispanicos, las poblaciones costeras de nuestro país la usaron como alimento sin muchos cambios en los patrones de sus poblaciones, pero el problema se dio cuando la demanda de la piel a finales de los años cincuenta generó una captura que llegó a 14 500 toneladas, que fue la máxima registrada para México, en 1968 (Marquez, 2001). Los primeros registros de la tortuga marina en la península de Yucatán datan de la cultura maya, donde aparece en algunos relatos (Mireles, 2001), asimismo en zonas arqueológicas como la Isla de Jaina en Campeche, se han encontrado piezas zoomorfas de tortugas marinas, entre otras.

Posteriormente en la época colonial, hasta antes a la veda total decretada a nivel nacional, en Campeche se elaboró tallas en peines, arracadas, peinetas y abanicos entre muchos otros productos, usando como materia prima “el carey” (Anónimo, 2003).

Tabla 1. Estatus en la Lista Roja de la IUCN y en la NOM-059-SEMARNAT 2001, de las tres especies de tortuga marina que arriban a Campeche.

Especie	Estatus en la Lista Roja de la IUCN	Año de evaluación	Evaluador	NOM-059
Blanca.	En peligro.	2004	Seminoff, J.A.	Peligro de extinción.
Carey.	En peligro crítico.	1996	Red List Standards & Petitions Subcommittee.	Peligro de extinción.
Lora.	En peligro crítico.	1996	Marine Turtle Specialist Group.	Peligro de extinción.

Los grupos mayas contemporáneos, en algunas de sus comunidades en la primera mitad del siglo pasado aún usaban instrumentos musicales tradicionales, éstos prácticamente ya han desaparecido pues se han sustituido por instrumentos musicales modernos; pero uno en particular llama la atención el “hichoch”, una guitarra construida con un palo y un capacho de tortuga (Pacheco, 1947).

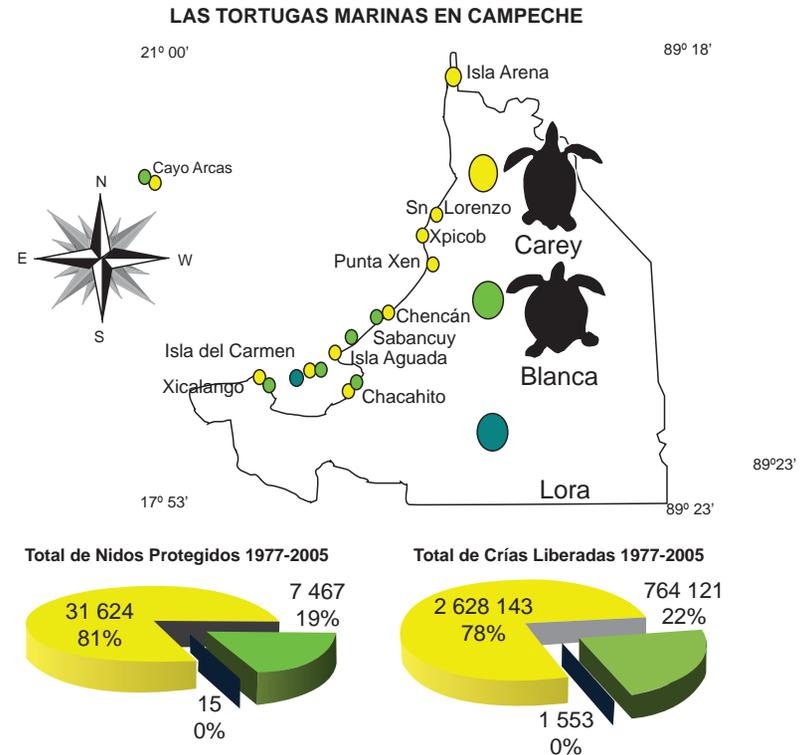
Hoy en día la tortuga marina es un icono relacionado con la conservación, y en los desarrollos turísticos que se están efectuando en la costa de Campeche justo en una parte la franja de mayor arribo de tortuga marina del estado (Corbalá, 2001), los promotores lo presentan como un atractivo más.

Situación, amenazas y acciones de conservación

La IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), considera a las tortugas Carey y la lora en Peligró Crítico de extinción y la Blanca en Peligro de extinción y las incluye en su “Lista Roja”. En México se encuentran en veda permanente y están en los listados en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (tabla 1).

Aunque a la conservación de la naturaleza a menudo se le considera una causa justa, se le tiene poca consideración. (Kyle, 2006). Sin embargo en el estado de Campeche existe una gran tradición en la protección de la tortuga marina, la cual se remonta a los años setentas, cuando se inicio el primer campamento tortuguero en Isla Aguada, aumentando paulatinamente el número de campamentos hasta llegar a los 11 campamentos que hoy operan (diez en tierra firme y uno en Callo Arcas), atendiendo sitios estratégicos donde se distribuyen las arribazones de las tortugas marinas (Guzmán, 2006).

La implementación en 1996, de la Norma Oficial Mexicana NOM-EM-001-PESC-1996, fue una acción que ayudo a evitar la captura incidental de tortugas marinas que se daba por los barcos camaroneros,



con el uso obligatorio de un dispositivo excluidor, diseñado para permitir que las tortugas capturadas accidentalmente pudieran salir.

Las mayores amenazas que hoy en día enfrentan las tortugas marinas es la modificación de su hábitat, la falta de regulación de las actividades humanas en la zona costera, la pesca ribereña incidental, la contaminación y el saqueo de sus nidos por animales domésticos, silvestres, humanos y la erosión de las playas (Eckert, 2000).



Foto: Emmanuel Cornelio Vera, UAC.

Referencias

- Ackerman, R., 1997. The nest environment and the embryonic development of Sea Turtles. En: La tortuga carey del Caribe, Introducción a su biología y estado de conservación. WWF-Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica. 8 p.
- Anónimo, 2003. Arte popular en Campeche. Gobierno del Estado de Campeche. Secretaría de Fomento Industrial. Comercial. Campeche, Campeche.
- Anónimo, 2005. Resultados de Protección y la Conservación de Tortugas Marinas de Campeche de 1977 a 2004. Comité Estatal para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas de Campeche.
- Casas Andreu G., 1977. Análisis de la anidación de las tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México. Anales del Centro de Ciencias de Ciencias del Mar y Limnología <http://biblioweb.dgsca.unam.mx/.../1978.../articulo39.html/2009/11/>
- Chacón D., 2003. Informe de la anidación de las tortugas marinas en el Caribe sur de Costa Rica. En: La tortuga carey del Caribe. Introducción a su biología y estado de conservación. WWF-Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica. 14 p.
- Corbalá, B. A., 2001. Protección territorial, Una estrategia para la preservación de la tortuga marina. Las tortugas marinas en Campeche. Colectiva. Secretaría de Ecología Gobierno del Estado de Campeche.
- DOF, 1996. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-PESC-1996, Por la que se establece el uso obligatorio de dispositivos excluidores de tortugas marinas en las redes de arrastre durante las operaciones de pesca de camarón en el Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. México. Marzo 18:5-14.

Ekert, K. L., K. A. Bjordal, F.A. Abreu-Grobois, y M Donnelly (eds.), 2000. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE. Publicación. No. 4. 91 p.

Frzier, J., 1993. Una Evaluación del Manejo de nidos de tortugas marinas en la península De Yucatán. p. 99-111. En: Memorias del IV Taller Regional de Tortugas Marinas, Península De Yucatán.

Guzmán, H.V., 2006. Informe Técnico Final del programa de Conservación Tortugas Marinas en Campeche México. 51p.

Luschi, P., G. Hays, y F. Papi, 2003. A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents”, En: La tortuga carey del Caribe. Introducción a su biología y estado de conservación. WWF-Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica. 10 p.

Marquez, 1990. FAO species catalogue. p. 1-3. En: Efecto del manejo de nidos de *lepidochelys olivacea* en la proporción de sexos y la eclosión, Implicaciones para la conservación.

Márquez. M. R., 2001. Las tortugas marinas de México. p. 33-51. En: Las tortugas marinas en Campeche. Colectiva. Secretaría de Ecología Gobierno del Estado de Campeche.

Meylan, Anne B., 1988. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. En: La tortuga carey del Caribe. Introducción a su biología y estado de conservación. WWF-Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica. 11p.

Mireles, R. J., 2001. Protección territorial, una estrategia para la preservación de la tortuga marina. Las tortugas marinas. p. 59-88. En: Campeche. Colectiva. Secretaría de Ecología Gobierno del Estado de Campeche.

Marine Turtle Specialist Group, 1996. *Lepidochelys kempii*. In: IUCN. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/2007/10/>

Norma Oficial Mexicana, 2001. 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. Instituto Nacional de Ecología: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/norma59a.html>

Kyle S. VanHoutan, 2006. Conservation as Virtue: a Scientific and Social Process for Conservation Ethics. Conservation Biology Volume 20, N° 5, p 1367-1372.

Pacheco, Cruz. S., 1947. Usos, costumbres, religión y supersticiones de los mayas. Apuntes históricos con un estudio psicobiológico de la raza. Instituto Mexicano de Investigaciones Lingüísticas y del Frente Indigenista de América en México. Mérida Yucatán. 64 p.

Seminoff, J.A., 2004. *Chelonia mydas*. In: IUCN. 2007 IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/html/2007/10/>

Red List Standards & Petitions Subcommittee, 1996. *Eretmochelys imbricata*. In: IUCN. 2007 IUCN Red List of Threatened Species <http://www.iucnredlist.org/html/2007/10/>

Estudio de caso: programa estatal de protección y conservación de la tortuga marina en Campeche

Jorge Berzunza Chio

De 1997 al 2010, de acuerdo con el Comité Estatal para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas del Estado de Campeche se han protegido 41 698 nidos y se han reintegrado a su medio natural 3 214 332 crías de tortuga marina de las especies Carey (*Eretmochelys imbricata*) y blanca (*Chelonia mydas*). Con frecuencia se presentan anidaciones de tortuga lora (*Lepidochelys kempi*) un promedio de 2 por año. Durante el año 2009, se presentó un hecho histórico ya que se registraron 3 anidaciones de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en Cayo Arcas, como primer dato oficial en el Estado.

A escala estatal, las tendencias poblacionales observadas en las anidaciones en tortuga de Carey a lo largo de los últimos 16 años, están en decremento, alcanzando su nivel más bajo en 2007, con ligeros repuntes en 2006 y 2008 (figura 1). Estas tendencias en la abundancia de nidos se repite a lo largo de las principales playas de la península de Yucatán, con idéntica sincronía (Guzmán y Cuevas, 2009).

Para la tortuga blanca, las tendencias son positivas. Durante los primeros años y hasta el 2004, se presentaron años alternativos de abundancias extremas máximas y mínimas, aunque la tendencia fue a

la alza. A partir del 2005, se presenta una tendencia positiva, teniendo como año de máxima anidación el 2008. (Guzmán y García, 2010).

Diversos factores de riesgo han sido identificados para las poblaciones de tortuga y su hábitat entre los principales se encuentran la erosión de playas, el cambio de uso de suelo, la ocupación de la zona histórica de anidación por desarrollos turísticos y casas de veraneo, la colocación de estructuras para protección marginal de la carretera costera; y en menor proporción, la deforestación de la duna costera, la pesca incidental y la pesca clandestina (Abreu-Grobois *et al.*, 2005).



Foto: Miguel Medina.

Referencias

- Abreu-Grobois, F. A., V. Guzmán, E. Cuevas, y M. Alba G., 2005. Memoria del Taller Rumbo a la COP 3: Diagnóstico del estado de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en la península de Yucatán y determinación de acciones estratégicas. SEMARNAT, CONANP, IFAW, PRONATURA- Península de Yucatán, WWF-Defenders of Wildlife.xiv+75 p.
- Guzmán, H. V. y E. Cuevas F., 2009. La participación de México en el marco de la CIT: Caso tortuga de carey en la península de Yucatán. Presentación (PPT) en el Taller Regional de la Tortuga carey en el Gran Caribe y el Atlántico Occidental. Puerto Morelos, Q. Roo, 22-26 de septiembre de 2009.
- Guzmán, H. V. y P. A. García A., 2010. Informe Técnico 2009 del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en Laguna de Términos, Campeche, México. Contiene información de: 1. CPCTM Xicalango-Victoria, 2. CPCTM Chacahito, 3. CPCTM Isla Aguada y 4. Reseña estatal regional. APFFLT/RPCYGM/CONANP. v+67 p.

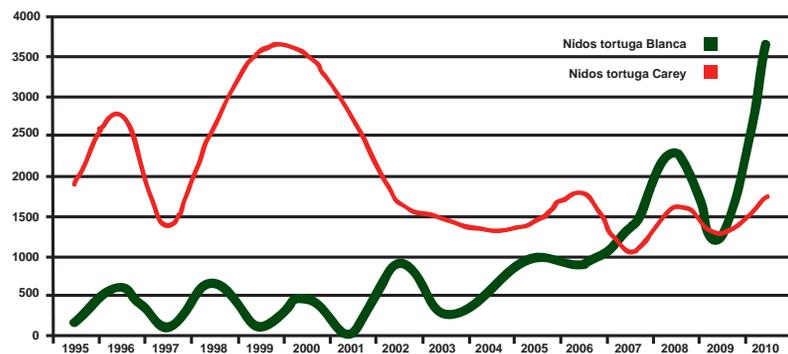


Figura 1. Variación de las tendencias de anidaciones de la tortugas carey y blanca en el Estado de Campeche, México, durante el periodo 1995-2010.

Tabla 1. Concentrado de nidos, huevos y crías de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y blanca (*Chelonia mydas*) registrados durante el periodo 1997-2010 en el estado de Campeche.

Carey			Blanca		
Nidos	Huevos	Crías	Nidos	Huevos	Crías
27 140	3 753 191	2 360 094	13 864	1 398 532	854 535

Tabla 2. Campamentos tortugueros, organizaciones encargadas y cobertura de kilómetros protegidos cada temporada en el estado de Campeche.
(Fuente: Comité Estatal para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas de Campeche).

Campamento	Organización	Cobertura en km
Isla Arena	SMAAS	8
San Lorenzo	SMAAS	1.8
Ensenada Xpicob	Enlaces con tu Entorno A.C.	4.5 + 1.5
Punta Xen	Quelonios A.C.	30
Chenkán	UAC- CONANP-APFF Laguna de Términos	18
Sabancuy "La Escollera"	UNACAR	24.5
Isla Aguada	CONANP-APFF Laguna de Términos	28.2
Isla del Carmen	Desarrollo Ecológico A.C.	30 + 8
Chacahito	CONANP-APFF Laguna de Términos	9
Cayo Arcas	SEMAR	2.4
Xicalango-Victoria	CONANP-ANPFF Laguna de Términos	9 + 13.73
El Cuyo	CONANP	2

Estudio de caso: el cocodrilo de pantano Crocodylus moreletii en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche

*Sergio E. Padilla, Ernesto Perera Trejo,
Mauricio González Jáuregui y Javier O. Gómez Duarte*

Introducción

Los cocodrilos son un grupo de reptiles de hábitos anfibios, conformados actualmente por 23 especies, que poco han modificado su estructura corporal desde sus orígenes hace aproximadamente 190 millones de años (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Caracterizados por poseer un cuerpo hidrodinámico cubierto por osteodermos (placas óseas cubiertas de piel) que le confieren un aspecto de armadura; ojos y narinas sobresalientes, que les permiten percibir lo que sucede en la superficie del agua sin asomar ninguna otra parte de su cuerpo; extremidades a manera de timones y una poderosa cola propulsora, estos reptiles son unos excelentes depredadores y juegan un papel importante en el funcionamiento ecológico del ecosistema donde habitan, manteniendo su dinámica y contribuyendo al mantenimiento de la diversidad biótica (Bondavalli y Ulanowicz, 1999).

Los humedales costeros del norte del estado de Campeche, forman parte del ecosistema conocido localmente como Petenes, que en lengua maya significa Isla. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2006) define este ecosistema como: “Islas de vegetación



Foto: Ernesto Perera-Trejo, UAC.

El cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en los manglares de la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

de selva baja y mediana inmersas en una matriz de vegetación inundable”. Una característica de estas islas es la disponibilidad de agua dulce que tienen durante todo el año, por medio de afloramientos subterráneos conocidos como ojos de agua. Es una región con una topografía de poco contraste en altitud y carece de una red fluvial superficial. La zona es una planicie costera baja acumulativa sujeta a inundaciones perennes, semipermanente (diurnas) y estacionales. Las altitudes promedio no superan los 10 msnm y las inclinaciones del terreno son menores a 0.5 % (CONANP, 2006).

La importancia de llevar a cabo estudios sobre *Crocodylus moreletii* en la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP), radica en conocer aspectos poblacionales, reproductivos y ecológicos de esta especie, en ambientes dulceacuícolas, salobres e inclusive totalmente salinos, ya que muchos de los estudios sobre el cocodrilo de pantano se han centrado en sus hábitats dulceacuícolas únicamente.

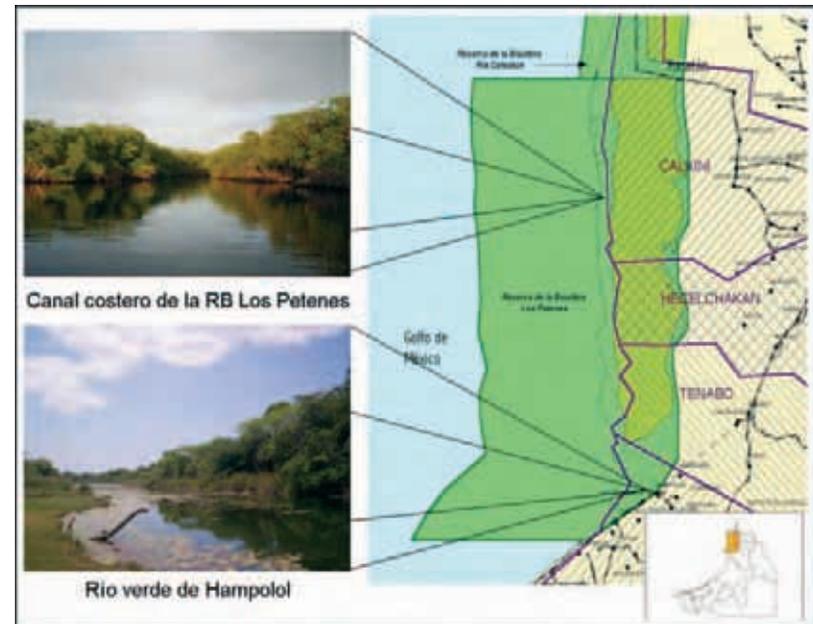
Diversidad

Existen 23 especies de cocodrilo a nivel mundial, de las cuales tres se encuentran en territorio mexicano: el cocodrilo de ría *Crocodylus acutus* y el cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* que pertenecen a la familia Crocodylidae y el *Caiman crocodylus* que pertenece a la familia Alligatoridae. *C. moreletii* es el que se distribuye en el estado de Campeche, habitando los humedales costeros, ríos y lagunas.

Distribución

Se distribuye en la vertiente atlántica del país, desde Tamaulipas hasta Quintana Roo (INE, 1999), encontrándosele principalmente en ríos de corriente lenta, arroyos, ciénagas y lagunas interiores de aguas tanto claras como turbias (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Es una especie cazadora, que se alimenta preferentemente de peces, ranas, tortugas dulceacuícolas, aves acuáticas y mamíferos de mediano tamaño, sin embargo, cuando es cría y/o juvenil se alimenta de artrópodos acuáticos y terrestres, teniendo, al parecer, cierta predilección por gasterópodos (Álvarez del Toro y Sigler, 2001).

La temporada de anidación ocurre a principios de mayo y mediados de julio, principalmente a mediados de junio y julio, el embrión se desarrolla por completo en aproximadamente 90 días, por lo que la eclosión de los organismos se da entre los meses de agosto y octubre (Casas-Andreu y Rogel-Bahena, 1986; Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Sin embargo, en la parte media de la RBLP se han observado nidos de esta especie en la zona costera en el mes de abril; asimismo, se han encontrado crías en arroyos de agua dulce en la zona norte de la RBLP, por estimación de edades, podrían haberse gestado en nidos puestos entre marzo y mayo (Escobedo-Galván *et al.*, 2009), las cuales son las fechas de ovoposición de *Crocodylus acutus* (Casas-Andreu, 2003), pudiendo tratarse de una nidada híbrida entre *C. moreletii* y *C. acutus* (Escobedo-Galván *et al.*, 2009).



Principales sitios de observación de cocodrilos en la RBLP.

Importancia

Los cocodrilos son eslabones tope en las cadenas alimenticias de los ambientes en que habitan por lo que su participación como reguladores de poblaciones de ciertos grupos faunísticos es crucial para el equilibrio ecológico (Bondavalli y Ulanowicz, 1999). También son arquitectos del ambiente ya que mediante su desplazamiento por tierra van creando canales que mantienen comunicados cuerpos de agua, o bien propician reservorios de ésta durante la época de sequía, gracias a la construcción de las cuevas donde se refugian (Alonso-Tabet *et al.*, 2008). Por otra parte, a nivel de explotación del recurso, la piel de *Crocodylus moreletii* es una de las más apreciadas en el mercado peletero, situación que provocó que existiera una cacería indiscriminada del cocodrilo de pantano, diezmando las poblaciones silvestres en toda su área de distribución. En estados como Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán, la cacería de este reptil era una actividad económica importante durante la primera mitad del siglo XX (INE, 1999; Domínguez-Laso, 2002; Padilla *et al.*, 2007; Ovando, 2008; Cambranis-Cab, 2010). Culturalmente los cocodrilos siempre han sido protagonistas de importantes roles mitológicos en las antiguas civilizaciones. La utilización de sus órganos en la medicina tradicional era, en algunas localidades de la RBLP, una práctica común hasta 1970, que fue declarada la veda permanente para el cocodrilo (Padilla *et al.*, 2007; Cambranis-Cab, 2010). Actualmente, en algunos estados de México, existen granjas donde se crían cocodrilos para aprovechar su piel y carne, así como ofrecer servicios turísticos en torno a esta especie de reptil.

Situación, amenazas y acciones para su conservación

En los últimos años se ha generado información sobre las poblaciones silvestres de *Crocodylus moreletii*, determinando que existen una población silvestre aproximada de 79 718 cocodrilos (Domínguez-Laso, 2005). Sin embargo, es difícil comparar la situación actual en cada estado donde se distribuye el cocodrilo de pantano, debido a la falta de información al respecto.

La caza y comercio ilegal, así como la alteración del hábitat, son las principales amenazas a las poblaciones silvestres de esta especie, por ello, es importante conocer la situación que éstas guardan, en especial en las Áreas Naturales Protegidas, que constituyen zonas donde la conservación de la vida silvestre es un componente esencial en sus planes de manejo.

En el contexto anterior, en el año 2007 se condujo un estudio en la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) con el fin de conocer la estructura poblacional de esta especie de cocodrilo. Se trabajó específicamente en dos tipos de hábitat, 1) los canales costeros de la RBLP, los cuales son de aguas salobres, con influencia de mareas y donde domina la vegetación de manglar (*Rhizophora mangle*) y 2) río Verde de Hampolol (RVH), humedal que está al sur de la RBLP, cerca de la ciudad de San Francisco de Campeche, y que es un hábitat dulceacuícola con vegetación riparia (vegetación que se desarrolla en los márgenes de los ríos y arroyos), principalmente zacatal (*Cladium jamaicense*) y vegetación acuática flotante y sumergida.

Durante este estudio, se realizaron 25 salidas y se observaron 146 cocodrilos en los humedales costeros de la RBLP y en el RVH, obser-

vando en promedio ocho cocodrilos por salida. La densidad relativa obtenida es de 0.47 ind/km en los canales costeros y de 15.53 ind/km en el RVH. De los cocodrilos (capturados), 23 fueron machos, 11 hembras y 5 cocodrilos que por su tamaño no se pudo determinar su sexo (indeterminado). En cuanto a la estructura de clases de edad, estimada con base en las tallas de los cocodrilos capturados, se observa que en los canales costeros de la RBLP, existe una mayor proporción de cocodrilos subadultos y adultos (Clase III y IV, respectivamente). Por el contrario, en Hampolol, se observó una mayor proporción de cocodrilos neonatos/críos y juveniles (Clase I y II, respectivamente), que de cocodrilos subadultos y adultos.

Esta diferencia en las clases de edad del cocodrilo de pantano entre los sitios de muestreo sugiere que existe una relación entre la edad del cocodrilo y la preferencia de hábitat, ya que se observó que la clase I (neonatos y críos) tiene preferencia por estar entre la vegetación riparia y acuática, mientras que la clase IV la tiene por agua abierta. Lo anterior puede indicar que los cocodrilos pequeños y jóvenes prefieren sitios de agua dulce con vegetación riparia y acuática, sugiriendo que la importancia de estos hábitats en la RBLP radica en su función como zonas de crianza y crecimiento, brindando protección y alimentación durante las primeras etapas de vida del cocodrilo de pantano. Cuando el cocodrilo alcanza cierta talla y edad, migra en busca de sitios adecuados para su desarrollo y reproducción, pudiendo llegar hasta los canales costeros de la RBLP, ya que como se mencionó anteriormente, es en estos sitios donde se observó una mayor proporción de cocodrilos subadultos y adultos.

Por lo anterior, el manejo y conservación del hábitat, debe ser un componente importante en las estrategias de conservación del cocodrilo de pantano. Se sugiere la identificación y caracterización de sitios de anidación y crecimiento de esta especie como una prioridad en los planes de manejo de las áreas naturales protegidas de Campeche, como base para el manejo de hábitats donde se encuentren

poblaciones de cocodrilos; así como también, realizar monitoreos poblacionales continuos para establecer con certeza el estado de conservación de la especie, no solamente en la RBLP, si no en todo el estado de Campeche. El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), es una especie sujeta a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. A nivel internacional, esta considerada en el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), el cocodrilo de pantano esta catalogado en la lista roja (Red List) como una especie de Bajo Riesgo, dependiente de conservación desde el año 2000.



Crocodylus moreletii.

Referencias

- Alonso-Tabet, M, R Rodríguez-Soberón, R. Ramos-Tangarona, y J. Thorbjarnarson, 2008. La Construcción y Uso de Madrigueras por *Crocodylus acutus*, en el Refugio de Fauna Monte Cabaniguán, Cuba. Memorias del VIII congreso Latinoamericano de Herpetología. Varadero, Cuba.
- Alvarez del Toro, M y L. Sigler, 2001 los Crocodylia de México. 1ª Edición. IMERNAR, PROFEPA. México. 134 p.
- Bondavalli, C., y R. E. Ulanowics, 1999. Unexpected Effects of Predators Upon their prey: The case of the American Alligator. *Ecosystems* 2:49-63.
- Cambranis-Cab, E., 2010. Conocimiento tradicional del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* en comunidades aledañas a la región de Los Petenes. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México. 85 p.
- Casas-Andreu, G., y T. Rogel Bahena, 1986. Observaciones sobre los nidos y las nidadas de *Crocodylus moreletii* en México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 13: 323-330.
- Casas-Andreu, G., 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 89: 111-128
- Domínguez-Laso, J., 2002. Determinación del Estado Poblacional de *Crocodylus acutus* y *Crocodylus moreletii* en la zona norte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Tesis Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM-Xochimilco. 104 p.
- Domínguez-Laso, J., 2005. Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México y la Evaluación de su Estatus en la CITES. Informe Final del Proyecto CS009. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. 45p.
- Escobedo-Galván, A.H., S.E. Padilla, E.E. Perera-Trejo, M. González-Jauregui, y J. O. Gómez-Duarte. 2009. *Crocodylus moreletii* nesting ecology. *Herpetological Review*, 40 (2): 211-212.
- INE-Semarnap, 1999. Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Crocodylia de México (COMACROM). INE-SEMARNAP México, D. F. 93 p.
- Ovando H. N., 2008. Estudio de la Relación Hombre-Cocodrilo dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) en el Estado de Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 49 p.
- Padilla S. E., 2007. Estudio Técnico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano, *Crocodylus moreletii*, la Percepción del Valor y las Perspectivas de Manejo y Aprovechamiento Sustentable por Comunidades Aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 40 p.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Aves

*Griselda Escalona Segura,
Javier Salgado Ortiz,
Jesús Vargas Soriano
y Jorge A. Vargas Contreras*

INTRODUCCIÓN

Las aves son vertebrados tetrápodos cuya característica exclusiva y distintiva del grupo es el cuerpo cubierto por plumas, esenciales para el vuelo y la regulación de la temperatura. Todas las partes del cuerpo y sus funciones están estructuradas para el vuelo; por ejemplo, el pico es ligero porque no tiene dientes y está cubierto por una capa de queratina, lo que lo hace un aparato masticador más liviano en comparación al de otros vertebrados; sus huesos son huecos y porosos, reforzados con estructuras espirales internas y muchos de ellos están fusionados lo que los hace muy ligeros. Además, para el caso de las hembras, el no cargar internamente los huevos les confiere ligereza adicional para el vuelo más eficiente durante toda su vida. Asimismo, las aves presentan comportamiento parental elaborado y habilidades vocales extraordinarias (Navarro y Benítez, 1995; Gill, 2006).

Las aves han sido parte integral de todas las culturas en el mundo y en particular de la cultura mexicana por tener connotaciones estéticas, simbólicas, medicinales y religiosas. Además de la importancia cultural las aves resaltan en lo económico por servir como alimento, ornato y compañía en los hogares mexicanos (CONABIO-SEMARNAP, 1997). Por otra parte, las actividades cinegéticas en México y en particular en el estado de Campeche han estado presentes desde la época colonial y actualmente con especies como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), hocofaisán (*Crax rubra*), cojolita (*Penelope purpurascens*) y la perdiz yucateca (*Colinus nigrogularis*) dejando una derrama económica aún no cuantificada durante la época de caza (García Marmolejo, 2005). De manera similar, el comercio de aves canoras y de ornato es una actividad tradicional donde la captura y comercio se ha practicado desde antaño en la península de Yucatán y en México, teniendo en general una derrama económica significativa para muchas familias a nivel local. Adicionalmente, el creciente interés en la observación de aves constituye una piedra angular del ecoturismo,

actividad que representa miles de millones de dólares en ingresos a través del continente y que cada vez crece el interés de esta actividad en la península y en el Estado (Ecoturismo Yucatán, 2009; Ceballos y Márquez-Valdelamar, 2000).

Desde el punto de vista de su papel ecológico, las aves silvestres son de gran importancia para el buen funcionamiento de los ecosistemas por contribuir en la polinización de las plantas, la dispersión de las semillas, control de plagas (desde insectos pequeños hasta roedores) y en la salud general de los ecosistemas, como el caso de la función de aves carroñeras por mantener limpio el ambiente al consumir por ejemplo los animales en descomposición, evitando con ello la presencia y dispersión de enfermedades (Gill, 2006).

Con respecto a su estado de conservación, las aves es uno de los grupos taxonómicos que mayor impacto negativo están sufriendo en sus números poblacionales como consecuencia de actividades antropogénicas que resultan en la destrucción y contaminación de los hábitats. En consecuencia, actualmente 11 especies se consideran extintas en México (Ceballos y Márquez Valdelamar, 2000), destacando para Campeche el caso del águila harpía (*Harpia harpyja*) y la guacamaya roja (*Ara macao*) debido a la pérdida de las selvas altas perennifolias (Berlanga-Cano *et al.*, 2000). Además, de la pérdida del hábitat, el tráfico ilegal de especies y la alteración y contaminación de humedales se han identificado entre los factores de principal preocupación para la conservación de aves en Campeche por sus efectos negativos en especies tales como loros (*Psittacidae*) y aves acuáticas como patos (*Anas spp.*, *Dendrocygna spp.*) que por causa del tráfico ilegal y contaminación por hidrocarburos y pesticidas agrícolas están siendo afectados severamente por lo que varias especies se consideran como amenazadas o en peligro de extinción, pero no se tiene información detallada al respecto (Ceballos y Márquez Valdelamar, 2000).



Foto: José del C. Puc Cabrera.

Cathartes burruvians.

DIVERSIDAD

De las 1 070 especies de aves reportadas para México (Navarro-Sigüenza y Peterson 2004), 489 (46%) se registran en Campeche, colocándolo al Estado entre las primeras diez entidades del país con mayor riqueza de aves (tabla 1 y CD anexo; Salgado *et al.*, 2001). El 61% de las especies son residentes, 22% son visitantes de invierno, 15% son transitorias y 2% son visitantes de verano. Las especies del estado se agrupan en 20 órdenes, 40 familias y 307 géneros. Las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son la de los mosqueritos (Tyrannidae con 43), verdines (Parulidae con 37) y gavilanes (Accipitridae) con 31 especies para el ambiente terrestre; mientras que las agachonas (Scolopacidae con 26) y gaviotas (Lariidae con 19) lo son para el ambiente acuático.

Campeche carece de especies endémicas, sin embargo a nivel de la región biogeográfica península de Yucatán que incluye los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, además del Petén en Guatemala y Belice; se registran 19 especies. De estas, la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) y el colibrí tijereta yucateco (*Doricha eliza*) están restringidas al norte del Estado y otras como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el chel (*Cyanocorax yucatanicus*) y el copetón yucateco (*Myiarchus yucatanensis*) se les puede encontrar en Tabasco, Guatemala y Belice. Además, hay tres especies endémicas de México: mosquero gritón (*Tyrannus vociferans*), gorrión pálido (*Spizella pallida*) y la yuya (*Icterus cucullatus*; Salgado *et al.*, 2001).

DISTRIBUCIÓN

El manglar es el hábitat que alberga la mayor riqueza de especies (207), siendo en contraste el pastizal el hábitat más pobre con 11 especies (figura 1). Debido a la topografía plana de Campeche, la ma-

Tabla 1. Frecuencia de especies de aves por familia en el estado de Campeche. El orden filogenético de las familias está de acuerdo al AOU (2009). Checklist of North American Birds.

Familia	Número de especies	Familia	Número de especies
Tyrannidae.	43	Turdidae.	7
Parulidae.	37	Caprimulgidae.	7
Accipitridae.	31	Dendrocolaptidae.	6
Scolopacidae.	26	INCERTAE SEDIS.	6
Icteridae.	19	Alcedinidae.	5
Lariidae.	19	Chathartidae.	4
Anatidae.	18	Furnariidae.	4
Ardeidae.	17	Odontophoridae.	4
Columbidae.	16	Thamnophilidae.	4
Emberizidae.	16	Tinamidae.	4
Trochilidae.	13	Threskiornithidae.	4
Thraupidae.	12	Apodidae.	4
Cardinalidae.	11	Trogonidae.	4
Rallidae.	11	Sylviidae.	4
Vireonidae.	11	Fringillidae.	4
Hirundinidae.	10	Corvidae.	3
Falconidae.	10	Cracidae.	3
Psittacidae.	9	Mimidae.	3
Picidae.	9	Momotidae.	3
Charadriidae.	8	Sulidae.	3
Troglodytidae.	8	Ramphastidae.	3
Cuculidae.	8	Ciconnidae.	2
Strigidae.	7	Pelecanidae.	2

<http://www.aou.org/checklist/north/>
(última actualización: 4 diciembre de 2009).

Tabla 1 (continuación). Frecuencia de especies de aves por familia en el estado de Campeche. El orden filogenético de las familias está de acuerdo al AOU (2009). Checklist of North American Birds.

Familia	Número de especies	Familia	Número de especies
Phalacrocoracidae.	2	Galbulidae.	1
Pipridae.	2	Haematopodidae.	1
Podicipedidae.	2	Heliomithidae.	1
Recurvirostridae.	2	Jacanidae.	1
Anhingidae.	1	Motacillidae.	1
Aramidae.	1	Nyctibiidae.	1
Bombycillidae.	1	Passeridae.	1
Bucconidae.	1	Phasianidae/Meleagridinae.	1
Burhinidae.	1	Phoenicopteridae.	1
Coerebidae.	1	Regulidae.	1
Formicariidae.	1	Tytonidae.	1
Fregatidae.	1		

<http://www.aou.org/checklist/north/>
(última actualización: 4 diciembre de 2009).

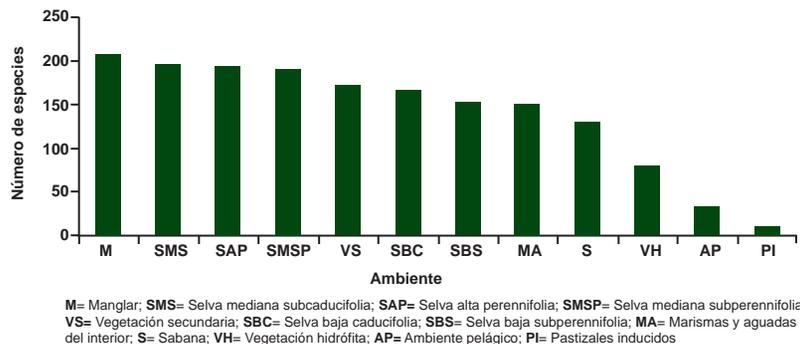


Figura 1. Distribución del número de especies de aves en diferentes ambientes en el estado de Campeche.

yoría de las especies de aves ocurren en más de una de los diferentes tipos de asociación vegetal, habiendo sólo siete especies restringidas a un tipo de hábitat: chipe manglar (*Dendroica petechia erithachorides*) en manglar, colibrí coroniazul (*Amazilia cyanocephala*) en vegetación secundaria, flamingo (*Phoenicopterus ruber*) y pájaro cantil (*Heliornis fulica*) en marismas y aguadas del interior y pájaro bobo azul (*Sula dactylatra*), salteador pomarinus (*Stercorarius pomarinus*) y salteador parásito (*Stercorarius parasiticus*) en ambiente pelágico.

IMPORTANCIA

La diversidad trófica de las aves en Campeche se representa en 142 especies insectívoras, 142 omnívoras, 41 carnívoras, 34 piscívoras, 36 limícolas, 24 frugívoras, 22 granívoras, 9 nectarívoras y 4 carroñeras. Esta diversidad trófica resulta en servicios ecológicos de gran importancia como el control de plagas, dispersión de semillas, polinización y limpieza de ecosistemas (Gill, 2006).

Las aves en Campeche han tenido tradicionalmente mayor impacto económico en la comercialización de aves canoras, de ornato y cinegéticas. Se tienen registradas 36 especies de aves canoras y de ornato que tienen demanda tanto en el comercio legal como ilegal a nivel local y nacional. Entre las especies de uso común están: el *chichimbakal* (*Carduelis psaltria*), el cardenal (*Cardinalis cardinalis*), mariposo (*Passerina ciris*) y varias especies de loros y tucanes muy apreciadas por sus características como mascotas. Los precios de estas especies fluctúan entre \$50 hasta \$2 000 pesos a nivel nacional (García Marmolejo, 2005).

La actividad cinegética está restringida principalmente a especies como el pavo ocelado, el faisán, chachalaca, paloma de alas blancas y codornices. La información que se tiene sobre los paquetes de cacería de un pavo ocelado en el 2008 varió entre \$2 000 pesos para los cazadores locales hasta \$35 000 pesos para extranjeros (Explorer



Foto: José del C. Puc Cabrera.

Meleagris ocellata.

Safaris, 2009). Aunque no se tiene una estimación precisa del número de cazadores y del número de permisos para las diferentes especies cinegéticas se calcula que la derrama económica de esta actividad es en millones de pesos anuales.

Culturalmente las aves fueron un componente importante en la cosmovisión maya, viéndose reflejada en varias de las zonas arqueológicas del estado. Por ejemplo, en el poblado de Xuelen existen construcciones con arquitectura Puuc donde aún se conservan murales representando con halcones, águilas, pelícanos, cormoranes, garzas y grullas (Benavides, 1999). En otros sitios arqueológicos, especies como el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*) jugaron un papel importante dentro de las creencias religiosas ligadas a la vida y muerte como mensajeros de la vida terrenal al inframundo (Staines Cicero, 1993, 1994). En la actualidad, las aves en Campeche siguen siendo un componente importante de la cultura, siendo su papel más relevante dentro del contexto recreativo y ornamental.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

En el estado de Campeche, se registran 99 especies de aves consideradas en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Ecológica Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, de las cuales 62 (13%) se clasifican en protección especial, 22 (5%) amenazadas y 15 (3%) en peligro de extinción (CD anexo). Dos especies (el águila harpía, *Harpia harpyja* y la guacamaya roja, *Ara macao*) se extinguieron en el Estado como resultado de la pérdida de las selvas altas perennifolias (Berlanga-Cano *et al.*, 2000).

En la actualidad todas las especies consideradas en riesgo se registran dentro de las áreas naturales protegidas del Estado, no obstante su presencia en éstas no es garantía de su conservación (Íñigo-Elías y Enkerlin Hoeflich, 2003), ya que las poblaciones de algunas especies

están sufriendo efectos negativos considerables como resultado de diversas actividades antropogénicas (Salgado *et al.*, 2001).

La principal amenaza para la conservación de las aves de Campeche es la destrucción y conversión de las selvas a tierras agrícolas y ganaderas. Sin embargo, la alteración y destrucción de los humedales (manglares, tulares, petenes, etc.) es la amenaza que actualmente requiere de mayor atención en las iniciativas de conservación. El incremento en la infraestructura industrial, urbana y de recreación está afectando el hábitat utilizado para la reproducción o de alimentación de especies residentes y migratorias. Por ejemplo, la matraca yucateca y el colibrí tijereta son especies prioritarias para la conservación en el Estado y en la península de Yucatán, ya que el matorral costero donde habitan y se reproducen se encuentra restringido a la franja costera y en extensiones pequeñas y naturalmente muy fragmentadas (Howell y Webb, 1995; Salgado *et al.*, 2001). Este hábitat se encuentra actualmente bajo mucha presión por la demanda para el desarrollo de infraestructura turística.

Otras amenazas considerables para las aves son la cacería, tráfico ilegal de especies así como la contaminación de los humedales y la zona costera. Por ejemplo, en los últimos años se ha observado un incremento en la mortalidad de aves que han sido afectadas por contaminantes derramados en los cuerpos de agua (Puc Cabrera, 2008).

La red de Áreas Naturales Protegidas (ANP) protege entre 70 y 80% de las especies de aves, principalmente aquellas de ambientes terrestres. Debido a la inexistencia de ANP marinas, especies como las pelágicas y costeras no se encuentran debidamente protegidas. Sin embargo, tres ANP (Laguna de Términos, Los Petenes y Ría Celestún) están decretadas como sitios de humedales de importancia internacional como hábitats de aves acuáticas también conocidos como sitios Ramsar por su importancia para las aves acuáticas y por la protección que brindan a especies de particular interés como el flamingo y el jabirú (*Jabiru mycteria*). Dentro de la iniciativa denominada “Áreas



Fotos: José del C. Puc Cabrera.

Granatellus sallaei
Hembra imagen superior; macho imagen inferior.

de Importancia para la Conservación de las Aves” (Arizmendi y Márquez Valdelamar, 2000) se identificaron siete áreas de importancia crítica para Campeche, aunque esta iniciativa aún no tiene efectos directos en la conservación de las áreas y de especies, se ha convertido en una herramienta valiosa para la toma de decisiones dirigidas a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.

Adicionalmente, otras iniciativas para la conservación y manejo de aves incluyen las acciones realizadas por la organización para la conservación denominada Ducks unlimited, el acta norteamericana para las aves migratorias y el acta norteamericana para la conservación de los humedales (NAWCA).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Campeche se han registrado 489 especies de aves que representan el 46% de las especies existentes en México, esto coloca al Estado entre las primeras diez entidades del país con mayor riqueza de aves. Sin embargo, la pérdida y modificación del hábitat, la cacería, tráfico ilegal de especies así como la contaminación de los humedales y la zona costera representan las principales amenazas para su conservación por lo que se requieren estudios que evalúen cuantitativamente sus impactos en las poblaciones de aves y se tomen acciones de conservación que mitiguen estas amenazas.



Foto: Javier Salgado.

Ciccaba virgata.

REFERENCIAS

- Arizmendi, M. C., y L. Márquez Valdelamar, 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México 440 p.
- Benavides, A., 1999. Restauración arquitectónica de Xuelen, Campeche. *Boletín Informativo La pintura mural en México*, 10-11:36-40.
- Berlanga Cano, M., P. Wood, J. Salgado Ortiz, y E.M. Figueroa Esquivel, 2000. Calakmul, AICA 171. p. 110-111. En: M. C. Arizmendi y L. Márquez Valdelamar (eds.). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. CIPAMEX. 440 p.
- Ceballos, G. y L. Márquez-Valdelamar, 2000. Las aves de México en peligro de extinción. Instituto de Ecología-UNAM, CONABIO y Fondo de Cultura Económica. 430 p.
- CONABIO-SEMARNAP, 1997. Guía de aves canoras y de ornato. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología-SEMARNAP. 177 p.
- Ecoturismo Yucatán, 2009. Ecoturismo Yucatán. <http://www.ecoyuc.com.mx/es/articles.php?offset=3>
- Explorer Safaris, 2009. Consultores de cacerías. <http://www.campfire.com.mx/ExplorerSafaris/espanol/menu/cacerias/cacerias.html>
- García Marmolejo, G., 2005. Caracterización y sustentabilidad de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en Campeche. Tesis de Maestría. ECOSUR. 79 p.
- Gill, F., 2006. Ornithology. W. H. Freeman and Company. New York, USA. 720 p.
- Howell S., y S. Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 851 p.
- Íñigo-Eliás, E.E. y E.C. Enkerlin Hoeflich, 2003. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. p. 86-132 En: H. Gómez de Silva, y A. Oliveras de Ita (ed.). Conservación de aves. Experiencias en México. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves, A. C. CIPAMEX. 408 p.
- Navarro-Sigüenza, A. G., y A.T. Peterson, 2004. An alternative species taxonomy of the birds of Mexico. Biota Neotropica. <http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/abstract?taxonomic-review+BN03504022004>
- Puc Cabrera J. del C., 2008. Importancia de las aguadas para los ensambles de aves en el sureste de Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México. 63 p.
- Salgado-Ortiz J., E.M. Figueroa-Esquivel, y J. Vargas-Soriano, 2001. Avifauna del estado de Campeche. p. 1-27. En: R. Isaac Márquez (ed.). Contribuciones al conocimiento y manejo de los recursos naturales del estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche.
- Staines Cicero, L., 1993. Murales mayas en Ixmac, Chelemí y Xuelen. *Mexicon*, xv(6):11-115.
- Staines Cicero, L., 1994. Las aves mayas continúan su vuelo, Xuelén su cielo de siempre. *Ciencias*, 34:12-16.

Estudio de caso: aves de humedal

Jorge Correa Sandoval

Diversidad

Varios grupos de aves viven toda su vida o parte de ella cercanas al agua. A éstas, dependiendo del tipo de ambiente acuático que prefieran o dependiendo de aspectos conductuales se les nombra de manera arbitraria de diversas formas. Para la península de Yucatán y para Campeche, el término “aves marinas” es en apariencia bastante claro, se piensa, por ejemplo en las aves más comunes: las gaviotas (Laridae), pelícanos (Pelecanidae), y camachos (Phalacrocoracidae). Aunque también hay bobos (Sulidae) y gaviotines (Sternidae). Sin embargo, el alcatraz o pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) y el camacho pequeño (*Phalacrocorax brasilianus*) anidan y prefieren el agua dulce y no el mar. Las conocidas como aves acuáticas se les puede dividir en patos y gansos (Anseriformes) como un grupo, y aves vadeadoras (Ciconiiformes) como otro. En este último grupo encontramos las garzas (Ardeidae), los cocopatos y chocolateras (Threskiornitidae) y los gaitanes y el jabirú (Ciconiidae). También hay aves que prefieren caminar y permanecer ocultas entre la vegetación tales

como las gallinitas de agua, *bech-ha* en maya (Rallidae). Finalmente, está el grupo de las conocidas como aves playeras o pixixís en maya, las cuales comprenden varias familias de aves, por ejemplo chorlitos (Charadriidae), correlimos (Scolopacidae), monjitas (Recurvirostridae), y la tutupana (Jacanidae). En un grupo aparte se encuentran los flamencos (*Phoenicopterus ruber*) que se alimentan y anidan en los lodos salobres (Correa Sandoval *et al.*, 1994). Dada esta diversidad, en la actualidad se prefiere usar el término más amplio de “aves de humedal” que incluye a todas las arriba mencionadas y muchas otras en otras partes de México y el mundo.

Distribución

El estado de Campeche tiene grandes extensiones de humedales de agua dulce así como una extensa línea de costa marina, varias islas y cayos marinos en donde anidan y viven las aves de humedal. En el norte del estado en la región de Los Petenes es en donde se encuentran los flamencos en especial durante el invierno cuando puede encontrarse hasta 20 000 individuos, ya que realizan movimientos de desplazamiento a lo largo de la costa de la península de Yucatán desde la zona tradicional de anidación en la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos. De la misma forma se ha reportado hasta 500 nidos cercanos a Punta Xpuc en Los Petenes cuando las condiciones no son buenas en aquellos sitios de Yucatán por inundaciones o depredación (Correa Sandoval *et al.*, 1994). También en Los Petenes se concentran aves playeras, esto sucede durante la estación seca, de febrero hasta abril, pues es cuando el agua baja lo suficiente para permitir a las aves pequeñas alimentarse en los lodos salinos. Antes, durante el invierno, cuando el agua todavía tiene unos 20 cm de profundidad llegan las monjitas (*Himantopus mexicanus*) y las avocetas (*Recurvirostra americana*) (Correa Sandoval y Contreras Balderas, en prensa). Entre las especies de patos más abundantes en Los Petenes durante el invierno se



Foto: Jorge Correa Sandoval, ECOSUR.

Colonia de flamencos.



Foto: Jorge Correa Sandoval, ECOSUR.

Colonia de garzas.

encuentran las cercetas de alas azules (*Anas discors*) conocidos localmente como chichitos, de las cuales se han contabilizado hasta 10 000 individuos (Correa Sandoval y De Alba Bocanegra, 1996).

Importancia

Los humedales que rodean la laguna de Términos, son considerados como el sitio más importante en Centroamérica y Norteamérica para la reproducción de aves vadeadoras. Hay que considerar que estas aves son también conocidas como aves coloniales por las grandes agrupaciones que hacen para anidar. En los censos realizados durante los años 1970s entre los ríos Usumacinta y Palizada se registró hasta

266 000 individuos en los humedales además de 50 000 que se encontraban anidando en las colonias, de tal forma que el total llegaba hasta 300 166 aves vadeadores (Ogden *et al.*, 1988). A esas cantidades hay que añadir los patos y gallaretas que entre 1970 y 1985 eran un promedio de 353 000 (Brazda, 1988) y los patos nativos llamados pichiches (*Dendrocygna autumnalis*) de los que en 1987 se contaron hasta 30 000 (Correa Sandoval, 1994). Finalmente, hay que destacar que estos humedales alrededor de la laguna de Términos son los más importantes para la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*) en grave peligro de desaparición pues la población se calcula en tan sólo 14 individuos (Correa Sandoval y Luthin, 1988).

Amenazas y acciones para su conservación

La amenaza más grave es la desaparición de los humedales al sur de la laguna de Términos que son transformados en plantaciones de arroz y otros granos. Junto con esto viene la aplicación desmedida de pesticidas y fertilizantes, los cuales se introducen a los humedales con el agua y llegan hasta el mar afectando las cadenas productivas. De la misma forma, la posibilidad de poner presas para generación de energía en el alto Usumacinta es una gran amenaza pues, el agua y los nutrientes arrastrados por ella, dejarían de alimentar una inmensa región. En otra escala, la elevación del nivel medio del mar afectará los humedales, sin embargo, de manera natural, si no hubiese barreras que lo impidiesen, los humedales retrocederían sustituyendo gradualmente la vegetación. Por fortuna, Campeche cuenta con dos grandes reservas de humedales: el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre de la Laguna de Términos con 705 016 hectáreas y la Reserva de la Biósfera de Los Petenes con 282 858 hectáreas.

Referencias

- Brazda, A. R., 1988. Winter waterfowl populations and habitat evaluation aerial surveys East Coast of Mexico. p 575-593. En: Ecología y Conservación del Delta del Usumacinta Grijalva. Gob. del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Villahermosa, Tabasco, México.
- Correa Sandoval, J., 1994. Estado de las aves acuáticas en el Sureste de México. Taller sobre Conservación de Aves en México en la Reunión Internacional de la Sociedad para la Biología de la Conservación y la Asociación para la Biología Tropical. Guadalajara, Jalisco, México.
- Correa Sandoval, J., J. García Barrón, y R. Migoya, 1994. Flamencos anidando en Los Petenes, Campeche. *Sian Ka'an Serie Documentos*, 2: 62-63.
- Correa Sandoval, J., y A. De Alba Bocanegra, 1996. Fauna terrestre: Aves. p 58-68 y Anexo p 341-356 En: Caracterización Ecológica y 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.
- Correa Sandoval, J., y C. S. Luthin, 1988. Propuesta para la protección de la cigüeña jabiru en el sureste de México. p 607-615. En: Gob. del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Ecología y Conservación del Delta del Usumacinta Grijalva. Villahermosa, Tabasco, México.
- Ogden, J. C., C. E. Knoder, y A. Sprunt, 1988. Colonial wading bird populations in the Usumacinta Delta. p 595-605. En: Ecología y Conservación del Delta del Usumacinta Grijalva. Gob. del Estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Villahermosa, Tabasco, México.

Mamíferos acuáticos

*Guillermo E. Castillo Vela,
Jorge A. Vargas Contreras,
Gerardo Rivas Hernández
y Diana Antochiw*

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos acuáticos que habitan en el estado de Campeche pertenecen a los órdenes Cetacea, Sirenia y Carnivora. Los delfines, y ballenas pertenecen al grupo de los cetáceos y se caracterizan por llevar una vida completamente marina, alimentándose de plancton, calamar, peces y algunos de ellos incluso de otros mamíferos marinos más pequeños (Vaughan, 1985; Ceballos y Oliva, 2005). Son reconocidos por su destreza para nadar, su inteligencia y el uso de ecolocación. El manatí pertenece al grupo de los sirénidos y son los únicos mamíferos acuáticos completamente herbívoros; de movimientos lentos y habitan principalmente en las zonas costeras, ríos y lagunas (Vaughan, 1985). Son de gran tamaño llegando a pesar hasta 500 kg y su reproducción ocurre a largo del año teniendo solamente una cría (Husar, 1978). La nutria, perteneciente al orden Carnivora, es un mamífero de talla mediana, de hábitos alimentarios generalista y principalmente con actividad diurna; en grupo producen diversos sonidos mientras que los individuos solitarios son silenciosos (Reid, 1997). Son animales que presentan un marcado dimorfismo sexual siendo los machos más grandes que las hembras; reproduciéndose principalmente en la primavera con dos o tres crías (Larivière, 1999).

DIVERSIDAD

De las 529 especies de mamíferos reportadas para México (Ceballos *et al.*, 2005), 117 han sido reportadas para Campeche (*e. g.* Hall, 1981; Ramírez-Pulido *et al.*, 1986; Gallo y Pimienta, 1989; Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Torres *et al.*, 1995; Gallo, 1997; Fleischer, 2001; Escalona-Segura *et al.*, 2002; Hernández-Huerta *et al.*, 2000; Vargas-Contreras *et al.*, 2002; Martínez-Kú *et al.*, 2007; Rivas y Reyes, 2008). Para el caso de los mamíferos acuáticos del país, éstos están representados en cuatro órdenes, 13 familias, 33 géneros y 50

especies*. Se considera que en el Golfo de México se distribuyen 28 especies de cetáceos, el manatí y la nutria de río (Torres *et al.*, 1995; SEMARNAP, 2000). En el estado de Campeche se encuentra representado 30% del total de mamíferos acuáticos documentados para el país; de estas especies 13 son estrictamente marinas, una incursiona en ambos ambientes y una es estrictamente dulce acuícola. Los mamíferos acuáticos del estado se agrupan en tres órdenes, seis familias y 12 géneros; la familia mejor representada, en cuanto al número de especies, es la Delphinidae con ocho, las restantes solamente tienen de una a tres especies (tabla 1). Una especie extinta que fue abundante en el Golfo de México y probablemente ocurrió en las costas del estado fue *Monachus tropicalis* (Carnívora: Phocidae) o foca monje del caribe (Allen, 1887; Wilson y Reeder, 2005). Esta foca fue documentada en los arrecifes Los Triangulos en 1886 en considerables números y cerca de la ciudad de Campeche (Allen, 1887; Timm *et al.*, 1997). Esta especie fue perseguida por su carne y aceite, y cazada fácilmente por los conquistadores españoles que viajaban en las costas mexicanas (Timm *et al.*, 1997), siendo considerada extinta desde 1952 (Wilson y Reeder, 2005).

DISTRIBUCIÓN

Muchas de las especies acuáticas son migratorias, endémicas o de distribución restringida, por lo que su conservación no solamente puede considerarse como un asunto de índole local o nacional, sino internacional. Los patrones de distribución de los mamíferos acuáticos en mares mexicanos se dan en cinco regiones marítimas acorde a sus características oceanográficas: I Pacífico Norte, II Golfo de California, III Pacífico Sur, IV Golfo de México y V Caribe. El Golfo de California es la región con mayor riqueza específica, siendo las regiones Golfo



Foto: Gerardo Rivas Hernández, UNACAR.

* Corresponden a especies dulceacuícolas pertenecientes al orden Didelphimorphia y dos al orden Carnívora.

Tabla 1. Generalidades de los mamíferos acuáticos de Campeche. El hábito alimenticio (HA) piscívoro además de peces, puede incluir calamares, peces, crustáceos, cefalópodos o plancton. Abreviaturas: A= amenazada, P= en peligro de extinción, Pr= protección especial, VU= vulnerable, DD: información insuficiente, EN: En peligro, LR/cd= en bajo riesgo/depende de conservación, LR/lc: en bajo riesgo / preocupación menor, DA= dulce acuícola, M= marina y S= salobre.

Orden	Familia	Especie	Afinidad	HA	Semarnat	IUCN/CITES
Carnivora.	Mustelidae.	<i>Lontra longicaudis.</i>	DA	Carnívoro.	A	DD/I
Cetacea.	Balaenopteridae.	<i>Balaenoptera borealis.</i>	M	Piscívoro.	Pr	EN/I
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Globicephala macrorhynchus.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/cd/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Delphinus delphis.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/lc/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Pseudorca crassidens.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/lc/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Stenella attenuata.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/cd/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Stenella frontalis.</i>	M	Piscívoro.	Pr	DD/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Stenella longirostris.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/cd/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Steno bredanensis.</i>	M	Piscívoro.	Pr	DD/II
Cetacea.	Delphinidae.	<i>Tursiops truncatus.</i>	M	Piscívoro.	Pr	DD/II
Cetacea.	Physeteridae.	<i>Kogia breviceps.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/lc /II
Cetacea.	Physeteridae.	<i>Kogia sima.</i>	M	Piscívoro.	Pr	LR/lc /II
Cetacea.	Physeteridae.	<i>Physeter macrocephalus.</i>	M	Piscívoro.	Pr	VU
Cetacea.	Ziphiidae.	<i>Mesoplodon europaeus.</i>	M	Piscívoro.	Pr	DD/II
Sirenia.	Trichechidae.	<i>Trichechus manatus.</i>	S	Herbívoro.	P	VU/I

de México y el Mar Caribe las zonas menos estudiadas del país en relación a los mamíferos acuáticos (Torres *et al.*, 1995; SEMARNAT, 2003). Campeche se ubica en la zona cuatro o Golfo de México (De la Lanza, 1991; Torres *et al.*, 1995; SEMARNAT, 2003), y aunque no presenta especies endémicas, dos de las especies de mamíferos acuáticos presentes en la zona son de afinidad del Atlántico y Caribe: el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y el manatí (*Trichechus manatus*) (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Torres *et al.*, 1995).

La región de laguna de Términos es un área privilegiada dentro de la distribución de tursiones (familia Delphinidae) en el Golfo de Méxi-

co, ya que presenta zonas de alimentación y reproducción que favorecen el establecimiento de una población que puede fluctuar entre 300 y 800 individuos. Además, a través de la fotoidentificación se han podido diferenciar 1987 organismos (Delgado-Estrella, 2002).

Los ríos Candelaria, Champotón, Samaría, Chumpán, Palizada y San Pedro han sido las principales zonas en donde se han obtenido escasos indicios de la ocurrencia de la nutria (*Lontra longicaudis*) en el estado (Gallo, 1997). Al igual que la nutria, los reportes de manatí han sido pocos y actualmente se considera que en la laguna de Términos existen las mayores poblaciones de esta especie (SEMARNAT, 2001).

Los registros recientes de manatí incluyen bahía de Lerma, laguna de Términos, Atasta e Isla Aguada (SEMARNAT, 2001).

IMPORTANCIA

Los mamíferos marinos se ubican en los niveles más altos de la cadena trófica y tienen pocos depredadores haciendo que sean indicadores de buenas condiciones ambientales (SEMARNAT, 2001). Con respecto a la nutria, se ha reportado su ausencia debido a la contaminación de los ríos por alteración de los cuerpos de agua, desechos industriales, agrícolas y urbanos (Gallo, 1997).

Con excepción del manatí, que es un herbívoro, los mamíferos marinos del estado de Campeche tienen una dieta variada que incluye peces, cefalópodos, plancton y crustáceos, entre otros.

Las nutrias fueron bien conocidas por los antiguos pueblos nahuas y mayas. En lenguaje maya, las nutrias de río son llamadas *Tzulá* o *U Peek'il ha* que significa “perro de agua” (Gallo, 1997; JM. Pat, com. pers.), mientras que el manatí es llamado *Chiil'bek* que significa pez grande del mar, o *baclam*, *U Wakaxil K'áak'náab, teek* que significa vaca de agua (Gaumer, 1917; SEMARNAT, 2001; Bastarrachea Manzano, 2008; JM. Pat, com. pers.). Los delfines se les conoce en maya de diferentes maneras: *plixan kay*, *ahkalxoc*, *dzibkay* (Gaumer, 1917; Bastarrachea Manzano, 2008).

Los mamíferos marinos en el pasado recibieron un fuerte impacto por el hombre, al ser explotados y comercializados. En Yucatán y Quintana Roo, más que en el estado de Campeche, el manatí fue cazado por las supuestas propiedades medicinales y curativas de sus huesos, la carne era consumida y la piel era utilizada como cuero. (Gaumer, 1917). En cuanto a los delfines, no había explotación como tal en Campeche, sino en Quintana Roo, principalmente en isla Holbox donde se capturaban ballenas piloto principalmente para utilizarlas como carnada para la pesca de tiburón (Morales-Barbosa, 1993).



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Lontra longicaudis.

Actualmente esta práctica continúa en distintos puntos de la Península de manera clandestina, más no existen reportes oficiales de esto; al igual que la captura de delfines con fines de atractivo turísticos. En México su aprovechamiento para este fin fue prohibido desde el 2000 manifestado en la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento en el artículo 60 Bis que indica que ninguna especie de mamífero marino podrá ser sujeto de aprovechamiento extractivo, a menos que sea con fines científicos (SEMARNAT, 2007:72).

Actualmente los mamíferos acuáticos son considerados un atractivo turístico al formar parte de un ambiente controlado como el delfinario o de una experiencia extrema al observarlos en su medio natural. Esta alternativa ecoturística deja altos beneficios económicos. En la zona de laguna de Términos se practica la observación de tursiones sin que se apliquen los lineamientos y/o normas (NOM-131-SEMARNAT-1998) que regulan dicha actividad. Esta actividad se podrá desarrollar basándose en lineamientos que prohíban visitar zonas de crianza, reproducción y alimentación, además se limite el tiempo de visita, asegurando así que no haya alteraciones en el comportamiento de los tursiones.

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

Las 15 especies reportadas para el estado se encuentran bajo una categoría de protección (tabla 1). La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2002) considera a la nutria de río (*L. longicaudis*) como amenazada, al manatí en peligro de extinción y a todos los cetáceos sujetos a protección especial. En tanto que el CITES (2008) enlista las dos especies antes mencionadas y a la ballena de Rudolphi (*Balaenoptera borealis*) en peligro de extinción, mientras que las especies restantes podrían llegar a estar amenazadas si el comercio no se controla estrictamente. Con el objeto de promover la conservación

de los mamíferos marinos, desde el año 2002, los mares y aguas territoriales mexicanos fueron declarados Refugio de Grandes Ballenas, con el fin de contribuir a la conservación de las especies más sensibles que habitan las aguas de nuestro país, ya sea de manera estacional o permanente (DOF, 2002).

Por otra parte, la contaminación de los océanos como consecuencia de derrames de hidrocarburos, vertido de sustancias tóxicas y ruido antropogénico, la destrucción y alteración de zonas costeras y manglares y la captura accidental o dirigida son algunas de las principales amenazas que enfrentan para su sobrevivencia los mamíferos acuáticos (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Gallo, 1997; Semarnat, 2001; Antochiw-Alonzo, 2002). En adición, las descargas de residuos industriales y agroquímicos en tierras de cultivos (e.g. arrozales) contaminan ríos (Gallo, 1997) que desembocan en importantes sistemas costeros, como es la laguna de Términos. Las artes de pesca también constituyen una amenaza, y en ocasiones los manatíes son capturados accidentalmente en redes o heridos gravemente por las propelas de los motores, e incluso en algunos sitios se comercializa su carne (Semarnat, 2001). La deforestación de vegetación riparia asociada a los ríos y modificación de afluentes han originado una drástica alteración del hábitat de la nutria (Gallo, 1997). Aunado a esto, la nutria de río ha sido cazada por su piel o carne ocasionando que sus poblaciones disminuyan drásticamente y sean difícilmente observadas. Para Campeche se desconoce la utilidad real de la nutria, sin embargo los escasos datos indican su uso ornamental (Gallo, 1997).

En las costas de Campeche se han registrado varamientos de mamíferos acuáticos desde 1967, principalmente han sido eventos individuales de organismos muertos. Para el área de laguna de Términos se han registrado con frecuencia varamientos de *T. truncatus* muertos y a través de la evaluación de los organismo se ha precisado algunas de las causas de muerte. El primer registro de varamiento individual de *T. truncatus* en el área de laguna de Términos fue en 1989, durante

1995-1997 se documentaron un total de cinco ejemplares varados sin tener más registros en años consecutivos y del 2002 a la fecha se ha registrado un incremento, un total de 70 individuos varados en las costas de laguna de Términos y zonas adyacentes (figura 1).

Otros mamíferos que han aparecido varados son tres ejemplares de manatí de 2000 a 2002, un espécimen de cachalote enano (*Kogia sima*), en 2005, un zifio o mesoplodonte antillano (*Mesoplodon europaeus*, en 1986), un cachalote (*Physeter macrocephalus*, en 1967 y 2007) y delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*, en 2005 y 2007). Los únicos varamientos de dos o más individuos han sido los ocurridos con los cachalotes pigmeos *Kogia breviceps*, dos en 2003, 55 delfines tornillo (*Stenella longirostris* en 2001) y falsas orcas (*Pseudorca crassidens*) en 2000 (tabla 2).

El uso de redes a la deriva, redes de arrastres y de cerco dentro de la laguna de Términos, representa riesgos para los tursiones; en animales varados se ha observado la mutilación de la aleta caudal. El gran tráfico de embarcaciones puede representar una mayor presión para los tursiones. Por otra parte, análisis toxicológicos revelan concentraciones de PCB y metales pesados en el tejido adiposo de los tursiones, lo que señala que existen fuentes de contaminación ambiental. Otra actividad humana considerada de mayor impacto en el medio marino es la exploración petrolera mediante la prospección sísmica marina. Dicha técnica emite fuertes descargas de sonido que producen efectos variados en la fauna marina, desde la evasión de zonas de prospección hasta la pérdida temporal o permanente del oído, afectando su sistema auditivo del cual dependen para su supervivencia (Perry, 2000). Para disminuir este impacto existen medidas de mitigación, pero no son obligatorias en México y no se aplican de manera regular. Por consiguiente, no se ha podido medir el impacto sobre los mamíferos marinos (D. Antochiw-Alonzo, com. pers., 2008).

En cuanto a las acciones de conservación, existe un escaso conocimiento sobre los mamíferos acuáticos en el estado (Salinas y Ladrón

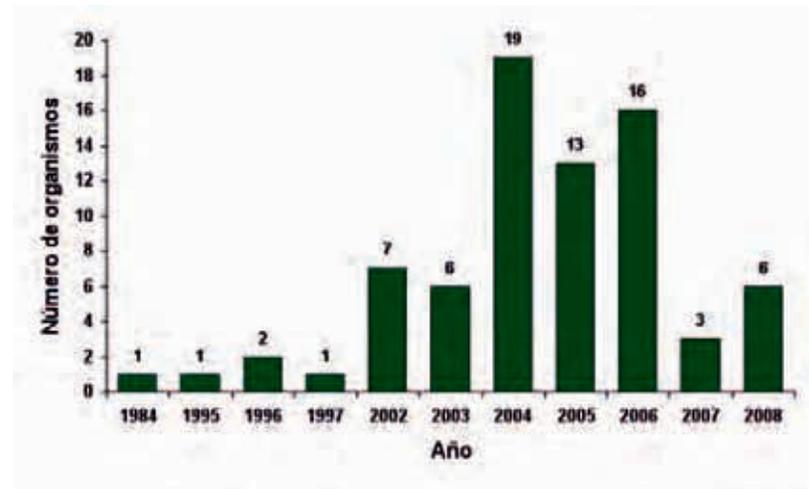


Figura 1. Registro cronológico de varamientos de tursiones por año en la costa de Campeche.

Tabla 2. Especies de mamíferos acuáticos varados en el litoral de Campeche.			
Especies	Fecha de varamiento	No. de individuos	Lugar de varamiento
<i>Physeter macrocephalus.</i>	1967	1	Bahamitas, Carmen.
	Sep-23-07	1	Bahamitas, Carmen.
<i>Kogia breviceps.</i>	Jul-09-01	1	Playa Norte, Carmen.
	Oct-14-03	2	Playa Palo Alto, Isla Aguada.
<i>Kogia sima.</i>	Nov-11-05	1	Playa norte, Carmen.
<i>Mesoplodon europaeus.</i>	May-12-86	1	Isla Aguada.
<i>Pseudorca crassidens.</i>	May-26-00	65	Isla Arena, Petenes.
<i>Stenella longirostris.</i>	Abr-04-01	55	Playa Norte, Carmen.
<i>Steno bredanensis.</i>	May-02-05	1	Xicalango, Carmen.
	Oct-25-07	1	km. 31.2 Carr. Cd. del Carmen-Puerto Real.
<i>Trichechus manatus.</i>	Sep-12-00	1	Playa Norte, Carmen.
	Feb-5-01	1	Playa Norte, Carmen.
	May-31-02	1	Palizada.

de Guevara, 1993; SEMARNAT, 2001). A través de los reportes de varamientos se comenzó a estudiar a los mamíferos marinos en la región de la Península de Yucatán y se continúa con observaciones directas (REVAY, 2004). Actualmente, en la laguna de Términos se estudia la situación de los tursiones para identificar y caracterizar áreas prioritarias para su conservación, identificar causas de varamiento y obtener información sobre diversos aspectos de la biología de la especie, que en conjunto permitan su conservación y manejo (Rivas y Reyes, 2008). En el caso particular del manatí es necesario realizar investigaciones en las ANP y sistemas costeros para determinar sitios cruciales de uso y patrones de movimiento de esta especie. La nutria requiere estudios más detallados para determinar la situación (Gallo, 1997) de las escasas poblaciones en el estado e implementar programas de monitoreo en esos sitios. Dicho tipo de estrategias necesitan continuar a largo plazo para entender el comportamiento y movimiento de estas especies poco conocidas en las aguas del Estado.

REFERENCIAS

- Antochiw-Alonzo, D. M. 2002. Relación entre características oceanográficas del Golfo de México y zonas de mayor incidencia de varamientos de mamíferos marinos en el estado de Yucatán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional – Unidad Mérida. 63 p.
- Allen, J. A., 1887. The West Indian seal (*Monachus tropicalis* Gray). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2: 1–34.
- Bastarache Manzano, J. R., 2008. Diccionario español-maya en línea en AULEX. <http://aulex.ohui.net/es-myn/> consultado en mayo 27,2008.
- Ceballos, G., y G. Oliva (coords), 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad, México D.F., 986 p.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín, y Y. Domínguez-Castellanos, 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9:21-71.
- CITES, 2008. Annotated CITES Appendices and Reservations. UNEP-World Conservation Monitoring Centre, Geneva, Switzerland. (<http://www.cites.org/esp/app/index.shtml>).
- Delgado-Estrella A., 2002. Comparación de parámetros poblacionales de las toninas *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México (estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 160 p.
- De la Lanza E. G. (comp.), 1991. Oceanografía de Mares Mexicanos, AGT editor, Mexico. 569 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 2002. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo por el que se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Mayo 24 de 2002.
- Fleischer, L. A., 2001. Mamíferos marinos en el litoral de Campeche. Colección Documentos de Investigación No. 6. Universidad Autónoma del Carmen. 88 p.
- Escalona-Segura, G., J. A. Vargas-Contreras, y L. Interián-Sosa, 2002. Registros importantes de mamíferos para Campeche, México. *Revista de la Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.*, 6:166-170.
- Gallo R., J. P., 1997. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:10-32.
- Gallo, J. P. y F. Pimienta, 1989. Primer registro del zifio de las Antillas (*Mesoplodon europaeus* Gervais, 1955) (Cetácea: Ziphiidae) en México. *Anales del Instituto de Biología, serie zoología*, 60(2): 267-278.
- Gaumer, G.F., 1917. Monografía de los mamíferos de Yucatán. Secretaría de Fomento. México. 330 p.
- Hall, E. R., 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons. 2nd. ed. USA. 1811 p.
- Hernández-Huerta, A., V. J. Sosa, J. M. Aranda, y J. Bello, 2000. Noteworthy records of small mammals from the Calakmul biosphere reserve in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Southwestern Naturalist*, 45: 340-344.
- Husar, S.L. 1978. *Trichechus manatus*. *Mammalian Species*, 93:1-5.

- Larivière, S., 1999. *Lontra longicaudus*. *Mammalian Species*, 609: 1-5.
- Martínez-Kú, D. H., G. Escalona Segura, y J.A. Vargas Contreras, 2007. Primer registro del zorrillo manchado del sur *Spilogale angustifrons* Howell 1902 para el estado de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 23:175-177.
- Morales-Barbosa, J.J., 1993. Sian Ka'an. Introducción a los ecosistemas de la península de Yucatan. El mar y sus recursos. Amigos de Sian Ka'an, A.C. México.
- Perry, C., 2000. A review of the impact of anthropogenic noise on Cetaceans. Draft report to the International Whaling Commission. Rep. No. SC/50/E9, Cambridge, UK.
- Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo, y A. Castro, 1986. Guía de los mamíferos de México, referencia hasta 1983. UAM-Iztapalapa, 720 p.
- Red de Variamientos de Yucatán, A.C, 2004. Avistamientos de cetáceos en la plataforma de Yucatán 2002-2003, Reporte anual de actividades a bordo de cruceros oceanográficos de la Secretaría de Marina - Armada de México. Reporte a la Secretaría de Marina - Armada de México - Dirección de Oceanografía. 18 p.
- Reid, F. A., 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, 334 p.
- Rivas, G., y H. Reyes, 2008. Segundo Informe. Informe Técnico. Etapa Atención a variamientos- FOMIX CAMP-2006-01-31254.
- Salinas, M., y P. Ladrón de Guevara, 1993. Riqueza y diversidad de los mamíferos marinos. p. 85 -93. En: O. Flores y A. Navarro, (eds) *Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, número especial*, 7:1-110.
- SEMARNAT, 2001. Proyecto de conservación, recuperación y manejo del manatí *Trichechus manatus* en México. Serie PREP No. 11. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Vida Silvestre.
- SEMARNAT, 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental, especies de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, Lunes 16 de octubre de 2001, 1:1-62.
- SEMARNAT, 2003. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2002. México, D.F. 275 p.
- SEMARNAT, 2007. Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento (Colección Legal). Dirección General de Vida Silvestre. 162 p.
- SEMARNAP, 2000. Proyecto para la conservación, recuperación, Manejo y aprovechamiento sustentable de los Pinnípedos. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 87 p.
- Timm, R. M., R. M. Salazar, y T. Peterson, 1997. Historical distribution of the extinct tropical seal, *Monachus tropicalis* (Carnivora: Phocidae). *Conservation Biology*, 11: 549-551.
- 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., J. Arroyo-Cabrales, M. Sanvicente-López, y Rafael Reyna-Hurtado, 2002. Nuevos registros de mamíferos para Campeche. *Vertebrata Mexicana*, 11:17-20.
- Vaughan, T. A., 1985. *Mammalogy*. Saunders College Publishing, The Dryden Press, 576 p.
- Wilson, D. E., y D. M. Reeder, 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Third edition. The John Hopkins University Press, Vol 1, 743 p.



Foto: Diana M. Antochiw Alonzo, Red de Varamientos de Yucatan, AC.

Mamíferos terrestres

*Oscar Retana Guiascón,
Manuel Weber
y Daniela Guzmán*

INTRODUCCIÓN

México forma parte de las naciones más ricas del mundo en cuanto a diversidad de mamíferos terrestres se refiere. La mayor concentración de especies se registra en la región sur-sureste del país debido a su latitud más ecuatorial, su heterogeneidad ambiental y su ubicación en la zona de transición neártica-neotropical (Ceballos y Oliva, 2005). Entre las entidades que integran esta región se ubica Campeche, para cuyo territorio se reportan 105 especies de mamíferos, cifra que seguramente es mayor ya que es una de las entidades menos estudiadas en relación a su mastofauna, en particular en áreas con alta importancia ecológica como las Reservas de la Biosfera Calakmul y Los Petenes, así como las zonas sujetas a Conservación Ecológica Balam-Kin y Balam-Ku, en las cuales existen una gran diversidad de hábitats cuyo buen estado de salud garantiza no solo la conservación de los mamíferos que ahí habitan, sino también la continuidad de los bienes y servicios que estos animales proporcionan para el bienestar de las comunidades humanas.

DIVERSIDAD

La fauna de mamíferos terrestres de México se ubica como la tercera más diversa del mundo con un total de 475 especies (Ramírez *et al.*, 2005). El 22% de estas habitan en el estado de Campeche, se reconocen 105 especies, agrupadas en 79 géneros, 28 familias y 11 órdenes. Los marsupiales, murciélagos, carnívoros y roedores son los órdenes más diversos, ya que conjuntamente representan al 85 y 87% del total de géneros y especies respectivamente (CD anexo). Dadas las características fisiográficas de Campeche, el grado de endemismo no es sobresaliente, solamente se registran en el estado dos especies endémicas a México: el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) y el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*). El territorio campechano

también forma parte de la región conocida como mesoamérica, en esta habitan 20 mamíferos considerados como endémicos de esta región, entre las que destacan el ratón espinoso (*Heteromys gaumeri*); la musaraña maya (*Cryptotis mayensis*), el mono aullador (*Alouatta pigra*) y el venado temazate (*Mazama pandora*).

DISTRIBUCIÓN

La distribución de la fauna mexicana está influenciada por la combinación de elementos neárticos y neotropicales. Esta situación también es patente para el caso de la mastofauna campechana ya que 55% de las especies tienen una filiación neotropical, 39 de estas son murciélagos, cinco carnívoros, cuatro marsupiales y cuatro roedores (tabla 1). Otro 20% tienen una distribución tanto en norte como en Sudamérica y solo cuatro especies presentan una afinidad meramente neártica. No se reporta ningún mamífero con distribución restringida a Campeche, sin embargo, su territorio forma parte del área de distribución de dos y 20 especies endémicas de México y Mesoamérica respectivamente (Ceballos y Oliva, 2005).

IMPORTANCIA

Actualmente, las comunidades indígenas y campesinas de Campeche dependen en gran medida de los beneficios y servicios que los mamíferos les aportan para satisfacer gran parte de sus necesidades económicas y culturales. En un estudio realizado recientemente en la región de los Petenes se obtuvo que 28 especies de vertebrados son usadas para distintos propósitos, de éstas el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el puerco de monte (*Pecari tajacu*), el tejón (*Nasua narica*) y el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), tienen un alto valor de uso alimentario, peletero y ornamental (León, 2006). En la región de Calakmul, más del 48% de la biomasa total de “carne de monte” co-



Foto: Ernesto Perera, UAC.

El ratón tlacuache (*T. canescens*), es un marsupial endémico de México que en Campeche se distribuye únicamente en la zona norte.

Tabla 1. Diversidad y patrón de distribución de los mamíferos terrestres del estado de Campeche. Los números entre paréntesis indican la riqueza de los taxa al nivel nacional. AM = especies compartidas con Norte y Sudamérica, MA = especies endémicas a Mesoamérica, MX= especies endémicas a México, NA= especies compartidas con Norteamérica, SA = especies compartidas con Sudamérica.

Ordenes	Familias	Géneros	Especies	Distribución				
				AM	MA	MX	NA	SA
Didelphimorphia.	1 (1)	6 (7)	7 (8)	1	1	1	-	4
Cingulata.	1 (1)	1 (2)	1 (2)	1	-	-	-	-
Pilosa.	2 (2)	2 (2)	2 (2)	-	-	-	-	2
Lagomorpha.	1 (1)	1 (3)	2 (15)	1	-	-	-	1
Rodentia.	6 (7)	12 (16)	17 (233)	2	9	1	1	4
Carnivora.	5 (6)	16 (22)	17 (33)	9	1	-	2	5
Erinaceomorpha.	0 (1)	0 (2)	0 (2)	-	-	-	-	-
Soricomorpha.	1 (1)	1 (4)	1 (30)	-	1	-	-	-
Chiroptera.	7 (8)	33 (66)	50 (137)	5	5	-	1	39
Primates.	1 (1)	2 (2)	2 (3)	-	2	-	-	-
Artiodactyla.	2 (4)	4 (7)	5 (9)	2	1	-	-	2
Perissodactyla.	1 (1)	1 (1)	1 (1)	-	-	-	-	1
Totales.	28 (34)	79 (165)	105 (475)	21	20	2	4	58

sechada por cazadores de subsistencia proviene de tres especies simpátricas de venados (Weber, 2005). Asimismo, entre las comunidades mayas del estado continua siendo común el uso de distintas partes y productos de mamíferos para la elaboración de remedios medicinales, artesanías o como motivos culturales, destacando el Bálam (Jaguar, *Panthera onca*), *Ma'ax* (mono araña, *Ateles geoffroyi*), *Tsimin* (tapir, *Tapirus bairdii*) y *Zotz* (Murciélago), este último es el patrono del cuarto mes del año maya o *uinal* (Schlesinger, 2001). La importancia ecosistémica de los mamíferos, se ubica en primer término en que forman parte integral del funcionamiento de los sistemas naturales o transformados, ya que tienen un rol importante en la dispersión de semillas, polinización, control de plagas, regeneración de los bosques y selvas, además de ser un factor determinante en la promoción de la diversidad vegetal. (Vaughan *et al.*, 2000; Hutson *et al.*, 2001).

SITUACIÓN, AMENAZAS Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2002), el 31% de los mamíferos anotados para Campeche presentan categoría de protección, ocho de estas son endémicas a Mesoamérica. Dentro de la categoría protección especial se anotan a 11 especies, 13 están amenazadas y 11 en peligro de extinción. La reducción poblacional de estos mamíferos está relacionada directamente con la pérdida de más del 50% de las áreas que originalmente habitaban, como también por la

caza y comercio ilegales. A este respecto, cuatro especies se catalogan en riesgo de extinción en estado silvestre y 78 más ostentan la categoría de bajo riesgo en las listas rojas sobre especies que se encuentran en peligro de extinción a nivel mundial producidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Por su parte, el convenio sobre el comercio de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), incluye en sus apéndices a 20 especies de mamíferos amenazadas por el comercio, el 45% son carnívoros de talla mediana y grande. Algunas especies, como el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*), requieren de áreas muy grandes con hábitats bien conservados y únicamente reservas con las dimensiones de Calakmul, representan una posibilidad real para su conservación a largo plazo (Reyna, 2007).

Existe información suficiente para ubicar a la cacería furtiva y a la fragmentación de los hábitats como las dos amenazas antropogénicas que tienen mayor impacto sobre las poblaciones de los mamíferos que habitan en el estado. El factor de riesgo para su conservación puede ser muy alto si continúa la tasa de deforestación producida en la última década, pues entre los años 1991 a 2000 el estado de Campeche perdió 16% de su cubierta forestal con respecto al área total registrada en 1990 (FAO, 2000). Entre las causas principales de fragmentación se identifica a la tala ilegal, los incendios provocados y las actividades agropecuarias, que aunado a la colonización no planeada incrementan la sobreexplotación y comercio ilegal de especies (Ericson *et al.*, 1999). Entre las amenazas naturales que afectan la conservación de los mamíferos se encuentran los huracanes pues estos fenómenos meteorológicos destruyen grandes superficies forestales. Por otra parte, se reconoce que la aparición y propagación de enfermedades debido a microorganismos o contaminantes es una amenaza latente que cobra cada día mayor importancia y que puede impactar severamente las poblaciones de distintas especies de mamíferos a nivel local y regional.

En atención de la problemática anterior, se han implementado distintos tipos de acciones para favorecer la conservación de la mastofauna campechana. Una acción primaria ha sido el decreto de cinco áreas naturales protegidas que conjuntamente representan el 39.7% de la superficie total del estado. Por otra parte, diversas especies se han incorporando al comercio regulado bajo el esquema de Unidades de Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), con lo cual se busca disminuir la presión ejercida por la cacería furtiva y proteger mayores extensiones de hábitat para la fauna silvestre. En el año de 1997 el Instituto de Ecología de la UNAM en coordinación con distintas organizaciones, establecieron el “Programa de Ecología y Conservación del Jaguar en la Región de Calakmul”, cuya continuidad por más de cinco años ha permitido desarrollar una estrategia de conservación no solo del jaguar sino de una gran variedad de plantas y animales, ya que al proteger las grandes extensiones de hábitat que requiere este felino se beneficia también a muchas otras especies vegetales y animales con las que coexiste, por lo que se le considerada una especie sombrilla (Ceballos *et al.*, 2002). A pesar de reportarse 125 publicaciones entre 1890-1995 referentes a mamíferos registrados en Campeche (Guevara *et al.*, 2001), hoy día se carece de un conocimiento preciso de la diversidad, distribución y estado de conservación de las especies. Por lo tanto, una acción prioritaria es el desarrollo de estudios sobre esta temática, en cuyo proceso de investigación se trabaje con las comunidades locales, a fin de hacerlos partícipes del esfuerzo y beneficios presentes y futuros que conlleva la conservación de los mamíferos y la biodiversidad en general, pues más del 50% del total de los recursos naturales que existen actualmente en el territorio mexicano se encuentran en poder de las comunidades indígenas y campesinas (Toledo *et al.*, 2002).

En conclusión, el conocimiento sobre la diversidad de mamíferos de Campeche es trascendental para asegurar su conservación, en especial de aquellas especies que son consideradas clave como el jaguar, oce-



Foto: Manuel Weber, ECOSUR.

El tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*) tiene unos de sus últimos refugios en México en las selvas campechanas.

Foto de un tapir juvenil tomada en “La Rigueña”, Área de Conservación y Reserva Estatal de Balamku-Balamkin.

lote, tapir, pecarí de labios blancos, temazate, mono araña y saraguato, pues son esenciales para el funcionamiento de toda una comunidad y su desaparición del ecosistema puede causar un cambio importante en las poblaciones de otras especies o en los procesos ecológicos. En este sentido, cobran gran relevancia las áreas naturales protegidas del estado ya que contribuyen a asegurar la protección y aprovechamiento racional de los mamíferos, en particular de las especies endémicas o en peligro de extinción. Asimismo, las áreas naturales protegidas y no protegidas de Campeche pueden representar el último refugio de muchas especies de fauna que están en riesgo de desaparecer en otras entidades del sureste mexicano. Por lo tanto, todo esfuerzo dirigido a generar información del componente mastofaunístico de Campeche, permitirá tomar decisiones adecuadas relacionadas a su utilización sostenible y conservación.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, y C. Manterola, 2002. Tamaño poblacional y conservación del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, Mexico. p. 403-481. En: R.A. Medellín, C. Chetkiewicz, A. Rabinowitz, K.H. Redford, J.G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (eds.). Jaguars en el nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América. Universidad Nacional Autónoma de México-Wildlife Conservation Society, México.
- Ceballos, G. C., y O. Gisselle, 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 986 p.
- Diario Oficial de la Federación (DOF), 2002. 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.
- Ericson J. M., S. Freudenberger, y E. Boege, 1999. Population dynamics, migration, and the future of the Calakmul biosphere reserve. Occasional Papers No. 1, American Association for the Advancement of Science, Washington.
- Guevara, C.L., R. López, y V. Sánchez, 2001. 105 años de Investigación Mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 83: 35-72.
- Hutson, A. M., S. P. Mickleburgh, y P.A. Racey (comp.), 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 258 p.
- FAO, 2000. Bibliografía comentada. Cambios en la Cobertura Forestal: México. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales, Documento de Trabajo 35. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 33 p.
- León, P.N., 2006. Aprovechamiento de la fauna silvestre en una comunidad aledaña a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones y de Estadísticas Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. Yucatán. 108 p.
- Ramírez, P.J., J. Arroyo, y A. Castro, 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 21: 21-82.
- Reyna, H. R., 2007. Social ecology of the white-lipped peccary (*Tayassu peccary*) in the Calakmul forest, Campeche, México. PhD. Dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida. USA. 298 p.
- Schlesinger, V., 2001. Animals and Plants of the Ancient Maya. University of Texas Press. 351 p.
- Toledo, V.M., P. Alarcón, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien, y A. Rodríguez, 2002. Biodiversidad y pueblos indios en México y Centroamérica. *Biodiversitas*, 43: 1-8.
- Vaughan, T.A., M.R. James, y N.J. Capzaplewski, 2000. Mammalogy. Fourth Edition. Saunders College Publishing. Brooks Cole, Toronto. 565 p.
- Weber, M., 2005. Ecology and conservation of sympatric tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, Campeche, México. PhD Dissertation. University of Durham, United Kingdom. 241 p.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

DIVERSIDAD GENÉTICA



Aída Martínez Hernández
Coordinadora

La diversidad genética se refiere a la variedad que existe en el contenido genético entre los individuos de una especie, ya sea animal (incluyendo humanos), vegetal o microorganismo. La diversidad a nivel genético se ubica en el nivel basal de la pirámide de la biodiversidad. La diversidad entre individuos a nivel genético se basa en las diferencias que existen entre ellos en cuanto a las “secuencias de nucleótidos”¹ de sus “ADN” (Ácido Desoxiribonucleico). El ADN es la materia química en la que se almacena la información que define las características de cada individuo, así como su pertenencia a una especie dada. El ADN entre los individuos de una misma especie es altamente “conservada” o similar, lo que los hace compartir características físicas, biológicas y de comportamiento. Sin embargo, existen pequeñas diferencias entre los individuos de una misma especie en la secuencia de sus ADN, denominada variabilidad genética, que pueden o no tener efecto sobre las características visibles de los organismos. A mayor número de diferencias en la secuencia o estructura del ADN entre los individuos de una población, mayor es la diversidad genética en dicha población.

¹ Las “secuencias de nucleótidos”: Los nucleótidos son los elementos con los cuáles se construye el ADN. Hay cuatro tipos de nucleótidos: Adenina(A), Timina(T), Guanina(G) y Citosina(C). Una molécula de ADN está construida por dos cadenas de nucleótidos. Cada cadena del ADN es una hilera de miles o millones de nucleótidos, dependiendo del organismo, unidos uno detrás de otro. El orden o la secuencia de los 4 nucleótidos (A,T,C,G) a lo largo de la cadena es variable, pero no al azar, ya que con dicho orden se estructuran los genes y las secuencias regulatorias que codifican y determinan las características de cada organismo. La sustitución o ausencia de un nucleótido, o de todo un fragmento de ADN, puede tener importantes repercusiones en las características del organismo. No obstante, dichos cambios ocurren de forma natural cada cierto tiempo, y son heredables; lo cual conduce a que dentro de una población de una misma especie haya diferencias entre las cadenas de ADN (genotipo) y entre las características físicas (fenotipo) de los individuos (diversidad genética).

En términos ecológicos, la diversidad genética dentro de la población de una especie dada (diversidad intraespecífica), es un reflejo de la “salud” de la misma. Una población altamente homogénea en cuanto a sus características genéticas resulta altamente susceptible a cambios medioambientales. Adicionalmente, en el caso de aquellas especies que se reproducen sexualmente, una población con baja diversidad genética entre sus individuos llega a presentar incompatibilidad reproductiva y acumulación de mutaciones manifestadas como alteraciones congénitas. Por el contrario, una población con alta diversidad genética, es una población que tiene más probabilidades de adaptación ante nuevas condiciones medioambientales. Además, evita más fácilmente los efectos de mutaciones negativas si posee entre sus integrantes genes dominantes que proporcionan características más vigorosas a la población; Por ello los proyectos para diagnosticar el estado de conservación de una población o un ecosistema, así como los programas de conservación de una especie animal o vegetal, deben incluir estudios para determinar el índice de diversidad genética de la(s) población(es) de interés y complementar la información comúnmente utilizada, obtenida con el seguimiento y la contabilización numérica de los individuos de una especie amenazada o en peligro de extinción en una población o región.

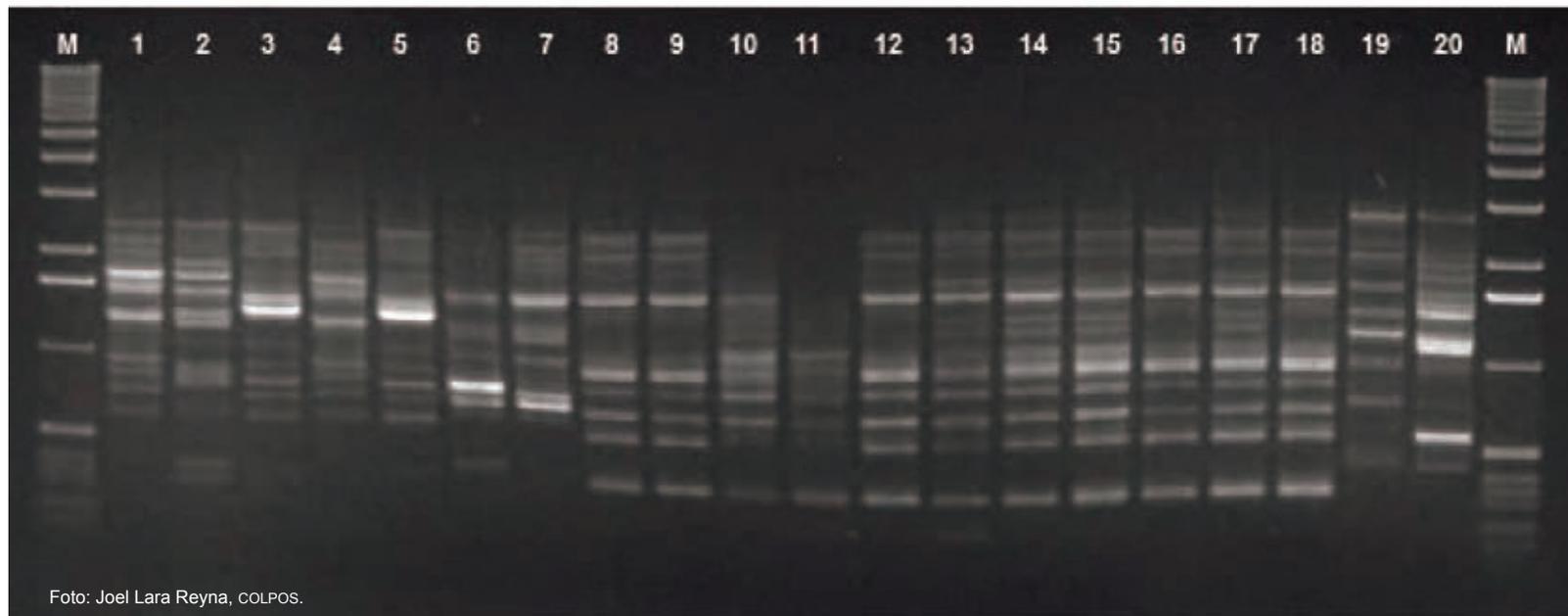
Adicionalmente a las ventajas competitivas en términos ecológicos y de adaptación a cambios en el medio ambiente que posee una población con alta diversidad genética, una población o un conjunto de variedades de una misma especie enriquecida en características (y genes) diferentes, es considerada de alto valor potencial; ya que es vista como un “reservorio” de genes que pueden ser de utilidad práctica para el ser humano.

Para proteger y aprovechar la biodiversidad (*e.g.* la que habita dentro de las áreas protegidas), es necesario estudiar las comunidades bióticas de los ecosistemas: identificar las especies que ahí habitan, caracterizar sus poblaciones, su abundancia y distribución, descri-

bir la estructura de sus comunidades, comprender su relación con el medio ambiente e interacción con otros organismos, definir su papel dentro del ecosistema, etc. Para ello no basta describir los ecosistemas a nivel especie, sino que es necesario comprender su estado de diversidad a nivel genético. Esta información permite diseñar acciones y estrategias de preservación y rescate, y realizar un aprovechamiento racional y sustentable de la enorme riqueza de los recursos naturales bióticos y genéticos.

Describir la diversidad genética de una población o de un conjunto de organismos emparentados entre sí tiene numerosas aplicaciones. En el contexto de estudios ecológicos se requiere para estudiar la estructura de las poblaciones; determinar el nivel de diversidad intraespecífica dentro de poblaciones o subpoblaciones; para establecer relaciones entre poblaciones de diferentes regiones y analizar el flujo genético entre poblaciones de diferentes regiones; realizar análisis de migraciones; detectar eventos de cruzamiento intra o interespecíficos; identificar eventos de pérdida de diversidad genética en una región; diagnosticar el grado de erosión genética en una población en peligro de extinción; identificar áreas de alta diversidad genética; estudiar el impacto de la fragmentación de poblaciones; caracterizar nuevas poblaciones diferenciadas por aislamiento geográfico; etc.

Los estudios de diversidad genética son también útiles para determinar el estado de “salud” de los ecosistemas. Por ejemplo, un sustrato rico en microorganismos, con alta diversidad a nivel especie, es un sustrato más capaz de mantener los ciclos biogeoquímicos requeridos para la sustentabilidad de todas las especies en dicho ecosistema. Así, el nivel de diversidad genética de un suelo puede ser un indicador de su estado de conservación, recuperación o degradación. De forma contraria, una alta dominancia de una especie en un lecho acuoso puede ser un indicativo de un alto grado de contaminación en el sitio, conduciendo a la eliminación de la diversidad de especies y a la sobrepoblación de una especie tolerante.



Variabilidad genética en hongos entomopatógenos determinada por Amplificación al Azar de Fragmentos Polimórficos (RAPD), aislados de diferentes fuentes en el estado de Campeche. Carriles: M, marcador de peso molecular 1kb; 1-7, *Metarhizium anisopliae*; 8-18 *Beauveria bassiana*; 19, *Paecilomyces* sp; 20, *Cordyceps cardinalis*.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

El análisis de las poblaciones a nivel genético es además una herramienta que coadyuva a determinar cuál es el sitio de origen de una especie y la historia de su dispersión a otras regiones. Así, en un contexto agrícola o forestal los estudios de diversidad genética son útiles para definir centros de origen, domesticación o diversificación de un cultivo; establecer un perfil o huella genética que caracteriza a la especie, organismo o variedad en estudio, datos que son útiles para su identificación o para el registro de nuevas variedades con utilidad económica; para establecer programas de conservación y de mejoramiento, mediante el seguimiento de cruza e híbridos; estudiar el efecto de la selección humana y de los programas de mejoramiento, así como el impacto de la deforestación o cambios ambientales provocados por el humano; para estudiar poblaciones de plagas y enfermedades, o para identificar variedades resistentes a enfermedades y plagas.

Incluso en salud humana, los estudios de diversidad genética tienen también muchas aplicaciones; por ejemplo: son requeridos para identificar polimorfismos moleculares (variaciones genéticas) que permitan detectar enfermedades humanas congénitas; diferenciar entre agentes patógenos con diferente grado de patogenicidad; identificar o diferenciar vectores de enfermedades; caracterizar poblaciones de plagas o agentes patógenos susceptibles o resistentes a un fármaco; etc.

Los estudios de diversidad genética son también útiles en la identificación de polimorfismos moleculares asociados a características de interés agrícola, médico, biotecnológico o industrial, de cualquier tipo de organismos: plantas, ganado, algas marinas, reptiles o microorganismos. Con dicha información, es factible realizar programas de mejoramiento genético dirigido o de clonar y patentar los genes responsables de dichas características.

Para realizar estudios de diversidad genética se utilizan técnicas especializadas con “marcadores moleculares” diseñadas para analizar el ADN y detectar sus diferencias entre los individuos. Técnicas dirigidas a la comparación y evaluación de diferencias entre proteínas denominadas “isoenzimas” también han sido utilizadas como una manera de evaluar la biodiversidad a nivel genético. Muchas de las técnicas de marcadores moleculares utilizadas para estudiar la diversidad genética analizando el ADN emplean una técnica denominada “PCR”, por las siglas en inglés de “reacción en cadena de la polimerasa”. Esta reacción permite “amplificar” fragmentos de ADN conocidos o al azar, para poder visualizar mediante “electroforesis” los “patrones de bandeo” de ADN generados, los cuales dependen de la secuencia génica del individuo analizado. La electroforesis es útil para separar y visualizar los distintos fragmentos de ADN de diferente tamaño resultantes de la reacción de PCR. Los patrones de bandeo pueden ser específicos para un individuo, para una especie o para una subpoblación geográficamente aislada (“huella genética”), por lo que es ampliamente utilizada como método de identificación. La reacción de PCR se combina con otras estrategias técnicas para dar lugar a los muy diversos tipos de marcadores moleculares (RAPDs, AFLPs, SNPs, SRRs, etc.). Adicionalmente, el PCR es una herramienta de diagnóstico que permite identificar microorganismos, como patógenos y virus, y hacer un seguimiento puntual de poblaciones dentro de un ecosistema que ayudan a esclarecer los nichos ecológicos de ciertos microorganismos.

Estado actual de los estudios sobre diversidad genética

Aida Martínez Hernández

Campeche, junto con otros estados del sureste mexicano, se encuentra situado en la región con mayor biodiversidad del país: la zona de transición entre el neotrópico y el neártico que forma parte de Mesoamérica, una de las regiones biogeográficas más complejas del mundo por su larga y compleja historia geológica. Por su riqueza natural, en el estado se han establecido diversas zonas protegidas, algunas de ellas de enorme relevancia como la Reserva de la Biosfera de Calakmul, la segunda región más extensa en Latinoamérica de selva tropical protegida; o la laguna de Términos, recién propuesta a ser nombrada Patrimonio Natural de la Humanidad. Adicionalmente, las zonas protegidas del estado forman parte del corredor biológico mesoamericano.

Numerosas especies silvestres terrestres y marinas, tanto mamíferos como aves, reptiles, moluscos, crustáceos, microorganismos, etc. que habitan la región; así como especies cultivadas y domésticas cuyo centro de origen, domesticación o diversificación está localizado en la península de Yucatán; así como especies locales que tienen el potencial de ser utilizadas como cultivos alternativos o de ser reproducidas en cautiverio; e incluso especies que son dañinas al hombre por que afectan cultivos, especies domésticas o la salud humana; deben ser caracterizadas genéticamente, y la diversidad genética de sus poblaciones deben ser analizadas. Por ejemplo, en las zonas protegidas que están en proceso de análisis por la UNESCO para ser declaradas Patrimonio Natural de la Humanidad, sería deseable desarrollar proyectos de caracterización de diversidad genética de diversas especies particularmente relevantes, en tales regiones, por su endemismo o por estar en amenaza o peligro de extinción. Por el contrario, la riqueza biológica del estado de Campeche ha sido sólo parcialmente descrita a nivel especies y a nivel genético, la descripción de la biodiversidad en el estado es mínima, casi inexistente; y no existen estudios donde se analice el impacto de las actividades humanas sobre la diversidad genética de las especies que habitan el estado o la microbiota de suelos y aguas que resulten perturbadas. Dentro de los pocos estudios



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

de diversidad genética que se han realizado, incluyendo muestras del estado, en la mayoría de los casos se incluyen solo algunos muestreos puntuales colectados en el estado, y no están dirigidos a realizar una descripción amplia y detallada de una especie o población específicamente en esta región; otros trabajos están apenas en progreso y otros hacen una caracterización a nivel genético de una especie para su identificación, pero no hacen propiamente una caracterización de la diversidad genética dentro de la población.

Es muy importante considerar que, al igual que otros, el estado de Campeche posee características que pone en alto riesgo su riqueza biológica; por ejemplo, se cuenta entre los estados en los que se registra una mayor tasa de deforestación, lo que provoca una gran pérdida de biodiversidad en las zonas que no se encuentran protegidas; desarrolla actividades humanas que conllevan un alto riesgo ecológico, como la extracción petrolera; y no ha iniciado líneas contundentes de acción dirigidas a caracterizar plenamente su riqueza biológica y a establecer programas de protección y desarrollo apoyando preferentemente proyectos sustentables en equilibrio con su biodiversidad, como el ecoturismo, sobre proyectos de desarrollo económico que trastoquen dicha riqueza. El inicio de estas acciones no debe seguirse postergando.

A continuación se presentan algunos de los escasos estudios identificados en los que se hace alguna caracterización genética de animales, plantas, microorganismos o poblaciones humanas en muestras colectadas en el estado de Campeche.

Diversidad genética en fauna

Aída Martínez Hernández

INTRODUCCIÓN

En el estado existen especies de animales cuyo estudio y conservación es de gran relevancia ecológica, ya sea porque están en peligro de extinción, porque este estado es parte de las pocas regiones donde aún se les encuentra, por su endemismo o porque en esta región existe una gran abundancia y diversidad intra o interespecífica. Entre las especies silvestres ecológicamente relevantes para el estado destacan tanto especies de mamíferos como de aves, reptiles, insectos, especies acuáticas, entre otras; las cuáles deberían ser descritas a nivel de diversidad genética; sin embargo no lo están. Otras especies de animales relevantes para el estado, por su importancia económica o en el consumo humano o por su papel en la transmisión de enfermedades a humanos, a especies animales domesticadas o a cultivos tampoco han sido caracterizadas apropiadamente en cuanto a su diversidad genética.

En la presente sección se describen estudios de diversidad genética en los cuales se incluyen algunos muestreos realizados en el estado de Campeche. Los estudios identificados en la revisión aquí realizada se presentan agrupados en base a su enfoque en fauna silvestre, principalmente mamíferos, en los cuales se incluyen especies silvestres con potencial de reproducción doméstica para producción sustentable, y aves; especies acuáticas, principalmente marinas y algunas de agua dulce; e insectos, incluyendo tanto insectos plaga y vectores de enfermedades, como insectos benéficos. La sección también incluye, como casos de estudio, algunos trabajos referentes al camarón blanco, turiones y aves; realizados o en progreso; desarrollados en el estado de Campeche.

ESTUDIOS DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN FAUNA SILVESTRE

Entre las especies que habitan en el estado, cuyas poblaciones deberían ser urgentemente caracterizadas en cuanto a su diversidad genética con el fin de valorar el estado de la población y optimizar los programas de conservación y recuperación de sus poblaciones; se consideran las diversas especies amenazadas o en peligro de extinción; entre ellas varias especies de mamíferos como jaguares y otros felinos, primates, tapires; así como aves, reptiles, diversas especies marinas e insectos; entre otras.

Entre los escasos estudios hallados que analizan la diversidad genética de algunas de las numerosas especies silvestres que habitan en el estado, identificamos algunos trabajos dirigidos a tratar de caracterizar primates que habitan en el estado y que pertenecen a especies amenazadas, como monos araña y monos aulladores. Amendola-Pimenta *et al.* (2008) reportan, en un par de artículos recientes, sus resultados respecto a técnicas de muestreo no invasivo y al estado del hábitat y la variabilidad genética del mono aullador (*Alouatta pigra*) en Campeche; sugiriendo que las actividades humanas están afectando la estructura genética del mono aullador en este estado (Amendola-Pimenta *et al.*, 2008; Amendola-Pimenta, 2009; Amendola-Pimenta *et al.*, 2009). Otros estudios en poblaciones de monos del sureste mexicano utilizando técnicas de muestreo no invasivo, a partir de DNA fecal, se reportan en progreso (García del Valle *et al.*, 2005; <http://www.primatesmx.com/fecaldnaespan.htm>).

El tepezcuintle (*Agouti paca*) es otra especie silvestre habitante del estado que ha sido muestreada en esta región dentro de un estudio de diversidad genética (Montes-Pérez *et al.*, 2006). En dicho estudio se reportan diferencias genéticas entre un grupo muestreado en Campeche respecto a los muestreados en Quintana Roo.

También se han reportado avances en el estudio de cérvidos comparando a nivel morfológico y genético a tres especies: *Mazama americana* (venado rojo), *M. pandora* (Venado café de la península de Yucatán), y *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) (Smith *et al.*, 2004).

El cerdo pelón o criollo, adaptado a la región, se propone como fuente de variabilidad genética para especies comerciales, y ha sido señalado como en riesgo de extinción (Sierra-Vázquez, 2000). Cetz-Solis *et al.* (2008) reportan la comparación entre la diversidad genética de los cerdos pelones de los tres estados de la península de Yucatán, mostrando que la mayor divergencia y la mayor diversidad se encuentra en el estado de Campeche, información relevante sobre la cual se pueden apoyar programas de conservación y manejo.



Foto: José del Carmen Puc Cabrera, ECOSUR.

Además de los estudios mencionados, en esta revisión se identificaron reportes de estudios de diversidad genética de especies silvestres relevantes para el estado que están siendo realizados en poblaciones de otros países o regiones, y cuyas poblaciones también deberían ser caracterizadas en el estado; por ejemplo el pecarí de collar (Yoon-Yee Chong, 2009). Los trabajos realizados en otras regiones sirven como base técnica y científica para facilitar y acelerar los estudios a realizarse en el estado.

Como parte de los esfuerzos realizados para iniciar la caracterización de los recursos genéticos del estado, diversas instituciones de investigación del estado propusieron en 2006 la inclusión en las convocatorias FOMIX de una demanda específica enfocada a apoyar propuestas de proyectos para caracterizar genéticamente algunas especies de importancia para la región. De dicha convocatoria resultó apoyado un proyecto para determinar la huella genética de murciélagos frugívoros del estado (Proyecto FOMIX-Campeche CAMP-2008-C01-95900, en desarrollo; consultado en http://www.fomixcampeche.gob.mx/Contenido/ListCientificos.aspx?TB_iframe=true&height=500&width=830); sin embargo existen numerosas especies adicionales que deben ser caracterizadas genéticamente, por lo que sería recomendable que dicha demanda sea nuevamente incluida en las próximas convocatorias, y complemente los esfuerzos que a nivel nacional se pretenden impulsar a través de la Red temática del Código de Barras de la vida en México (<http://www.conacyt.mx/>).

Entre las numerosas especies silvestres del estado que deben ser caracterizadas genéticamente, además de las especies de mamíferos, se deben considerar también anfibios, reptiles como cocodrilos, tortugas o lagartijas partenogénicas, y aves. Las aves del estado están poco estudiadas a cualquier nivel de estudio de biodiversidad, sólo algunas especies han recibido especial atención, y pocos datos de Campeche aparecen en el atlas de las aves de México. Un ejemplo de aves para las cuales urge se les caracterize genéticamente, es el Jabirú gigante

(*Jabiru mycteria*); el cual se encuentra en peligro de extinción y varios de los contados últimos individuos aún habitan en la laguna de Términos. Una evaluación no invasiva de la diversidad genética de la población existente, la cual se ha estimado es apenas de un ciento de aves, contribuiría a definir si aún es posible la recuperación de la especie. Otras especies de aves que se encuentran amenazadas y que se requiere caracterizar genéticamente son la cigüeña (*Mycteria americana*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*). Como ejemplo del estado de descripción de la diversidad genética en aves en el estado, se presenta un caso de estudio a este respecto.

ESTUDIOS DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN ESPECIES MARINAS Y DE AGUA DULCE

Existen publicados varios estudios que abordan la diversidad genética de recursos marinos del Golfo de México; en los cuales se muestreó en aguas de la bahía o del banco de Campeche. Por su importancia económica, varios de estos estudios se enfocan a diversos recursos pesqueros como camarones, peces, otros crustáceos y moluscos.

Lester, desde 1979, aportó una caracterización de camarones peneidos (Lester, 1979). Más recientemente Ball y Chapman (2003) detectan una ligera variación entre las poblaciones de camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) de la bahía de Campeche con respecto a las muestreadas en la zona oeste del océano Atlántico (Florida). Los autores sugieren que ambas poblaciones podrían haber sido separadas recientemente y que aún podría existir un cierto grado de flujo genético, de forma tal que la gran homogeneidad genética se debe al intercambio genético entre las poblaciones y a migraciones. Staton *et al.* (2000), analizan poblaciones del camarón fantasma del género *Lepidophthalmus* el cual, hasta hace poco tiempo había sido consi-

derado como una sola especie. El estudio; el cual incluye sólo un muestreo realizado en Campeche, concluye que las poblaciones de *Lepidophthalmus* del Golfo de México pertenecen a tres distintos linajes, establece las distancias genéticas entre ellos y determina la distribución geográfica de cada linaje en el Golfo. En este estudio se muestra además que la población de Campeche contiene individuos pertenecientes a dos distintos linajes genéticos. También existen reportes respecto a la diversidad genética del camarón rosado (McMillen-Jackson y Bert, 2004), una especie abundante en la bahía de Campeche cuyas poblaciones han declinado hasta en un 60% en los últimos 15 años (Navarette *et al.*, 1995). Un reciente reporte sobre la *Artemia* incluye una sola muestra tomada en aguas de Campeche (Tizol-Correa *et al.*, 2009).

Al respecto se incluye un caso de estudio en el cual se analiza la variabilidad genética del camarón blanco *Litopenaeus setiferus*, incluyendo muestras del estado de Campeche.

Con respecto a moluscos, De la Rosa Vélez reporta un análisis realizado en laguna de Términos sobre ostiones (De la Rosa Vélez y Rodríguez-Romero, 1989; De la Rosa Vélez, 1986). Del caracol manzana (*Pomacea flagellata*), se comparó el cariotipo y el perfil electroforético de proteínas de muestras colectadas a lo largo del Golfo de México, incluyendo laguna de Términos, y se compararon contra la especie endémica del lago de Catemaco *P. patula catemacensis*; documentando las diferencias encontradas entre las especies en el largo de los cromosomas y el perfil electroforético, y reportando que no se encontraron diferencias sustanciales intraespecíficas asociadas a la distribución geográfica de los especímenes de *Pomacea flagellata* analizados (Diupotex-Chong *et al.*, 2007). Otras especies importantes, el caracol rosado (*Strombus gigas*) y el caracol rojo (*Chac pel*) no han sido caracterizadas genéticamente.

Entre numerosas especies de peces comestibles comercialmente importantes para el estado, sólo el sargo ha sido caracterizada gené-



Foto: Gerardo Rivas Hernández, UNACAR.

ticamente. Anderson *et al.* (2008) reporta una muy limitada subdivisión genética entre las distintas subespecies analizadas, a pesar de las grandes diferencias morfológicas entre ellas. Análisis de diversidad genética son requeridos para complementar estudios de poblaciones de peces, realizados en el estado pero basados sólo en caracteres morfométricos; como el mero (*Epinephelus morio*) (Lombardi-Carlson *et al.*, 2008; Arreguín-Sánchez *et al.*, 1996), o el peto o carito (*Scomberomorus cavalla*) (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1995).

Además de los recursos pesqueros, otras especies marinas que deben ser caracterizadas genéticamente y analizar la diversidad genética de sus poblaciones en las costas estatales son el manatí (*Trichechus manatus*), las tortugas marinas (*Caretta caretta*, *Lepidochelys kempii*, *Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*), además de langostas, cetáceos, aves marinas y tiburones, entre otras. Estos estudios servirían para complementar estudios realizados en otras regiones, como el realizado sobre tortugas muestreado en Quintana Roo (Reece *et al.*,



2005), para monitorear las poblaciones y generar información valiosa sobre la distribución geográfica y el comportamiento migratorio de estas especies; así como para caracterizar especies muy poco conocidas, como es el caso del tiburón pejegato de Campeche (*Parmaturus campechiensis*), cuyo único ejemplar hasta ahora descrito fue capturado en aguas del estado.

Un grupo de organismos marinos para los cuales es muy importante desarrollar estudios de diversidad genética son los corales. Estos estudios servirían para describir el estado de los mismos en los arrecifes del banco de Campeche, y complementar estudios como el realizado por Hernández-Arana (2003).

El cangrejo herradura, un animal ancestral cuya hemolinfa tiene diversas aplicaciones biomédicas, se ha comenzado a estudiar en cuanto a su diversidad y flujo genético entre diferentes regiones geográficas (King *et al.*, 2005).

En cuanto a especies acuáticas de agua dulce, hay aún menos estudios realizados. Un género abordado en diversos trabajos es el *Astyanax*. Ornelas-García *et al.* (2008) realizan un estudio en este género por ser un tipo de peces muy diverso y ampliamente distribuido en América, por lo que lo utilizan como modelo para desarrollar hipótesis relativas a la historia de su actual distribución biogeográfica, relacionando sus resultados con la compleja historia geológica de Mesoamérica. Este estudio, en el que se analizan datos geográficos, morfológicos y genéticos, incluye diversas muestras colectadas en el estado. Utilizando técnicas de análisis genético como las empleadas por Ornelas-García (2008), o por Panaram y Borowsky (2005), se podrían aclarar controversias relativas a parentesco, similitud, identidad o endemismos de una especie; hasta ahora sólo sostenidas sobre caracteres morfométricos; como en el caso de la “sardinilla” de Campeche (*Astyanax armandoi*), que originalmente había sido descrita como una especie endémica de la región por Lozano-Vilano y Contreras-Balderas en 1990, y que posteriormente se ha propuesto que es en realidad un eco-

tipo de la especie *Astyanax aeneus* por Schmitter-Soto *et al.* (2008). Por las particulares características de su hábitat, también se considera relevante caracterizar genéticamente las especies acuáticas de los cenotes.

ESTUDIOS DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN PLAGAS O EN INSECTOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Entre los estudios de diversidad genética a realizar en el estado, es importante considerar plagas (insectos, moluscos o mamíferos) que afecten cultivos, ganado u otros animales domésticos; y que pueden transmitir enfermedades a los humanos, especies domésticas o fauna silvestre. Respecto a estudios de diversidad genética realizados en insectos plaga, Johnson *et al.* (2002) analizaron los piojos de distintos tipos de palomas (géneros *Physconelloides* y *Columbicola*), en el cual incluyeron un amplio muestreo en diversas localidades del estado y compararon la diversidad genética dentro de poblaciones colectadas a partir de los dos géneros de hospederos. Los autores reportan diferentes estructuras génicas entre las poblaciones de piojos analizadas en ambos géneros de palomas; y relacionan la alta diversidad encontrada entre distintas poblaciones de piojos de *Physconelloides* (similar a la interespecífica), con su mayor especificidad por el hospedero.

Otros insectos que deberían ser analizados con el fin de identificar y caracterizar genéticamente subpoblaciones sensibles a tratamientos para el control de vectores y plagas son: otros ectoparásitos, como las garrapatas, de gran abundancia en la región; o mosquitos y áfidos, transmisores de enfermedades. Una especie plaga que ha sido estudiada en regiones aledañas al estado, y que es importante porque afecta la producción de cultivos, es la del Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Clark *et al.* (2007) analizaron poblaciones colectadas desde Norteamérica hasta Sudamérica y encontraron que hay una mayor diversidad dentro de una misma población que entre poblaciones,

sugiriendo entrecruzamiento entre las distintas poblaciones. Estudios de diversidad genética realizados en insectos transmisores de enfermedades humanas son mencionados en la sección correspondiente.

Por otra parte, entre los insectos que merecen especial atención se encuentran especies de importancia económica muy relevantes para el estado, como las abejas. Quezada-Euán *et al.* (2007) reportan una alta divergencia morfológica y genética entre abejas de la península de Yucatán y las de Costa Rica. Estudios de diversidad genética más amplios dentro de la península coadyuvarían a determinar la estructura genética de las poblaciones, caracterizar especies regionales como la abeja melipona, determinar el grado de africanización y a describir poblaciones útiles para eventuales programas de mejoramiento dirigido a incrementar la producción de miel, aprovechando la información del genoma de la abeja que ya ha sido publicado (The Honeybee Genome Sequencing Consortium, 2006).

Otros insectos, todos con importantes papeles en los diversos ecosistemas del estado, también deberían ser descritos a nivel genético.



Foto: Ricardo Góngora, UAC.

REFERENCIAS

- Améndola-Pimenta M., 2009. Estudio de la variabilidad genética en poblaciones de *Alouatta pigra* del estado de Campeche: implicaciones para la conservación. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología A.C.
- Amendola Pimenta M., V. Rico-Gray, y D. Piñero Dalmau, 2008. Habitat disturbance and genetic variability of populations of black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Campeche, Mexico: Implications for conservation. Abstracts of American Society of Primatologists Conference (<http://www.asp.org/asp2008/abstractDisplay.cfm?abstractID=2434&confEventID=2473>)
- Améndola-Pimenta M., L.García-Feria, JC. Serio-Silva, y V. Rico-Gray, 2009. Noninvasive collection of fresh hairs from free-ranging howler monkeys for DNA extraction. *American Journal of Primatology*, 71(4): 359-363.
- Anderson JD., WJ. Karel, KA. Anderson, y PA. Roper-Foo, 2008. Genetic assessment of sheepshead stock structure in the Northern Gulf of Mexico: Morphological divergence in the face of gene flow. *North American Journal of Fisheries Management*, 28: 592-606.
- Arreguín-Sánchez F., MA. Cabrera, y FA. Aguilar, 1995. Population dynamics of the king mackerel (*Scomberomorus cavalla*) of the Campeche Bank, Mexico. *Sci. Mar.*, 59(3-4): 637-645.
- Arreguín-Sánchez F., M. Contreras, V. Moreno, R. Burgos, y R. Valdés, 1996. Population dynamics and stock assessment of Red Grouper (*Epinephelus morio*) fishery on Campeche Bank, México. p 202-217. In: F. Arreguín-Sánchez, J. Munro, M. Balgos M, and D. Pauly (eds.). *Biology, Fisheries, and Culture of Tropical Groupers and Snappers*. ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management) Conference Proceedings 48. ICLARM Phillipines and Programa de Ecología, Pesquerías, y Oceanografía del Golfo de México. Universidad de Campeche. Campeche, Mexico. 499 p.
- Ball AO., y RW. Chapman, 2003. Population genetic analysis of white shrimp, *Litopenaeus setiferus*, using microsatellite genetic markers. *Molecular Ecology*, 12(9):2319-2330.
- Cetz-Solis F., A. Sierra-Vasquez, A. Da Silva-Mariante, S. Rezende-Paiva, C. Cruz-Vazquez, y C. Lemus-Flores, 2008. Molecular analysis of the Mexican hairless pig in the Yucatan Peninsula. *Journal of Animal Science*, 86 (E-Suppl. 2/J, Abstract W57).
- Clark PL., J. Molina-Ochoa, S. Martinelli, SR. Skoda, DJ. Isenhour, DJ. Lee, JT Krumm, y JE. Foster, 2007. Population variation of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in the western hemisphere. *Journal of Insect Science* 7(5), available online.
- Diupotex-Chong ME., NJ. Cazzaniga, y M. Uribe-Alcocer, 2007. Karyological and electrophoretic differences between *Pomacea flagellata* and *P. patula catemacensis*: Caenogastropoda: Ampullariidae. *Biocell*, 31(3):365-373.
- García del Valle Y., A. Estrada, E. Espinoza, C. Lorenzo, y E. Naranjo, 2005. Aspectos de la genética de poblaciones de monos aulladores (*Alouatta pigra*) en hábitat continuo y fragmentado en la selva Lacandona, México: un estudio preliminar. *Universidad y Ciencia*, No. especial II: 55-60.
- Hernandez-Arana, H.A., 2003. Influence of natural and anthropogenic disturbance on the soft bottom macrobenthic community of the Campeche Bank, Mexico. University of Plymouth at Plymouth (United Kingdom). Abstract en Dissertation initiative for the advancement of Climate Change ReSearch .
- Johnson KP., Williams BI., DM. Drown, RJ Adams, y DH. Clayton, 2002. The population genetics of host specificity: genetic differentiation in dove lice (Insecta: Phthiraptera). *Molecular Ecology*, 11(1): 25-38.
- King T., MS. Eackles, y AP. Spidle, 2005. Regional differentiation and sex-biased dispersal among populations of the horseshoe crab *Limulus polyphemus*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 134: 441-465.

- Lester LJ., 1979 Population genetics of penaeid shrimp from the Gulf of Mexico. *The Journal of Heredity*, 70(3):175-180.
- Lombardi-Carlson LA., MA. Grace, y DE. de Anda Fuentes, 2008. Comparison of red grouper populations from Campeche Bank, Mexico and West Florida Shelf, United States. *Southeastern Naturalist*, 7(4):651-664.
- Lozano-Vilano M L., y S. Contreras-Balderas, 1990. *Astyanax armandoi*, n. sp. from Chiapas, Mexico (Pisces, Ostariophysi: Characidae) with a comparison to the nominal species *A. aeneus* and *A. mexicanus*. *Universidad y Ciencia*, 7:95-107.
- McMillen-Jackson AL., y TM. Bert, 2004. Genetic diversity in the mt DNA control region and population structure in the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*. *Journal of Crustacean Biology*, 24(1):101-109.
- Montes-Pérez RC., AW. Echeverría García, J. Zavala Castro, y MG. Gamboa, 2006. Nucleotidic variations of two captive groups of tepezcuintle, *Agouti paca* (Rodentia: Agoutidae), from two sites in Yucatan, Mexico. *Rev. de Biología Tropical*, 54(3):911-917.
- Navarette A., H. Garduno, y A. Gracia, 1995. La pesquería de camarón en alta mar: Golfo de México y Caribe Mexicano. Pesquerías Relevantes de México. INP, Mexico.
- Ornelas-García CP., O. Domínguez-Domínguez, y I. Doadrio, 2008. Evolutionary history of the fish genus *Astyanax* Baird & Girard (1854) (Actinopterygii, Characidae) in Mesoamerica reveals multiple morphological homoplasies. *BMC Evolutionary Biology*, 8:340-357.
- Panaram K., y R. Borowsky, 2005. Gene flow and genetic variability in cave and surface populations of the mexican tetra, *Astyanax mexicanus* (Teleostei: Characidae). *Copeia*, 2: 409-416.
- Quezada-Euán JG., RJ. Paxton, KA. Palmer, WJ. May Itzá, W. Tek Tay, y BP. Oldroyd, 2007. Morphological and molecular characters reveal differentiation in a neotropical social bee, *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 38:247-258.
- Reece JS., TA. Castoe, y CL. Parkinson, 2005. Historical perspectives on population genetics and conservation of three marine turtle species. *Conservation Genetics*, 6:235-251.
- Sierra Vásquez AC., 2000. Conservación genética del cerdo pelón en Yucatán y su integración a un sistema de producción sostenible: primera aproximación. *Archivos de Zootecnia*, 49: 415-421.
- Smith MH, C. Royal, R. Purdue, JM. Novak, T. Oleksyk, y M. Weber, 2004. Genetic and morphological comparisons of cervid species from the Yucatan Peninsula. 84th annual meeting of the American Society of Mammalogists. Humboldt State University. Arcata, California.
- Schmitter-Soto JJ., ME. Valdez-Moreno, R. Rodiles-Hernández, y AA. González-Díaz, 2008. *Astyanax armandoi*, a junior synonym of *Astyanax aeneus* (Teleostei: Characidae). *Copeia*, 2: 409-413.
- Staton JL., DW. Foltz, y DL. Felder, 2000. Genetic variation and systematic diversity in the ghost shrimp genus *Lepidophthalmus* (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae). *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 157-169.
- The Honeybee Genome Sequencing Consortium, 2006 Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*, 443(7114):931-949.
- Tizol-Correa R., AM. Maeda-Martínez, PHH. Weekers, L. Torrentera y G. Murugan, 2009. Biodiversity of the brine shrimp *Artemia* from tropical salterns in southern México and Cuba. *Current Science*, 96(1):81-87
- Yoon-Yee Chong A., 2009. Genetic variation in the MHC of the collared peccary: A potential model for the effects of captive breeding on the MHC. *Orbit: The University of Sydney undergraduate research journal*, 1(1):98-116.

*Estudio de caso: hacia el conocimiento
del flujo genético del delfín
Tursiops truncatus en aguas costeras
del estado de Campeche*

Eduardo Morteo y Carmen Bazúa Durán

El tursión (*Tursiops truncatus*) (figura 1) es uno de los mamíferos marinos más estudiados en todo el mundo (Wells y Scott, 2008). Este delfín tiene una vida larga (hasta 50 años, Wells y Scott, 2008) y habita comúnmente el mar abierto, bahías, esteros, lagunas e incluso ríos (Jefferson *et al.*, 1993). Además, su uso como bioindicador es cada vez más frecuente porque puede acumular algunos tipos de contaminantes (Reynolds *et al.*, 2000). Incluso, el estado de sus poblaciones puede reflejar de manera indirecta la salud del ecosistema al que pertenece, ya que se encuentra en las posiciones más altas de las redes alimenticias, al ser depredador tope (Wells *et al.*, 2004).

Los estudios sobre la genética de esta especie son cada vez más numerosos a nivel mundial (Palsbøll, 1999). En México, la mayoría de estos trabajos se han dedicado a diferenciar poblaciones y/o determinar los movimientos de los individuos a través del rastreo de linajes genéticos (Islas Villanueva, 2005; Segura *et al.*, 2006).

La comunidad de tursiones en la laguna de Términos, Campeche, es una de las mejores estudiadas en México, con investigaciones sobre su estructura y dinámica poblacional, comportamiento, emisiones



Foto: Eduardo Morteo, uv.

Figura 1. Ejemplar de la especie *Tursiops truncatus* fotografiado en la boca del Carmen de la laguna de Términos, Campeche.

acústicas y ciclos de reproducción (Bazúa Durán, 2007). La laguna es un hábitat muy importante para la especie, ya que mantiene condiciones favorables para la alimentación y protección de las crías (Delgado Estrella, 2002; Bazúa Durán, 2007). En más de 15 años, se han identificado alrededor de 3 000 delfines usando patrones de marcas en su aleta dorsal (denominada foto-identificación; Würsig y Jefferson, 1990); este es uno de los valores de abundancia más altos reportados para cualquier población de tursiones en las aguas costeras del país (tabla 1). Además, se han determinado patrones de residencia bien establecidos y de utilización selectiva del hábitat (Delgado Estrella 2002; Bazúa Durán 2007).

Considerando el sur del Golfo de México, se determinó que no existen variaciones morfológicas en la aleta dorsal de los tursiones (Morteo, 2004), probablemente debido a que existe cierto flujo de in-

Tabla 1. Estimación del tamaño poblacional de tursiones para las aguas mexicanas del Golfo de México con estudios de captura-recaptura por foto-identificación.

Autor	Área de estudio	Modelo, estimación (Error Estándar)
Heckel D. (1992).	Boca de Corazones, Laguna de Tamiahua, Veracruz.	Jolly-Seber, 58 (EE 16).
Schramm U. (1993).	Boca de Corazones, Laguna de Tamiahua, Veracruz.	Bailey, 36 (EE 8).
Morteo (2007b).	Alvarado, Veracruz.	Jolly-Seber, 123 (EE 63.4).
López H. (1997)*.	Laguna de Mecoacán, Tabasco.	Bailey, 6660 (EE 92.3).
Delgado E. (1996)*.	Laguna de Yalahau, Q.Roo.	Bailey, 4543.5 (EE 72.44).
Ortega O. (1996).	Bahía de la Ascensión Q. Roo.	Jolly-Seber, 95 (EE 76.9).

dividuos entre las costas de Tabasco, la laguna de Términos y la parte norte de la península de Yucatán (Delgado Estrella, 2002). Por ello, debe existir un gran intercambio de individuos entre zonas (y potencialmente cierto grado de flujo genético); por lo que se puede predecir que la variabilidad genética en este sitio debe ser muy alta.

Islas Villanueva (2005) realizó el muestreo genético de tursiones mantenidos en cautiverio que fueron capturados en aguas del Golfo de México y encontró un alto flujo genético entre los tursiones provenientes de Quintana Roo y Tabasco, con un intercambio de entre 6.8 y 8.2 emigrantes por generación; suficiente para impedir la diferenciación genética entre los animales provenientes de ambos sitios. Sin embargo, dicho estudio no presenta información sobre animales silvestres y no presenta datos de la laguna de Términos.

Por ello, en el año 2006 se inició un proyecto encaminado a complementar el estudio genético del Golfo de México obteniendo muestras de organismos de laguna de Términos hasta 2008. Se realizaron recorridos en lancha mediante la técnica de transectos a lo largo y ancho de la laguna utilizando estaciones predeterminadas (figura 2) (Buckland y York, 2008). Al avistar tursiones se suspendió el transecto, registrando su posición por medio de un geo posicionador satelital (GPS), se estimó el número de animales presentes, se tomaron muestras de tejido epitelial y dérmico de adultos vivos nadando libremente con el método estándar de biopsia con ballesta de mano (Patenaude y White, 1995; Bilgman *et al.*, 2007), se tomaron fotografías de la aleta dorsal de los delfines y se realizaron mediciones de las características del ambiente.

Aunque se obtuvo un éxito de sólo el 6% de delfines con biopsia en todo el muestreo, las biopsias representan tursiones que se encontraron a lo largo de prácticamente toda la laguna (figura 2). Recientemente, Montano Frías (2009) obtuvo los primeros resultados moleculares de los delfines de la laguna de Términos estudiando la variabilidad en los genes del complejo principal de histocompatibilidad clase II (MHC-II). Este complejo MHC-II se relaciona con la respuesta inmune del organismo y puede ser indicador de la historia natural de las poblaciones y su viabilidad a futuro. Se encontró que los delfines de la laguna de Términos tuvieron un mayor grado de variabilidad alélica y, aunque comparten alelos con otras localidades del Golfo de México y el Mar Caribe, presentaron alelos únicos (o raros), lo cual podría estar relacionado con la exposición a diferentes agentes patógenos en su hábitat (Montano Frías, 2009). Estos resultados también muestran que los delfines de la laguna de Términos están sujetos a un mecanismo de selección estabilizadora y que el alto número de alelos raros podría explicarse mediante la coevolución entre hospederos y patógenos en esta localidad. Debido a que existe cierto grado de residencia en algu-

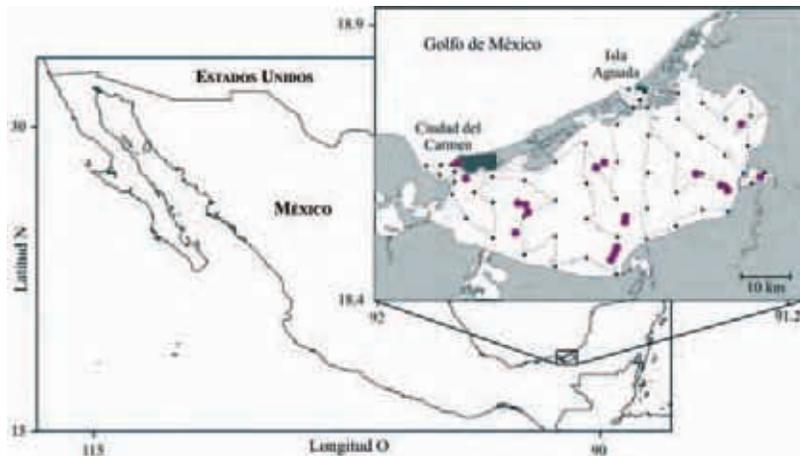


Figura 2. Localización de la laguna de Términos, ejemplificando los transectos seguidos para la búsqueda de manadas de tursiones con base en estaciones predeterminadas mostradas con rombos negros. Los puntos en guinda muestran los lugares en donde se realizó la toma de las biopsias de piel, grasa y músculo de tursiones entre 2006 y 2008.

nos individuos (Delgado Estrella, 2002; Bazúa Durán, 2007), es de esperarse que existan linajes genéticos propios de la zona, y que ésta tenga cierto nivel de estructura genética.

Actualmente, se continúa realizando la comparación de las bases de datos genéticos de tursiones del Golfo de México (e.g. Islas Villanueva, 2005; Montano Frías, 2009) para determinar la variabilidad genética en el Golfo de México y el flujo de genes dentro de la laguna y a partir de ésta hacia el resto de las comunidades de tursiones. Según Islas Villanueva (2005), si la comparación de los datos moleculares da como resultado una estructura genética muy alta, la laguna de Términos funcionaría como un refugio histórico de delfines que alberga linajes antiguos y aumenta la estructura genética presente en las poblaciones.

Con los resultados obtenidos se podrán inferir los procesos evolutivos a los que han estado sujetos los tursiones que habitan este importante sistema ecológico de México, declarado el 6 de junio de 1994 como el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”.

Referencias

- Bazúa Durán, C., 2007. Informe final 2003-2006: Protocolo de trabajo de campo y resultados preliminares del proyecto “Las emisiones acústicas de tursiones (*Tursiops truncatus*) del Golfo de México: Aplicaciones al uso de hábitat, variaciones geográficas e identificación individual”. Reporte CAMP-2003-C01-9102-05 FoMix-Edo. de Campeche. México, D.F. 116 pp.
- Bilgman, K., O.J. Griffiths, S.J. Allen, y L.M. Möller, 2007. A biopsy pole system for bow-riding dolphins: sampling success, behavioral responses, and test for sampling bias. *Marine Mammal Science*, 23(1):218-225.
- Buckland, S.T., y A.E. York, 2008. Abundance estimation. p. 1-5. In: W.F. Perrin, B. Würsig and J.G.M. Thewissen (eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals*. 2a. ed. Acad. Press. San Diego. 1316 p.
- Delgado Estrella, A., 1996. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 82 p.
- Delgado Estrella, A., 2002. Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México (estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 160 p.

- Heckel Dziendzielewski, G., 1992. Fotoidentificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 164 p.
- Islas Villanueva, V., 2005. Genética de poblaciones y fiogeografía de toninas *Tursiops truncatus*, en el sur del Golfo de México y el Caribe. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 90 p.
- Jefferson, T.A., S. Leatherwood y M.A. Webber, 1993. Marine mammals of the world. United Nations Environmental Program, FAO, Roma, Italia. 320 p.
- López Hernández, I., 1997. Ecología poblacional de las toninas *Tursiops truncatus* en la costa de Tabasco, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 77 p.
- Montano Frías, J.E. 2009. Polimorfismo en el gen DQ β del Complejo Principal de Histocompatibilidad Clase II en tursiones *Tursiops truncatus* del Golfo de México y Mar Caribe. Tesis de Maestría en Ciencias, CICESE, Ensenada, Baja California. 81 p.
- Morteo, E., 2004. Dorsal fin morphological differentiation in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along Mexican coasts: An adaptive approach. Tesis de Maestría en Ciencias, CICESE, Ensenada, Baja California. 131 p.
- Morteo, E., 2007. Estado actual de la comunidad de delfines *Tursiops truncatus* en aguas costeras de Alvarado, Veracruz, México. LABMMARR/001/2007. Lab. de Mamíferos Marinos, Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana. 53 p.
- Ortega Ortiz, J.G., 1996. Distribución y abundancia de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 82 p.
- Palsbøll, P.J., 1999. Genetic tagging: contemporary molecular ecology. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68(1-2):3-22.
- Patenaude, N.J. y B.N. White, 1995. Skin biopsy sampling of beluga whale carcasses: Assessment of biopsy darting factors for minimal wounding and effective sample retrieval. *Marine Mammal Science*, 11(2):163-171.
- Reynolds III, J.E., R.S. Wells, y S.D. Eide, 2000. The Bottlenose Dolphin Biology and Conservation. Gainesville: University Press of Florida. 289 p.
- Schramm Urrutia, Y., 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu 1821), en el sur de la laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jal. 174 p.
- Segura, I., A. Rocha-Olivares, S. Flores-Ramírez, y L. Rojas-Bracho, 2006. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. *Biological Conservation*, 133(3):336-346.
- Wells, R.S. y M.D. Scott, 2008. Common Bottlenose Dolphin. Pp. 249-255. En: Encyclopedia of Marine Mammals. 2a. ed. W.F. Perrin, B. Würsig y J.G.M. Thewissen (eds.): Academic Press. San Diego. 1316 p.
- Wells, R.S., H.L. Rhinehart, L.J. Hansen, J.C. Sweeney, F.I. Townsend, R. Stone, D.R. Casper, M.D. Scott, A.A. Hohn, y T.K. Rowles, 2004. Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: Developing a health monitoring system. *Ecohealth*, 1(3):246-254.
- Würsig, B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Comisión*, (Edición especial) 12:43-52.

*Estudio de caso: variabilidad genética del camarón blanco *Litopenaeus setiferus**

Ma. Leticia Arena Ortiz

El conocimiento de las características genéticas de las especies es de gran importancia, sobre todo cuando se trata de una especie de interés comercial; estos estudios deben de tenerse en cuenta para su mejor manejo y explotación. En este sentido y con el objetivo de conocer la genética del camarón blanco *Litopenaeus setiferus*, se analizaron dos poblaciones utilizando herramientas genético-bioquímicas; una población procedente de la plataforma continental adyacente a la laguna de Términos en Campeche y la segunda como punto de comparación procedente de la desembocadura del río Tuxpan en Veracruz (Arena, 1995).

El estudio analizó con electroforesis (técnica que separa las proteínas por su carga eléctrica y tamaño) 14 enzimas polimórficas, es decir, que para una misma enzima existen diferencias entre individuos. A partir de los resultados fue posible estimar el grado de diferenciación genética entre ambas poblaciones (llamado Distancia de Nei), encontrando un valor de 0.038, el cual junto con el Índice de Identidad (Nei) de 0.963, muestran que ambas poblaciones son genéticamente muy cercanas. Además, fue posible constatar que se ha perdido variabilidad genética, lo cual se puede explicar si tomamos

en cuenta que este recurso, y en particular las poblaciones estudiadas, es fuertemente explotado. La pérdida de variabilidad puede ser una desventaja ante cambios bruscos del ambiente, además puede ser información útil para proponer un sitio de protección o para tomar una muestra para iniciar un cultivo.

Referencia

Arena, L., 1995. Estudio morfológico genético-bioquímico de dos poblaciones de camarón blanco *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus) del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 45 p.



Hembra madura de *Litopenaeus setiferus*.

Foto: Carlos Rosas, UNAM.

Estudio de caso: diversidad genética de aves

Griselda Escalona Segura

La diversidad de aves registrada hasta el momento en el estado es de 489, de las cuales 22 especies son endémicas a la región biogeográfica “Península de Yucatán” que incluye los estados de Campeche, Quintana Roo, Yucatán, el este de Tabasco y la selva Lacandona en Chiapas, así como el departamento guatemalteco de El Petén y Belice (Dinerstein *et al.*, 1995). (Paynter, 1955a y b; Salgado *et al.*, 2004; Salgado *et al.*, en revisión). De acuerdo con Navarro y Peterson (2004) existen por lo menos 11 formas morfológicamente diferenciadas de aves de esta región, pero no existen los estudios que demuestren su variabilidad genética, ya sea a nivel de especie o poblacional (Paynter, 1955a y b; Salgado *et al.*, 2004; Navarro y Peterson, 2004; Salgado *et al.*, en revisión).

A pesar de que no existen estudios de genética de aves, específicos para Campeche, se cuenta con trabajos de algunas especies que habitan en el estado. Uno de estos ejemplos es la especie *Troglodytes aedon* conocida comúnmente en México como saltaparedes, matraquitas, sonajitas, cucaracheros o salta cercas. Esta especie presenta cinco grupos o subespecies en América (*aedon*, *musculus*, *brunneicollis*, *martinicensis* y *beani*); dos de ellos se encuentran en la península de



Foto: José del Carmen Puc Cabrera, Ecosur

Troglodytes aedon.



Foto: José Ignacio Grandos Peón.

Troglodytes aedon, forma norteña.

Yucatán: el grupo *musculus*, conocido como *xan cotí* (el que se queda en las paredes) entre los grupos de mayas de la península (Birkenstein y Tomlinson, 1981) y el grupo *aedon*. El primer grupo es de un conjunto de poblaciones residentes en las tierras bajas de toda América, que en algún tiempo se consideró como especie (*T. peninsularis*, el tipo es de Champotón, Campeche). El segundo, forma poblaciones migratorias desde el sur de Estados Unidos hasta Belice del lado de la vertiente del Golfo y hasta Oaxaca en el Pacífico Mexicano.

El esclarecimiento de las relaciones filogenéticas entre los grupos de la especie *T. aedon* aún no son claros, a pesar de que los estudios genéticos indican una clara divergencia entre los grupos de tierras altas y los de tierras bajas (Rice *et al.*, 1998). Además, las relaciones filogenéticas de las poblaciones de tierras bajas aún no se ha esclarecido y generalmente son más difíciles de explicar por la ausencia de barreras geográficas como regiones montañosas o grandes cuerpos de agua.

El desarrollo de la genética de aves en el Estado es nulo por la falta de recursos humanos e infraestructura. Así para revertir esta situación, se considera que en los planes estatales y regionales de investigación se tenga como tema prioritario el desarrollo del área genética en general y en particular en aves porque existen grandes vacíos como es el caso de estudios de variabilidad genética de las aves y su respuesta a agentes infecciosos endémicos como las leishmaniasis y los de diversidad genética de especies bajo algún estatus de protección para sustentar planes de manejo. Por ejemplo, en los últimos años se han desarrollado proyectos de manejo del pavo ocellado (*Meleagris ocellata*) con translocaciones entre unidades de manejo de vida silvestre (UMA), pero no tienen ninguna base genética. Por ello surgen dudas como: ¿cuál es la diversidad genética de los pavos?, ¿pueden las translocaciones afectar o beneficiar la diversidad genética de los pavos? Hasta ahora no se tiene información y por ello la necesidad de tener localmente investigación genética que se enfoque a especies o grupos que residen en el Estado.



Foto: José del Carmen Puc Cabrera, ECOSUR.

Cyanocorax yncas.

Referencias

- Birkenstein R., y E. Tomlinson, 1981. Native names of Mexican Birds. Crossed-referenced English / Spanish / scientific. resource publication 139. United States. Department of the interior. Fish and wildlife service. Washington, DC. 159 p.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder, y G. Ledec, 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Wildlife Fund and World Bank. Washington, D.C. 135 p.
- Navarro-Sigüenza, A. G., y A.T. Peterson, 2004. An alternative species taxonomy of the birds of Mexico. *Biota Neotropica*, 4(2):1-32.
- Paynter, R. A., Jr., 1955a. The ornithogeography of the Yucatán Peninsula. Peabody Museum of Natural History. *Yale University Bulletin* 9:1-347.
- Paynter, R. A., Jr., 1955b. Additions to the ornithogeography of the Yucatán Peninsula. Peabody Museum of Natural History. *Postilla*, 22:1-4.
- Salgado-Ortiz J., E.M. Figueroa-Esquivel, y J. Vargas-Soriano, 2001. Avifauna del estado de Campeche. p. 1-27. En: R. Isaac Márquez (ed.). Contribuciones al conocimiento y manejo de los recursos naturales del estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 147 p.
- Rice, N.H., A.T. Peterson, y G. Escalona-Segura, 1999. Phylogenetic patterns in montane Troglodytes wrens. *Condor*, 101:446-451.

Diversidad genética en flora y patógenos de cultivo

Aida Martínez Hernández

INTRODUCCIÓN

En el estado de Campeche existen numerosos recursos florísticos que no han sido caracterizados a nivel genético, pero que son relevantes por factores como: su endemismo, abundancia y riqueza, potencial de aprovechamiento agrícola o forestal, uso tradicional o por estar amenazados. Sin embargo, como ocurre en otros grupos de organismos del estado, los estudios de diversidad genética en flora del estado de Campeche son mínimos, y en los pocos casos donde se reportan datos del estado el muestreo es puntual.

Entre las plantas importantes para el estado -por su amplio uso regional gastronómico o medicinal, y por su potencial como productos comerciales- hay especies que de ser seleccionadas y caracterizadas genéticamente, se favorecería su registro como variedades comerciales. Entre ellas podemos citar al achiote (*Bixa orellana*), la chaya (*Cnidoscolus*), la pitahaya (*Cereus undatus*), el chechem (*Metopium brownei*). Otras especies muy características de la flora del estado, que es deseable caracterizar genéticamente, son diferentes tipos de plantas ornamentales como palmas, bromelias, orquídeas como *Habenaria bractescens* que se encuentra en peligro de extinción, especies forrajeras alternativas como el azuche (*Hymenachne amplexicaulis*) útil para zonas bajas inundables del trópico (Enriquez-Quiroz *et al.*, 2006), o el palo de tinte (*Haematoxylon campechianum*), cuyas poblaciones fueron fuertemente devastadas en el estado.

Un grupo de plantas para las cuales es muy importante realizar estudios de diversidad genética, con el fin de conocer su historia evolutiva y de dispersión, son aquellos cultivos cuyo centro de origen, diversificación o domesticación es México. Así, por su importancia cultural y en la alimentación del mexicano, por ser centro de origen, por la enorme variedad de maíces criollos existentes en el país, y por su importancia comercial internacional; existe gran interés en describir la diversidad genética del maíz (*Zea mays*), en México y en el mundo

(e.g. Ross-Ibarra *et al.*, 2009; Flint-García *et al.*, 2009). La secuencia genómica de dos variedades de maíz han sido recientemente publicadas (Vielle-Calzada *et al.*, 2009; Schnable *et al.*, 2009). Sería relevante para el estado utilizar la información disponible para ampliar la caracterización genética en maíces criollos como el clavillo, el cual se distribuye solo en Campeche, Chiapas y Centroamérica, en busca de genes responsables de características agrícolas de interés.

En el caso del chile (*Capsicum*), del cual existen numerosas variedades en México, se han realizado varios estudios de diversidad en colectas nacionales de chile. A nivel de diversidad genética, algunos estudios realizados en México incluyen sólo algunas muestras de Campeche (Corona-Torres *et al.*, 2000; Baltazar-Montes, 1997). Loaiza-Figueroa (1989) reportó un estudio en el cual identificaron dos posibles centros de domesticación de diferentes especies de *Capsicum*, cultivadas y semidomesticadas; y en el cual se incluyen un par de muestras tomadas en Campeche. Más recientemente se publicó un estudio de diversidad intraespecífica en *C. annuum*, en el cual se analizó el origen geográfico y número de domesticaciones. En base a que en la península de Yucatán existe un amplio número de haplotipos, muchos de ellos únicos, se sugiere que ésta fue una importante región para la domesticación del chile, así como un centro de diversificación (Aguilar-Meléndez *et al.*, 2009). A nivel internacional se han publicado varios artículos realizados por grupos extranjeros respecto a la diversidad genética del chile y a la búsqueda e identificación de marcadores moleculares asociados a características agronómicas o de relevancia para el consumidor como su pungencia (Lee *et al.*, 2009; Maramba *et al.*, 2009; Garcés-Claver *et al.*, 2007). Este tipo de estudios son una base científica aprovechable para definir en el chile habanero; el cual ha recibido la denominación de origen para toda la península de Yucatán, incluido Campeche; los componentes genéticos asociados a algunas de sus características agronómicas, de pungencia y sabor. Otra especie comestible que ha sido estudiada en la



Foto: L.A. Williams-Beck, UAC.

región, incluyendo muestras colectadas en Campeche, es el frijol lima (*Phaseolus lunatus*) (Martínez-Castillo *et al.*, 2007, 2006 y 2004; Fofana *et al.*, 2001).

El algodón (*Gossypium hirsutum*) es otra especie comercialmente importante cuyo centro de domesticación es también la región del sureste del país, aunque actualmente su cultivo no es una actividad fuerte en la región. La mayor diferenciación de los tipos domesticados de *Gossypium* se encuentra en el sureste, y los análisis moleculares indican que el posible centro de domesticación se localiza probablemente en la península de Yucatán, y que este evento ocurrió durante el periodo precolombino (Brubaker y Wendel, 1994). *Gossypium yucatanense*, una de las especies que se encuentran en la península, es una variedad primitiva de *G. hirsutum*. Lacape *et al.* (2007) señalan que la raza yucatenense de *G. hirsutum*, junto con otras especies silvestres son, por su alta diversidad genética, de gran importancia como fuente de genes para los programas de mejoramiento genético del algodón domesticado. El rescate y la caracterización de estas variedades en la región; utilizando las nuevas tecnologías disponibles de análisis y manipulación genética; permitiría la identificación y patente de genes que pueden ser incorporados en los programas de mejoramiento del cultivo del algodón en otros países.

Los frutales tropicales nativos de la región son otro grupo de plantas de importancia agronómica que por la gran diversidad y usos en la región es deseable caracterizar genéticamente; como las Anonáceas, cuya diversidad ya ha comenzado a ser estudiada (Flores Guido, 2000); el mamey (Carrare *et al.*, 2004) y el chicozapote (*Manilkara zapota*). Una fruta tropical que fue de gran importancia en la región por la industrialización de sus productos, pero cuyas poblaciones fueron arrasadas por el amarillamiento letal, es el coco (*Cocos nucifera*); sobre el cual se han realizado algunos trabajos de diversidad genética, incluyendo algunas muestras colectadas en Campeche (Zizumbo-Villarreal, 2005 y 2006). Determinar perfil genético y patrón de di-

versidad en individuos de cocoteros sobrevivientes al amarillamiento letal, potencialmente resistentes, con el fin de identificar marcadores moleculares asociados a la resistencia, es parte de los objetivos de los programas internacionales para el mejoramiento del coco.

La caracterización genética de organismos patógenos causantes de enfermedades en los cultivos es también un área de estudio relevante que se requiere abordar en el estado, como en el caso del trabajo reportado en el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, fitopatógeno que suele afectar frutos en postcosecha (Casarrubias Carrillo *et al.*, 2003); o en el virus de la tristeza de los cítricos (CTV), que ha sido evaluado a nivel nacional incluyendo algunas muestras colectadas en la región (Herrera-Isidró *et al.*, 2009).

Otro grupo de plantas comercialmente relevantes en las que debe ser evaluado el estado de su diversidad genética; por el alto grado de erosión que puedan tener sus poblaciones debido a la fuerte explotación comercial a la que han sido sometidas; son las especies forestales maderables. Realizar estudios de diversidad genética en este tipo de especies, tanto en las poblaciones remanentes protegidas en las reservas como Calakmul, como en las plantaciones experimentales que se han establecido en el estado (Escárcega, Nuevo Becal), ha sido recomendado desde hace más de una década por Patiño-Valera (1997) a la FAO (<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD111E/AD111E01.htm>). Entre los recursos forestales maderables que deben ser atendidos en el estado se debe incluir las poblaciones remanentes de caoba (*Swietenia macrophylla*) (Newton *et al.*, 1996), el cedro (*Cedrela odorata*), y la teca (*Tectona grandis*). Estos estudios complementarían con datos moleculares otros que se han realizado en el estado utilizando solo parámetros morfológicos (Wightman *et al.*, 2008). Actualmente existe un proyecto en ejecución (CONAFOR 2010-134514) financiado por el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONACYT-CONAFOR que incluye un análisis de la similitud genética entre clones de cedro rojo tolerantes al barrenador

Hypsipyla grandella zeller en el Golfo y sureste de México. En dicho proyecto, conducido por el INIFAP, participan también el Colegio de Postgraduados y el IPN. Otras especies del trópico, de gran uso local y cuyas poblaciones también deben ser analizadas para documentar el efecto de la deforestación, es el Guayacán (*Guaiacum sanctum*); para el cual recientemente se ha reportado que hay una divergencia genética significativa entre poblaciones caribeñas y mexicanas (Dertien *et al.*, 2009); y el Ciricote (*Cordia dodecandra*), para la cual se han analizado algunas muestras de Campeche dentro de un estudio realizado para determinar las características y estructura genética de las poblaciones remanentes en el estado, utilizables para reforestación (Iturbe *et al.*, 2006).

Además de la flora terrestre, cultivable y silvestre, es también importante para el estado caracterizar la flora acuática, como los manglares, algas y pastos marinos.



Foto: Nidelvia Bolívar Fernández, UAC.

REFERENCIAS

- Aguilar-Meléndez A, PL Morrell, ML Roose ML, y K. Seung-Chul, 2009. Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chiles (*Capsicum annum*; Solanaceae) from Mexico. *American Journal of Botany*, 96: 1190-1202.
- Baltazar-Montes B., 1997. Diversidad genética del cultivo del chile (*Capsicum spp*) determinada por isoenzimas y RFLP's tipos: serrano, jalapeño, manzano y silvestres en su área de distribución. Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. G026. México, DF. (<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfG026.pdf>)
- Brubaker CL., y JF Wendel, 1994. Reevaluating the origin of domesticated cotton (*Gossypium hirsutum*; Malvaceae) using nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLP's). *American Journal of Botany*, 81(10):1309-1326.
- Carrara S., R. Campbell, R. Schnell, 2004. Genetic variation among cultivated selections of mamey sapote (*Pouteria spp* [Sapotaceae]). *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 117:195-200.
- Casarrubias Carrillo U., MM. González Chavira, A. Cruz Hernández, E. Cárdenas Soriano, D. Nieto Angel, RG. Guevara González, 2003. Variabilidad genética de *Colletotrchum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. aislado de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) mediante el uso de marcadores moleculares RAPD. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3): 338-345.
- Corona-Torres T., A. García-Velázquez, F. Castillo-González, V. Montero-Tavera, y HS. Azpiroz-Rivero, 2000. Isoenzymatic characterization of the genetic diversity of peppers collections (*Capsicum annum* L. and *Capsicum chinense* Jacq.) *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 6(1): 5-17.

- Dertien JR, y MR. Duvall, 2009. Biogeography and divergence in *Guaiacum sanctum* (Zygophyllaceae) Revealed in Chloroplast DNA: Implications for Conservation in the Florida Keys. *Biotropica*, 41(1): 120-127.
- Enriquez-Quiroz JF., AR. Quero-Carrillo, A. Hernandez-Garay, y E. Garcia-Moya, 2006. Azuche, *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees, Forage Genetic Resources for Floodplains in Tropical Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53(7): 1405-1412.
- Flint-García SA., AL. Bodnar, y MP. Scott, 2009. Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. *Theoretical and Applied Genetics*, 119(6):1129-1142.
- Fofana B., P. du Jardin, y JP. Baudoin, 2001. Genetic diversity in the Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) as revealed by chloroplast DNA (cpDNA) variations. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48(5): 437-445.
- Flores-Guido JC., 2000. Diversidad de *Annona squamosa* L en huertos familiares mayas de la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M065. México DF. (<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfM065.pdf>)
- Garcés-Claver A., SM. Fellman, R. Gil-Ortega, M. Jahn, y MS. Arnedo-Andrés, 2007. Identification, validation and survey of a single nucleotide polymorphism (SNP) associated with pungency in *Capsicum* spp. *Theoretical and Applied Genetics*, 115(7): 907-916.
- Herrera-Isidrón L., JC. Ochoa-Sánchez, R. Rivera-Bustamante, y JP. Martínez-Soriano, 2009. Sequence diversity on four ORF of citrus tristeza virus correlates with pathogenicity. *Virology Journal*, 6:116.
- Iturbe J., JJ. Jiménez-Osornio, P. Karlovsky, H. Tiessen, y BL. Maass, 2006. Towards Improved Utilization and Conservation of the Multipurpose Tree *Cordia dodecandra* in Yucatan, Mexico. In: F. Asch, M. Becker, A. Deininger, and P. Pugalenti (eds.) Prosperity and Poverty in a Globalised World -- Challenges for agricultural research: international research on food security, Nat. Res. Mangem. and Rural Develop. Tropentag 2006 Bonn.
- Lacape JM., D. Dessauw, M. Rajab, JL. Noyer, y B. Hau, 2007. Microsatellite diversity in tetraploid *Gossypium germplasm*: assembling a highly informative genotyping set of cotton SSRs. *Molecular breeding*, 19(1): 45-58.
- Lee HR., IH. Bae, SW. Park, HJ. Kim, WK. Min, JH. Han, KT. Kim, y BD. Kim, 2009. Construction of an integrated pepper map using RFLP, SSR, CAPS, AFLP, WRKY, rRAMP, and BAC end sequences. *Molecules and Cells*, 27(1): 21-37.
- Loaiza-Figueroa F., K. Ritland, JA. Laborde Ccancino, y SD. Tanksley, 1989. Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in Mexico. *Plant Systematics and Evolution*, 165: 159-188.
- Maramé F., L. Desalegne, C. Fininsa, y R. Sigvald, 2009. Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). *Hereditas*, 146(4): 131-140.
- Martínez-Castillo J., D. Zizumbo-Villarreal, P. Gepts, y P. Colunga-García Marín, 2007. Gene flow and genetic structure in the wild-weedy-domesticated complex of *Phaseolus lunatus* L. in its Mesoamerican Center of Domestication and Diversity. *Crop Science*, 47: 58-66.
- Martínez-Castillo J., D. Zizumbo-Villarreal, P. Gepts, P. Delgado-Valerio, y P. Colunga-García Marín, 2006. Structure and genetic diversity of wild populations of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Crop Science*, 46:1071-1080.

- Martínez-Castillo J., D. Zizumbo-Villarreal, H. Perales Rivera, y P. Colunga-García Marín, 2004. Intraspecific diversity and morpho-phenological variation in *Phaseolus lunatus* L. from the Yucatan Peninsula, México. *Economic Botany*, 58(3): 354-380.
- Newton AC., JP. Cornelius, P. Baker, ACM. Gillies, M. Hernández, S. Ramnarine, JF. Mesén, y AD. Watt, 1996. Mahogany as a genetic resource. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 122(1): 61-73.
- Patiño-Valera F., 1997. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los neotrópicos: Propuestas para Acciones Coordinadas. Departamento de Montes. 58 p.
- Ross-Ibarra J., y M. Tenailon, y BS. Gaut, 2009. Historical divergence and gene flow in the genus *Zea*. *Genetics*, 181(4):1399-1413.
- Schnable PS., D. Ware, RS. Fulton, JC. Stein, F. Wei, S: Pasternak, C. Liang, J. Zhang, L. Fulton, TA. Graves, P. Minx, AD. Reily, L. Courtney, SS. Kruchowski, C. Tomlinson, C. Strong, K. Delehaunty, C. Fronick, B. Courtney, SM. Rock, E. Belter, F. Du, K. Kim, RM. Abbott RM. Cotton, A. Levy, P. Marchetto, K. Ochoa, SM. Jackson, B. Gillam, W. Chen, L. Yan, J. Higginbotham, M. Cardenas, J. Waligorski, E. Applebaum, L. Phelps, J. Falcone, K. Kanchi, T. Thane, A. Scimone, N. Thane, J. Henke, T. Wang, J. Ruppert, N. Shah, K. Rotter, J. Hodges, E. Ingenthron, M. Cordes, S. Kohlberg, J. Sgro, B. Delgado, K. Mead, A. Chinwalla, S. Leonard, K. Crouse, K. Collura, D. Kudrna, J. Currie, R. He, A. Angelova, S. Rajasekar, T. Mueller, R. Lomeli, G. Scara, A. Ko, K. Delaney, M. Wissotski, G. Lopez, D. Campos, M. Braidotti, E. Ashley, W. Golser, H. Kim, S. Lee, J. Lin, Z. Dujmic, W. Kim, J. Talag, A. Zuccolo, C. Fan, A. Sebastian, M. Kramer, L. Spiegel, L. Nascimento, T. Zutavern, B. Miller, C. Ambroise, S. Muller, W. Spooner, A. Narechania, L. Ren, S. Wei, S. Kumari, B. Faga, MJ Levy, L. McMahan, P. Van Buren, MW Vaughn, K. Ying, CT. Yeh, SJ. Emrich, Y. Jia, A. Kalyanaraman, AP. Hsia, WB. Barbazuk, RS. Baucom, TP. Brutnell, NC. Carpita, C. Chaparro, JM. Chia, JM. Deragon, JC. Estill, Y. Fu, JA. Jeddelloh, Y. Han, H. Lee, P. Li, DR. Lisch, S. Liu, Z. Liu, DH. Nagel, MC. McCann, P. SanMiguel, AM. Myers, D. Nettleton, J. Nguyen, BW. Penning, L. Ponnala, KL. Schneider, DC. Schwartz, A. Sharma, C. Soderlund, NM. Springer, Q. Sun, H. Wang, M. Waterman, R. Westerman, TK. Wolfgruber, L. Yang, Y. Yu, L. Zhang, S. Zhou, Q. Zhu, JL. Bennetzen, RK. Dawe, J. Jiang, N. Jiang, GG. Presting, SR. Wessler, S. Aluru, RA. Martienssen, SW. Clifton, WR. McCombie, RA. Wing, y RK. Wilson, 2009. The B73 maize genome: complexity, diversity, and dynamics. *Science* 326(5956): 1112-1115.
- Vielle-Calzada JP., O. Martínez de la Vega, G. Hernández-Guzmán, E. Ibarra-Laclette, C. Alvarez-Mejía, JC. Vega-Arreguín, B. Jiménez-Moraila, A. Fernández-Cortés, G. Corona-Armenta, L. Herrera-Estrella, y A. Herrera-Estrella, 2009. The Palomero genome suggests metal effects on domestication. *Science*, 326(5956): 1078.
- Wightman KE., SE. Ward, JP. Haggard, B. Rodríguez-Santiago, y JP. Cornelius, 2008. Performance and genetic variation of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in provenance and progeny trials in the Yucatan Peninsula of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 255(2008): 346-355.
- Zizumbo-Villarreal D., M. Ruiz-Rodríguez, H. Harries, y P. Colunga-García Marín, 2006. Population genetics, lethal yellowing disease, and relationships among Mexican and imported coconut Ecotypes. *Crop Science*, 46: 2509-2516.
- Zizumbo-Villarreal D., M. Fernández-Barrera, N. Torres-Hernández, y P. Colunga-García Marín, 2005. Morphological variation of fruit in Mexican populations of *Cocos nucifera* L. (Arecaceae) under *in situ* and *ex situ* conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52: 421-434.

Estudio de caso: diversidad genética de Psittacanthus

Juan Tun Garrido

La familia Loranthaceae está formada por un grupo de plantas hemiparásitas que dependen parcialmente de otros organismos para subsistir, de los cuales obtienen agua y sales inorgánicas. Al igual que otras familias de muérdagos tropicales, parasita una gran diversidad de plantas, tanto en sistemas de cultivo como en su ambiente natural, lo que propicia una disminución en la producción agrícola y forestal; así como el decremento de poblaciones naturales de especies nativas. Debido a lo anterior, la investigación del grupo se basa generalmente en implementar métodos para su control y en el conocimiento sobre su biología de reproducción. Esta familia está pobremente representada en el estado de Campeche, en donde encontramos tres géneros: *Oryctanthus*, *Psittacanthus* y *Struthanthus*, representados por una, tres y dos especies respectivamente. A pesar de esta riqueza parcial, Campeche es el estado de la península de Yucatán con mayor número de especies reportadas para esta familia botánica.

Los estudios genéticos realizados en esta familia incluyen las tres especies del género *Psittacanthus* (Tun-Garrido, 2006) y dos regiones que han sido secuenciadas para *Struthanthus orbicularis* (Wilson y



Foto: Juan Tun, UADY.

Psittacanthus rynchanthus creciendo sobre una rama de *Spondias purpurea*.

Calvin, 2006). En *Psittacanthus*, se han secuenciado dos regiones del genoma, una que corresponde al núcleo de las células y otra región correspondiente al cloroplasto. Ambas regiones son suficientemente variables como para detectar diferencias a nivel de especie.

Los dos fragmentos mencionados han demostrado ser efectivos para ayudar a diferenciar genéticamente a las tres especies de *Psittacanthus*; sin embargo, la región nuclear muestra mayor variabilidad en las secuencias de sus nucleótidos, lo que la hace más recomendable para usar en estudios filogenéticos y biogeográficos, en conjunto con caracteres morfológicos. Dos de las tres especies de *Psittacanthus* son muy similares morfológicamente (Tun Garrido *et al.*, 2007; Kuijt, 2009) por lo que el uso de herramientas moleculares para diferenciarlas es realmente útil.

El conocimiento más profundo de las especies de este grupo de plantas, significará tener mejores opciones para su control, disminuyendo de esta forma sus efectos negativos sobre plantaciones comerciales y poblaciones de plantas silvestres.

Referencias

- Kuijt, J., 2009. Monograph of *Psittacanthus* (Loranthaceae). *Systematic Botany Monographs*, 86:1-361.
- Tun-Garrido, J., 2006. Biogeography and cladistic relationships of *Psittacanthus* (Loranthaceae). PhD Thesis. University of Reading. United Kingdom. 184 p.
- Tun Garrido J., S. Flores Guido, y J. Kantún Balam, 2007. Loranthaceae de la Península de Yucatán, taxonomía, florística y etnobotánica. *Etnoflora Yucatanense*. Fascículo 26. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Wilson, C.A., y C.L. Calvin, 2006. An origin of aerial branch parasitism in the mistletoe family, Loranthaceae. *American Journal Botany*, 93 (5): 787-796.

Diversidad genética microbiana

María C. Rosano Hernández

Los microorganismos son componentes esenciales de la diversidad biológica; gracias a su capacidad de adaptación y plasticidad metabólica juegan un papel esencial en el mantenimiento de la biosfera (Sly, 1995). De todos los organismos conocidos, los microorganismos son los grandes desconocidos. Aunque las razones son muchas, fundamentalmente se basan en la dificultad para definir en microbiología qué es una especie y el consecuente conflicto para cuantificar la diversidad como riqueza de especies.

Una estimación hecha en 1995 sobre el número de especies de microorganismos en el ambiente mencionaba entre 500 000 a 6 000 000, de las cuales menos del 5% habían sido descritas (Sly, 1995). Un año después, Torsvik *et al.* (1996) utilizando la realineación del ADN, encontraron en sedimentos, que el número de genomas bacterianos diferentes era inversamente proporcional al grado de perturbación: los sedimentos más afectados tenían menor número de genomas, 50-70 genomas, comparados con los 12 000 encontrados en sedimentos no perturbados.

El desarrollo de herramientas moleculares basadas en la amplificación del gen 16S ARNr por la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), dio una perspectiva más realista de la diversidad microbiana *in situ*. Sin embargo, recientemente Hong *et al.* (2006) criticaron la manera de considerar el número de especies microbianas basada en predicciones. Con base en una estrategia de amplificación del gen 16S ARNr, en combinación con herramientas estadísticas y un algoritmo para datos de frecuencia empírica, esos autores estimaron que una sola muestra de sedimento marino podía contener entre 2 000 y 3 000 especies bacterianas. Pese a que el número estimado es grande, la discrepancia entre los órdenes de magnitud en el número de especies de microorganismos aún continúa.

La extensa diversidad de los microorganismos es resultado de la dispersión de mutaciones favorables que han tenido lugar desde que surgieron los primeros organismos hace más de 3 800 millones de años.

El orden en que las bases púricas y pirimídicas (guanina, citosina, timina, adenina y uracilo) se encuentran en las moléculas de ácidos nucleicos, ADN y ARN, constituye el código para la construcción de proteínas y eventualmente, para todas las propiedades biológicas de los organismos. Este orden hace diferente las propiedades de un organismo respecto de otro, y es la esencia de la diversidad genética (Solbrig, 1991).

Debido a que en todos los niveles de organización biológica está presente la diversidad genética, definir el nivel apropiado para estudiarla, no es trivial. Aunque el cambio evolutivo ocurre en cada población local, es de interés común conocer el papel de la variedad genética en los niveles más altos de la biodiversidad: especies, comunidades y ecosistemas (Solbrig, 1991). Sin embargo, como se ha mencionado, la imprecisión existente en la definición de una especie microbiana complica los marcos conceptuales de la biodiversidad.

En el nivel de comunidades, las estrategias para detectar y medir la variación genética pueden ser a nivel morfológico o molecular. La primera se basa en el estudio de correlaciones en algunas características físicas. La segunda, más exacta y sensible, se basa en el polimorfismo o el cambio en la secuencia de regiones pequeñas y específicas del ADN o de las proteínas. Una modalidad de gran sensibilidad intra-específica llamada Análisis de los Espaciadores Intergénicos Ribosomales (RISA, por sus siglas en inglés) detecta por PCR la variación en el número y tipo de bases en la región espaciadora entre dos genes y lo compara con una secuencia de referencia (García-Martínez, 1999). En el caso de bacterias se utiliza la región entre los genes 16S-23S ADNr.

El estado de Campeche posee 57 924 km² de extensión terrestre y 193 839.32 km² de territorio marino a lo largo de 523.30 km de línea de costa (INEGI, 2005). Esta gran área que se extiende verticalmente desde el subsuelo hasta el espacio aéreo incluye al mar territorial y la Zona Económica Exclusiva (ZEE) (DOF, 2006). . En la región marina

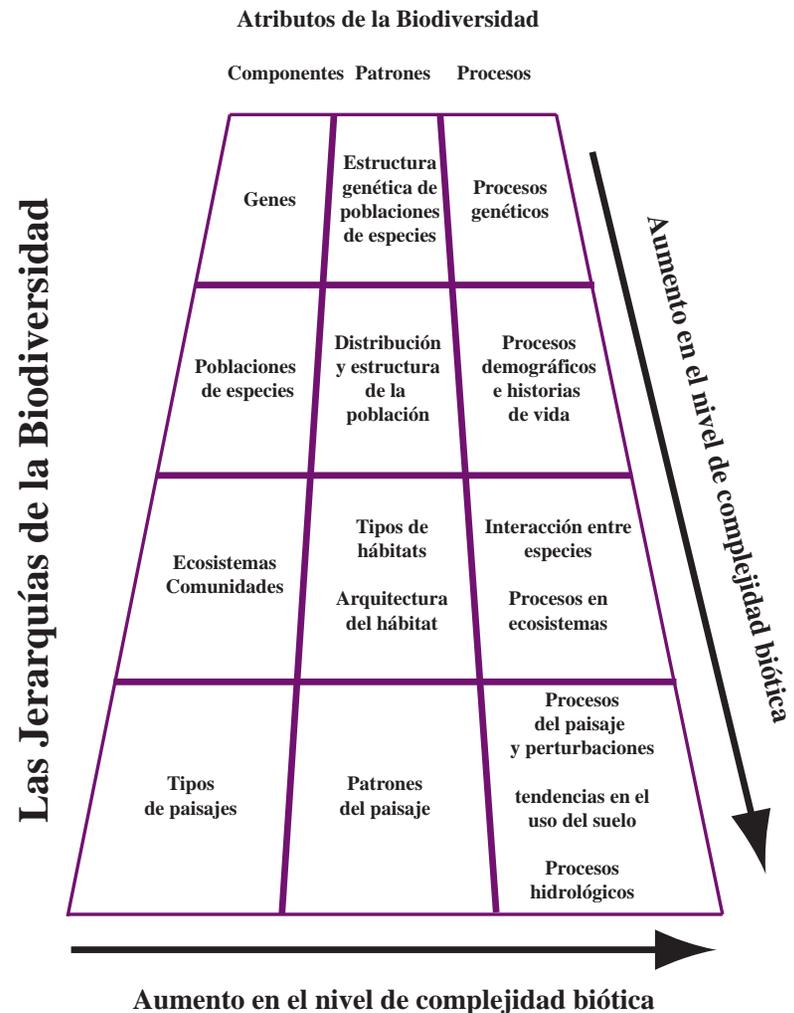


Figura 1. Atributos, escalas y complejidad de la biodiversidad. Modificada de: Department for Environment and Heritage, Government of South Australia 2007(http://www.environment.sa.gov.au/education/pages/modules/biodiversity/bio_02.html).

de Campeche se realiza la pesca y desde hace casi 30 años, la mayor actividad petrolera industrial del país (García-Cuéllar, 2004). Dentro de la porción continental existen tres áreas amplias de resguardo ecológico: el área natural de protección de flora y fauna laguna de Términos y dos reservas de la biosfera, la de Los Petenes y la de Calakmul. Estas áreas, con un total de 18 106 km², representan poco más de un tercio de la superficie del estado y se caracterizan por contener, en una escala de pocos kilómetros, una vastísima variedad de ambientes, cada uno con numerosos ecosistemas de muy alta diversidad (riqueza de especies) y algunos endemismos o especies únicas. La heterogeneidad y la variación de las condiciones físicas y químicas denominadas gradientes, en escalas cortas de tiempo y espacio, hace posible el desarrollo de una gran variedad de organismos en estos ecosistemas. Los estuarios, abundantes en el sur del estado, son uno de los ejemplos (Troussellier *et al.*, 2002). Los estudios de diversidad genética de los microorganismos presentes en los múltiples hábitats existentes en el estado, permitirán generar información respecto al tipo de microorganismos que más abundan en dichos hábitats, identificar microorganismos no previamente reportados e identificar aquéllos con características bioquímicas y genéticas de interés para el uso humano.

REFERENCIAS

- Diario Oficial de la Federación, 1986. Ley Federal del Mar. Texto vigente. Nueva Ley publicada el 8 de enero de 1986. Fe de erratas DOF 0901-1986.
- García-Cuéllar, J.A., F. Arreguín-Sánchez, S. Hernández V., y D. B. Lluch-Cota, 2004. Impacto ecológico de la industria petrolera en la Sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: una revisión. *Interciencia*, 29: 311-319.
- García-Martínez, J., S.G. Acinas, A.I. Antón, y F. Rodríguez-Valera, 1999. Use of the 16S-23S ribosomal genes spacer region in studies of prokaryotic diversity. *Journal of Micro. Methods*, 36: 55-64.
- Hong, S.H., J. Bunge, S.O. Jeon, y S.S. Epstein, 2006. Predicting microbial species richness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(1): 117-122.
- INEGI, 2005. Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005 (MGM-II Censo 2005) Versión 1.0. <http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/camp/territorio/default.aspx?tema=me&e=04>.
- Solbrig, O.T., 1991. From genes to ecosystems: A research agenda for biodiversity. Report of a IUBS-SCOPE-UNESCO workshop, Harvard Forest, Petersham, Ma. USA June 27-July 1, 1991. Cambridge, Mass., IUBS, 123 p.
- Sly, L. I., 1995. Microorganisms: An essential component of biological diversity. *World Journal of Microbiology*, 11(5): I-IV.
- Torsvik, V., R. Sorheim, y J. Goksøyr, 1996. Total bacterial diversity in soil and sediment communities-a review. *Journal of Industrial Microbiology*, 17: 170-178.
- Troussellier, M., H. Schafer, N. Batailler, L. Bernard, C. Courties, P. Lebaron, G. Muyzer, P. Servaisand, y J. Vives-Rego, 2002. Bacterial activity and genetic richness along an estuarine gradient (Rhône River plume, France). *Aquatic Microbiological Ecology*, 28: 13-24.

Estudio de caso: algunos estudios de diversidad genética de la microbiota del estado de Campeche

María C. Rosano Hernández

En dos tercios del territorio continental del estado de Campeche existen ríos, lagunas, pantanos, cenotes, suelos agrícolas, remanentes de selvas altas perennifolias y comunidades humanas mayas, quienes aprovechan dichos sistemas y usan a los microorganismos como parte de su sustento en alimentos y bebidas tradicionales (Rosano-Hernández, 1999). No obstante, la información sobre la diversidad genética microbiana en el territorio marino y terrestre de Campeche es prácticamente mínima y lo que hay abarca solamente a las bacterias. Datos sobre la genética en microorganismos de ambientes extremos, denominados arqueobacterias (procariotas), así como de eucariotes como hongos, protozoarios, cianobacterias y sus asociaciones simbióticas como los líquenes y las micorrizas son asimismo inexistentes.

Los trabajos sobre la diversidad genética bacteriana se realizaron en el sedimento de dos localidades costeras de Campeche: (1) una chapopotera o sitio de emanación natural de petróleo y gas en el subsuelo marino, a aproximadamente 42 m de profundidad (Rosano-Hernández *et al.*, 2002; 2005), y (2) la playa desde la Isla del Carmen al poblado de Sabancuy afectada por perturbaciones meteorológicas frecuentes

en la región. Ambos sitios se habían identificado previamente como susceptibles de afectación por hidrocarburos del petróleo (PEMEX, 1987; Rosano-Hernández y Muriel-García, 1999). La diversidad de las comunidades se estimó por métodos microbiológicos y moleculares. En éstos últimos se hizo la extracción de ADN metagenómico, la reacción en cadena de la polimerasa utilizando los espaciadores intergénicos ADNr 16S-23S (PCR-RISA), y se combinaron con técnicas de clonación y secuenciación.

El análisis molecular de los sedimentos de la playa reveló diferentes comunidades en cada sitio muestreado, y un patrón de partición en las provincias geológicas Terrígena y Carbonatada de la Sonda de Campeche (Yañez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). De éstas provincias, la Terrígena tuvo más diversidad ecológica ($H=3.41$; $D=0.92$) y de genotipos que la Carbonatada ($H=2.31$; $D=0.80$) (Rosano Hernández *et al.*, 2007). Los genotipos recuperados de la porción Terrígena se afi-



Área de chapopoterías marinas, sur del Golfo de México.



Foto: María C. Rosano, Instituto Mexicano del Petróleo.

Playa con petróleo, Ciudad del Carmen, Campeche.

liaron a miembros no cultivados de *Gemmatimonas*, *Acidobacterium*, *Rubrobacterales*, *Fibrobacteres/Acidobacteria*, *Actinobacterium*, *Desulfobacteraceae* y *Pseudoalteromonas holoplanktis*, mientras que de la Carbonatada se afiliaron a la clase Gamma Proteobacteria. Los géneros taxonómicos relevantes fueron *Marinobacter*, *Pseudomonas* y *Vibrio*. Aunque el 50% del componente bacteriano de los sedimentos de la playa fueron bacterias aún sin clasificar, se sugirió que el grupo de las Gamma Proteobacterias podría estar vinculado a los ciclos biogeoquímicos realizando funciones importantes en el mantenimiento costero (Rosano-Hernández, 2009).

En la chapopotera, los sedimentos provinieron de dos columnas recolectadas de 2.1 m hasta a 19.8 m de profundidad en el subsuelo. Los sedimentos del sitio de emanación mostraron tener buena generación de petróleo y gas, con gran concentración de hidrocarburos totales del petróleo (HTP), 194 ± 96 (g.kg⁻¹); aquí, la diversidad Shannon (H) y Simpson (D) de genotipos fue ligeramente mayor (H=2.52; D=0.82), comparada con el sitio control, sin emanación natural. En este último los sedimentos fueron pobres en generación de hidrocarburos (HTP = 0.2 ± 0.04 g.kg⁻¹), y la diversidad de genotipos fue levemente menor (H=2.30; D=0.81). Las nueve secuencias de ADN* recuperadas de los sedimentos se afiliaron a los géneros *Marinobacter*, *Idiomarina*, *Marinobacterium*, *Frateriaria*, más una bacteria no identificada. Se concluyó que las bacterias de los sitios de emanación marina podrían ser indicadoras de hidrocarburos en el sur del Golfo de México (Rosano Hernández *et al.*, 2009a).

Un género común tanto en la playa como en la chapopotera fue *Marinobacter*, quien junto con *Alcanivorax*, *Cycloclasticus*, *Oleispira* y *Thalassolituus*, fue recientemente considerado como un género altamente especializado en la degradación obligada de hidrocarburos del petróleo (Yakimov *et al.*, 2007). A reserva de que los estudios sobre la ecología de estos microorganismos degradadores especializados continúen en la Sonda de Campeche, se ha sugerido que *Marinobacter* podría estar realizando funciones asociadas con la transformación de los hidrocarburos del petróleo en el sistema costero del estado (Rosano-Hernández *et al.*, 2009b).

* NCBI, EF143342 a EF143350 de la chapopotera; EF191388 a EF191401 de la playa .

Agradecimientos: A Petróleos Mexicanos a través del Lic. Eduardo Marín Conde, Responsable del Área de Información, por la autorización del uso y reproducción de la figura de la chapopotera marina, de propiedad institucional. Al M. en C. José Aes Laines, por su asistencia en la selección del material fotográfico.

Referencias

- PEMEX, 1987. Impacto ambiental de las actividades petroleras en la Sonda de Campeche. Petróleos Mexicanos. Coordinación Ejecutiva de Servicios Generales y Seguridad Industrial. Gerencia de Coordinación y Control de Protección Ambiental, México, pp. 35-38.
- Rosano-Hernandez, M. C., 1999. Microbial diversity of traditional drinks. Proceedings of the ASM Conference on Microbial Biodiversity, Chicago, IL.
- Rosano-Hernández, M.C., y M. Muriel-García, 1999. Bacterial role and diversity in coastal areas prone to hydrocarbon pollution. Proceedings of the ASM Conference on Microbial Biodiversity, Chicago, IL, August 5-8.
- Rosano-Hernández M. C., L. Fernández-Linares, S. Le Borgne, R. Ruiz-Medrano, y B. Xoconostle-Cázares, 2002. Análisis de la diversidad bacteriana presente en chapopoterías del Golfo de México. Memorias del XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Rosano-Hernández M.C., S. LeBorgne, B. Xoconostle-Cázares, y L. Fernández-Linares, 2005. Prospección microbiológica y molecular en una chapopotería del Golfo de México. Memorias del 1er. Congreso de Nuevas Tecnologías en Medio Ambiente. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), campus Estado de México.
- Rosano-Hernández M. C., H. Ramírez-Saad, L. C. Fernández-Linares, y B. Xoconostle-Cázares, 2007. Molecular analysis of bacterial communities in a coastal beach of the Campeche bank, Gulf of Mexico. Primer Encuentro de Vinculación: Biotecnología para el sureste de México. Campeche.
- Rosano-Hernández, M.C., 2009. La diversidad genética bacteriana de suelos y sedimentos del sureste de México afectados con hidrocarburos del petróleo. Tesis, CINVESTAV-IPN, México. 72 p.
- Rosano-Hernández M. C., L.L.C. Fernández, y B. Xoconostle, 2009a. Bacterial diversity of marine seeps in the southeastern Gulf of Mexico. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 12(9): 683-689.
- Rosano-Hernández, M.C., H.C. Ramírez-Saad, y L.C. Fernández-Linares, 2009b. *Marinobacter* en sistemas costeros del sur del Golfo de México: implicaciones ecológicas en la transformación bacteriana de los hidrocarburos del petróleo. Simp. Biodiversidad –Enfoques en Biología Molecular. Mérida, Yucatán, México.
- Yañez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil, 1988. Caracterización ambiental de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos, p. 41-50. En: A. Yañez-Arancibia, y Day, Jr. J.W. (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 Ecological Institute LSU. Editorial Universitaria, México, D.F.

Estudio de caso: exploración y valoración biotecnológica de recursos microbianos marinos de Campeche

*Benjamín Otto Ortega Morales
y Susana del C. de la Rosa García*

Como país megadiverso, México alberga una gran diversidad microbiana; sin embargo, ha sido descrita pobremente, por lo que poco se sabe del valor biotecnológico de este recurso.

La mayor parte de los estudios realizados mundialmente en el campo de la bioprospección biotecnológica de microorganismos de origen marino se ha centrado en investigaciones de hábitats considerados tradicionalmente extremos, tales como las zonas polares (Hollibaugh *et al.*, 2002), zonas oligotróficas (Jannasch *et al.*, 1996) y fosas hidrotermales (Deming, 1998). En Campeche se han realizado investigaciones en otros hábitats marinos extremos, usualmente no reconocidos como tal, que incluyen las zonas intermareales rocosas, mismas que son consideradas ambientes extremos no favorables para la vida debido al estrés de desecación y la exposición directa a rayos solares (UV), el estrés hidrodinámico y la escasez de nutrientes (oligotrofia) a los que están expuestas (Menge y Branch, 2001). En investigaciones previas se demostró que las rocas que se encuentran en las zona intermareal de Xpicop (Seybaplaya) Campeche están colonizadas de manera masiva por comunidades microbianas sésiles (biofilms), constituidas por



Foto: Carlos Galindo Leal, CONABIO.

poblaciones mixtas de diferentes tipos de bacterias incluyendo Cianobacterias, Actinobacterias, Bacteroidetes y Proteobacterias, cuyas secuencias más cercanas pertenecen a bacterias típicas de ambiente marinos costeros (Narváez-Zapata *et al.*, 2005) (tabla 1).

De estos mismos biofilms se aislaron por medio de diferentes estrategias, cultivos bacterianos que fueron conservados por criopreservación (-80°C) y que constituyen parte de la Colección de Cultivos Microbianos de Origen Ambiental. Dentro del marco de los proyectos de investigación “Ecology, Diversity and Biotechnological Potential of Biofilm Microbial Communities from Marine Environments in Campeche, Mexico” CONACYT 2000 J-33085-B y “Tropical biofilm bacteria as source of novel antifoulants” International Foundation for

Science (Suecia) IFS F/3617-1, se estableció como objetivo principal el caracterizar y conservar los elementos microbianos representativos de estos ambientes, así como evaluar su potencial biotecnológico, particularmente de bacterias heterótrofas aerobias, como cepas productoras de exopolisacáridos y sustancias antimicrobianas.

Estos estudios revelaron que algunas de las bacterias aisladas e identificadas por medio de métodos moleculares producían a través de procesos fermentativos a escala de laboratorio varias de estas sustancias (metabolitos), mismos que fueron recuperados y caracterizados a nivel químico con el fin de establecer su naturaleza y las propiedades de interés.

En el campo de los metabolitos con carácter antibiótico se identificaron tres cepas muy parecidas a *Bacillus mojavensis*, las cuales habían sido previamente aisladas en zonas desérticas de los EUA. Dichas bacterias producen unas sustancias conocidas colectivamente como lipopéptidos, los cuales debido a su naturaleza antimicrobiana mostraron capacidad de inhibir a nivel comparable de una cepa bacteriana comercial del Departamento de Agricultura de los EUA, al hongo fitopatógeno *Colletotrichum gloesporioides*, agente causal de la antracnosis, así como a otros hongos de importancia agrícola (Ortega-Morales *et al.*, 2008 sometido). Estudios complementarios no publicados sugieren que los compuestos producidos por estas bacterias podrían también controlar algunas enfermedades infecciosas humanas, como la ocasionada por *Staphylococcus aureus* resistente a la metilicina (MRSA por su siglas en inglés).

Por otra parte, además de su interés en materia de salud, los lipopéptidos podrían también ver algún día la luz como ingrediente activo en recubrimientos contra el bioencrustamiento o biofouling (Amstrong *et al.*, 2000; Ortega-Morales *et al.*, 2008). Dicho fenómeno biológico tiene consecuencias en términos de corrosión de materiales artificiales constituyentes de infraestructura marina como barcos y platafor-

Tabla 1. Secuencias del gen ARNr 16S de biofilms microbianos epilíticos asociados a la zona intermareal de Xpicop, Campeche.

Número de acceso	Phylum	Secuencia más cercana	Identidad (%)
AJ867558	Bacteroidetes.	<i>Flexibacter tractuosus</i> (AB078076).	88.5
AJ867564	Cyanobacteria.	<i>Chroococodiopsis</i> sp. (AJ344556).	96.8
AJ867568	Cyanobacteria.	<i>Chroococodiopsis</i> sp. (AJ344556).	96.5
AJ867569	Cyanobacteria.	<i>Xenococcus</i> sp. (AB074510).	95.1
AJ867570	α Proteobacteria.	<i>Rhodovulum strictum</i> (D16419).	84.3
AJ867571	Bacteroidetes.	<i>Flexibacter tractuosus</i> (AB078073).	87.7
AJ867572	Bacteroidetes.	<i>Flexibacter tractuosus</i> (AB078073).	88.3
AJ867573	Cyanobacteria.	<i>Chroococodiopsis</i> sp. (AJ344557).	94.9
AJ867574	Cyanobacteria.	<i>Chroococodiopsis</i> sp. (AJ344557).	95.1
AJ867559	α Proteobacteria.	<i>Porphyrobacter sanguineus</i> (AB021493).	94.1
AJ867560	Cyanobacteria.	<i>Chroococodiopsis</i> sp. (AJ344557).	95.1
AJ867561	Cyanobacteria.	<i>Myxosarcina</i> sp. (AJ344561).	95.4
AJ867562	Bacteroidetes.	<i>Flexibacter tractuosus</i> (AB078076).	87.7
AJ867563	Bacteroidetes.	<i>Lewinella persicus</i> (AF039295).	88.9
AJ867565	Actinobacteria.	<i>Rubrobacter radiotolerans</i> (U65647).	94.3
AJ867566	Actinobacteria.	<i>Frankia</i> sp. (AJ408874).	98.0
AJ867567	γ Proteobacteria.	<i>Pseudomonas</i> sp. (AB013827).	93.2
AJ867575	Cyanobacteria.	<i>Xenococcus</i> sp. (AB074510).	98.0
AJ867576	Cyanobacteria.	<i>Xenococcus</i> sp. (AB074510).	87.2
AJ867577	Bacteroidetes.	<i>Lewinella persicus</i> (AF039295).	89.1
AJ867578	α Proteobacteria.	<i>Mesorhizobium</i> sp. (AY258089).	95.4
AJ867579	α Proteobacteria.	<i>Mesorhizobium loti</i> (AP003001).	94.9

mas petroleras (Guezennec *et al.*, 1998; Acuña *et al.*, 2000). En este sentido, se ha estimado que el bioencrustamiento produce costos del orden un billón de dólares a la armada de los EUA, los cuales están generalmente asociados a un incremento significativo en el consumo de combustibles, en la limpieza y eventual reparación de los cascos de los buques (Callow y Callow, 2002). No existen estimaciones en el contexto nacional, pero el impacto del bioencrustamiento y la bio-corrosión puede alcanzar cifras considerables tomando en cuenta que el régimen de mantenimiento de infraestructura marina en México es menor que el de los países europeos.

Además de los lipopéptidos bioactivos, otro estudio realizado por nuestro grupo (Ortega-Morales *et al.*, 2007) permitió determinar el valor de ciertos biopolímeros producidos por bacterias de las costas de Campeche, que han mostrado ser más eficientes que ciertos surfactantes artificiales en la emulsificación de hidrocarburos. Un surfactante es una sustancia química que altera las propiedades de interfaciales entre líquidos de diferente naturaleza química, como el aceite y el agua. La potencial aplicación de este producto es la capacidad de promover la biodegradación natural del petróleo en los mares, en caso de un eventual derrame de hidrocarburos. En el sector farmacéutico, otro exopolisacárido muestra una estructura química similar a la de un biopolímero aniónico que promueve la regeneración ósea en un modelo murino indicando su potencial uso biomédico para permitir la “autorreparación” de huesos dañados (Ortega-Morales *et al.*, 2007).

En conclusión, la biotecnología marina es uno de los campos de las ciencias biológicas que ha crecido más en los últimos años y cuyos impactos pueden en el corto, mediano y largo término contribuir al aprovechamiento racional de los recursos marinos existentes. Es importante hacer notar que la biotecnología marina depende de manera directa de esta diversidad biológica, la cual es particularmente abundante en los países en vías de desarrollo, por lo que su conservación

es fundamental. Por ello, es importante emprender esfuerzos de investigación que permitan determinar la diversidad microbiana de ambientes marinos, conservar nuevos elementos de riqueza microbiana y evaluar el potencial biotecnológico que estos recursos representan para la producción de nuevos bioproductos y bioprocesos (Jensen y Fenical, 2000; National Research Council, 2000). En el caso particular del estado de Campeche, la valoración biotecnológica de los recursos microbianos podría aportar soluciones problemáticas particulares a diferentes términos. En el corto y mediano plazos (3 a 5 años), podrían desarrollarse estrategias de conservación postcosecha de frutas como mango y papaya así como biosurfactantes para uso en diversos sectores industriales. En el largo término (más de 10 años) algunas biomoléculas podrían permitir el desarrollo de nuevos antibióticos o agentes terapéuticos.

Referencias

- Acuña, N., B.O. Ortega-Morales, y A. Valadéz, 2006. Biofilm colonization dynamics and its influence on the corrosion resistance of austenitic UNS S31603 stainless steel exposed to Gulf of Mexico seawater. *Marine Biotechnology*, 1:62-70.
- Armstrong, E., K.G. Boyd, y J.G. Burgess, 2000. Prevention of marine biofouling using natural compounds from marine organisms. *Biotechnology Annual Review*, 6:221-241.
- Callow, M.E., y J.A. Callow, 2002. Marine biofouling: a sticky problem. *The Biologist*, 49: 10-14.
- Deming, J.W., 1998. Deep ocean environmental biotechnology. *Current Opinion in Biotechnology*, 9: 283-287.

- Guezennec, J., O. Ortega-Morales, G. Ragueneas, y G. Geesey, 1998. Bacterial colonization of artificial substrate in the vicinity of deep-sea hydrothermal vents. *FEMS Microbiology Ecology*, 26: 89-99.
- Hollibaugh, J. T., N. Bano, y H. W., Ducklow, 2002. Widespread Distribution in polar oceans of a 16s rRNA gene sequence with affinity to Nitrospira-like ammonia-oxidizing Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(3): 1478-1484.
- Jannasch. H. W., C.O. Wirsen, K. W. Doherty, 1996. A pressurized chemostat for the study of marine barophilic and oligotrophic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 62(5): 1593-1596.
- Jensen, P.R., y W. Fenical, 2000. Marine microorganisms and drugs discovery: current status and future potential. p. 6-29. In: N. Fusetani (ed.) *Drugs from the sea*. Karger, Switzerland.
- Menge, B.A., y G.M. Branch, 2001. Rocky intertidal communities. p. 221-251. In: M.D. Bertness. S.D. Gaines, and M. Hay, M. *Marine Community Ecology* ed. Sunderland.
- National Research Council, 2000. *Opportunities for Environmental Applications of Marine Biotechnology*. Nacional Academy Press. Washington, DC.
- Narváez-Zapata, J.A., C.C. Tebbe, y B.O. Ortega-Morales, 2005. Molecular diversity and biomass of epilithic biofilms from intertidal rocky shores in the Gulf of Mexico. *Biofilms*, 2:93-103.
- Ortega-Morales, B.O., J.L. Santiago-García, M.J. Chan-Bacab, X. Moppert, E. Miranda-Tello, M.L. Fardeau, J.C. Carrero, P. Bartolo-Pérez, A. Valadéz-González, y J. Guezennec, 2007. Characterization of extracellular polymers synthesized by tropical intertidal biofilm bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 102: 254-264
- Ortega-Morales, B.O., M.J. Chan-Bacab, E. Miranda-Tello, M.L. Fardeau, J.C. Carrero, y T. Stein, 2008. Antifouling activity of sessile bacilli derived from marine surfaces. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 35: 9-15.



Estudio de caso: estudios relacionados con la determinación de biodiversidad microbiana edáfica en Campeche

Joel Lara Reyna

En Campeche, los suelos alcalinos han determinado la selección de sus plantas endémicas tolerantes a dichas condiciones, así como los cultivos agrícolas que han sido seleccionados para estas condiciones de suelo. Estas especies vegetales seguramente albergan especies microbianas muy particulares y adaptadas al suelo calcáreo capaces de poblar su rizósfera (zona de suelo bajo la influencia de los productos que se secretan a través de la raíz). Las bacterias son por mucho el tipo más abundante de microorganismos del suelo, esto debido a que pueden crecer muy rápidamente y tienen la capacidad de utilizar un amplio número de sustancias como fuentes de energía y nutrientes (Chao *et al.*, 1986). Mientras que muchas bacterias encontradas en el suelo están adheridas a la superficie de las partículas o son encontradas como agregados, un gran número de bacterias interactúan específicamente con la raíz; de hecho, la densidad de bacterias en la rizósfera es generalmente mucho más grande que la del resto del suelo (Lynch, 1991). Lo anterior es reflejo de los altos niveles de nutrientes encontrados en la rizósfera, que son aprovechados para soportar el crecimiento bacteriano (Glick, 1995; Glick *et al.*, 1995).



Foto: Joel Lara Reyna, COLPOS.
Variabilidad morfológica en un aislamiento de *Beauveria bassiana*. Los conidiofóros (cf) son atípicamente alargados y generando pocos conidios (c). h, hifa; Hf, hifa conidiógena.

No obstante, la importancia tan amplia que representan los microorganismos para los diferentes procesos biológicos en la naturaleza, en una extensa revisión en las principales bases de datos públicas y principales bibliotecas se encontró que la información relacionada con la caracterización o identificación de microorganismos en los suelos de Campeche es prácticamente nula. El primer trabajo documentado sobre caracterización de la microbiota del suelo en el estado tuvo un fin principalmente de aplicación médica y data de 1979, en el que González-Gómez y colaboradores realizaron un muestreo con el objetivo de obtener aislamientos e identificar la presencia de actinomicetos patógenos de Campeche. Este trabajo es el más antiguo que se encontró en la literatura. En la sección de diversidad genética en poblaciones humanas se comenta acerca de los pocos estudios de diversidad genética de otros microorganismos patógenos realizados en el estado.

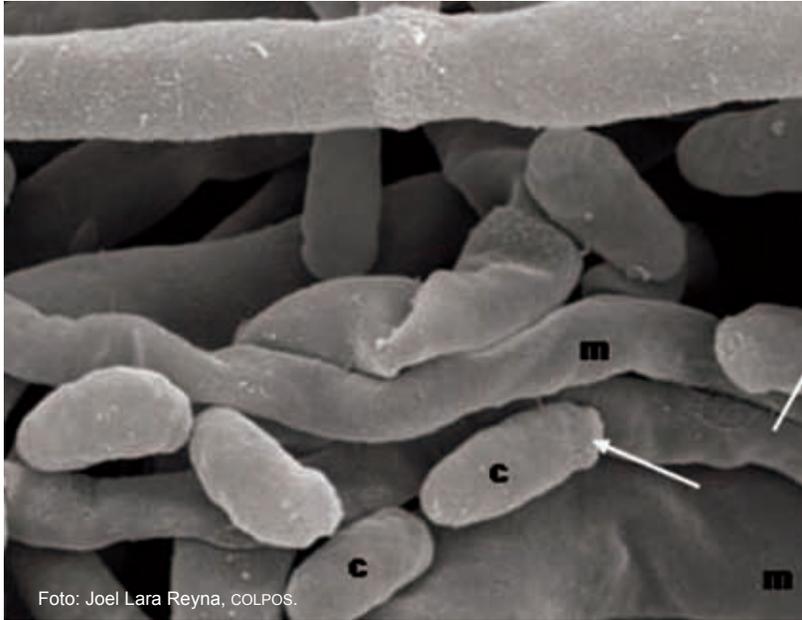
Con respecto a la microbiota edáfica en suelos de Campeche, de 1979 a 2009 no hay registro de ningún trabajo relacionado, por lo que ésta se encuentra prácticamente sin descripción. Adicionalmente, es importante considerar que, por la dificultad de cultivarlos en el laboratorio, se ha estimado que sólo un 1% de los microorganismos presentes en un ambiente son cultivables, por lo que un 99% de ellos solo se han descrito en las colectas ambientales. Sin embargo, las técnicas “moleculares” permiten profundizar más en la descripción de la biodiversidad, al identificar microorganismos trabajando directamente con ADN del ambiente, sin requerir el cultivo previo.

Actualmente, el Colegio de Postgraduados Campus Campeche realiza trabajos iniciales sobre la caracterización de aislados de suelo de hongos entomopatógenos y bacterias antagonistas de fitopatógenos. En uno de ellos se caracterizaron fisiológicamente y se identificaron a nivel molecular, 20 aislamientos (12 de ellos de suelo) de hongos entomopatógenos de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium* y *Paecilomyces*. Además, se reporta por primera vez para México un registro de la especie *Cordyceps cardinalis* (Pech-Chuc, 2008), espe-



Foto: Joel Lara Reyna, COLPOS.

Aislamiento de *Beauveria bassiana* (Vuill.) recuperada de suelo en la comunidad agrícola Kesté (Champotón, Campeche), patógena hacia el ácaro *Varroa destructor*, parásito de la abeja *Apis mellifera*.



Micrografía en microscopio electrónico de barrido de aislamiento fúngico con propiedades como entomopatógeno, obtenido de suelos de selva alta de Campeche. m: micelio, c: conidios.

cie recientemente propuesta (Sung y Spatafora, 2004) y que confirma la presencia de nuevas especies. Macedo-Castillo *et al.* (2009), obtuvieron aislamientos bacterianos de plantas de la rizósfera de caña de azúcar, papaya y arroz, seleccionando aquellas que resultaron con propiedades antagonistas al hongo fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*. Xuluc-Tolosa *et al.* (2003), publican sobre el proceso de descomposición de hojas de tres especies de árboles en un bosque tropical de Campeche. Aunque el trabajo no fue encaminado hacia la identificación de los microorganismos involucrados en el proceso de descomposición, indirectamente señala la importancia de la caracterización de los descomponedores primarios presentes en suelo.

A pesar de los esfuerzos mencionados, éstos son totalmente insuficientes para iniciar la caracterización de sistemas ecológicos que son muy interesantes desde el punto de vista biológico. Al caracterizar genéticamente poblaciones de individuos presentes en el suelo; por ejemplo, de selva tropical, es posible identificar gran cantidad de genes microbianos con múltiples aplicaciones relacionados con catabolismo y anabolismo; tanto de metabolismo primario como de novedosos metabolismos secundarios; de rutas biosintéticas de sustancias generadas para interactuar con el medio ambiente (*e.g.* toxinas, antibióticos, señalizaciones e interacciones químicas, adherencias, determinantes genéticos de patogénesis), etc.; caracterizando las capacidades metabólicas de la comunidad presente y permitiéndonos describir la riqueza genética de la muestra.

Con sus suelos alcalinos y poco profundos, asociados a clima y vegetación de selva tropical y la baja perturbación en algunas zonas como son las reservas (Los Petenes y Calakmul); hacen de Campeche un espacio que ofrece diferentes y muy particulares hábitats, dentro de los cuáles es altamente deseable caracterizar la microbiota presente en sus diversos microambientes, identificar sus capacidades metabólicas y analizar sus posibles asociaciones con la diversidad de la flora y los tipos de suelo presentes en este ecosistema tropical.

Referencias

- Chao, L.W., B.E. Nelson, G.E. Harman, y H.C. Hach, 1986. Colonization of the rizosphere by biological control agents. *Phytopathology*, 76(1): 60-65.
- Lynch, J.M., 1991. Introduction: some consequences of microbial rizosphere competence for plant and soil. p. 1-10. In: J.M. Lynch (ed). *The Rizosphere*. John Wiley & Sons, New York.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41: 109-117.
- Glick, R.B., M.D. Karatovik, y P.C. Newell, 1995. A novel Procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. *Canadian Journal of Microbiology*, 44:533-536
- González-Gómez, M., L. García-Mora, y B. Agüero Licea, 1979. Aislamiento de actinomicetos aerobicos patógenos en suelos de Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 21(2): 99.
- Macedo-Castillo A, J. Lara-Reyna, y A. Martínez-Hernandez, 2009. Evaluación de rizobacterias antagonistas en contra de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz aisladas de suelos agrícolas de Campeche, México. Memorias de la 55 Reunión Anual 2009 del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. Campeche, México, (<http://55pccmcamex.org.mx/memorias/>)
- Pech Chuc, C. M., 2008. Identificación y caracterización de aislamientos de hongos entomopatógenos nativos del estado de Campeche y primer registro de *Cordyceps cardinales* para México. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Calkini. 2008. 89 p
- Pool-Novelo, L., F.S. May-Balam, M. Ávila-Ramos, J.J. Jimenez-Osornio, MR. Parra-Vázquez, y F. Bautista-Zuñiga, 2002. Cultivos de cobertura y abonos orgánicos en calakmul, Campeche. Reporte Técnico, ECOSUR. 32 p.
- Sung, G.H., y J.W. Sapatafora, 2004. *Cordyceps cardinalis* sp. nov., a new species of *Cordyceps* with an east Asieneastern North American distribution. *Mycologia*, 96(3): 658–666.
- Xuluc-Tolosa, F.J., H. F. M. Vester, N. Ramirez-Marcial, J. Castellanos-Albores, y D. Lawrence, 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary forest in Campeche, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 174: 401-412.

Diversidad genética en poblaciones humanas y en organismos que afectan la salud humana

Aída Martínez Hernández

Muestras colectadas en el estado de Campeche han sido incluidas dentro de algunos estudios de diversidad genética realizados en poblaciones humanas debido a que éste se encuentra poblado en gran proporción por comunidades de ascendencia Maya. Dichos estudios analizan divergencias o similitudes entre poblaciones mayas de diversas regiones, o comparan las características genéticas de los mayas con otros grupos humanos.

Por ejemplo, Herrera *et al.* (2007) examinaron la variabilidad entre cuatro diferentes grupos de mayas realizando comparaciones intra e interpoblacionales; concluyendo que no son genéticamente homogéneos. En un trabajo previo, Antunez De Mayolo *et al.* (1999) analizaron las relaciones genéticas dentro de la población maya de Campeche, correlacionándolas con sus migraciones por Mesoamérica. Para ello utilizaron un marcador molecular polimórfico y encontraron que el polimorfismo se detecta en frecuencias comparables a las halladas en poblaciones caucásicas. Por otra parte, Ibarra-Rivera *et al.* (2008) analizaron las relaciones genéticas entre grupos mayas, mostrando evidencia de que existió flujo genético entre las distintas poblaciones analizadas. Kidd *et al.* (1991) comparan tres poblaciones de indígenas de América, dos brasileñas y una población maya de Campeche, con europeos; reportando una heterocigosis menor en las poblaciones indígenas.

Entre los estudios de diversidad genética que tienen el objetivo identificar determinantes genéticos que correlacionen con la predisposición a ciertas enfermedades o para generar información que permita desarrollar sistemas de detección de enfermedades determinadas genéticamente (congénitas); se encuentra el trabajo de Fullerton *et al.* (2001), quienes analizaron la correlación entre ciertos polimorfismos alélicos previamente identificados entre diversas poblaciones humanas, y su riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares o Alzheimer; analizando la diversidad genética existente en dichos polimorfismos entre

poblaciones específicas de piel oscura de Mississippi, Mayas de Campeche, Finlandeses y blancos no hispanos. Otro ejemplo es el reportado por Gamas-Trujillo *et al.* (2006) en el que analizan pacientes del sureste de México afectados con distrofia muscular. Recientemente muestras de pobladores mestizos e indígenas del estado de Campeche fueron colectadas como parte del proyecto “Diversidad Genómica de la Población Mexicana”, a cargo de Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN). Aprovechando las modernas técnicas de análisis genómico, se tiene la expectativa de que el estudio coadyuve en la identificación de determinantes genéticos asociados a enfermedades de alta incidencia en la región, como la obesidad o la alta tendencia al suicidio. Los resultados de este muestreo no han sido incluidas en lo reportado a la fecha (Silva-Zolezzi *et al.*, 2009; <http://diversity.inmegen.gob.mx>). En esta revisión no se identificaron trabajos realizados enfocados a describir la diversidad genética del agente causal de la Tripanosomiasis americana, el *Trypanosoma cruzi*.

Otro grupo de estudios de diversidad genética relacionados con la salud humana son los enfocados a caracterizar las poblaciones de los agentes causales o de los vectores transmisores de enfermedades que afectan al humano. En el estado es de especial relevancia realizar estudios de diversidad genética de agentes patógenos y de insectos plaga o transmisores de enfermedades de alta incidencia en el trópico; tanto de humanos como de ganado u otras especies domésticas. Por ejemplo, Tamay-Segovia *et al.* (2008) realizaron un estudio en el estado sobre *Triatoma dimidiata*, el único vector de la enfermedad de Chagas identificado en Campeche (*Tripanosomiasis americana*), identificando dos grupos genéticamente y de distribución geográfica diferente; uno asociado a las zonas selváticas y otro distribuido en la costa. La enfermedad de Chagas es un problema de salud muy relevante en la península, donde un alto porcentaje de la población es seropositiva a esta enfermedad. Análisis similares de diversidad gené-



tica son requeridos para complementar estudios como el realizado por Barrera-Pérez (2003) en el cual estudiaron la distribución geográfica, dinámica poblacional y variaciones poblacionales estacionales de *T. dimidiata* específicamente en la península de Yucatán, donde se podría analizar si los biotipos domiciliarios y silvestres identificados en ese estudio son genéticamente diferenciados o si son similares, con lo que se aportaría más información para optimizar de los programas de control del vector.

Los estudios enfocados a caracterizar las poblaciones de agentes causales de enfermedades humanas tienen el potencial de; además de generar herramientas moleculares de diagnóstico rápido y preciso; coadyuvar en los estudios de identificación de susceptibilidad a antibióticos y fármacos. Los estudios realizados en el estado a este respecto son prácticamente nulos, y sólo se han realizado algunos muestreos dentro de estudios de diversidad genética de los agentes causales

de alguna de las enfermedades de gran importancia en el trópico. Díaz *et al.* (2002) analizaron las variaciones genéticas en una región del virus del dengue en muestras de pacientes de un amplio número de poblaciones de Yucatán colectadas en diversos años; en el cual incluyeron un par de muestras de pacientes de Campeche. En la revisión aquí realizada no se identificaron trabajos de diversidad genética realizados en la región sobre el mosquito transmisor de la enfermedad (*Aedes aegypti*). Otra enfermedad parasitaria tropical relevante en el sureste de México es la Leishmaniasis, sobre cuyo agente patógeno se han iniciado estudios de caracterización genética (Berzunza-Cruz *et al.*, 2000). Estudios de este tipo podrían coadyuvar a los esfuerzos realizados para identificar cepas susceptibles o para generar nuevos y mejores métodos de tratamiento, como los reportados por León-Pérez *et al.* (2007). No se identificaron estudios sobre el vector transmisor de esta enfermedad, moscos del género *Lutzomyia*.

El cólera es otra afección importante en la región, cuyo agente causal ha sido identificado como presente hasta en un 31% de las muestras analizadas en localidades como Becal (Issac-Márquez *et al.*, 1998). Beltrán *et al.* (1999) realizaron un estudio en el que se identificaron y se correlacionaron los diversos genotipos con diversos serotipos de la bacteria *Vibrio cholerae*, el agente causal del cólera, en el cual se incluyeron diversas muestras de agua colectadas en Campeche.

Los estudios de diversidad genética hasta ahora realizados; tanto de plagas como de agentes causales o vectores de las varias enfermedades que aquejan a la población del estado, así como de los determinantes genéticos de enfermedades o predisposiciones genéticas asociados a la población humana que habita esta región; si bien representan un avance, son ampliamente insuficientes. Realizar estudios amplios de diversidad genética en el estado en dichos temas aportaría información fundamental requerida para comprender y controlar la transmisión y desarrollo de enfermedades, así como para optimizar tratamientos y protocolos de control o erradicación.

REFERENCIAS

- Antunez De Mayolo A., G. Antunez De Mayolo, E. Thomas, EP. Reategui, M. Brown, y RJ. Herrera, 1999. Worldwide distribution of a polymorphic Alu insertion in the progesterone gene. p. 213-222. In: Papiha SS, Deka R, Chakraborty R (eds) Genomic diversity: applications in human population genetics. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Barrera- Pérez MA., 2003. Dinámica poblacional de *Triatoma dimidiata*, vector de la enfermedad de Chagas, en la península de Yucatán, México. Tesis de doctorado. Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad de Colima.
- Beltrán P, Delgado G., A. Navarro, F. Trujillo, RK. Selander, y A. Cravioto, 1999. Genetic diversity and population structure of *Vibrio cholerae*. *Journal of Clinical Microbiology*, 37(3):581-590.
- Berzunza-Cruz M., G. Bricaire, Zuluoaga-Romero, SR. Pérez-Becker, E. Saavedra-Lira, R. Pérez-Montfort, M. Crippa-Rossi, O. Velasco-Castrejón, y I. Becker, 2000. *Leishmania mexicana mexicana*: Genetic heterogeneity of mexicanisolates revealed by restriction length polymorphism analysis of kinetoplast DNA. *Experimental Parasitology*, 95(4):277-284.
- Díaz FJ., JA. Farfán-Ale, KE. Olson, MA. Loroño-Pino, DJ. Gubler, CD. Blair, WC. Black IV, y BJ. Beaty, 2002. Genetic variation within the premembrane coding region of dengue viruses from the Yucatán Peninsula of México. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 67(1):93-101
- Fullerton SM, AG. Clark, KM. Weiss, DA. Nickerson, SL. Taylor, JH. Stengård, V. Salomaa, E. Vartiainen, M. Perola, E. Boerwinkle, y CF. Sing, 2000. Apolipoprotein E variation at the sequence haplotype level: implications for the origin and maintenance of a major human polymorphism. *The American Journal of Human Genetics*, 67(4):881-900.

Gamas-Trujillo PA., MG. García-Escalante, L. González-Herrera, I. Castillo-Zapata, y D. Pinto-Escalante, 2006. Detección de deleciones en pacientes con distrofia muscular de tipo Duchenne / Becker en el sureste de México. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Ed. Especial no. 5

Herrera RJ., DP. Rojas, y MC. Terreros, 2007. Polymorphic alu insertions among Mayan populations. *Journal of Human Genetics* 52(2): 103-199.

Ibarra-Rivera L., S. Mirabal, MM. Regueiro, y RJ. Herrera, 2008. Delineating genetic relationships among the Maya. *American Journal of Physical Anthropology*, 135(3):329-347.

Isaac-Márquez AP., CM. Lezama-Dávila, C. Eslava-Campos, A: Navarro-Ocaña, y A. Cravioto-Quintana, 1998. Serotypes of *Vibrio cholerae* non-O1 isolated from water supplies for human consumption in Campeche, México and their antibiotic susceptibility patterns. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 93:17-22.

Kidd JR, FL. Black, KM. Weiss, I. Balazs, y KK. Kidd, 1991. Studies of three Amerindian populations using nuclear DNA polymorphisms. *Human Biology*, 63(6):775-794.

León-Pérez F., L. Gómez-García, R. Alejandro-Aguilar, R. López y VM. Monteón, 2007. Mexican *Trypanosoma cruzi* Isolates: *In vitro* susceptibility of epimastigotes to anti-*Trypanosoma cruzi* drugs and metacyclic forms to complement-mediated lysis. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 7(3):330-336.

Silva-Zolezzi I.,A. Hidalgo-Miranda, J. Estrada-Gil, JC. Fernandez-Lopez, L. Uribe-Figueroa, A. Contreras, E. Balam-Ortiz, L. del Bosque-Plata, D. Velazquez-Fernandez, C. Lara, R. Goya, E. Hernandez-Lemus, C. Davila, E. Barrientos, S. March, y G. Jimenez-Sanchez, 2009. Analysis of genomic diversity in Mexican Mestizo populations to develop genomic medicine in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(21): 8611-8616.

Tamay-Segovia P., R. Alejandro-Aguilar, F. Martínez, G. Villalobos, FJ. de la Serna, P. de la Torre, JP. Lacleste, S. Blum-Domínguez, y B. Espinoza, 2008. Two *Triatoma dimidiata* clades (Chagas disease vector) associated with different habitats in southern Mexico and Central America. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 78(3):472-478.



Foto: David Arturo González Villareal, CONABIO.

Aedes aegypti, mosquito transmisor del dengue.

Bioprospección de los recursos genéticos

*Joel Lara Reyna
y Aída Martínez Hernández*

El estado de Campeche comprende 58 858 km² de superficie y 425 kilómetros de litoral; hacia el centro de su territorio existen áreas poco explotadas, y 32% de su territorio está protegido con el establecimiento de reservas, incluyendo el área tropical protegida más grande de todo México (Calakmul), con una superficie de 723 185 hectáreas, lo que convierte a Campeche en uno de los estados mexicanos con más áreas protegidas del impacto demográfico. Contando con estas condiciones, el estado posee una gran biodiversidad, a la fecha, no bien documentada y prácticamente, no descrita a nivel genético.

Una gran biodiversidad, además de las implicaciones ecológicas y ambientales, implica contar con un reservorio de recursos genéticos de gran interés antropocéntrico: genes de resistencia a enfermedades, genes de proteínas con efecto biológico como toxinas, genes de enzimas responsables de la producción de metabolitos químicos con efecto biológico de interés médico (antibióticos, desinflamatorios, anticancerígenos, antivirales), agrícola (bioinsecticidas, molusquicidas, quitinasas) o industrial (proteasas, celulasas).

La bioprospección es el proceso de búsqueda y evaluación que permite aislar, seleccionar, identificar y aprovechar para beneficio humano tanto a organismos vivos, como a sus componentes (por ejemplo sus metabolitos, o sus genes); a partir de los recursos que forman parte de la biodiversidad.

Por ejemplo, la flora silvestre de la península de Yucatán —en combinación con el conocimiento etnobotánico de la cultura maya respecto a su aprovechamiento tanto en uso medicinal como gastronómico— constituye un relevante recurso para la bioprospección. Entre los recursos florísticos que forman parte de la flora nativa del estado de Campeche podemos citar la chaya (*Cnidoscolus*), el achiote (*Bixa orellana*), las variedades de chile habanero (*Capsicum chinense*), diversas plantas ornamentales y hortalizas entre muchos otros. Algunas especies son endémicas y/o su centro de origen o domesticación es México. Estos recursos de ser debidamente caracterizados y aprove-

chados, poseen el potencial de ofrecer fuentes alternativas de derrama económica a la región, ya que además de que se posibilitaría el registro de variedades y la denominación de origen de varias de estas plantas, sería factible identificar genes involucrados en las rutas metabólicas de productos bioactivos de interés producidos por la flora nativa, conduciendo al aprovechamiento biotecnológico de sus genes y metabolitos. Un ejemplo de esto es el trabajo realizado en el proyecto FOMIX-Campeche 23821, en el cual se están caracterizando los genes del *Agave tequilana* y agaves de la región, con el fin de identificar, caracterizar y patentar aquéllos con potencial de uso biotecnológico (Martínez-Hernández *et al.*, 2007).

En el caso de los microorganismos, éstos son y han sido históricamente fuente de numerosos productos bióticos de utilidad para el hombre, desde las levaduras que fermentan vinos, pan y cerveza, hasta los hongos que producen antibióticos de uso humano. La microbiota del estado de Campeche, tanto la terrestre como la acuática, puede ser una fuente notable de productos naturales como enzimas, toxinas, bioinsecticidas, biopolímeros; además pueden ser útiles en procesos industriales y ambientales como la bioremediación. Ejemplos de posibles aplicaciones de los microorganismos del estado son discutidos más adelante.

Las herramientas biotecnológicas actualmente disponibles contribuyen así no sólo a la descripción de la diversidad genética, sino también a la conservación, uso y aprovechamiento de esa biodiversidad. Por ejemplo, el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales; además de ser una herramienta útil para la conservación de germoplasma y micropropagación de plantas de interés comercial o de plantas en peligro de extinción, como el palo de tinte (*Haematoxylon campechianum*),

* La variación somaclonal es la variación en el contenido genético y en las características morfológicas de plantas, por efecto del cultivo *in vitro*, debido a mutaciones, poliploidías, o entrecruzamientos cromosómicos.



Foto: Humberto Caamal, COLPOS.

El cultivo *in vitro* de plantas es una técnica biotecnológica útil para la conservación *ex situ* de germoplasma nativo, para la micropropagación de cultivos o de especies en peligro de extinción, y para el mejoramiento genético.



Bixa orellana (achiote).

el chicle (*Manilkara zapota*), orquídeas o especies maderables, sin necesidad de impactar la flora silvestre por la extracción masiva; permite la selección de líneas élite y puede contribuir a generar diversidad genética por variación somaclonal* en especies con inestabilidad genómica y en conjunto, con otras estrategias como la ingeniería genética, tratamientos mutagénicos, poliploidización, formación de híbridos por fusión de protoplastos, entre otras; al mejoramiento genético. Las técnicas moleculares (de análisis de ADN) permiten además identificar y caracterizar genes proteínas y genes de interés biotecnológico. Por ejemplo, los estudios de secuenciación masiva de ADN “ambiental” (metagenómica) permiten conocer no la diversidad

microbiológica en comunidades de ambientes muy específicos, como cenotes y manglares o ambientes extremos como geisers, volcanes marinos o incluso la flora intestinal de insectos; y ayuda en la identificación de nuevos genes de interés biotecnológico sin la necesidad de cultivar a los microorganismos (Singh, 2010), y de esa manera aprovechar el potencial de nuevas proteínas, enzimas o antibióticos. Otras técnicas masivas como la proteómica y la metabolómica han revolucionando, a nivel mundial, la estrategia para la identificación de compuestos y metabolitos de interés antropocéntrico por sus aplicaciones médicas o industriales, y por la derrama económica derivable de su aprovechamiento. Recientemente Soares *et al.* (2010) identificaron, mediante la utilización de herramientas de secuenciación masiva, genes involucrados en rutas de biosíntesis de metabolitos bioactivos de *Bixa orellana* (achiote); planta que, además de producir el pigmento ampliamente utilizado en la gastronomía peninsular, se le adjudica la propiedad de ser útil en la prevención o tratamiento de cáncer y como agente antimicrobiano.

Sin embargo, a pesar de todas las herramientas actualmente disponibles, el potencial de los recursos genéticos de Campeche está prácticamente inexplorado en cualquier tipo de organismos: flora, fauna, o microbiota. Esta situación no sólo implica que los habitantes de la región puedan gozar de la derrama social y económica derivable de su aprovechamiento; sino que existe el riesgo de que, de continuar sin descripción, éstos sean caracterizados y patentados por grupos extranjeros, la cual constituye una moderna forma de biopiratería.

A diecisiete años de haberse firmado el Convenio sobre Diversidad Biológica, ratificado en 1993; los marcos legislativos nacionales –a la fecha– no están claros y son insuficientes. Así, no sólo existe debilidad legislativa y ejecutiva en materia de protección a áreas naturales ricas en biodiversidad o en materia de protección a los recursos bióticos; sino que la legislación en materia protección a los recursos

genéticos es básicamente nula en el país. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (OGMs), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005 se enfoca solamente a recomendaciones respecto al manejo de OGMs; pero no atiende los temas de la biopiratería ni de la propiedad intelectual sobre los recursos genéticos y la protección por patente de los genes. Bajo esta circunstancia, los recursos genéticos inherentemente contenidos en los recursos bióticos son fácilmente extraídos y estudiados en otros países sin establecer convenios de colaboración que aseguren el reparto equitativo de los potenciales desarrollos biotecnológicos, como marcan los tratados internacionales. Por otra parte, no existe legislación que dicte las normas de publicación y que brinde protección intelectual sobre secuencias génicas publicadas, fácilmente decodificadas con las tecnologías actualmente disponibles a partir tanto de especies de alto valor biotecnológico (agrícola, médico, industrial) como a partir de especies endémicas o con centro de origen en nuestro país, quedando a criterio de los investigadores dónde y cuándo publicar dichas secuencias; las cuales, al ser públicas, podrán ser utilizadas por otros países para generar desarrollos tecnológicos.

Por ello, se considera prioritario establecer un programa nacional de bioprospección que apoye el desarrollo de proyectos estatales para identificar recursos bióticos con potencial genético para desarrollos biotecnológicos, y financiar la identificación y caracterización de genes susceptibles de ser patentados; así como legislar apropiadamente para la protección intelectual de los recursos genéticos en proceso de evaluación y asegurar que, de establecerse proyectos de desarrollos tecnológicos basados en los recursos genéticos nacionales, exista una retribución económica que derive en una mejora social para los grupos humanos originalmente poseedores del recurso y del conocimiento étnico del uso de dicho recurso. Adicionalmente se requiere se destinen recursos financieros para aprovechar las herramientas biotecnológicas útiles para la conservación ex situ de germoplasma: ban-

cos de germoplasma vegetal in vitro, bancos de esperma, bancos de ADN o bancos metagenómicos. A nivel estatal es también prioritario identificar las especies prioritarias para el estado a estudiar en cuanto a la diversidad genética del germoplasma nativo (e.g. especies en peligro de extinción, endémicas, medicinales, maderables, variedades criollas de cultivos domesticados, marinas, microbiota de cenotes, entre otras).

En Colombia, Costa Rica y Chile, por ejemplo, el aprovechamiento de los recursos genéticos se viene realizando desde hace varios años (Melgarejo *et al.*, 2002; Manzur, 1997; Carrizosa, 2000), y los gobiernos respectivos han desarrollado planes nacionales de bioprospección (Melgarejo *et al.*, 2002).

Las acciones aquí sugeridas, entre otras, deberían estar presentes en planes regionales y estatales, y a su vez deberán estar contempladas en el Plan de Acción Nacional en Materia de Biodiversidad, el cual tendrá el objetivo de poner en marcha los lineamientos planteados en la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, publicada por la CONABIO en diciembre del 2008.

Actualmente, en la Estrategia Nacional (CONABIO, 2000), si bien contempla el nivel genético implícito en la biodiversidad y cuatro líneas estratégicas, en las cuáles se encuentra tácito el componente genético de la biodiversidad: a) protección y conservación, b) valoración de la biodiversidad, c) conocimiento y manejo de la información, d) diversificación del uso; no se establecen acciones específicamente enfocadas a la conservación y descripción de la biodiversidad a nivel génico, ni se refiere a particularidades involucradas con el aprovechamiento de los recursos genéticos o a la legislación requerida para el aprovechamiento y el reparto justo de las utilidades derivadas del uso de los mismos. El plan de acción mexicano deberá contemplar acciones, en congruencia con esas cuatro líneas estratégicas, que expliciten y atiendan específicamente el componente genético de la biodiversidad.

Una iniciativa que se encuentra ya en desarrollo es la de la implementación de la Red Mexicana de Código de Barras de la Vida, la cual forma parte del Proyecto Internacional para el Código de Barras de la Vida y tiene como objetivos generar la huella molecular de organismos de importancia para el país. Este esfuerzo representa un primer paso para describir las especies consideradas, y coadyuven en su identificación, registro, y a su correcta clasificación taxonómica; pero no incluye estudios de diversidad genética ni de bioprospección.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, (<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental.html>), aunque limitado por estar planteado en un marco sexenal, incluye el aspecto de sustentabilidad ambiental, en el que, si bien no se explicitan, quedan incluidos el estudio y la protección de los recursos y la diversidad genéticos a en todos los aspectos de sustentabilidad considerados (agua, bosques y selvas, biodiversidad, gestión y justicia en materia ambiental, ordenamiento ecológico, cambio climático, residuos peligrosos, investigación científica ambiental, educación y cultura ambiental). Sin embargo, para que derivase en acciones que realmente aborden el aspecto genético de la biodiversidad, esto debería quedar explícito en acciones específicas, ya que la falta de información y conocimiento tanto de las definiciones, conceptos y potencial de los estudios de diversidad genética y bioprospección de los recursos genéticos, conducen a la carencia de financiamiento y programas que los impulsen, tanto a nivel estatal, como regional.

En conclusión, el estado de Campeche, a partir de un entendimiento real de la importancia del aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, en particular su biodiversidad, por parte de todos los actores: gobierno y sociedad; debe desarrollar y ejecutar un plan que conduzca a la descripción, caracterización, protección legal y aprovechamiento racional de los mimos.

REFERENCIAS

- Carrizosa, P. S., 2000. Bioprospección y el acceso a los recursos genéticos: una guía práctica. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (Bogotá). 159 p
- CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Melgarejo, L. M., J. Sánchez, C. Reyes, F. Newmark, y M. Santos, 2002. Plan Nacional en Bioprospección Continental y Marina (Propuesta Técnica). Serie INVERMAR, Cargraphics (Colombia). Vol I. 122 p.
- Manzur, M.I., 1997. Bioprospección y conservación de la biodiversidad en Chile. *Noticiero de Biología* (Chile), 5(2): 104-114.
- Martínez-Hernández A., J. Pastrana-Chávez, A. Sánchez-Villarreal, J. Lara-Reyna, L. Herrera-Estrella, A. Herrera-Estrella, O. Martínez de la Vega, y J. Simpson-Williamson, 2007. Genómica de *Agave tequilana*: Identificación de genes útiles para la industria tequilera y el desarrollo de uso alternativos del Agave. Resumen in extenso en memorias on line de la 2ª. Reunión de Innovación Tecnológica Agrícola y Forestal (RNIAF) 2007. <http://www.rniaf.org.mx/2007/memoria/ponencias/index.htm>
- Singh BK., 2010. Exploring microbial diversity for biotechnology: the way forward. *Trends Biotechnol.* . [Epub ahead of print]
- Soares, VL., SM. Rodrigues, TM. de Oliveira, TO. de Queiroz, LS. Lima, BT. Hora-Júnior, KP. Gramacho, F. Micheli, JC. Cascardo, WC. Otoni, AS. Gesteira, y MG. Costa, 2010. Unraveling new genes associated with seed development and metabolism in *Bixa orellana* L. by expressed sequence tag (EST) analysis. *Molecular Biology Report*. 2010 Jun 19. [Epub ahead of print].

Estudio de caso: importancia biotecnológica de los recursos microbianos

*Benjamín Otto Ortega Morales
y Susana del C. de la Rosa García*

La biotecnología se define como la aplicación de principios científicos y de ingeniería para producir bienes y servicios a través del uso de agentes biológicos. La biotecnología ha representado desde la antigüedad la solución a muchos problemas importantes, esencialmente en los campos de salud (antibióticos y vacunas) y en la producción de alimentos vía procesos fermentativos, tales como el pan o la cerveza. Actualmente las aplicaciones de la biotecnología no se restringen a los sectores alimentarios y de la salud, ya que la innovación en esta disciplina ha alcanzado sectores como el pecuario, el ambiental y más recientemente el energético (biocombustibles) (tabla 1).

El negocio de las industrias basadas en biotecnología se fundamenta en parte en la búsqueda de biología explotable o dicho en los términos del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en el uso de los recursos genéticos. Estos recursos genéticos comprenden materiales biológicos de origen vegetal, animal o microbiano; los cuales contienen la información hereditaria necesaria para perpetuarse y que es responsable de las propiedades que los hacen útiles a la sociedad (Secretariat of the Convention of Biological Diversity, 1997). Un programa típico

de bioprospección microbiológica involucra la colecta de recursos genéticos apropiados, el análisis preliminar masivo para identificar los microorganismos que poseen una propiedad de interés, la conducción de estudios confirmatorios y complementarios, y finalmente el desarrollo de un producto o proceso comercial.

Diversas áreas del desarrollo biotecnológico se han visto favorecidas gracias al potencial que ofrecen los recursos genéticos microbianos, ya que proveen una gran cantidad de productos, mismos que pueden agruparse por categorías (ver tabla 1).

Una importante motivación para el desarrollo de la biotecnología microbiana se deriva de su valor económico. El valor total aproximado del mercado mundial de productos biotecnológicos en 1999 fue de \$ 800 billones de dólares; de los cuales el 25% representan productos y bienes de origen microbiano. Asimismo, considerando que menos de 1% de las especies microbianas existentes han sido aisladas (Am-

Tabla 1. Productos microbianos de interés biotecnológico (Modificado de Kuo y Garrity, 2000).

Categoría	Proceso/Producto	Aplicación/Subproducto
Productos primarios.	Aditivos alimentarios.	Ácidos orgánicos, aminoácidos, ácidos grasos poliinsaturados, agentes espesantes, vitaminas.
	Solventes.	Acetona, butanol y etanol.
	Enzimas.	Proteasas, amilasas, lipasas y celulasas.
	Células.	Levadura.
	Biocombustibles.	Etanol, biodiesel, metano e hidrógeno.
Químicos finos.	Agroquímicos.	Bioplaguicidas.
	Farmacéuticos.	Antibióticos, antitumorales, anticoagulantes.
	Reactivos de laboratorio.	Enzimas, células y ficoeritrina.
	Reactivos de diagnóstico.	Ácidos nucleicos, antígenos y proteínas.

man *et al.*, 1995) y que de éstas sólo el 10% han sido estudiadas con el fin de determinar su valor biotecnológico, se pone en evidencia que el campo de bioprospección microbiana representa un área con un potencial muy prometedor.

Referencia

Ammann R., J. W. Ludwig, y K. H. Schleifer, 1995. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cell without cultivation. *Microbiological Reviews*, 59: 143-169.

Kuo A., y G.M. Garrity, 2002. Exploiting microbial diversity. In: J.T. Staley and A.L. Reysenbach (ed.). *Biodiversity of Microbial Life*. Wiley, Cichester, UK.

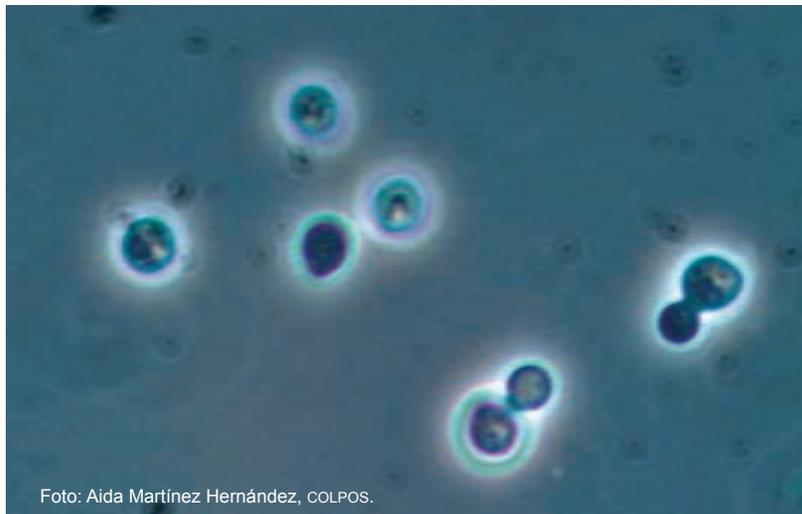


Foto: Aida Martínez Hernández, COLPOS.

Levaduras (*S. cerevisiae*) expresando genes de agave de importancia biotecnológica.

Estudio de caso: potencial de los recursos genéticos y necesidades de estudio. Prospección en Campeche

María C. Rosano-Hernández

Todo el conjunto de microorganismos tiene una función en la biosfera, por lo que *per se* deben ser mantenidos. Aunque las Eubacteria parecen ser importantes en el medio marino somero de Campeche, no son seguramente el único componente microbiano. Las Archaea, presentes en ambientes extremos (DeLong, 1992), son factibles de ser también encontradas en Campeche, en ambientes como las playas rocosas expuestas de Sabancuy-Champotón (Santiago, 2002), los volcanes de petróleo en aguas profundas (McDonald *et al.*, 2004) y en los suelos calcáreos e hipersalinos (blanquizales) de Los Petenes (Mas y Correa, 2000), entre otros ambientes que habría que investigar.

Se ha sugerido inventariar la diversidad microbiana de los sedimentos de las playas y explorar su capacidad genética en la transformación de hidrocarburos (Rosano Hernández *et al.*, 2007). Tanto el nivel de resolución de las unidades taxonómicas operativas (Horner-Devine, 2004) como la escala de trabajo serían fundamentales durante esta etapa. Los genes de las bacterias asociadas podrían codificar hacia la síntesis de enzimas aplicables industrialmente en la limpieza de petróleo en ambientes costeros. Pero su uso en la degradación de hi-

drocarburos no sería la única aplicación. La síntesis de vitaminas y otras sustancias prebióticas, la producción de detergentes y emulsificantes naturales, antibióticos y enzimas de uso industrial son algunos ejemplos del potencial biotecnológico que tendría la microbiología del estado de Campeche.

Entre los investigadores y tomadores de decisión, se ha detectado escaso conocimiento sobre el papel ecológico de los microorganismos y poco interés por incluirlos tanto en los proyectos de investigación, como en los estudios de impacto ambiental requeridos por instancias federales. Ningún microorganismo figura en la norma oficial mexicana sobre protección ambiental NOM-059-SEMARNAT-2001, ni en el proyecto reciente de su modificación (Diario Oficial de la Federación, 2008). Tampoco hay un centro de depósito de cepas aisladas en ambientes de la región. Por lo anterior, se recomienda estimular en principio: (1) la estructuración y financiamiento de proyectos científicos que aborden el estudio de los patrones de distribución de la diversidad microbiana, así como su función en los ecosistemas del estado; (2) formación de microbiólogos ambientales, taxónomos, ecólogos microbianos y especialistas en taxonomía, filogenética y bioinformática; (3) inclusión explícita de los microorganismos tanto en la normatividad estatal y federal, como en los programas de manejo y conservación, estudios de impacto ambiental y planes de estudio; (4) conformación a mediano o largo plazo, de un centro estatal para el depósito de cepas microbianas, que desarrolle investigación en microbiología, ecología molecular y biotecnología sobre los recursos microbianos del estado.

Referencias

- DeLong, E.F., 1992. Archaea in coastal marine environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89: 5685-5689.
- Horner-Devine, M.C., K.M. Carney, y B.J.M. Bohannan, 2004. An ecological perspective on bacterial diversity. *Proceedings of the Royal Society*, 271:113-122.
- Mas, J.F., y S.J. Correa, 2000. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida de "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, 43: 42-59.
- McDonald, I., G. Bohrmann, E. Escobar, F. Abegg, P. Blanchon, V. Blinova, W. Brückmann, M. Drews, A. Eisenhauer, X., Han, K. Heeschen, F. Meier, C. Mortera, T. Naehr, B. Orcutt, B. Bernard, B. Brooks, y M. de Faragó, 2004. Asphalt volcanism and chemosynthetic life in the Campeche Knolls, Gulf of Mexico. *Science*, 304: 999-1002.
- Rosano-Hernández M. C., H.C. Ramírez-Saad, L.C. Fernández-Linares, y B. Xoconostle-Cázares,. 2007. Molecular analysis of bacterial communities in a coastal beach of the Campeche bank, Gulf of Mexico. Primer Encuentro de Vinculación: Biotecnología para el sureste de México. Campeche, abril 19 y 20, 2007.
- Santiago G., J. L., 2002. Estructura y composición de comunidades cianobacterianas epilíticas marinas de ambientes costeros del sur de Campeche. Tesis de Licenciatura en Química Farmacéutica Biológica. Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, Camp. 46 p.

Necesidades de estudio sobre diversidad genética

Aída Martínez Hernández

Como puede detectarse a lo largo de la revisión realizada en esta sección, las necesidades de estudios en el estado respecto a la diversidad genética de sus recursos bióticos son muy amplias, debido a que actualmente este tipo de descripciones, en cualquiera de los reinos, son prácticamente nulas. Los trabajos existentes en flora y fauna son muy escasos, abordando sólo algunas de las numerosas especies de importancia biológica o económica existentes en esta zona del país; y en lo general son parte de estudios regionales más amplios, que documentan solo algunos muestreos puntuales en el estado. La flora y fauna en peligro de extinción, endémica, con alta diversidad, con potencial de uso, entre otras, debe ser caracterizada. Algunos ejemplos específicos de especies de particular relevancia están mencionados en las secciones correspondientes. En el caso de los microorganismos, los estudios que se han realizado en el estado son puntuales y están enfocados a comunidades y localidades muy particulares, principalmente en bacterias, y no abordan otro tipo de microorganismos también relevantes para los ecosistemas, como protistas y hongos. Por su alto potencial biotecnológico, la microbiota de diferentes hábitats existentes en el estado, terrestres y acuáticos, debería ser caracterizada.



Foto: Jorge A. Vargas, UAC.

Actualmente existen diversas herramientas moleculares útiles para realizar estudios de diversidad genética. México, en los últimos años, ha realizado inversiones importantes en la creación de laboratorios e institutos nacionales que tienen la infraestructura necesaria para realizar secuenciación genómica y metagenómica; y cuentan además con un número importante de investigadores formados en biología molecular. Por su parte, en el estado de Campeche existe actualmente al menos con un grupo de biología molecular en consolidación. De fortalecer los recursos humanos e infraestructura actualmente disponibles en el estado, de establecer proyectos colaborativos con los centros nacionales de análisis genómico, y de canalizar los recursos financieros requeridos; el propio estado podría conducir y desarrollar proyectos de investigación científica dirigidos a caracterizar la diversidad genética de su biodiversidad, incluyendo especies amenazadas, endémicas o con potencial biotecnológico.

El retraso en el inicio de este tipo de acciones demora la posibilidad de proteger los recursos bióticos y genéticos a través del registro de variedades y patentes; así como de tomar las acciones adecuadas para proteger y recuperar las especies o poblaciones amenazadas en el estado.



Foto: José del Carmen Puc Cabrera, ECOSUR.

Molossus rufus, hembra.



Foto: Jorge A. Benitez Torres, Centro EPOMEX-UAC.

USOS DE LA BIODIVERSIDAD

VI

Griselda Escalona Segura
Coordinadora

Está sección se encuentra dividida en cinco partes: la introducción, servicios ambientales, flora silvestre, fauna y pesca. Se inicia con una introducción sobre los beneficios que se obtienen de los ecosistemas y algunos ejemplos puntuales de su uso. A continuación se presenta la valoración económica de los servicios ambientales y los beneficios que proporciona, así como la dificultad que existe para darles un valor económico, también se presentan algunos ejemplos de pago por servicios ambientales. En la segunda parte se discute sobre los aprovechamientos maderables y no maderables su aprovechamiento histórico, así como el deterioro de los ecosistemas. Se presentan los estudios de caso sobre la flora melífera, la conservación y aprovechamiento del Guayacán, los usos y beneficios ecológicos, económicos y sociales de los ecosistemas de manglar, los frutos comestibles y las enzimas extraídas de frutos nativos. La parte tres trata de los usos generales de la fauna silvestre, tanto extractivos como no extractivo y su papel en el desarrollo de las comunidades. Asimismo, se citan las amenazas y las acciones de conservación de las 293 especies de aves silvestres que se pueden considerar aves de canoras y de ornato. Adicionalmente, se presentan los estudios de caso sobre: la apicultura en el estado, el manejo del pavo ocelado, el uso, conocimiento y estado de conservación del pecarí de labios blancos y las UMA en Campeche. Por otra parte, se aborda el tema de una de las actividades económicas más importantes en el Estado las pesquerías, así se presentan: las tendencias de la capturas, recursos explotados, infraestructura, manejo, vulnerabilidad y perspectivas a futuro. Finalmente se proporcionan una serie de sugerencias para lograr un desarrollo sustentable en el Estado.

Introducción

Griselda Escalona Segura
y Jorge A. Vargas Contreras

Se ha tratado la gran biodiversidad que posee México en diferentes documentos formales, colocándolo en uno de los cinco primeros países conocidos como megadiversos. De esa gran diversidad de organismos, hay una estimación que fluctúa de 105 a 666 especies de flora y fauna con uso en México (Bravo Marentes y López Gómez, 1999; Ramírez *et al.*, 2001; Méndez y Montiel, 2007), particularmente las comunidades mayas de la península de Yucatán hacen uso entre 300 y 500 especies silvestres (Toledo, 2008).

El libro intitulado Capital Natural y Bienestar Social por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2006) clasificó en cuatro grandes grupos los beneficios que recibimos de los ecosistemas: servicios de provisión o abastecimiento (alimentos, agua dulce, combustibles, madera y fibras); servicios de regulación [del clima (protección contra eventos extremos, como inundaciones), control de erosión, regulación de polinizadores, enfermedades y purificación del agua]; servicios de soporte (reciclado de nutrientes, formación de suelo y productividad primaria) y servicios culturales (estéticos, espirituales, recreativos y educativos).

Sin duda alguna, en Campeche gozamos de los beneficios antes citados. De esta manera, los organismos están presentes en la vida diaria de los campechanos. Por ejemplo, el pozol es el alimento base de las comunidades de origen maya, mientras que la carne silvestre, ya sea de origen marino (camarón, pulpo, tiburón, etc.) o de origen terrestre (venado, puerco de monte, jabalí, pavo de monte, etc.), es utilizada de manera general en todas las poblaciones humanas. También lo son varias especies de árboles frutales como los icacos (*Chrysobalanus icaco*), la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), el saramuyo (*Annona squamosa*), el colok (*Crataeva tapia*), la pitaya (*Hylocereus undatus*), la piñuela (*Bromelia karatas*), etc. De esta forma, el uso de la biodiversidad abarca desde los organismos más pequeños, como las bacterias y los virus, hasta los organismos de mayor tamaño, como los árboles y los grandes vertebrados, así como los ecosistemas por sí mismos.

En este capítulo se presenta el uso del paisaje para servicios ambientales, turísticos y como hábitat de los organismos. El uso de los organismos puede agruparse de la siguiente forma: a) para cubrir necesidades básicas como el obtener alimento, medicinas, calzado, muebles y herramientas; b) para fines industriales como la extracción de enzimas de frutos o taninos de los manglares para curtir pieles y c) como símbolos socio-culturales, al ser usados como símbolos esotéricos (por ejemplo, los murciélagos que son relacionados con el mal) o como especies de ornato (por ejemplo, los pericos y las yuyas).

REFERENCIAS

- Bravo Marentes, C., y A. M. López Gómez, 1999. Inventario de especies vegetales y animales de uso artesanal. *Biodiversitas*, 22:9-14.
- Méndez-Cabrera, F., y S. Montiel, 2007. Diagnóstico preliminar de la fauna y flora silvestre utilizada por la población maya de dos comunidades costeras de Campeche, México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 23:127-139.
- Ramírez Barajas, P., y E. Naranjo, 2007. La cacería de subsistencia en una comunidad de la zona maya, Quintana Roo, México. *Etnobiología*, 5:65-85.
- Toledo, V. M., N. Barrera-Bassols, E. García-Frapolli y P. Alarcón-Chaires, 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia*, 33:345-352.



Foto: José del C. Puc Cabrera, ECOSUR.

Valoración económica de los servicios ambientales de Campeche

*Jorge A. Benítez,
Daniel Samarrón,
Joshua Ben-Arie,
y Martha Yazmín Carrillo-Medina*

EL VALOR IGNORADO DE LA NATURALEZA

El bienestar de los seres humanos depende de una serie de servicios ambientales proporcionados gratuitamente por bosques y selvas, los cuales no requieren de inversión económica para mantener sus beneficios y en su mayoría son de libre acceso. Ejemplos de estos servicios son: a) la captura y almacenamiento de carbono, que juegan un papel muy importante en el contexto del cambio climático global, b) la regulación del clima y de la hidrología a nivel regional, principalmente la modulación de la temperatura y la humedad del ambiente, así como la recarga del agua subterránea y el control de las inundaciones, c) la protección contra la erosión del suelo y el mantenimiento de los ciclos de nutrientes, d) ser el hábitat de numerosas especies de animales con valor económico directo e indirecto para la sociedad y e) el uso de atributos paisajísticos con fines recreativos, culturales y religiosos.

Lamentablemente estas funciones no son apreciadas por la mayoría de la gente, debido a que se dificulta darles un valor económico. A diferencia de los bienes de extracción forestal directa (madera, resinas, tintas, etc.), que ofrecen beneficios monetarios tangibles, el resto de los servicios ambientales que proporcionan bosques y selvas pasan desapercibidos para el grueso de la población, lo que contribuye a su eliminación o deterioro. De hecho, para algunas comunidades la cobertura forestal se considera como un estorbo que les limita el acceso de otras actividades económicas como la agricultura y la ganadería (Brown, 2005). Otras actividades humanas de alto impacto ambiental (e.g. construcción de vías de comunicación, presas hidroeléctricas o la explotación petrolera), tampoco consideran el verdadero valor del bosque en los análisis costo-beneficio que justifican dichas obras.

Aunado a lo anterior, la mayoría de los beneficiarios de los servicios ambientales no son dueños del recurso forestal, ni viven en las inmediaciones del mismo, lo que debilita la relación entre la persona que elimina el bosque y los usuarios del servicio que somos todos.

Esta débil relación dificulta que los demandantes podamos pagar por la provisión de servicios ambientales, y los que viven del recurso forestal estén dispuestos a aceptar una compensación con el fin de no deforestar e inclusive reforestar.

La falta de valoración y desvinculación entre usuarios de los servicios ambientales ha ocasionado la conversión indiscriminada de bosques y selvas para diversos fines. Como consecuencia, en la segunda mitad del siglo XX México presentó la segunda tasa de deforestación más alta de Latinoamérica y la sexta tasa de deforestación en el mundo; entre 1976 y 2000 alcanzó una pérdida promedio de 545 000 ha/año, con una disminución en la cobertura boscosa del 29% (Velázquez *et al.*, 2002). Pese a los esfuerzos realizados en la última década, nuestro país aun presenta una pérdida anual de 351 000 ha, considerando únicamente bosques y selvas (SEMARNAT, 2005) y de los 64 millones de hectáreas que aun presenta sólo la mitad corresponden a bosque primario (FAO, 2006). El caso del estado de Campeche no es menos importante, ya que en la década de los 90s se perdieron cerca de 25 000 ha/año de selvas. Actualmente la cubierta forestal del Estado ha sido eliminada en un 20% y otro 40% presenta diferentes grados de fragmentación y deterioro.

PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES UN NUEVO ENFOQUE

El pago de servicios ambientales (PSA) consiste básicamente en que los propietarios de los bosques y selvas que proporcionan un determinado servicio ambiental reciben una compensación económica por proteger el recurso y quienes se benefician de dichos servicios pagan por ellos (Pagiola *et al.* 2003; Pagiola y Platais 2002). La escala de operación de este mercado puede ocurrir en varios niveles. Por ejemplo, la conservación de la biodiversidad y la captura de carbono son servicios de un mercado internacional, ya que los beneficiarios

somos todos los habitantes del planeta. Por otro lado, los servicios hídricos pueden ocurrir en un mercado regional (como en una cuenca compartida por uno o mas países), o en un mercado local a nivel de microcuenca. En ambos casos, los beneficiarios del recurso hídrico serán los habitantes de la parte baja de estas cuencas, quienes pagarán una compensación económica a los dueños del recurso forestal de las cuencas altas que protejan las áreas de recarga del acuífero (Bishop, 1997).

Independientemente de que los usuarios sean internacionales, regionales o locales, los responsables de la preservación del servicio ambiental serán las comunidades rurales que viven en él. Dado que estas personas darán prioridad al uso del suelo que les provea mayores beneficios, mientras no perciban ingresos por mantener los servicios ecosistémicos, será poco probable que opten por un uso del suelo que favorezca la preservación de los mismos (Pearse, 1985; Jäger *et al.*, 2001). Bajo esta lógica, el PSA se propone como un mecanismo de compensación directa para las comunidades rurales, que contribuye, por un lado, a mejorar sus medios de vida y, por otro, a la preservación del ambiente (FAO, 2004).



Foto: Jorge A. Benítez Torres, Centro EPOMEX-UAC.

EL MERCADO DE BONOS DE CARBONO: UN EJEMPLO A SEGUIR

La emisión de carbono a la atmósfera, cuya fuente principal es la quema de combustibles fósiles, es uno de los gases de efecto de invernadero (GI) con mayor importancia del llamado calentamiento global (IPCC, 2000). Dado el alcance mundial que tiene este problema, la comunidad internacional ha tratado de establecer mecanismos de solución en el seno de reuniones de alto nivel, dentro de las cuales destaca la cumbre de la tierra de 1992 que dio origen al llamado Protocolo de Kyoto. Una de las estrategias propuestas en este Protocolo, el cual entró en vigor en el 2005, fue la de establecer un mecanismo internacional de incentivos económicos para realizar proyectos de reducción de emisiones de GI, por medio de energías renovables y mediante la captura de carbono en el sector forestal.

Los costos de implementación de los proyectos para reducir el carbono en la atmósfera son traducidos en los llamados bonos de carbono, los cuales son comprados generalmente por países desarrollados. Se estima que sólo en el año 2002 se transaron bonos equivalentes a 70 millones de toneladas. Este mercado ha permitido establecer una relación entre los productores del servicio ambiental y los usuarios a escala internacional. Asimismo, este mercado ha establecido un precio por tonelada de carbono reducido, el cual oscila entre 10 y 15 dólares americanos (USD) y que puede ser usado para estimar el costo de captura de carbono de los ecosistemas naturales.

INVENTARIO ECONÓMICO DE LA BIODIVERSIDAD EN CAMPECHE

De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal, Campeche ocupa el tercer lugar en cuanto a cobertura de selvas tropicales, con 4.6 millones de hectáreas de superficie (SEMARNAT, 2004). Además de su mag-

nitud, la ubicación de esta masa forestal es estratégica para el mantenimiento de la biodiversidad de la región ya que se conecta tanto con las selvas tropicales de Quintana Roo y Chiapas (las cuales ocupan el primer y segundo lugar en superficie del país), como con la selvas de Belice y del Petén Guatemalteco, conformando de esta manera el Corredor Biológico Mesoamericano (figura 1).

El valor económico de los bienes y servicios que prestan los ecosistemas de Campeche ha sido recientemente definido por Benítez *et al.* (en prensa). Esta valoración se sintetiza a continuación, complementada con lo reportado en ecosistemas tropicales similares.

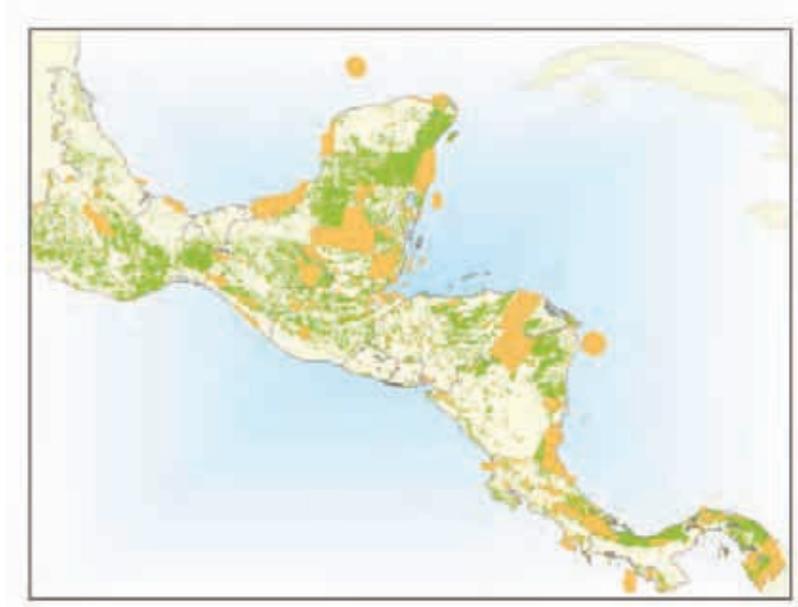


Figura 1. Áreas Naturales Protegidas en el Corredor Biológico Mesoamericano.

Valor de uso directo

Desde el punto de vista económico, el valor de uso directo se mide con precios de mercado y se define como el ingreso obtenido de la producción/extracción de un bien al cual ya se le ha deducido los insumos, la mano de obra y el capital. De acuerdo con algunos autores 25% de la energía para cocinar, la mitad de las fibras usadas en textiles y casi el 50% de la medicina y alimentos usados a nivel mundial tiene su origen en ecosistemas naturales (Benítez y Neyra, 1997). Si a esto sumamos los ingresos crecientes del turismo de naturaleza el valor total de uso directo resulta significativamente mayor.

Un acercamiento estricto incluiría en este apartado la obtención de productos maderables y la cacería deportiva. Sin embargo, dado que ambas actividades pueden impactar negativamente la biodiversidad, en la valoración de los servicios ambientales del presente trabajo sólo se consideran las actividades económicas sustentables, tales como la extracción no maderable, el uso de plantas medicinales y el turismo de naturaleza.

Extracción no maderable

De acuerdo con datos estadísticos del gobierno del Estado en el 2004 se produjeron 89 toneladas de chicle, 306 toneladas de palma de guano, 107 de palma camedora y 4 500 toneladas de miel. Los precios promedio por tonelada de estos productos fueron de USD \$5 400.00, USD \$ 345.00, USD \$ 380.00 y USD \$2 500.00, respectivamente, lo que significó una derrama económica cercana a los USD \$12 millones. Tomando en cuenta la superficie forestal del Estado (alrededor de 4.6 millones de ha), el valor de uso directo basado en estos cuatro productos fue del orden de USD \$ 3/ha para el 2004. Si se considera el alza en precios y producción de la miel, la cual para el 2008 fue de 8 500 toneladas con un valor cercano a los USD \$ 3 000/ton, el valor de uso directo actual alcanzaría los USD \$ 5/ha.

Aunado a lo anterior, existen otros bienes no maderables que se extraen de las selvas de Campeche, como la cacería de subsistencia y la extracción de leña, las cuales representan una importante contribución a la economía de las comunidades rurales. Se sabe que en México este tipo de cacería es la principal fuente de proteína animal y resulta una estrategia económica efectiva ante los altos precios de la carne comercial. Aunque este valor no ha sido estimado directamente, estudios realizados en otras selvas tropicales indican que su valor se cotiza desde USD \$ 2.5/ha (Batagoda *et al.*, 2000), hasta USD \$ 5.0 /ha (Aquino *et al.*, 2007).

El mercado de leña es igualmente importante. El precio estimado de este producto en el país es de USD \$ 25.0/ton. Si consideramos el consumo promedio de 2 kg de leña/persona/por día (Masera *et al.*, 2005) y lo multiplicamos por la población rural de Campeche (alrededor de 187 000), el uso de este biocombustible sería del orden de 374 toneladas, es decir USD \$ 2/ha.

Tomando en cuenta todos estos valores, se consideró pertinente otorgar un valor de uso directo a las selvas de Campeche de alrededor de USD \$10/ha, el cual es similar al reportado para las selvas de Guatemala por Nations (1992). Por lo tanto y en función del grado de diversidad y estructura de las diferentes clases de selva, se designó un valor de USD \$ 15.0/ha, USD \$ 10.0/ha y USD \$ 5.0/ha a las selvas altas, medianas y bajas, respectivamente (tabla 1).

Para el caso de los manglares de laguna de Términos, Lara-Domínguez *et al.* (1998) mencionan un uso directo de USD \$ 14/ha por concepto de carbón y materiales para construcción. Sin embargo, para los propósitos del presente trabajo esta práctica no se considera sustentable, ya que implica la remoción de la cubierta forestal. Además, el estudio de Lara-Domínguez *et al.* (1998) se realizó antes de la entrada en vigencia de la NOM-022 que da protección a los manglares, por lo que actualmente estos usos son ilegales. Por tal motivo, se decidió asignar a los bosques de manglar un valor mínimo de USD \$ 1.0/ha en

Tabla 1. Valor de los Servicios Ambientales por tipo de ecosistema utilizados en la valoración integral del estado de Campeche. USD \$/ha/año (Benítez *et al.*, en prensa).

Valor	Bien o Servicio	Ecosistema	\$	
Presente.	Uso Directo.	Extracción no maderable.	Selva alta.	15.0
			Selva mediana.	10.0
			Selva baja.	5.0
			Manglar.	1.0
			Pantano.	1.0
		Plantas medicinales.	Selva.	16.0
			Manglar.	1.0
			Pantano.	1.0
		Turismo de naturaleza.	Selva.	2.0
			Manglar.	1.0
			Pantano.	1.0
	Uso indirecto.	Protección contra erosión.	Selva.	1 500.0
			Manglar.	900.0
			Pantano.	1.0
		Captura de carbono.	Selva.	13/ton
Manglar.			13/ton	
Pantano.			13/ton	
Regulación hidrológica.		Selva.	87.0	
		Manglar.	150.0	
		Pantano.	150.0	
Soporte a las pesquerías.		Selva.	1.0	
	Manglar.	900.0		
	Pantano.	900.0		
Futuro.	De opción.	Nuevos conocimientos y materias primas.	Selva.	2.0
			Manglar.	1.0
			Pantano.	1.0
De existencia.	Culturales, estéticos, religiosos y de patrimonio histórico.	Selva.	10.0	
		Manglar.	0.7	
		Pantano.	0.7	

este rubro. Asimismo, ante la falta de información específica para el resto de los humedales de Campeche (tulares, popales y petenes) se asignó el mismo valor de USD \$ 1.0/ha.

Plantas medicinales

En una determinada área geográfica, el mercado de la medicina tradicional está en función de dos factores principales: la biodiversidad de la flora nativa y la herencia cultural de la población. Con respecto al factor biodiversidad se sabe que una de cada siete especies posee alguna propiedad curativa, por lo que a mayor número de especies se espera un número creciente de usos medicinales. Desde el punto de vista cultural, el contar con una tradición milenaria en el uso de plantas y con individuos de la sociedad especializados en la práctica de la herbolaria (yerbateros, curanderos, chamanes), garantiza la preservación y ampliación del conocimiento. Tomando en cuenta lo anterior, la medicina tradicional de Campeche posee una gran relevancia debido a su alta diversidad de plantas y a la herencia cultural tanto de los Mayas de la Península, como la migración de otros grupos al Estado tales como los Choles de Chiapas, Chontales de Tabasco, Huastecos de Veracruz, entre otros. Sin embargo, hasta el momento no existen estudios que hayan estimado el valor económico de esta práctica.

Dado que la mayoría de la medicina tradicional se centra en enfermedades comunes y conocidas (diarreas, resfriados, dolores de todo tipo, etc.), algunos autores como Adger *et al.* (1994) han estimado el valor económico de esta práctica con base en el ahorro de no tener que cubrir los costos de un médico formal y las medicinas de patente. De acuerdo con los datos de la Secretaría de Salud (2006), en el 2005 los mexicanos gastaron 40 461 millones de dólares en servicios médicos, lo que ponderado por la población total del país (103.2 millones) nos indica un gasto *per capita* de USD \$ 391.8.

Nuevamente se consideramos, la población rural de Campeche y la superficie de selvas del estado el valor por extracción de plantas medicinales sería de USD \$ 16 /ha. Esta cantidad resulta bastante conservadora si consideramos los estudios realizados por Adger *et al.* (1994), quienes estimaron un valor de uso directo de las plantas medicinales de 52 USD \$/ha, o los valores promedio reportados para Belice de USD \$ 100 /ha (Lampietti y Dixon, 1995). El valor utilizado en el presente trabajo para las selvas fue de USD \$16/ha y un valor mínimo de USD \$ 1/ha para los humedales, de los cuales no se tienen reportes de uso para plantas medicinales (tabla 1).

Turismo de naturaleza

Para fines prácticos, el turismo de naturaleza o ecoturismo tiene las siguientes características: a) está arraigado en las comunidades rurales locales; b) no está orientado al consumismo; c) de bajo impacto ambiental y cultural; d) compatible con la capacidad de carga y los factores económicos locales, e) diseñado para satisfacer las expectativas de los visitantes en términos de naturaleza; f) orientado a la educación ambiental (Ceballos-Lascurian, 1993). Dependiendo de la región, el ecoturismo representa entre 20 y 40% del turismo internacional (Giongo *et al.*, 1994), por lo que su potencial económico es de suma importancia.

No obstante la creciente participación del turismo de naturaleza en el desarrollo económico de Campeche, no existen datos específicos de los ingresos que genera esta actividad. De acuerdo con las estadísticas oficiales, en el año 2002 Calakmul fue visitado por 33 446 personas, las cuales generaron una derrama económica de 1.5 millones de dólares. Si dividimos dicho monto por la superficie forestal del municipio (alrededor de 700 000 ha), tendríamos un precio aproximado de USD \$ 2/ha. Asumiendo que el municipio de Calakmul puede ser representativo del valor del turismo de naturaleza del Estado, en el presente

estudio se asignó el valor de USD \$ 2/ha para las selvas y manglares y de USD \$ 1/ha para pantanos (tabla 1).

VALOR ECONÓMICO INDIRECTO

Como su nombre lo indica, este valor no utiliza precios de mercado que estén establecidos directamente, sino que se estima con base en precios sustitutos. Incluye aquellos servicios que no requieren inversiones económicas para su función natural como la protección contra la erosión, la captura y secuestro de carbono, la regulación hidrológica y el soporte a las pesquerías. Los métodos utilizados para evaluar estos servicios son múltiples y variados y su descripción va mas allá de los alcances de este capítulo. Para un mayor detalle de estos métodos puede consultarse las contribuciones de Pearce y Turner (1991) y Dosi (2001). En términos generales, el ejercicio de valoración implica el calcular cuanto costaría remplazar o sustituir el servicio ambiental con la tecnología disponible. Por ejemplo, la capacidad de eliminación de contaminantes que tienen los humedales puede ser valorada mediante los costos de la instalación de una planta de tratamiento de agua que cumpla con el mismo servicio. Las consideraciones particulares para el estado de Campeche son las siguientes:

Protección contra erosión

La eliminación de la cobertura forestal incrementa los riesgos de erosión del suelo y de la línea de costa. Los bosques tropicales en suelos de carbonato de calcio como el de la península de Yucatán presentan una tasa media de erosión de 0.3 t/ha y un valor de sólidos en suspensión de 0.5 t/ha/año, mientras que las áreas deforestadas tienen un valor medio de erosión de alrededor de 50 t/ha y descargas de sedimentos en suspensión de hasta 100 t/ha/año (Bruijnzeel, 2004).



Foto: Jorge A. Benítez Torres, Centro EPOMEX-UAC.

Los costos de mitigación y reparación de estas funciones se utilizan como indicadores de este valor. Para el caso de la erosión del suelo un método común consiste en valorar este servicio a partir del costo del fertilizante necesario para mantener la productividad original del suelo, mientras que para el control de la erosión de la línea de costa un método alternativo es medir los costos de construir estructuras (escolleras, espigones, etc.) que cumplan con el mismo fin. En términos económicos se considera uno de los servicios más caros por ha que se asigna a la cobertura vegetal, con rangos desde USD \$ 245/ha (Constanza *et al.*, 1997), hasta USD \$ 1 500/ha. Este último valor fue el utilizado para el caso de las selvas de Campeche, mientras que para los manglares se usó el de USD \$ 900/ha reportado por Lara-Domínguez *et al.* (1998). En el caso de los pantanos se asumió un valor mínimo de USD \$ 1/ha ante la falta de información específica para este ecosistema.

Captura y secuestro de carbono

Una de las funciones más reconocidas a la cobertura vegetal es la capacidad de absorber el dióxido de carbono y almacenarlo efectivamente. En términos generales se estima que las selvas tropicales de más de 30 años almacenan entre 140-310 t/ha de carbono (Matthews *et al.*, 2000; Silver *et al.*, 2000). Como ya se mencionó previamente, actualmente existe un sistema internacional de bonos de carbono en el marco del cambio climático global, por lo que, a diferencia de los otros valores indirectos, la valoración de este servicio puede utilizar precios de mercado. Sin embargo, el valor del mercado de carbono se refiere a la inversión necesaria para capturar dicho elemento a través de la reforestación y/o mejoramiento del bosque y no a al valor de existencia del carbono ya secuestrado. Por tal motivo la valoración se realizó estimando el porcentaje de pérdida de este servicio al convertir la selva en áreas agropecuarias.

De acuerdo con la revisión realizada por Matthews *et al.* (2000), las áreas de cultivos y pastizales capturan entre 25 y 50% del carbono que en promedio capturan las selvas tropicales maduras. Con base en estos estudios se asumió que 50% del carbón almacenado en las selvas de Campeche se pierde con la deforestación y es sujeto a las compensaciones del mercado internacional. De esta forma, para la valoración del este servicio ambiental se usaron los volúmenes de carbón reportados para selvas bajas y medianas de Campeche (42.2-66.5 ton/ha; Cairns *et al.*, 2000), y los reportados para manglares mexicanos (100 ton/ha; Sanjurjo y Welsh, 2005). Debido a la falta de estudios específicos, al resto de los humedales (tulares, popales y petenes) se les asignó el 50% del volumen de carbono reportado para manglares. Posteriormente, este volumen se multiplicó por la superficie total de estas clases de vegetación para obtener la existencia de carbono y se multiplicó por 0.5 para obtener el volumen potencial de pérdida en caso de deforestación. Este contenido de carbono se multiplicó por la cotización promedio de USD \$ 13/toneladas reportada por el servicio Point Carbon (<http://www.pointcarbon.com>).

Regulación hidrológica

Este servicio es otro de los de mayor importancia y valor atribuidos a la cobertura vegetal, ya que implica la regulación tanto de la cantidad como de la calidad del agua en una determinada área geográfica. Estudios experimentales han demostrado que durante los primeros tres años después de la eliminación de la vegetación natural el flujo de los ríos puede aumentar hasta en un 30% (Likens *et al.*, 1970; Borman y Likens, 1979; Likens, 1985). Asimismo Hornbeck *et al.* (1970) han encontrado que la eliminación de bosques reduce la evapotranspiración, con lo cual incrementa la descarga de agua. Otros estudios han demostrado que diferente composición de la vegetación (Swift *et al.*, 1975), y diferentes estados de sucesión (Jones y Grant, 1996) tienen

diferentes niveles de intercepción y consecuentemente diferentes valores de descarga fluvial. Este efecto regulador de la vegetación sobre la hidrología tiene una especial connotación durante eventos climáticos extremos. Por tal motivo, preservar el papel de la cobertura forestal en la capacidad de infiltración del suelo y la evapotranspiración es de suma importancia para evitar catástrofes y minimizar las pérdidas económicas y humanas.

Al igual que en los procesos hidrológicos, la conversión de la cobertura forestal afecta la calidad del agua al modificar la capacidad de exportación, transformación y retención de nutrientes. Esto ocurre debido a que los bosques tienden a acumular nutrientes con la edad (Gardner *et al.*, 1996) y sus coeficientes normales de exportación de nutrientes (*e.g.* 3-13 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) se incrementan sustancialmente cuando la cobertura forestal es removida (Likens *et al.*, 1970; Borman y Likens, 1979; Likens, 1985).

Por su extensión y ubicación las selvas tienen una influencia mayor en la recarga de los acuíferos y en regular las aguas de escorrentía en la parte alta de las cuencas, mientras que los pantanos dulceacuícolas y los manglares, en las partes media y baja, ejercen control sobre las inundaciones y funcionan como plantas de tratamiento de contaminantes. Para el caso de las selvas de Campeche se usó el valor de USD \$ 87/ha reportado por Costanza (1997), mientras que para manglares y pantanos se utilizó el valor estimado para humedales en general, que es de USD \$ 150/ha (Lara-Domínguez *et al.*, 1998).

SOPORTE DE PESQUERÍAS

Este servicio se refiere principalmente a la función de los humedales de ser áreas de alimento, crianza y protección para especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas. A nivel mundial el valor de este servicio ha sido valorado desde USD \$ 100 hasta USD \$ 1200/ha (Brander *et al.*, 2006). Para el caso de los manglares de Campeche se utilizó el

valor de USD \$ 900/ha reportado por Lara Domínguez *et al.* (1998). El mismo valor se utilizó para el resto de los humedales. Aunque la descarga de agua dulce y nutrientes de los ríos constituyen un mecanismo de producción importante para las pesquerías, dicha función no se considero relevante en la valoración por estar representada en cierta medida por la función de regulación hidrológica descrita en el párrafo anterior. Por tal motivo a las selvas sólo se le otorgó un valor de USD \$ 1/ha (tabla 1).

VALOR ECONÓMICO FUTURO: NUEVOS CONOCIMIENTOS Y MATERIAS PRIMAS

El valor económico futuro se define como el valor esperado de un bien en la medida que se posea más información sobre el mismo. El ejemplo más citado es el de los recursos genéticos vegetales, los cuales pueden servir para desarrollar medicinas en el futuro si se realiza las investigaciones correspondientes. Este valor se calcula por la probabilidad de encontrar un ingrediente activo, lo cual aumenta con el número de especies en un área. Para el caso de las selvas de Campeche no existen estudios específicos, por lo que se tomó el valor de USD \$ 2/ha que corresponde al mínimo reportado para bosques y selvas de México (Adger, 1994). Dada la menor diversidad que presentan los humedales de Campeche (manglares y pantanos) se les asignó el valor de USD \$ 1/ha (tabla 1).

VALOR DE EXISTENCIA

Este valor es independiente del uso actual o futuro que pueda tener el bien o servicio. El único método disponible para determinar este valor es el de valoración contingente, el cual básicamente consiste en preguntar a las personas el dinero que estarían dispuestos a pagar por la existencia de un ecosistema, aunque nunca lo visiten o lo usen (Pearce

y Turner, 1991). Las mediciones empíricas del valor de existencia indican que éste puede ser un elemento muy importante en el valor total, especialmente en el contexto donde el bien tiene características culturales únicas.

En el caso de las selvas de Campeche se utilizó el valor de USD \$ 10/ha, el cual ha sido reportado para selvas de Chiapas (Adger, 1994), mientras que para los humedales en general se utilizó el valor de USD \$ 0.7/ha, reportado por Lara Domínguez (1998) para manglares de Campeche.

VALOR ECONÓMICO TOTAL Y HETEROGENEIDAD GEOGRÁFICA

Teóricamente, los servicios ambientales descritos anteriormente pueden ocurrir en un mismo tiempo y espacio, por lo que el valor económico total (VET) de estos servicios es la suma de los valores de uso directo, indirectos, futuros y de existencia. Por lo tanto, el VET por hectárea de las selvas, manglares y pantanos de Campeche sería de USD \$ 2167, USD \$ 1804 y USD \$ 480, respectivamente, los cuales son similares a los valores reportados para selvas tropicales (Constanza *et al.*, 1997), y para manglares (Lara-Domínguez *et al.*, 1998). Este VET multiplicado por la superficie de cada clase de vegetación nos daría un monto superior a USD \$ 9000 millones para todo el estado de Campeche. Este valor es 1.4 veces mayor al producto interno bruto reportado para el Estado en el 2004 (USD \$ 6617 millones), el cual incluye la producción petrolera. Sin contar el rubro de minería (petróleo) el valor de los Servicios Ambientales es 2.66 mayor al PIB Estatal.

Como puede observarse el valor de los bienes y servicios ambientales resulta realmente significativo comparado con la producción del Estado. Sin embargo, como ya ha sido señalado por Eade y Moran (1996), el utilizar valores promedio en áreas geográficas heterogéneas no sólo reduce la precisión de la valoración total, sino que impide

identificar áreas geográficas prioritarias de manejo. Esto ocurre porque los valores encontrados en la literatura son promedios que asumen una homogeneidad espacial en los servicios. Así por ejemplo, el valor de protección contra la erosión costera que se le da al manglar es el mismo si los árboles están localizados frente a la línea de costa que si se encuentran a varios kilómetros tierra adentro. Por tal motivo, Benítez *et al.* (en prensa) realizaron un ejercicio de ponderación para cada tipo de valor, creando mapas mediante un Sistema de Información Geográfica que incorporó la heterogeneidad espacial presente en el Estado. Este ejercicio se describe a continuación.

Para el caso de los valores de uso directo se realizó una ponderación en función del grado de accesibilidad que presentaban a vías de comunicación o centros de población, bajo la premisa de que las áreas de fácil acceso eran las más susceptibles de ser utilizadas y que el uso de áreas remotas implicaría una mayor inversión de capital y disminuiría las ganancias. De esta forma el valor absoluto reportado para la extracción no maderable de las distintas clases de vegetación se respetó únicamente en aquellas áreas localizadas dentro del primer kilómetro más cercano a las carreteras. A medida que el recurso se alejaba de las vías de comunicación el valor disminuía proporcionalmente hasta que se volvía mínimo al alcanzar los 5 km de distancia (USD \$ 0.01/ha). Esta distancia se seleccionó con el conocimiento empírico de la distancia promedio que se recorre en la selva en un día (10 km).

Para el valor de las plantas medicinales y el turismo de naturaleza también se consideró el grado de accesibilidad. Solo que, además de la distancia a los caminos, también se consideró la distancia a los poblados ya que el mercado de estos servicios se encuentra ligado a la población local. Para este fin se crearon áreas de 10 km de distancia alrededor de los poblados, dentro de las cuales se duplicó el valor obtenido de la ponderación de la distancia de las carreteras.

Dado que la erosión toma lugar principalmente a lo largo de los cauces de los ríos y en la línea de costa, este valor se ponderó con la

distancia a estos elementos. De esta forma dentro de los primeros 200 metros de las corrientes superficiales y la costa se respetaron los valores originales, los cuales disminuyeron gradualmente hasta la distancia de 500 metros. Después de esta distancia se asignó un valor uniforme de USD \$ 0.01/ha.

Para el caso de la función de la regulación hidrológica la ponderación se realizó en función de la cantidad de lluvia y de la pendiente del terreno, bajo el supuesto que a mayor precipitación mayor sería la magnitud del ciclo hidrológico y a mayor pendiente mayor la función reguladora de la vegetación en los procesos de infiltración y flujos de tormenta.

Dado que los inventarios de carbono están basados en valores reales de biomasa y sus valores son asignados por el mercado de bonos de carbono no fue necesario realizar ninguna ponderación espacial. Lo mismo ocurrió con la función de soporte a las pesquerías cuyo valor fue obtenido de un estudio específico para la laguna de Términos, la cual contiene el 95% de los manglares de Campeche. De igual forma, dado que los valores de opción y de existencia carecen de una dimensión espacial, no se realizó ninguna ponderación.

Los resultados de la ponderación de cada bien o servicio se muestran en la tabla 2, mientras que las figuras 2 y 3 muestran los mapas de la sumatoria de los valores de cada categoría. De este análisis se desprende que el VET de los servicios ambientales de Campeche es cercano a USD \$ 2 950 millones. Este valor equivale al 45% del PIB reportado para el Estado en el 2004 y cercano al 85% de este PIB si se excluye a la actividad minera. Comparado a nivel nacional el VET de los servicios ambientales de Campeche es 1.5 veces mayor que el PIB del sector forestal nacional reportado para el año 2004 (USD \$ 1,885.00; Gobierno del Estado de Campeche, 2008), lo que reafirma su importancia.

De todos los servicios evaluados para los bosques y selvas de Campeche, los de uso indirectos son los que contribuyen en mayor pro-

porción al VET (88%), sobretodo el captura de carbono que contribuye con el 62%. Esto resulta relevante porque actualmente existe un mercado voluntario de este servicio que puede evolucionar satisfactoriamente a un mercado obligatorio, dando una gran oportunidad a Campeche en la conservación de sus recursos a través del pago de servicios ambientales.

Aunque el valor de uso directo estimado para todo el estado representa menos del 1% del VET de los servicios ambientales, su monto es cercano al 18% del PIB estatal reportado por actividades agropecuarias, de silvicultura y pesca. La tendencia sugiere que el valor de uso directo aumentará significativamente en la medida de que el turismo de naturaleza, la obtención de plantas medicinales y la producción de miel se realicen de manera sustentable y obtengan una certificación internacional que aumente el valor de los productos y servicios.

Tabla 2. Valor económico de los Servicios Ambientales en el estado de Campeche, ponderados espacialmente. USD \$/ha/año (Benítez *et al.*, en prensa).

Tipo de Valor	Bien o Servicio	Valor
Directo.	Extracción no maderable.	\$21 715 057
	Plantas medicinales.	\$3 264 236
	Turismo de naturaleza.	\$4 931 189
	Subtotal.	\$29 910 482
Indirecto.	Protección contra erosión.	\$340 631 760
	Captura de carbono.	\$1 828 765 218
	Regulación hidrológica.	\$417 511 272
	Soporte a las pesquerías.	\$26 096 676
Subtotal.		\$2 613 004 926
De opción.	Nuevos conocimientos y materias primas.	\$102 379 304
De existencia.	Culturales, estéticos, religiosos y de patrimonio histórico.	\$204 215 333
Total		\$2 949 510 045

Cabe señalar que el valor económico directo puede ser mucho mayor al estimado en este estudio si se considera que no se incluyeron actividades como la caza deportiva y la extracción forestal, y que se asumió un valor muy conservador para la medicina tradicional. En la medida de que la caza y la explotación forestal se realicen de manera sustentable y se reconozca aún mas el papel de la medicina tradicional el valor económico directo puede duplicarse en los próximos años como ha ocurrido en los parques nacionales de África.

En el patrón espacial destacan los altos valores de la selvas de Calakmul y Balam Kú, así como las áreas costeras de la laguna de Términos y Petenes, lo cual está en gran concordancia con la delimitación de las áreas naturales protegidas estatales y federales. Sin embargo, 20% de áreas críticas de servicios ambientales no presenta ninguna protección. Estas áreas se localizan en las poblaciones con fuerte crecimiento poblacional y en los límites de la frontera agrícola, por lo que están en riesgo de desaparecer debido a las tendencias de cambio de uso del suelo de los últimos años.

PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES EN CAMPECHE

El pago de servicios ambientales se integró formalmente a las políticas públicas de nuestro país en el año 2003, con la creación del programa de servicios ambientales hidrológicos (PSAH) y se consolidó en el 2004 con el programa de servicios ambientales por captura de carbono, biodiversidad y sistemas agroforestales (PSA-CABSA). Estos dos programas, coordinados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), fueron fusionados en el 2006 bajo un solo concepto de apoyo denominado servicios ambientales. Desde el inicio del primer programa hasta la fecha se han destinado un total aproximado de USD \$ 240 millones, aplicados en 1.75 millones de hectáreas de bosques y selvas, lo que significa un pago aproximado de USD \$ 23/ha/año, por un máximo de 5 años

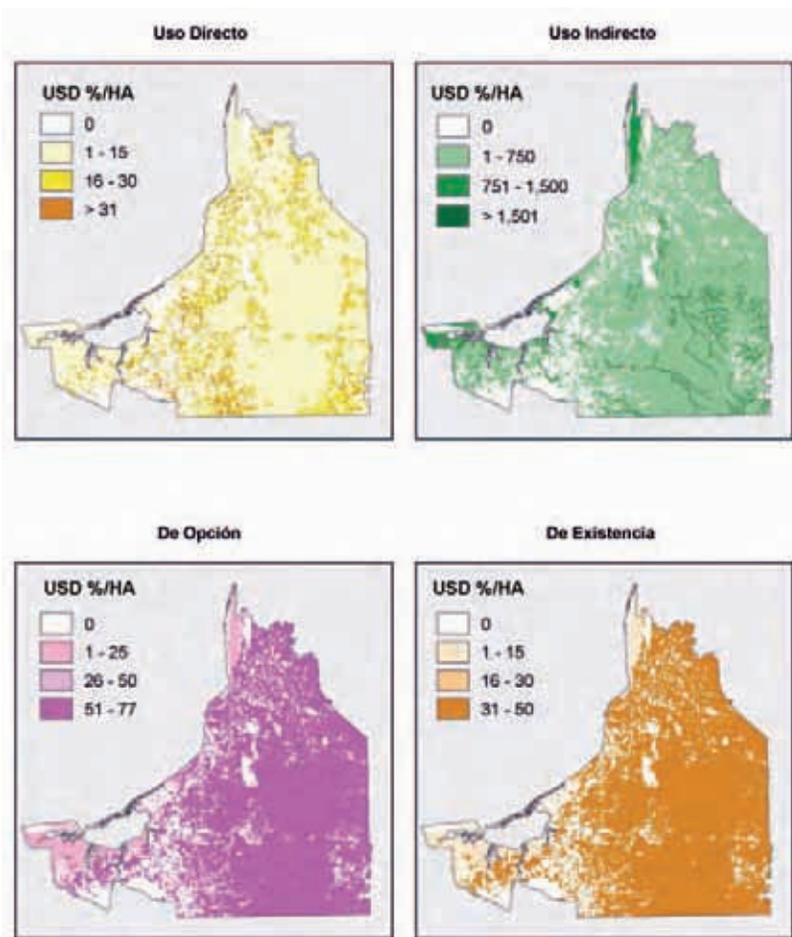


Figura 2. Valor económico por categoría de Servicios Ambientales en el estado de Campeche (modificado de Benítez *et al.*, en prensa).



Figura 3. Valor económico total de los servicios ambientales en el estado de Campeche (modificado de Benítez *et al.*, en prensa).

Debido a la limitación de recursos y a que los criterios nacionales de la CONAFOR para la asignación de recursos de PSA se enfocaban a cuencas prioritarias, los primeros cuatro años del programa no tuvieron incidencia en el estado de Campeche. No fue sino hasta el 2007 que se autorizaron las primeras solicitudes de PSAH, las cuales cubrieron una superficie de 1326 ha y representaron un pago anual de USD \$ 33 540. Para el 2008 se agregaron 10 698 ha de SAH y 5 181 ha de protección a la biodiversidad, con una erogación anual de USD \$ 281 309 y USD \$ 157 202, respectivamente. De acuerdo al programa de la CONAFOR, estos pagos seguirán aplicándose hasta cumplir con los cinco años propuestos, siempre y cuando el productor mantenga el área forestal bajo los criterios de calidad estipulados en el convenio. Los PSA no son acumulables y sólo se paga por alguno de los tres servicios detectados (hidrológicos, de biodiversidad o de carbono). El pago por hectárea de servicios hidrológicos y de biodiversidad se ha mantenido alrededor de USD \$ 26 y USD \$ 30, respectivamente, y hasta el momento sólo se han iniciado los estudios para determinar los pagos por captura de carbono, pero sin asignar recursos.

Uno de los primeros aspectos que resalta del PSA de la CONAFOR es que el monto ofrecido resulta sumamente inferior al valor promedio estimado en el presente estudio (entre 16 y 66 veces menor, dependiendo de la región). Dicha situación se entiende en este tipo de esquemas, ya que los PSA no tienen la finalidad de cubrir el valor total del bosque sino el otorgar un incentivo lo suficientemente alto para desalentar su eliminación ante otras actividades económicas. En este sentido, el PSA de la CONAFOR se considera un programa muy joven y no es claro el porcentaje de efectividad que ha tenido en disminuir la deforestación.

Otro de los aspectos que deben resaltarse en el PSA es la baja cantidad de recursos que se destina a este programa en comparación con los programas gubernamentales que promueven en cierto sentido la

eliminación de áreas naturales. En este aspecto basta mencionar que mientras la CONAFOR en Campeche invirtió USD \$ 472 051 para PSA durante el 2007 y 2008, el apoyo de actividades productivas de PRO-CAMPO fue de USD \$ \$40 millones en el mismo período. Esta situación contribuye a la idea equivocada de que la tierra tiene más valor por lo que produce en términos agropecuarios, que por los servicios ambientales que tiene el bosque.

Otro aspecto importante es la baja cobertura del programa en el Estado en comparación con las metas planteadas. De acuerdo con la propuesta de CONAFOR, el 88% de las selvas, el 94% de los manglares y el 77% de los humedales dulceacuícolas podrían estar sujetos al PSA, siendo Calakmul, Laguna de Términos y Petenes, las ANP más beneficiadas. Sin embargo, la superficie cubierta por PSA en el Estado es inferior al 1% de su superficie forestal. Esta situación preocupa si consideramos las tendencias de deterioro de dichos recursos forestales.

Sin duda alguna, el PSA de la CONAFOR constituye una de las iniciativas más novedosas y decididas del gobierno para revertir la deforestación, pero precisamente su origen gubernamental lo coloca en una situación vulnerable. Al tener al Estado como principal promotor y regulador se impide el desarrollo de un verdadero mercado de servicios ambientales. En su situación actual, el programa de la CONAFOR queda al nivel de cualquier otro programa de subsidios al campo, con el riesgo de desaparecer repentinamente. De hecho, de acuerdo con el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMS, 2010) para el 2011 se espera la desaparición del Programa de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, Biodiversidad y Sistemas Agroforestales. Por tal motivo, es necesario abrir un mercado real donde los consumidores y productores de estos servicios estén conectados por mecanismos directos y permanentes.

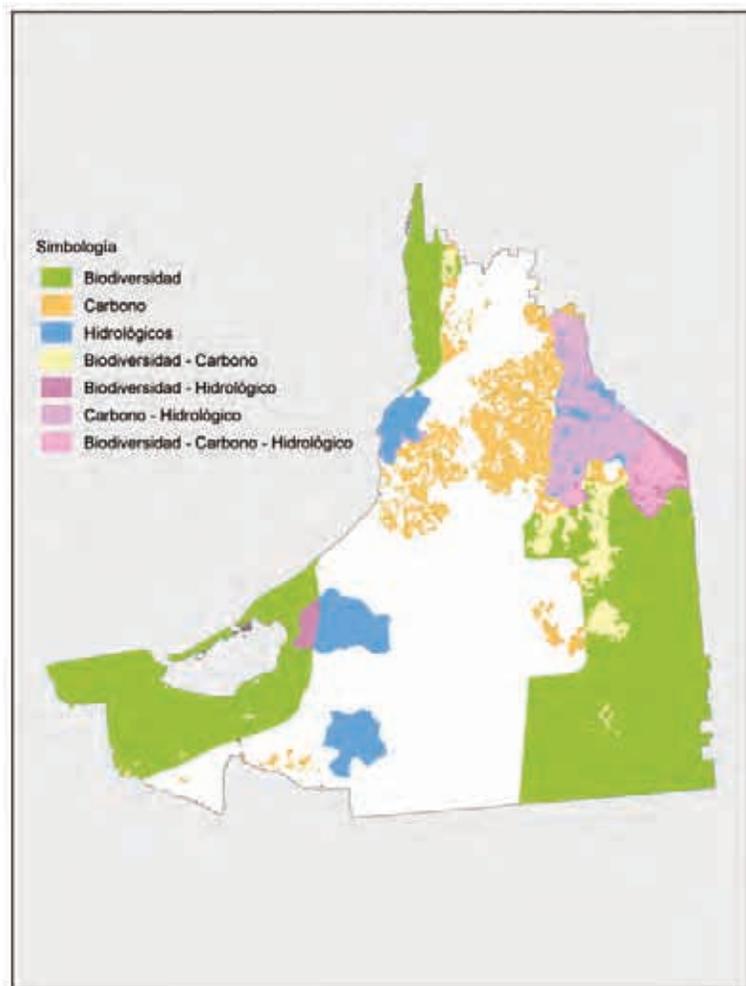


Figura 4, Áreas consideradas por la Comisión Nacional Forestal como viables para el pago de Servicios Ambientales.

REFERENCIAS

- Adger, N., K. Brown, R. Cervigni, y D. Moran, 1994. Towards estimating total economic value of forests in Mexico. *Ambio*, 24: 286-296.
- Aquino, R., T. Pacheco, y M. Vásquez, 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana / evaluation and economic valorization of the wild fauna in the Algodon River, Peruvian Amazonia. *Rev. Peru. Biol.*, 14(2): 187-192.
- Batagoda, B., R Turner, R. Tinch, y K. Brown, 2000. Towards Policy Relevant Ecosystems Services and Natural Capital Vales: rainforest non-timber products. CSERGE Working Paper GEC2000-06. 37 p.
- Benítez, J. A., O. Melo, D. Samarrón, J. Ben-Arie, y Y. Carrillo-Medina, en prensa. Valoración económica de los servicios ambientales del estado de Campeche; un análisis espacial. Universidad Autónoma de Campeche.
- Benítez Díaz, H., y L. Neyra Gonzales, 1997. La biodiversidad de México y su potencial económico. p. 195-204. En: J. Carabias, E. Provencio, F. Giner de los Ríos y E. Vein (eds.). *Economía Ambiental: Lecciones de America Latina*. Instituto Nacional de Ecología. Mexico. 297 p.
- Bishop, J., 1997. Valuing forests: a review of methods and applications in developing countries. International Institute for Environmental and Development. London. *Nature*, (387): 253-260.
- Borman, F.H., y G.E. Likens, 1979. Pattern and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, New York. 253 p.
- Brander, L.M., R.J. Florax, y J.E. Vermaat, 2006. The empirics of wetland valuation: A comprehensive summary and a meta-analysis of the literature. *Environmental and Resource Economics*, 33:223-50.

- Brown D., 2005. Transformación del bosque tropical relacionada con la expansión de la frontera agrícola y las fuentes de agua. *Jaina Boletín Informativo*. Vol. Especial: 50-51.
- Bruijnzeel, L.A., 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104 (2004): 185–228.
- Cairns, M., P. Haggerty, R. Alvarez, B. De Jong, y I. Olmsted, 2000. Tropical Mexico's recent land-use change: a region's contribution to the global carbon cycle. *Ecological Applications*, 10(5):1426-1441.
- Ceballos-Lascuráin, H., 1993. Ecotourism as a worldwide phenomenon. p. 12-14. In: K. Lindberg and D.E. Hawkins (eds). *Ecotourism: Guide for Planners & Managers*. North Bennington: The Ecotourism Society. 175 p.
- CCMSS, 2010. Análisis del proyecto de presupuesto para Conafor en 2011. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Nota Informativa Número 29. Red de Monitoreo de Políticas Públicas-CCMSS (Septiembre, 2010). 6p.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grassor, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V.O. Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, y M. Belt, 1997. The value of the world's ecosystems services and natural capital. *Nature*, 387:253-260.
- Dosi, C., 2001. Environmental values, valuation methods, and natural disaster damage assessment. United Nations Publication Serie Medio Ambiente y Desarrollo. 62 p.
- Eade, J.D. y D. Moran, 1996. Spatial Economic Valuation: Benefits Transfer using Geographical Information Systems. *Journal of Environmental Management*, 48: 97–110
- FAO, 2004. Foro electrónico sobre sistemas de pagos por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrográficas. Santiago de Chile.
- FAO, 2006. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: hacia la ordenación forestal sostenible. FAO-Organización de las Naciones Unidas. Roma. 321 p.
- Gardner, R., M. Castro, R. Morgan, y S. Seagle, 1996. Perspectives on the Chesapeake Bay: nitrogen dynamics in forested lands of the Chesapeake basin. Chesapeake Research Consortium, Inc. 151p.
- Giongo, F., J. Bosco-Nizeye, y G.N. Wallace, 1994. A Study of Visitor Management in the World's National Parks and Protected Areas. Universidad de Colorado. The Ecotourism Society y the World Conservation Monitoring Centre.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2008. Quinto Informe de Gobierno. Gobierno Constitucional del Estado de Campeche 2003-2009. *Colección Campeche*, 19(1):1- 280.
- Hornbeck, R.S., R.S. Pierce, y C.A. Federer, 1970. Streamflow Changes after Forest Clearing in New England. *Water Resources Research*, 6(4):1124-1132.
- IPCC, 2000. Emission Scenarios; summary for policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change Scientific Assessment of Climate Change. UNEP, UN, New York. Reporte. 27 p.
- Jäger M., J. García-Fernández, J. Cajal, R. Burkart, y E. Riegelhaupt, 2001. Valoración económica de los bosques. Revisión, evaluación, propuestas. Fundación para la Conservación de las Especies y el Medio Ambiente. 30 p.
- Jones, J.A., y G.E. Grant, 1996. Peak flow responses to clear-cutting and roads in small and large basins, western Cascades Oregon. *Water Resources Research* 32(4): 959-974.
- Lampietti, J., y J. Dixon, 1995. To see the forest for trees: a guide to non-timber forest benefits. Environmental Economics Series Paper No 13. The World Bank.
- Lara-Domínguez, A.L., A. Yañez Arancibia y J.C. Seijo, 1998. Valuación económica de los ecosistemas. Estudio de caso de los manglares en Campeche. En: H. Benítez, E. Vega, A. Peña Jimenez y S. Ávila Foucat (Eds). Aspectos Económicos sobre la Biodiversidad de México. CONABIO, Instituto Nacional de Ecología, México. 199 p.

- Likens G. E., F.H. Bormann, N.M. Johnson, D.W. Fisher, y R.S. Pierce, 1970. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem. *Ecol. Monogr.*, 40(1):23-47.
- Likens G.E., 1985. An ecosystem approach to aquatic ecology: Mirror Lake and its environment. Springer-Verlag, New York. 516 p.
- Masera, O., Rodolfo Díaz, y V. Berruela. 2005. From cookstoves to cooking systems: the integrated program on sustainable household energy use in Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 1(9): 25 – 36.
- Matthews, E. M. Rohweder, R. Payne, y S. Murray, 2000. Carbon storage and sequestration. In pilot analysis of global ecosystems. *Forest Ecosystems*, 55-59
- Nations, J.D., 1992. Xateros, chicleros, and pimenteros: harvesting renewable tropical forest resources in the Guatemalan Peten. p. 208-219. In: K.H. Redford and C. Padoch (eds.), Conservation of neotropical forests: working from traditional resource use. Columbia University Press, New York.
- Pagiola, S., J. Bishop, Y N. Landel-Mill, 2003. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y desarrollo. p. 23-42. En: S. Pagiola, J. Bishop, y N. Landel-Mill (eds.). La venta de servicios ambientales forestales. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Pagiola S., y G. Platais, 2002. Pago por servicios ambientales. Environment Strategy Note No. 3. The World Bank Environment Department, Washington DC, USA. 4 p.
- Pearce D., 1985. Economía Ambiental. Fondo de Cultura Económica. México. 258 p.
- Pearce, D., y R. Turner, 1991. Economics of natural resources and the environment. The Johns Hopkins University. Baltimore, Maryland. 374 p.
- Sanjurjo, R.E., y S. Welsh. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica*, enero-marzo, (74) : 55-68
- Secretaría de Salud, 2006. Las cuentas en salud en México 2001-2005. Secretaría de Salud, Subsecretaría de Innovación y Calidad, Dirección General de Información en Salud. 125 p.
- SEMARNAT, 2004. Anuario estadístico de la producción forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT, 2005. Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005.
- Silver, W.L., R. Ostertag, y A. Lugo, 2000. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. *Restoration Ecology*, 8(4):394-407.
- Swift L.W, Jr., W.T. Swank, J.B. Mankin, R.J. Luxmoore, y R.A. Goldstein, 1975. Simulation of evapotranspiration and drainage from mature and clear-cut deciduous forests and young pine plantation. *Water Resources Research*, 11(5):667-673.
- Velázquez, A., J.F. Mas, J.L. Palacio, y G. Bocco. 2002. Land cover mapping to obtain a current profile of deforestation in Mexico. *Unasylva*, 210 (53): 37-40.

Aprovechamientos forestales maderables y no maderables

*Víctor Manuel Kú Quej,
Jorge Mendoza Vega,
y Carlos Silva Duarte*

El aprovechamiento de los recursos forestales del estado de Campeche inició en la época colonial, con la extracción del palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*; Acopa y Boege, 1999). Durante el siglo XVI y la primera mitad del siglo XVII, los españoles ya habían iniciado la explotación del palo de tinte. Sin embargo, el establecimiento de los ingleses en la laguna de Términos desde la segunda mitad del siglo XVII fue un factor importante para el aumento de la producción y el control de ésta. A principios del siglo XVIII la producción se calculaba en cerca de 4 500 toneladas (Gobierno del estado de Campeche, 1963).

Durante el período de 1827 a 1857 se presentó una tendencia sostenida al incremento de las exportaciones, lo que fue determinante para la dinámica económica regional (Vadillo, 1994) (figura 1).

A partir de la última década del siglo XIX inició con mayor auge la extracción de chicle o resina de chicozapote (*Manilkara zapota*; Vadillo, 2001), a través de compañías norteamericanas que obtuvieron, en concesión, vastas extensiones de selva. Es hasta los primeros años del siglo XX cuando el chicle sustituyó al palo de tinte como el producto forestal no maderable más importante, además de ser el artículo de exportación por excelencia (Acopa y Boege, 1999; Dzib, 2007), y motor principal de la incipiente economía estatal de principios del siglo XX (figura 2).

Durante los primeros años de la década de los 40, el Estado llegó a producir más de la mitad de la resina nacional y alcanzó a movilizar más de ocho mil recolectores que representaban casi la mitad de la población económicamente activa (17 205 trabajadores), del sector primario de la entidad (Dzib, 2003). Diez millones de kilos de chicle se exportaron de Campeche en los primeros diez años del siglo XX (Primack *et al.*, 1999).

De 1943 a 1945 la producción del látex se redujo drásticamente, debido a la intensa sequía que se presentó en estos años; poniendo al borde del colapso a la economía estatal. En las dos temporadas

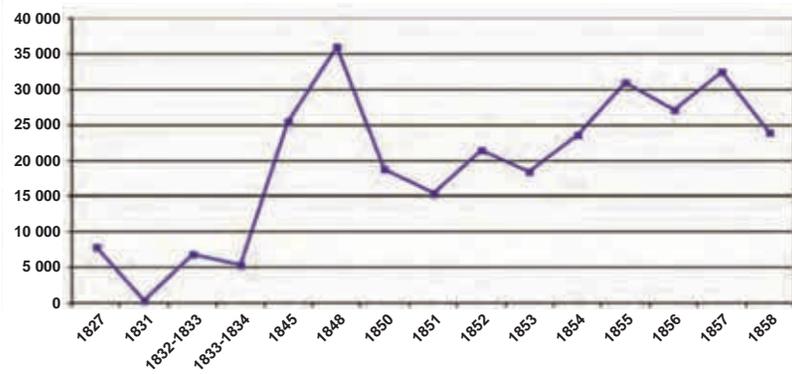


Figura 1. Exportación y producción del palo de tinte en Campeche de 1827 a 1858 (toneladas) (Vadillo, 1994).

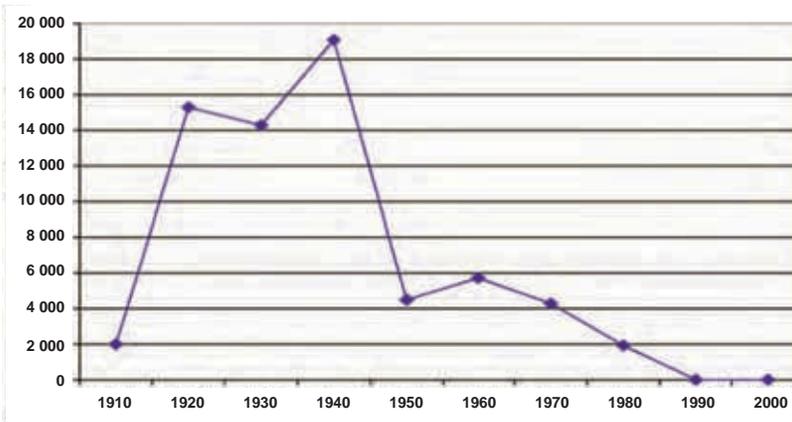


Figura 2. Producción del chicle en el estado de Campeche 1910 - 2000 (Toneladas). Fuente: Jiménez, 1951; Vadillo, 2001; SEMARNAT, 2007.

siguientes, los niveles de productividad del látex siguieron cayendo ante el agotamiento de los zapotales, tanto por la irracionalidad de su extracción de años anteriores, como por la devastación forestal de los montes debido a las quemadas naturales e inducidas durante el estiaje (Dzib 2007).

En este periodo se desarrollaba la Segunda Guerra Mundial y la mayor demanda de chicle, debido al consumo de las tropas norteamericanas. El Gobierno de los Estados Unidos proveía una ración diaria de goma de mascar a sus soldados (Konrad, 1991). Sin embargo, al concluir este conflicto, el consumo se redujo severamente, aunado a la apertura comercial del lejano oriente, quien ofrecía un látex mucho más barato. Dzib (2003) reportó que la producción de 1947-1948 se redujo en más del 60% respecto a la cosecha histórica en 1941-1942. Además se promovió el látex sintético, siendo el principio del fin de la bonanza del chicle natural.

Recientemente se busca repuntar la producción atacando el nicho de mercado de los productos orgánicos. Además del palo de tinte y el chicle, otros productos no maderables aprovechados son la palma camedor (*Chamaedorea elegans*; SEMARNAT, 2007), guano (*Sabal spp.*) y en menor escala la pimienta gorda y las semillas de cedro y caoba con valores poco representativos. La figura 3 muestra la baja producción de chicle en los últimos 20 años, pero se observa volúmenes considerables de guano y palma camedor, destinados básicamente para el sector turístico de la península de Yucatán.

En la actualidad, el aprovechamiento forestal maderable del Estado se limita a productos como carbón, escuadría, chapa y triplay, postes, durmientes y volúmenes mínimos de especies preciosas. Aunque el carbón se considera un producto con una tendencia al alza, debido a la gran demanda del mismo; no se han liberado ampliamente los permisos de aprovechamiento, debido a que podría generar una nueva deforestación de las selvas (figura 4).

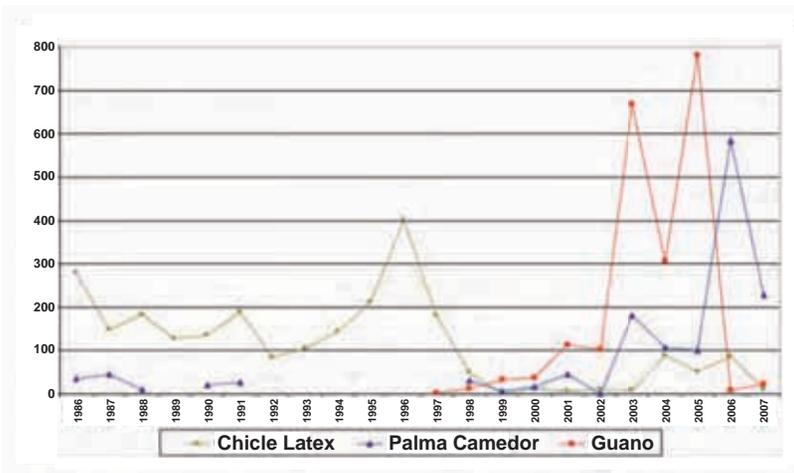


Figura 3. Aprovechamiento forestal no maderable del estado de Campeche (toneladas) 1986-2007. Fuente: SEMARNAT, 2007.

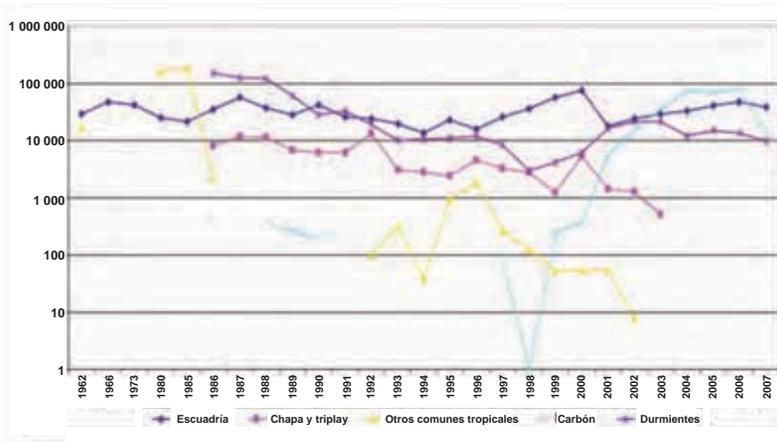


Figura 4. Aprovechamiento forestal maderable del estado de Campeche (m³r) entre 1962 y 2007. Fuente: Elaboración propia con datos de: Gobierno del estado de Campeche, 1963,1980; SEMARNAT, 2007.

El volumen total de la producción maderable muestra una clara tendencia a la baja; con excepción del carbón que pasó de una tonelada en 1998 a más de 80 mil toneladas en el 2006, como cifra oficial.

Esta tendencia se explica por la reducción de las áreas de aprovechamiento, la aplicación de la Ley Forestal y de Protección al Medio Ambiente, pero también por el aprovechamiento indiscriminado que han sufrido las selvas y la política conservacionistas del Estado, al decretar áreas naturales protegidas, con el propósito de proteger y restaurar las selvas y ecosistemas de gran valor. Tal es el caso del principal macizo forestal mejor conservado, que se localiza en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, así como en las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica Balam-Kin y Balam-Kú; que junto con la Reserva de la Biosfera Los Petenes, buscan ser un corredor natural que conecte el sur con el norte del Estado.



Foto: Griselda Escalona, ECOSUR.

El deterioro de los ecosistemas naturales del estado de Campeche durante los últimos dos siglos resulta evidente e impacta directamente en la disponibilidad de recursos forestales. Actualmente, las estrategias de aprovechamiento están dando un giro importante hacia el aprovechamiento forestal no maderable, principalmente, el pago por servicios ambientales y turismo alternativo de bajo impacto –que si bien son muy pocos los casos exitosos– el Estado tiene un gran potencial, que complementado con acciones de conservación, restauración, educación ambiental y políticas públicas acordes a las condiciones locales, será posible alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.



Foto: Víctor Kú, ECOSUR.

REFERENCIAS

- Acopa D., y E. Boege, 1999. Las selvas mayas en el sur de Campeche, México. Experiencias en la construcción de la forestería social en Calakmul. p. 120-135. En: R.B. Primack, D. Bray, y H.A. Galletti, y I. Ponciano (eds.) La Selva Maya: Conservación y Desarrollo. Siglo XXI editores, S. A. de C. V.
- Dzib C. U., 2003. Los gobiernos posrevolucionarios de Campeche (1931-1961). p.77-313. En: De la revolución a la época moderna. 1911-1961; Tomo IV de la enciclopedia histórica de Campeche, Campeche. Gobierno del Estado (primera reimpresión).
- Dzib C. U., 2007. Chicle, madera y ferrocarril en la colonización de las selvas del sur. p. 22-30. En: Aulas Instituto Campechano Septiembre –Octubre 2007. Cuarta época.
- Ferré D.R., C.E. Pino, y B.C. Vadillo, 1997. Calakmul: volver al sur Gobierno del Estado Libre y Soberano de Campeche, 1997. p. 168-170. En: D.R. Ferré y T.D. Velásquez. Geografía y Sociedad en el Bosque Tropical de la Península de Yucatán. Multi-impresos Campeche. 283 p.
- Galletti H.A., 1992. Aprovechamientos e industrialización forestal desarrollo y perspectivas. p. 101-153. En: D. César, A. Navarrol y S. Amiz (eds). Quintana Roo: Los retos del fin de siglo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Chetumal, Quintana Roo, México. Gobierno del Estado de Campeche. 1963. Segundo informe de actividades. Lic. C. José Ortiz Ávila del 8 de Agosto de 1962 al 6 de Agosto de 1963. Gobierno del Estado de Campeche.
- Gobierno del estado de Campeche, 1963. Segundo informe de actividades. Anexo Socioeconómico. Lic. José Ortiz Ávila, enero de 1963. Gobierno del Estado de Campeche.
- Gobierno del estado de Campeche, 1980. Primer informe del gobierno del estado de Campeche 7 de agosto de 1980 Ing. Eugenio Echeverría. Gobierno del Estado de Campeche.

González A., 1992. Los bosques de las tierras mexicanas: La gran tendencia. *El Cotidiano*, 48: 3-6.

Jiménez L.G., 1951. El Chicle, su explotación forestal e industrial. Imprenta Manuel Casas C. México. p. 79 -80.

Konrad H. W., 1991. Capitalism on the tropical-forest frontier: Quintana Roo, 1880s to 1930. p.143-171. In: J. Brannon and G. Joseph (eds). *Land, Labor, and Capital in Modern Yucatan*. University of Alabama Press.

Primack B.R., D. Bray, H.A. Galletti H.A. y I. Ponciano, 1999. La selva maya conservación y desarrollo. p. 120-123. En: D. Acopa y E. Boege. *Las selvas en el sur de Campeche, México. Experiencias en la construcción de la forestería social en Calakmul*. Siglo XXI editores.

SEMARNAT, 2007. Cuadros estadísticos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Vadillo L.C., 1994. La región del palo de tinte: El partido del Carmen, Campeche 1821–1857. Fondo Estatal para la Cultura y las Artes Campeche. 186 p.

Vadillo, L.C., 2001. Los chicleros en la región del Laguna de Términos Campeche 1890-1947. Universidad Autónoma del Carmen. Ciudad del Carmen, Campeche, México. Primera edición. 444 p.

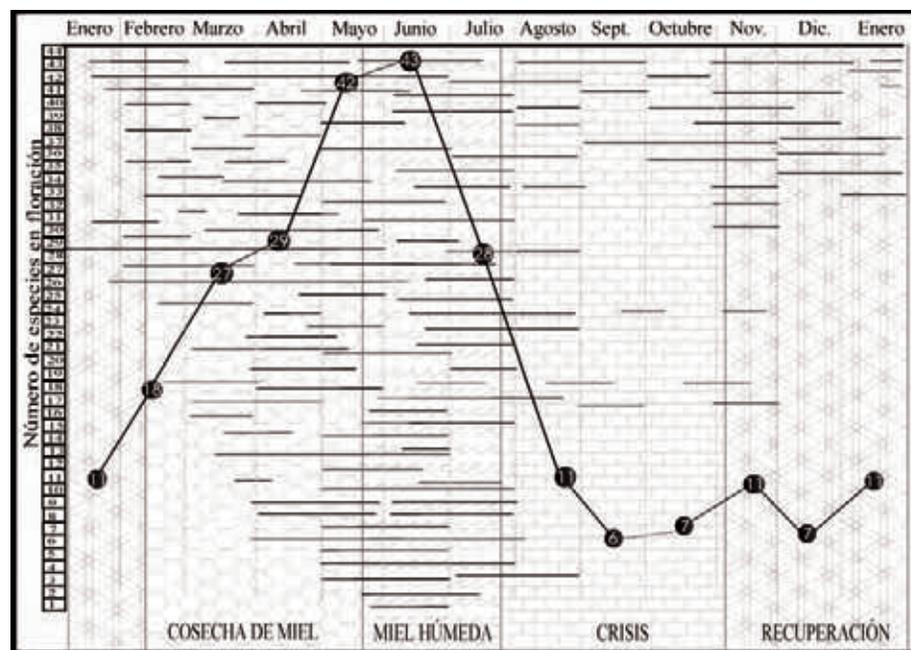
Estudio de caso: flora melífera de Campeche

Luciana Porter Bolland

Los diferentes ecosistemas del estado de Campeche brindan a la sociedad un gran número de bienes y servicios. Entre ellos, sobresale el papel que juega la flora melífera y polinífera para la actividad apícola, la cual destaca por su importancia en los mercados nacionales e internacionales (Santos, 2006). Al cumplir un papel importante como actividad económica para el sector rural, un amplio porcentaje de pequeños productores en Campeche dedica parte de su tiempo a la apicultura y contribuye significativamente a la economía familiar (Echazarreta *et al.*, 1997; Güemes y Pat, 2001; Güemes *et al.*, 2003; Porter-Bolland *et al.*, 2007). Diversos autores han indicado que la importancia de esta zona como productora de miel se debe no sólo a la tradición heredada desde los tiempos prehispánicos de cuidar abejas; pues ha sido parte del sistema de manejo de recursos naturales desde tiempos inmemoriales; sino también por la exuberante flora apibotánica existente en la región (Rico-Gray *et al.*, 1991; Guzmán-Novoa, 1996).

De esta forma, muchos de los ecosistemas que conforman el paisaje de Campeche, incluidas las selvas altas, medianas y bajas en sus

Figura 1. Épocas dentro del ciclo apícola según el número de especies melíferas y poliníferas de cada mes en La Montaña, Campeche, México. Los periodos identificados son: 1. Periodo de cosecha de miel, 2. Época de miel húmeda, 3. Época de crisis y 4. Época de recuperación. Las líneas horizontales representan la fenología de floración de las diferentes especies (Tomado de Porter-Bolland, 2003).



diferentes estados sucesionales y otros sistemas naturales, así como también los sistemas agrícolas, sobresaliendo los diversos sistemas agroforestales mayas que aún perduran hoy en día, dan lugar a una oferta de recursos melíferos y poliníferos que se ha sabido aprovechar para la producción de miel. En esta sección hacemos mención de la riqueza apibotánica del estado de Campeche, basados en las colectas depositadas en el herbario UCAM del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche, para las que se ha registrado su uso como melífera y polinífera. También nos basamos en un trabajo realizado para la zona de La Montaña en el municipio de Hopelchén, donde se realizó investigación sobre la flora melífera y su relación con el ciclo apícola (Porter-Bolland, 2001, 2003) (figura 1).

La lista de especies melíferas y poliníferas registradas para el estado de Campeche es de por lo menos 146, provenientes de 101 géneros y representando 35 familias (CD anexo). Estas especies incluyen árboles, arbustos, trepadoras, trepadoras leñosas y plantas anuales que se encuentran en diferentes tipos de vegetación. Algunas de estas especies son de importancia agrícola y muchas de ellas también se encuentran en los solares y otros agroecosistemas representativos de la región, los cuales sobresalen por su diversidad de especies de usos múltiples. La mayoría de las especies son nativas, aunque algunas exóticas han venido a formar parte de las comunidades vegetales, sobre todo en los agroecosistemas, por lo que se incluyen en la lista de flora apibotánica.

De las familias mencionadas, la Fabaceae es la que, por mucho, contribuye con el mayor número de géneros y especies, siendo estos 26 y 43, respectivamente. La Euphorbiaceae es la siguiente familia en importancia, contribuye con cinco géneros y 13 especies. En tercer lugar está la Sapindaceae, de la que se han identificado seis géneros y ocho especies. Las familias que contribuyen con menos de ocho especies pero más de cuatro son (en orden de importancia): Rubiaceae, Polygonaceae, Sapotaceae y Asteraceae. Veintiocho familias contribuyen con cuatro o menos especies (12 con sólo una especie). Cabe mencionar que familias como la Asteraceae pueden estar subrepresentadas en la muestra, pues las colectas se han enfocado en árboles o especies leñosas.

La importancia de cada una de las especies como recurso para las abejas varía tanto en función de su distribución y abundancia como en la cantidad y calidad del néctar y del polen de cada una de las especies (Roubik, 1991). Sin embargo, lo importante para los polinizadores generalistas, como las abejas, no son las especies por sí mismas, sino el conjunto de especies que conforman el paisaje “planta-polinizador”. Este paisaje, según Bronstein (1995) está determinado tanto por la fenología de floración de las especies como un conjunto, como por los hábitos de pecoreo, o sea, los hábitos de las abejas para obtener el néctar, polen y los demás recursos que requieren, así como por las preferencias alimenticias de los polinizadores. Por lo mismo, todas las especies identificadas como melíferas y poliníferas cumplen un papel importante.

Según un estudio realizado por Porter-Bolland (2003), en función de la fenología de floración y las actividades que se llevan a cabo para el manejo de las colmenas, el ciclo apícola se divide en cuatro estaciones: época de cosecha, época de miel con alta humedad, época de crisis y época de recuperación. Estas estaciones están en función de la

disponibilidad de recursos para las abejas y los factores ambientales (*i.e.*, temperatura y precipitación). Así, la época de cosecha se lleva a cabo en la temporada seca cuando muchas especies están en floración (aproximadamente de principios o mediados de febrero a mayo o junio). La época de miel con alto contenido de humedad comienza después de las lluvias, cuando la mayor proporción de especies presenta su floración. La miel producida se considera de baja calidad por tener un alto grado de humedad (mayo y junio, aproximadamente). Posteriormente se efectúa el periodo de crisis, cuando se incrementa la humedad en el ambiente y todas las especies terminaron su floración, resulta difícil que las abejas encuentren recursos y, muchas veces los apicultores alimentan artificialmente a sus colmenas para que éstas no migren en busca de recursos (de agosto a noviembre, aproximadamente). Finalmente, durante la transición a la época de secas (aproximadamente de noviembre a enero o principios de febrero), se presenta un aumento en la floración que para las abejas representa el periodo de recuperación. Este patrón varía de zona en zona, pero en general describe los patrones de la entidad en general.

La actividad apícola en el estado de Campeche se beneficia de la diversidad de especies encontradas en sus diferentes ecosistemas y agroecosistemas. Este beneficio se refleja tanto en la economía de las familias y comunidades, como en la economía del Estado, por ser un producto generador de divisas. Además, la mayoría de las especies que conforman la flora apícola son importantes por presentar usos diversos, algunos comerciales y otros importantes para las familias (Porter-Bolland *et al.* 2009). Esta riqueza es parte del legado biológico y cultural con el que cuenta el estado, además de presentar un gran potencial para su desarrollo, al impulsar aquellas actividades compatibles con la apicultura y la meliponicultura.

Referencias

- Bronstein J. L., 1995. The plant-pollinator landscape. p. 257-288. In: L. Hansson, L. Fahrig, y G. Merriam, (eds.). Mosaic landscapes and ecological processes. Chapman and Hall, London.
- Echazarreta C. M., J. J. G. Quezada-Euan, L. M. Medina, y K. L. Pasteur. 1997. Beekeeping in the Yucatan peninsula: development and current status. *Bee World*, 78(3):115-127.
- Güemes Ricalde F.J., y J.M. Pat Fernández, 2001. Problemática actual de la apicultura en el estado de Campeche. *Tribuna*: 4-5.
- Güemes R. F. J., C. Echazarreta G., R. Villanueva G., J. M. Pat, y R. Gómez. 2003. La apicultura en la Península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. *Revista Mexicana del Caribe*, 8(16):117-132.
- Guzmán-Novoa E., 1996. La apicultura en México y Centro América. V Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura. Intendencia Municipal de Soriano, Central Apícola Cooperativa Calmer. Mercedes, Uruguay.
- Porter-Bolland L., 2001. Landscape Ecology and Apiculture. PhD Thesis. University of Florida, Gainesville, Florida. 184 p.
- Porter-Bolland L., 2003. La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mexican Studies/Estudios Mexicanos* 19 (2): 303-330.
- Porter-Bolland, L., E. A. Ellis, V. E. Espejel G., y J. T. Montoy Koh, 2007. Caracterización del paisaje y su aprovechamiento por las comunidades rurales en la región de La Montaña, Hopelchén, Campeche. Instituto de Ecología, A. C., Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BJO13. México D. F. 38 p.

- Porter-Bolland L., M. E. Medina A., J. A. Montoy K., P. Montoy K., G. Martin E., y G. May, 2009. Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Ver., México. 322 p.
- Rico-Gray V., A. Chemas, y S. Mandujano, 1991. Uses of tropical deciduous forest species by the Yucatecan Maya. *Agroforestry Systems*, 14:149-161.
- Roubik, D. W., 1991. Aspects of Africanized honey bee ecology in tropical America. p. 259-281. In: M. Spivak, D. J.C. Fletcher y M. D. Breed, (eds.). The African honey bee. Boulder Westview.
- Santos, 2006. La miel mexicana continúa posicionándose en el mercado europeo. Trade Links. *Lazos Comerciales*, 4(3):2-3.



Foto: José del C. Puc Cabrer, ECOSUR.

Estudio de caso: conservación y aprovechamiento del Guayacán en el estado de Campeche

*Leonel López-Toledo, Mariana Martínez
y Miguel Martínez-Ramos*

El “Guayacán” (*Guaiacum sanctum* L., Zygophyllaceae) es un árbol de hasta 30 m de altura y 70 cm de diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP). Su copa es dispersa y con follaje discontinuo. Las flores son de color azul-morado con estambres amarillos, lo que hace al Guayacán muy vistoso en la época de floración (febrero-mayo). Los frutos son de 1.5 a 2 cm de largo de color amarillo-naranja. Las semillas son de aproximadamente 1 cm de largo, negras o pardo-oscuras recubiertas por una llamativa capa carnosa (arilo) de color rojo (Chavarria *et al.* 2001; Grow y Schwartzman, 2001) (figura 1).

El Guayacán se distribuye desde Florida en Estados Unidos hasta Costa Rica y en algunos países del Caribe (CITES, 2000; Chavarria *et al.*, 2001; Grow y Schwartzman, 2001). En México se distribuye en Oaxaca, Chiapas, Yucatán, Quintana Roo y Campeche. En este último, en las Reservas Balam-Kin y Balam-Kú, en las ampliaciones forestales de los ejidos Pich, Chencoh, Constitución, Xbonil, Centenario, Silvituc, Conhuás y en la Reserva de la Biosfera Calakmul se pueden encontrar poblaciones con 200 a 1 000 árboles con un DAP \geq 1 cm por hectárea y con una gran cantidad de plántulas y árboles juveniles (López-Toledo, 2008) (figura 2).



Foto: Leonel López-Toledo, Universidad de Aberdeen (Reino Unido).

Figura 1. Vista de un árbol de Guayacán, con detalle del tronco, flores, semillas y frutos.

En las selvas bajas y medianas (*sensu* Miranda y Hernández-X, 1963) de Campeche, *Guaiacum sanctum* es una especie ecológicamente importante tanto en número de individuos como en biomasa (López-Toledo, 2008). Se estima que un árbol requiere de 350 a 400 años para desarrollar un tronco con 35 cm de DAP, por lo que se considera que estos árboles representan un importante almacén de carbono. Así, considerando la gran abundancia, la amplia distribución y la elevada biomasa de *G. sanctum* en Campeche, es esperable que su papel en funciones ecológicas tales como fijación y almacenamiento de carbono, flujo de nutrientes y agua, conservación de suelo y provisión de recursos alimenticios para la fauna, sean muy importantes. Por ejemplo, se sabe que muchas especies de aves y mamíferos se alimentan de los frutos/semillas del Guayacán o que utilizan a este árbol como sitios de percha, anidamiento o protección (Weldeken y Martín, 1987). A juzgar por su tipo de flores y masiva floración es probable que *G. sanctum* sea también un recurso muy importante para la comunidad de polinizadores.

Al Guayacán se le atribuyen propiedades medicinales y fue intensamente explotado para su uso como anti-inflamatorio, diurético y laxante, contra la gota, la neuralgia, el reumatismo, la tonsilitis y la sífilis (Gifford, 1939; CITES, 2000). La madera del Guayacán se ha usado en la construcción de durmientes de ferrocarril, para horcones de casas o postes y en la fabricación de artesanías. El aserrín se emplea en la fabricación de repelentes de mosquitos. Los desechos de la industria maderera se utilizan para la preparación de una bebida alcohólica en Alemania. La industria naviera aporta recursos económicos por importantes a las madereras, ya que se emplea en la producción de algunas piezas de barcos.

En el estado de Campeche, el aprovechamiento industrial de la madera del Guayacán fue esencial durante los años 1960-1990 con un importante mercado en países de Europa, Asia y Norteamérica. Esta madera se extraía principalmente de los municipios de Campeche,

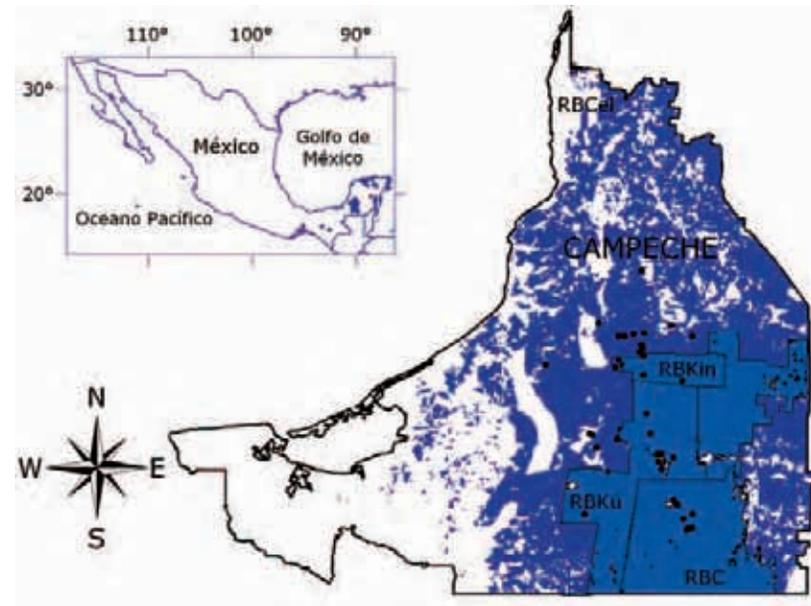


Figura 2. Distribución del Guayacán en México y a detalle en el estado de Campeche. Los puntos indican localidades de colecta. En color azul oscuro se representa el área de distribución en el año 2000 y en azul claro la superficie que se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida (RBC=Reserva de la Biosfera Calakmul, RBKin= Reserva Balam-Kin, RBKú=Reserva Balam-Kú y RBCel= Reserva de la Biosfera Celestún). La distribución fue modelada en base a un modelo de nicho ecológico con el programa GARP (Anderson y Martínez-Meyer, 2004).

Hopelchén y lo que hoy es Calakmul. A partir de 1990, el mercado del Guayacán ha declinado hasta llegar a comercializarse sólo un 10-15% de los volúmenes de exportación originales (CITES, 2000, Salmon, com. pers.). Esta caída se debió a la sustitución de la madera por piezas de plástico (CITES, 2000).

El aprovechamiento forestal del Guayacán ha sido muy importante para la economía de familias y comunidades ejidales poseedoras del recurso. Así, en el Ejido Pich alrededor de 260 ejidatarios o residentes tienen una fuente económica directa o indirecta del aprovechamiento del Guayacán.

Debido a una intensa explotación pasada y a la pérdida de su hábitat (provocada por el cambio de uso del suelo), las poblaciones de Guayacán han sufrido fragmentación, reducción severa en su distribución geográfica y la extracción de los árboles de mayor talla. Por ello, la especie se encuentra catalogada como una especie amenazada en once países y, en México se encuentra listada como una especie “Bajo Protección Especial” (CITES, 2000; SEMARNAT, 2002; IUCN, 2007).

La deforestación y la fragmentación de bosques representan los factores de riesgo más importantes para la persistencia de las poblaciones de Guayacán, especialmente en los estados de Oaxaca, Chiapas y Yucatán. Para el caso de Campeche, podemos decir que la especie presenta, en términos generales, un buen estado de conservación. Sin embargo, en el Estado también existen riesgos por la conversión de las selvas a los sistemas agropecuarios. Por ejemplo, algunos ejidos con poblaciones de Guayacán, han vendido sus tierras a particulares, cuya visión es reemplazar el bosque por campos agrícolas, praderas ganaderas o plantaciones forestales.

En nuestro análisis encontramos que en Campeche la fragmentación de selvas con presencia de Guayacán ha sido muy importante, lo que ha creado remanentes pequeños de selva (<100 hectáreas) susceptibles a la degradación del hábitat y a largo plazo a la pérdida del mismo. La fragmentación puede provocar problemas de pérdida de variabilidad

genética y de vulnerabilidad demográfica, por lo que compromete la persistencia de poblaciones a largo plazo.

Actualmente, la intensidad con que se efectúa el aprovechamiento forestal del Guayacán en el estado de Campeche parece no ser un problema para su conservación, pues ha perdido importancia comercial y sus usos locales son menores. Alrededor del 14% de la superficie de distribución de *G. sanctum* en México se encuentra protegido, Campeche cuenta con la mayor proporción (85%).

Resulta importante contar con el ordenamiento ecológico que ayude a la planeación y a la toma de decisiones sobre el avance agrícola, ganadero y de asentamientos humanos. Asimismo, los proyectos de desarrollo que impliquen el cambio de uso de suelo en áreas con bosques de Guayacán, deben de cumplir adecuadamente con los estudios requeridos y ser cuidadosamente evaluados para la conservación de la especie. Así áreas de selva que sean parte de un corredor biológico, con una riqueza de especies importante y la presencia de *G. sanctum*, deben de considerarse de gran valor y prioritarias para la conservación. Asimismo, se debe aumentar el nivel de protección y vigilancia de las áreas naturales con categoría estatal.

La gran variación espacial de las poblaciones de *G. sanctum* en Campeche indica que la propuesta de manejo forestal debe sustentarse en una intensa evaluación de la disponibilidad del recurso. Los estudios demográficos indican que una cosecha de un 40 a 60% de los árboles adultos (con más de 35 cm de DAP) cada 20 años no produce impactos negativos sobre la persistencia futura de las poblaciones aprovechadas, siempre y cuando se reduzcan al mínimo los daños a los árboles pequeños no comerciales (tallos de 1 a 25 cm DAP). Este daño mínimo implica no causar la muerte a más del 8% de los árboles pequeños por la actividad de extracción forestal, lo que implica tener buenas estrategias de tala y de construcción de brechas (López-Toledo, 2008). Cualquier aprovechamiento forestal de Guayacán debe de considerar estos antecedentes.

En México, el Guayacán se encuentra en la categoría de “protección especial”, aunque usando el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres (SEMARNAT, 2002) encontramos que la especie a nivel nacional se considera especie amenazada, especialmente en poblaciones de Oaxaca, Chiapas y Yucatán. Resulta importante promover la ampliación de áreas protegidas o de nuevas reservas y llevar a cabo una concientización de conservación entre comunidades en las que *G. sanctum* está presente.

La distribución actual de *Guaiacum sanctum* en México y especialmente su abundancia en el estado de Campeche representan una posibilidad excepcional de conservación y aprovechamiento de esta especie de singular belleza y gran importancia ecológica y biológica para el beneficio y gozo de la actual y de las futuras generaciones.

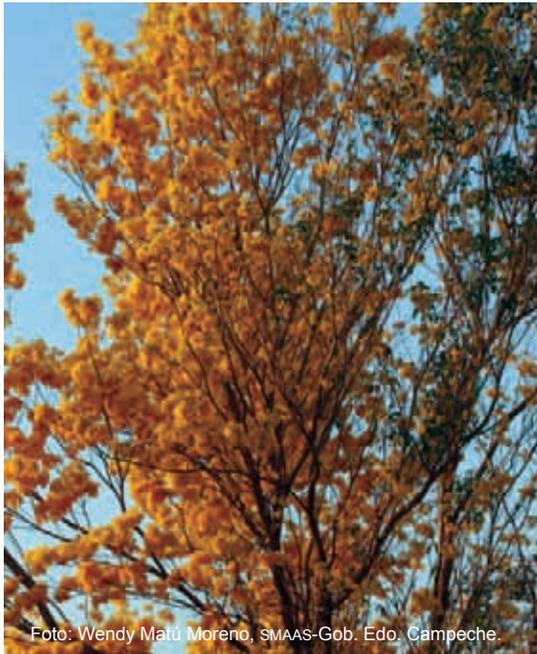


Foto: Wendy Matú Moreno, SMAAS-Gob. Edo. Campeche.

Referencias

- Anderson R.P., y E. Martínez-Meyer, 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, 16: 167-179.
- CITES, 2000. Proposal to transfer *Guaiacum sanctum* from App II to App I. 11 meeting of the Conference of the Parties. Nairobi, Kenya.
- Chavarría U., J. González, y N. Zamora, 2001. Árboles comunes del Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. MINAE-INBIO, San José. 210 p.
- Gifford J., 1939. *Lignum vitae*, the tree of life. *The Scientific Monthly* 49: 30-32.
- Grow S., y E. Schwartzman, 2001. A Review of the taxonomy and distribution of the Genus *Guaiacum* in Mexico. XI Meeting of the CITES Plants Committee, Langkawi. 34 p.
- López-Toledo L., 2008. A conservation assessment of endangered tropical tree species: *Guaiacum sanctum* and *G. coulteri* in Mexico. PhD Thesis. University of Aberdeen-United Kingdom. 140 p.
- 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.
- SEMARNAT, 2002. 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. Diario Oficial de la Federación (6 Marzo 2002). 85 p.
- Weldeken P. W., y R.F. Martin, 1987. Avian consumption of *Guaiacum sanctum* fruit in the arid interior of Guatemala. *Biotropica*, 19: 116-121.

Estudio de caso: usos y beneficios ecológicos, económicos y sociales que proporcionan los ecosistemas de manglar en el estado de Campeche

Claudia M. Agraz-Hernández

Los humedales comprenden diversos ambientes tanto naturales, como artificiales que se caracterizan por estar permanente o temporalmente inundados por agua dulce, salobre o salina. Asimismo, algunos se encuentran en áreas marinas que no exceden los seis metros de profundidad (con respecto al NMM RAMSAR, 1971). Bajo esta definición quedan comprendidos los manglares, localizados en zonas tropicales y subtropicales. Desde 1975 se les ha considerado como uno de los ambientes más productivos de la Biosfera (Whittaker y Linkens, 1975). Por ende, poseen elementos relevantes para el sustento de los grupos de poblaciones establecidos alrededor de la línea costera. Además, los manglares son importantes para el desarrollo integral de la zona costera y el desarrollo de la cadena alimenticia en los mares, a través de la exportación de sus nutrientes.

Los principales usos y beneficios que proporcionan los ecosistemas de manglar pueden ser agrupados en:



Foto: Claudia Agraz, Centro EPOMEX-UAC.

Uso activo indirecto de tipo ambiental

a) como sistemas naturales que funcionan en el control de inundaciones, barreras contra huracanes e intrusión salina (Mazda *et al.*, 1997); control de erosión, protección de costas, estabilización de los procesos de acreción y sedimentación (formación de turbas); b) como eficientes biofiltros a través de la remoción de nutrientes, metales pesados, herbicidas y plaguicidas; c) como refugio de flora y fauna silvestre incluyendo especies en peligro de extinción, endémicas y migratorias, como hábitat de apoyo a pesquerías al ser zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines; además de considerarse como un banco de genes; d) prevé la formación de suelos ácidos y establece los microclimas; e) contribuye a mantener sistemas y procesos naturales como respuesta a cambios en el nivel del mar; f) funciona como un excelente evapotranspirador, supliendo significativamente la humedad atmosférica, convirtiendo esta humedad en una fuente de enfriamiento natural para las comunidades aledañas.

Uso activo indirecto de tipo ecosistémico

a) funcionan como trampa de carbono, por lo que se consideran sistemas altamente eficientes para la mitigación del efecto del calentamiento global asociado al cambio climático y b) fijación de nitrógeno.

Uso activo directo de tipo extractivo

a) como fuente de energía, proporcionan material para construcción, extracción de sales y taninos (tinción, curtiembre, desinfectantes y astringentes) y otros tintes e incluso alimento; las hojas y corteza del árbol son utilizadas en la medicina tradicional (Agraz Hernández *et al.*, 2007) (tabla 1).



Foto: Claudia Agraz, Centro EPOMEX-UAC.

Uso pasivo directo

a) como significado cultural y educativo; b) sitios de valor estético y recreativo; c) protección de hábitat; d) mantienen una fuerte interacción con las praderas de pastos marinos, y arrecifes de coral desde un punto de vista ecológico, biológico-pesquero e hidrológico; manteniendo con ello ciclos vitales de diversos organismos marinos que requieren del acoplamiento de los ecosistemas manglar-laguna-pastos marinos-corales (tabla 1).

Todos estos son bienes y servicios que se pueden medir en términos monetarios para un mejor manejo del recurso (Sanjurjo, 2001). Turner (1991) definió a partir de la diversidad de especies de crustáceos y peces la correlación inversamente proporcional que éstos presentan entre los manglares y praderas de pastos marinos durante sus estadíos

Tabla 1. Usos tradicionales de cuatro especies de árboles de mangle por la comunidad del estado de Campeche.

Especie	Parte del árbol	Identificación regional	Uso	Preparación	Beneficios	
<i>Rhizophora mangle.</i>	Punta de la raíz adventicia.	Punta de los zancos.	Remedio diarreico.			
	Corteza y hojas.	Cáscara y hojas.	Curtir pieles.	Cocción.		
			Anginas, infecciones por hongos, antisépticos, diarreicos, elefantiasis, disentería, leprosis, plasmas para fracturas de huesos, tuberculosis, dolor de muelas.	Cocción.		
<i>Laguncularia racemosa.</i>	Corteza.		Calmante.			
			Hornear pan.	Incineración con piedra cárstica.		
<i>Avicennia germinans.</i>			Calentamiento de calderas de los alambiques en fabricas de licor.*			
<i>R. mangle.</i>	Troncos.		Construcción de viviendas de pescadores.	Directo.		
				En <i>A. germinans</i> la madera se entierra en la turba durante un par de meses.		
			Ahumado de pescado.	Carbón.		
			Marcado de trampas y canales de navegación de embarcaciones menores.			
			Calentamiento de piedra cárstica.	Elaboración de cal.		
			Bosque.	Biofiltro.	Filtración de aguas negras.	
<i>L. racemosa.</i>	Madera hueca.		Jabón.		500 rajas/\$80 pesos.	
	Ramas de 2.5 in	Barras.	Palancas para embarcaciones menores.		\$100/leña.	
	Madera.	Tronco.	Elaborar cal por combustión de la madera.			
			Fabricación de cayucos con capacidad de 3 personas.			
			Fabricación de piraguas con capacidad de 1 personas.			
	Corteza.	Corteza.	Para cicatrizar heridas.	Sancochado.		

* Utilizado en las fábricas El Arco y Gomancindo Pavón, San Francisco de Campeche. Campeche; ** Armada de Estados Unidos de América (1985) información para el Golfo de México La información que se presenta en la tabla fue recabada mediante encuestas con las comunidades ribereñas del estado de Campeche (Agraz Hernández y Arceo Gómez, 2008).

Tabla 1 (continuación). Usos tradicionales de cuatro especies de árboles de mangle por la comunidad del estado de Campeche.					
Especie	Parte del árbol	Identificación regional	Uso	Preparación	Beneficios
<i>A. germinans.</i>	Corteza y hojas.	Cascara y hojas.	Incontinencia, reumatismo, dolor de pecho y úlceras en la boca.	Cocción.	
<i>Conocarpus erectus.</i>			Fiebre, malaria, gonorrea, control de hemorragia.		
	Planta.		Dolor de cabeza.	Plasma.	
	Hojas.		Evacuaciones.	Cocimiento.	
	Raíz.		Reumatismo.	Infusión.	
			Testículos inflamados.	Infusión.	
** Bosque de mangle (mixto o mono-específico de cualquier tipo fisonómico).			Control de inundación Sistema de absorción de bióxido de carbono.		

* Utilizado en las fábricas El Arco y Gomancindo Pavón, San Francisco de Campeche. Campeche; ** Armada de Estados Unidos de América (1985) información para el Golfo de México La información que se presenta en la tabla fue recabada mediante encuestas con las comunidades ribereñas del estado de Campeche (Agraz Hernández y Arceo Gómez, 2008).

juveniles. En diversos países se ha calculado un valor económico y ecológico en beneficios directo e indirecto de los manglares entre los \$10 000 a \$125 000 dólares por hectárea, como es el caso de nuestro país, en la península de Yucatán y en particular del estado de Quintana Roo.

En el estado de Campeche se han registrados los usos que la comunidad le da a los árboles de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.

El deterioro y la fragmentación de los ecosistemas costeros, al igual que la pérdida de su biodiversidad, son algunos de los problemas más graves de México. En el caso de los manglares de México existen pocas evidencias del paso efectivo para detener el deterioro por diversas actividades antrópicas y eventos naturales, aunado al desconocimiento del recurso. Tal es el caso de la sobreexplotación de madera en sus diferentes especies de mangle, que ha afectando su estructura y fun-

cionalidad, e incluso en algunos lugares hasta en un 100%. Se atribuye principalmente al aprovechamiento de la madera para la producción de leña y carbón: material de construcción de las viviendas rurales, fabricación de artes de pesca y embarcaciones menores, en la elaboración de puntales para la locomoción de pequeñas embarcaciones y extracción de taninos para curtir y teñir pieles. Como consecuencia de la sobreexplotación se han afectando en forma indirecta, especies de importancia comercial y la economía de los comunidades ribereñas; ya que por cada hectárea que se deforesta se pierden aproximadamente 767 kg.año⁻¹ de pesca de camarón y peces comerciales (basado en la estimación realizada por Turner, 1991).

Por ello, se ha establecido como estrategias para mejorar el plan de manejo en los ecosistemas de mangle, el restablecer e incrementar la cobertura vegetal, al igual que mejorar las condiciones ambientales, mediante programas de restauración y rehabilitación. Sin embargo,

el costo es altamente variable y oneroso, ya que depende, sobre todo, de diversos factores locales: costo de la mano de obra, características del sitio (su accesibilidad, tamaño y calidad), la cercanía de las áreas para colecta de propágulos, producción en viveros, tipo de material biológico a utilizar, costo de los materiales para la construcción y operación del vivero; colecta de propágulo y plántulas, densidad de siembra; así como el grado de mortalidad que se obtenga durante la producción de plántulas en vivero y/o extracción para la reforestación in situ o durante la siembra. Además que los programas de restauración para bosques de mangle requieren de una cuidadosa planeación que implique un conocimiento en detalle de los espacios disponibles de zonas de mareas, estudios hidrológicos del sistema estuarino adyacente, patrón e intensidad de oleaje, clasificación y química del agua intersticial y sedimentos, microtopografía, así como presencia o ausencia de contaminantes.

A nivel internacional, el costo de reforestación varía desde \$1 140 hasta USD\$ 6 545 por ha⁻¹ (Pulver, 1976), dependiendo del tipo de material que se utilice: propágulo o plántulas, densidad de reforestación (entre plántula y plántula) e incluso en algunos casos puede llegar a ser de hasta los USD\$ 12 500 dólares.ha⁻¹ al utilizar árboles (Lewis, 1979). Donde los costos por plántula a nivel internacional varían desde USD\$ 0.5 a 4.5 por ha⁻¹ (Pulver, 1976; Brisbane, 1980 y Saenger, 1996). En el caso de México, existen pocos programas de restauración y es poca la información que se tiene, estimándose valores de USD\$ 0.74 a USD\$ 0.8 dólares por producción de plántula. En programas de restauración donde se han aplicado acciones hidrológicas, producción de plántulas en vivero y la reforestación, se aplicó un costo de USD\$ 12 840 a 68 469 por ha⁻¹ (Benítez Prado, 2003; Agraz Hernández *et al.*, 2004 y 2009).



Foto: Claudia Agraz, Centro EPOMEX-UAC.

De tal forma resulta imprescindible ampliar y actualizar el conocimiento sobre la biodiversidad y el estado de conservación de los ecosistemas críticos o de aquellos que tengan asociadas poblaciones de especies en riesgo prioritarias, clave o sujetas a manejo y aprovechamiento. Además que en áreas naturales protegidas costeras, debe considerarse como prioritario, proponer y desarrollar estrategias de conservación, manejo, rehabilitación y restauración. Así como, establecer programas donde la comunidad adopte la conciencia de conservar el bosque de manglar, más que restaurar, ya que debido a su complejidad, se dificulta su restauración y es oneroso.

Referencias

- Agraz Hernández, C.M., J. Osti Saenz, Z. Jiménez, C. García, L. Arana, C. E. Chan, D.L. González, y R. Palomo, 2007. Restauración con manglar: criterios y técnicas hidrológicas, de reforestación y forestación. Universidad Autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal. 132 p.
- Agraz Hernández, C.M., J. Osti Sáenz, C. García Zaragoza, C. Chan Keb, E. Chan Canul, S. Guzman Ledezma, y R. Arana Lezama, 2004. Reforestación y monitoreo de 17.5 ha con manglar al norte de la laguna Términos, Campeche. Comisión Federal de Electricidad. Informe de avances. 230 p.
- Agraz Hernández, C.M., J. Osti Sáenz, C. García Zaragoza, C. Chan Keb, E. Chan Canul, S. Guzman Ledezma, y R. Arana Lezama, 2007. Reforestación y monitoreo de 7.5 ha con manglar al norte de la laguna Términos, Campeche. Comisión Federal de Electricidad. Informe de avances. 130 p.
- Bénitez Prada, D., 2003. Creación de áreas de manglares en Isla de dragados como apoyo potencial a las pesquerías en la Bahía de Navachiste, Sinaloa. México. Universidad Autónoma de Sinaloa y Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, Mazatlán.
- Flores Verdugo, F.J., y C. M. Agraz Hernández, 2002. Los ecosistemas de manglar: su importancia, económica, ecológica y social. p. 51-67. En: A. Laborda Navia. El mar como fuente de moléculas bioactivas. Universidad de León.
- Mazda, Y., M. Michimasa, K. Motohiko, y H. Nguyen, 1997. Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King Delta, Vietman. *Mangroves and Salt Marshes*, 1 (2): 127-135.
- Lewis, R.R., CS. Lewis, W.H. Fehring, y J.A. Rodgers, 1979. Coastal habitat mitigation in Tampa Bay, Florida. U.S. Department of Agriculture, Process. Mitigation Symposium. Colorado State Univ. Ft. Collins, Colorado. .
- Pulver, 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Languncularia racemosa* and *Avicennia germinans* in Florida. Florida Department of Natural Resources No. 22 St. Peterburg, Florida.
- Saenger, P., 1996. Mangrove restoration in Australia: a case study of Brisbane International Airport. p. 36-51. In: C. Field (ed.). Restoration of mangrove ecosystems ISME/ITTO, Okinawa.
- Sanjurjo, R. E., 2001. Valoración Económica del Servicios Ambientales Prestados por Ecosistemas: Humedales en México. Instituto Nacional de Ecología. 45 p.
- Turner, R.E., 1991. Factor affecting the relative abundance of shrimp in Ecuador. p. 12-139. In: S. Olsen, y L. Arriaga (eds.). A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador. Technical report series TR-E-6 Internat. Coastal Resource. Management. Project. University. Rhode Island, Gobierno de Ecuador and USAID.
- Whittaker, R.H., y G.E. Linkens, 1975. The Biosphere and Man. En: H. Lieth y R.H. Whittaker (eds.) Primary productivity of the Biosphere. Springer Verlag. Inc. NY.

Estudio de caso: frutos comestibles de Campeche

Nidelvia del Jesús Bolívar Fernández.

Los frutos tradicionalmente comestibles en Campeche rebasan la centena, entre ellos, resaltan familias como la Sapotaceae, Annonaceae, Caricaceae, Palmae, Anacardiaceae, Sapindaceae, Malpighiaceae, Punicaceae; entre otras, que albergan varias especies con frutos comestibles, tanto para el hombre como para la fauna silvestre. Por ello, este caso de estudio se divide en dos secciones: las familias con mayor número de especies comestibles y las familias con un menor número de especies que son importantes en cuanto al consumo. Para cada especie de fruto se dan las características generales de los frutos.

La amenaza a la biodiversidad del medio rural que representa la agricultura comercial, mediante el uso intensivo del suelo, la siembra de monocultivos y el uso extensivo de fertilizantes, ha sido ampliamente estudiada y documentada, incrementándose con la demanda actual del maíz como materia prima para extraer etanol y con el impacto de los supermercados, que en vez de complementar la oferta local la están reemplazando. Como consecuencia, ciertos productos locales están siendo desplazados, como la calabaza caíta y el melón de milpa en Campeche o el achiote yucateco en Mérida, que han sido reemplaza-

dos por la calabacita italiana, el melón chino y el achiote de Tabasco, respectivamente. Esta situación disminuye el poder de elección del consumidor y pone en peligro la biodiversidad del medio rural, dado que el campesino deja de sembrar un cultivo que no tiene mercado. Por lo mismo, resulta urgente diseñar estrategias de desarrollo sustentable para productos locales, creando nuevos mercados para esta diversidad de vegetales y salvaguardar tanto los usos y costumbres de los pueblos nativos. El primer paso en esta tarea consiste en documentar las especies endémicas, tanto en su caracterización científica, como en sus usos y costumbres. El segundo paso es diseñar estrategias para la creación de nuevos mercados para estimular la demanda de estos productos. Las modificaciones del paisaje realizadas por las actividades económicas que han afectado a la cubierta vegetal en la península de Yucatán, han traído como consecuencia la disminución del hábitat de algunas especies.

En la última década se ha observado que las tendencias apuntan hacia los monocultivos y supermercados nacionales y no está en nuestros manos modificarlas, pero si se pueden diseñar mercados de nicho para los recursos vegetales descritos en esta sección. Uno de estos mercados es el turismo cultural, donde existe interés en el agro-turismo, en la artesanía y también en la cocina tradicional. La promoción de la cocina tradicional en restaurantes, tanto turísticos como locales, tiene la posibilidad de crear una demanda para los recursos vegetales de la localidad. Otros mercados son la de productos orgánicos, productos de alto valor nutritivo, y productos farmacéuticos. La investigación científica tiene la posibilidad de descubrir características que abrirán nuevos mercados para estos recursos de origen vegetal.

Los casos de recursos naturales descritos, distribuidos en territorio campechano, patrimonio natural de los campechanos, tienen en común un uso integral de la planta, lo que permite proponer que las perspectivas de desarrollo del patrimonio natural vegetal se deben

Tabla 1. Familias con un mayor número de especies con frutos comestibles.

Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
<p>Caimito (<i>Chrysophyllum cainito</i> L.)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol de 4 a 8 m de altura de tronco corto recto y corteza marrón, rugosa y fisurada, de follaje verde en la parte superior de las hojas y marrón dorado en la parte inferior, con la copa densa e irregular de hojas alternas. La madera es rosada, ligeramente fibrosa, astringente y con abundante látex blanco. Sus flores son pequeñas de color blanco-purpúreo dispuestas en fascículos axilares. El fruto es una baya subglobosa y carnosa de aproximadamente 8 cm de ancho con 4 semillas, aunque excepcionalmente puede contener más. La superficie del fruto es lisa y de color morado o verde en la madurez, con pulpa jugosa dulce y de sabor agradable (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si un niño de 1 a 10 años consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 15% de sus requerimientos diarios de hierro. Si un niño de un año de edad consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 22% de sus requerimientos diarios de tiamina y 28% de sus requerimientos diarios de vitamina C.</p>
<p>Chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2008).</p>	<p>Los árboles alcanzan 40 m de altura o más y en promedio un metro de diámetro en su tronco. El fruto es una baya carnosa de forma globosa periforme, cónica u ovalada con una o varias semillas, de superficie arenosa y color pardo. Su piel es amarga, la pulpa es de color rojo o café amarillento, de aroma suave y agradable, jugosa, de excelente sabor dulce (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 13% de sus requerimientos diarios de hierro. Y si un niño de un año de edad consume 100g de pulpa, estará adquiriendo el 19% de sus requerimientos diarios de vitamina C.</p>
<p>Kanisté (<i>Pouteria campechiana</i>)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Adquiere particular importancia debido a que en su etimología, <i>Pouteria</i> es la forma latinizada de un nombre nativo y <i>Campechiana</i>, alude a Campeche, de donde la planta es nativa, aunque es importante mencionar que en Campeche este árbol es difícil de encontrar. El árbol se puede describir como siempre verde hasta de 10 m de altura, con corteza grisácea y escamosa. Sus hojas miden de 10 a 30 cm de longitud, con el margen algo ondulado; contiene un peciolo de uno a 3cm de longitud. Son glabras, de color verde oscuro, con flores solitarias o en pequeños grupos en las axilas de las hojas, de color verde y pequeñas. Sus frutos son globosos u ovoides, de color amarillo anaranjado y de hasta 7cm de longitud, con 1 a 4 semillas negras. La pulpa es comestible y de agradable sabor (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Contiene un 75% de humedad, por lo que se considera un excelente alimento en climas cálidos, 18% de carbohidratos lo que le confiere propiedades energéticas, 3.2% de fibra que permite ubicarlo entre los alimentos auxiliares en los procesos digestivos.</p>

Sapotaceae

Tabla 1 (continuación). Familias con un mayor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Sapotaceae	<p>Mamey (<i>Pouteria sapota</i>)</p> 	<p>Es un árbol que puede alcanzar 40 m de altura, el color de su corteza oscila entre el gris - pardo y café. De copa abierta con un tronco central grueso. Contiene hojas de color verde oscuro brillante y duras colocadas en forma de abanico en las puntas de las ramas. El fruto es de forma elipsoidal, con cáliz persistente en la base y restos de pistilos en el ápice, de 8 a 20 cm de largo y de 6 a 15 cm de ancho, llega a pesar en promedio 725 g, puede haber frutos con un peso de más de 2 kg. Su cáscara es dura, rugosa, de color marrón oscuro o rojizo, firme, con un espesor aproximado de 1.5 mm. La pulpa del mamey campechano es de color rojizo a anaranjado y es de sabor dulce y aromático. Contiene de una a dos semillas elipsoides, de 5-7 cm de largo, negras o cafés, lisas y brillantes. También se puede encontrar en Campeche al mamey Santo Domingo (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si un adulto consume 100 g de pulpa del fruto del mamey, estará adquiriendo el 42% de sus requerimientos diarios de hierro, si un lactante (de seis meses) consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo un 10% de sus requerimientos diarios de tiamina y si una mujer adulta consume 100 g de pulpa, estará consumiendo el 10% de sus requerimientos diarios de niacina.</p>
	<p>Tauch (<i>Diospyros digyna</i> Jacq.)</p> 	<p>Sinonimia taxonómica <i>Diospyros ebenaster</i>; el árbol presenta una altura oscilante entre los 6 y 20m y un diámetro promedio de un metro, con el tronco frecuentemente acanalado, ramas ascendentes y luego colgantes, copa redonda y densa. Sus hojas son alternas y siempre verdes, de 10 a 30 cm de largo. Sus flores se presentan solas o en grupos de tres a siete, tubulares, lobuladas, blancas de uno a 1.6 cm de ancho. Sus frutos son de color verde claro y brillante cuando están sazones, ligeramente redondeados, de 5 a 12 cm de ancho, con un cáliz prominente ondulado de 4 lóbulos de 4 a 5 cm de ancho. En la maduración, la delgada y suave piel se vuelve verde olivo y luego verde oscuro. Su pulpa es tipo jalea, café o café muy oscuro, casi negro, suave dulce. En el centro se pueden encontrar de una a 10 semillas cafés, planas de dos a 2.5 cm de largo, pero los frutos a menudo no tienen semillas.</p>	<p>Si una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consume 100g de pulpa de zapote negro maduro, estará adquiriendo entre el 10 y el 28% del requerimiento diario de calcio y entre el 14 y el 26% del requerimiento diario de hierro de su dieta.</p>
Caricáceae	<p>Papaya local <i>Carica papaya</i></p> 	<p>El fruto posee textura suave y forma oblonga, de color amarillo o anaranjado cuando está maduro. Las papayas que se cultivan en Campeche pueden pesar hasta 15 kg. La forma de sus frutos es heterogénea, lo que no les permite comercializarse fácilmente, y se restringe al mercado al local. Este fruto cada día es menos demandado debido a su gran tamaño, heterogeneidad al madurar un mismo fruto y su susceptibilidad al ataque de hongos (Valencia y Bolívar, 2007).</p>	<p>Resalta el 85% de humedad que contiene, apto para consumirse en climas tropicales; 4% de proteínas, considerado alto en productos de origen vegetal y el 4% de cenizas, probable indicador de un alto contenido de minerales.</p>

Tabla 1 (continuación). Familias con un mayor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
	<p>Papaya maradol <i>Carica papaya</i></p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El fruto oscila entre 2 y 5 kg de peso, posee forma ovalada con textura suave, su coloración va del amarillo al anaranjado, de pulpa anaranjada, firme y dulce. En los últimos años ha ganado terreno en su comercialización, debido a que los frutos no son muy grandes y tienen forma homogénea (Valencia y Bolívar, 2007).</p>	<p>Resalta el 78% de humedad que contiene, apto para consumirse en climas tropicales; 6% de proteínas, considerado alto en productos de origen vegetal y el 4% de cenizas, probable indicador de un alto contenido de minerales.</p>
Caricáceae	<p>Papaya mamey <i>Carica papaya</i>.</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Sus frutos son ovalados, de gran tamaño, con pulpa anaranjada, de sabor agradable, en el ámbito local es considerada como la más sabrosa de las papayas que se comercializan en el Estado, lo que permite definir las como gratas al paladar y refrigerantes (Valencia y Bolívar, 2007).</p>	<p>Si un lactante o un niño de un año, consumen 100 g de la pulpa, estarán adquiriendo el 10% del requerimiento diario de tiamina y riboflavina de su dieta. Si un hombre de hasta 18 años o mujer de hasta 15 años, consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo el 100% del requerimiento diario de vitamina C de su dieta diaria</p>
	<p>Papaya pajarera <i>Carica papaya</i></p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Contiene frutos redondos y pequeños, de color verde cuando están en desarrollo y en madurez fisiológica y de color “papaya” cuando está madura y lista para comer. Este fruto en Campeche, sólo es consumido por la población en dulce (Valencia y Bolívar, 2007).</p>	<p>Resalta el 22% de fibra cruda que contiene, lo que hace de este fruto un buen auxiliar de la digestión y el 8% de cenizas, probable indicador de un alto contenido de minerales.</p>
Anonaceae	<p>Anona colorada (<i>Annona reticulata</i>).</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol pequeño de 4 a 10 m de altura; de copa redondeada o expandida. Sus hojas son pilosas en el haz y en el envés cuando están tiernas, generalmente miden de 10 a 20 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho. Sus frutos son globoso-ovoides, grandes, usualmente rojo, anaranjados y con menor frecuencia, morados, casi lisos, con aréolas ligeras y pulpa cremosa y dulce. La mayor parte de los frutos son para el consumo familiar y no es común encontrarlos en los mercados nacionales. En Campeche alcanza precios altos y es muy demandada por la población (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si un niño de 6 a 10 años consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 21% de sus requerimientos diarios de hierro, el 21% de sus requerimientos diarios de vitamina C y un 11% de sus requerimientos diarios de tiamina.</p>

Tabla 1 (continuación). Familias con un mayor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Anonaceae	<p>Guanábana (<i>Annona muricata</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El árbol alcanza hasta 10 m de altura. Ramifica desde su base y desarrolla una copa ligeramente cónica. Sus flores desprenden un fuerte olor a acre, están compuestas por tres pétalos externos gruesos de 2 a 4 cm de largo, acorazonados en la base que abren al amanecer. El fruto es un sincarpio a menudo asimétrico (encorvado). Mide de 15 a 20 cm de largo por 10 a 25 cm de ancho y llega a pesar hasta 4 kg. Está cubierto de espinas suaves, volteadas hacia el ápice, de cáscara delgada y coriácea. La cáscara es verde oscuro, brillante y delgada; la pulpa de color blanco es jugosa, aromática, de sabor agridulce a dulce (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 60% de sus requerimientos diarios de vitamina C. Si una persona de cualquier edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo más del 10% del requerimiento diario de potasio. Y si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 15% de hierro requerido en su dieta diaria.</p>
	<p>Saramuyo (<i>Annona squamosa</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El árbol alcanza alturas de tres a 6 m, con copa estrecha esparcida o abierta, formada por ramas que crecen de manera irregular; la corteza va desde lisa hasta agrietada, de color grisáceo. Sus hojas tienen forma elíptica, de 5 a 11 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, a veces ligeramente, asimétricas, con bordes lisos. Sus flores son solitarias fragantes, de color amarillo pálido a blanco. Su fruto es redondo, dado que la relación entre sus diámetros es cercana a la unidad, siendo más achatados los frutos de mayor tamaño con una relación diámetro polar/diámetro ecuatorial menor a uno, y más alargados cuando el fruto tiene menor peso (151-200 g) con una relación entre diámetros mayor a uno (Bolívar <i>et al.</i>, 1999).</p>	<p>Si un lactante o niño de un año, consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo el 10% del requerimiento diario de calcio, fósforo y más del 30% del de hierro. Si un lactante o niño de hasta seis años consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo todo el requerimiento de tiamina, el 20% de riboflavina y el 10% de niacina. Y si, una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consumen 100 g, estará adquiriendo entre el 10 y el 50% del requerimiento de vitamina C.</p>
Anacardiaceae	<p>Ciruela Chí Abal (<i>Spondias</i> sp.)</p>  <p>Fuente: Valencia, colección particular (2009)</p>	<p>Erróneamente es nombrada Chi'abal/ La Chi'abal, de chi' sabroso o boca, labios, es en efecto una de las más sabrosas y por eso es chi'; pero también puede ser que quiera decir "ciruela de boca" o como los labios, pues las estrías de su pulpa, a partir de la semilla, semejan las de unos labios de mujer. El árbol se caracteriza por no tener hojas cuando tiene frutos, que son ovalados, verdes y duros. En Campeche también se consumen otras variedades de ciruelas como la Tuxpeña (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 18% de sus requerimientos diarios de hierro. Y si un niño de un año de edad consume 100g de fruto de ciruela chí-abal, estará adquiriendo el 24% de sus requerimientos diarios de tiamina.</p>

Tabla 1 (continuación). Familias con un mayor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Anacardiaceae	<p>Mango Manila (<i>Mangifera indica</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol de altura que varía desde 10 hasta 40 m, de raíces profundas, copa densa con tejidos resinosos en el tronco y las ramas. Sus hojas son alternas simples, de forma oblongo elíptica o lanceolada, de tamaños variables, sus flores se encuentran en panículas terminales ampliamente ramificadas de 10 a 60 cm de largo. El fruto es una drupa carnosa de 12 a 20 cm de largo y de 200 a 500 g, de forma ovoide oblonga, de color amarillo, con semilla grande y aplanada muy adherida a la pulpa. El mango manila proporciona frutos apetecibles, por su pulpa abundante de sabor agridulce y exento de fibra. Campeche es un productor tradicional de esta variedad, con valor agregado en el mercado local, regional y nacional, por las características del fruto. En Campeche hay otras variedades de mango como el manilla, monstruo, mangloba, pico de loro, indio, entre otros, con características diferentes, pero con un valor nutricional semejante.</p>	<p>si un lactante, un niño de seis a diez años, un varón mayor de 18 años o una mujer mayor de 15 años, consumen 100 g de mango manila maduro, estarán adquiriendo más del 10 % de los requerimientos diarios de hierro de su dieta. Y si una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consume 100 g de pulpa de mango manila, estará adquiriendo todo el requerimiento de vitamina C de su dieta diaria.</p>
	<p>Marañón (<i>Anacardium occidentale</i> L)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2008).</p>	<p>Árbol pequeño, generalmente de menos de 10 m de altura, con tronco corto y ramas torcidas y escasas. Hojas simples, alternas, duras y planas, de 5 a 20 cm de largo y de 3 a 15 cm de ancho, lisas y brillantes. Sus flores aparecen en ramillas terminales o axilares, son pequeñas, aromáticas, de color verdoso con tinte rosado, agrupadas en panículas. Su fruto está compuesto del pedúnculo o receptáculo engrosado, jugoso y del fruto verdadero que es una nuez en forma de riñón, gris y dura. El pedúnculo es la parte que se consume como fruta fresca, tiene forma de pera y puede medir hasta 8cm de largo y es de color amarillo o rojo.</p>	<p>Si un lactante, un niño de seis a diez años, un varón mayor de 18 años y una mujer mayor de 15 años, consumen 100 g de marañón maduro, estarán adquiriendo el 20% de los requerimientos diarios de hierro de su dieta. Y si una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consume 100 g de pulpa estará adquiriendo el doble del requerimiento de vitamina C de su dieta diaria.</p>

encaminar hacia el uso racional e integral de cada recurso. Resulta indispensable considerar los usos tradicionales de los núcleos de población que los poseen y que forman parte de su cultura (patrimonio cultural inmaterial) y que difieren en cada microrregión, así como diseñar nuevos mercados de nicho para una demanda sustentable de estos recursos. El desarrollo sustentable y conservación de las especies no puede abordarse sólo como patrimonio natural, sino como un todo que involucra patrimonio natural y patrimonio cultural, material e inmaterial (Bolívar *et al.*, 2008).

Por lo anteriormente descrito, el contenido de esta sección, sienta las bases para encontrar los mercados nicho propuestos, propiciar el uso integral de los recursos y promover la conservación de los mismos.

Tabla 2 . Familias con un menor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Palmae	<p>Coco (<i>Cocos nucifera</i> L.)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Es una oleaginosa y la planta de mayor utilidad en climas tropicales. Palmera de tallo simple, no ramificado, cilíndrico, con altura oscilante entre 10 y 30 m y en el extremo superior se encuentra un penacho de alrededor de 30 hojas pinnadas y largas. La forma de sus frutos no es homogénea se encuentran cocos ovales y esféricos, que contienen una piel exterior lisa, una capa fibrosa o cáscara, una corteza dura unida a la carne que rodea a una cavidad parcialmente ocupada por un líquido conocido como agua de coco (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si niños de 1 a 10 años o mayores de 15 años consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo 22% de sus requerimientos diarios de calcio. Si un niño de un año de edad consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo el 24% de sus requerimientos de tiamina y si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de pulpa o agua de coco, estará adquiriendo 22% de sus requerimientos de hierro.</p>
	<p>Cocoyol (<i>Acrocomia mexicana</i>)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Palma de hasta 15 m, con tronco cubierto con espinas en la parte superior, frecuentemente arropado de hojas muertas colgantes. Sus frutos son esféricos y se encuentran en racimos en la palma. Tienen cáscara dura, que contiene una pulpa oleaginosa comestible, de 3.75 a 4 cm de diámetro, amarillo-verdosos, su semilla mide 1.5cm de diámetro aproximadamente, la testa es blanquecina, muy aceitosa y dulce. Una particularidad del cocoyol es que cuando se pela, las manos quedan pegajosas, por lo que hay que lavárselas constantemente (Hernández, 2005).</p>	<p>Si niños de 1 a 10 años o mayores de 15 años consumen 100 g de fruto, estarán adquiriendo 24% de sus requerimientos diarios de calcio y adquiriendo todo el requerimiento diario de vitamina C. Si un niño de 1 a 6 años edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo el 31% de sus requerimientos diarios de hierro y 17% de sus requerimientos diarios de niacina.</p>
Boraginaceae	<p>Ciricote (<i>Cordia dodecandra</i>)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol de hasta 30 m de altura y tronco recto. Sus flores son anaranjadas en forma de trompetas vistosas. Sus frutos son drupas carnosas cuyos pesos oscilan de 38 a 44 g; tienen forma ligeramente alargada, similar a la de un huevo, de color verde amarillento y contienen una semilla de uno a 1.5 cm de largo, de color blanco. El fruto maduro crudo tiene aproximadamente un 80% de parte comestible y es de color amarillo claro con tonalidades café. El sabor del fruto crudo es descrito como ligeramente dulce y un poco ácido (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 12% de sus requerimientos diarios de hierro. Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo el 14% de sus requerimientos diarios de tiamina y 31% los requerimientos diarios de vitamina C.</p>

Tabla 2 (continuación). Familias con un menor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Cactaceae	<p>Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2008).</p>	<p>Planta perenne, trepadora; comúnmente crece en los árboles o piedras, de raíces fibrosas abundantes, desarrolla múltiples raíces adventicias que le permiten obtener humedad y nutrimentos. Los tallos son triangulares, suculentos y presentan espinas de 2 a 4 mm de largo. Sus flores son tubulares, hermafroditas, puede ser blancas, amarillas o rosadas, grandes (20 a 30 cm de largo). El fruto es globoso o subgloboso, mide de 8 a 15 cm. de diámetro, de color rojo, cubierto de brácteas (escamas); de pulpa blanca, dulce y abundante, que contiene una gran cantidad de semillas pequeñas de color negro, comestibles (Bolívar y Valencia, 2007).</p>	<p>Si una persona, hombre o mujer (embarazada o en lactancia), de cualquier edad, consume 100g de pulpa, estará adquiriendo todo el requerimiento diario de manganeso, aproximadamente el 10% del de hierro, sodio, potasio y zinc de su dieta. Si un lactante o niño de hasta seis años, consumen 100g de pulpa estarán adquiriendo el 10% del requerimiento diario de tiamina y riboflavina, así como más del 20% del de vitamina C de su dieta.</p>
Chrysobalanaceae	<p>Icaco (<i>Chrysobalanus icaco</i>, L)</p>  <p>Fuente: Romero, colección particular (2007).</p>	<p>Sus hojas miden hasta 10 cm de largo, son estrechas en la base, lustrosas en el haz, que se encuentran en árboles de tamaño variable, sus flores salen en racimos axilares cortos. Sus frutos son ovoides o esféricos, de 3.5cm de largo y 3.2 cm de ancho en promedio, con una densidad de 0.88 g/mL y un peso aproximado de 14g. Su composición porcentual es de 30.13% de semilla, 1.76% de cáscara y 56.59% de pulpa, de color rosado, rojo o morado, contiene una pulpa blanca, algodonosa, ligeramente dulce (Castillo, 2004).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo el 10% de sus requerimientos diarios de tiamina. Y, si un lactante (de uno a seis meses) consume 100 g de pulpa de icaco, estará adquiriendo el 10% de sus requerimientos diarios de riboflavina.</p>
Cucurbitaceae	<p>Melón de milpa o melón seybano (<i>Cucumis melo</i> L)</p>  <p>Fuente: Romero, colección particular (2008).</p>	<p>Es una cucurbitácea de flores amarillas y una guía que produce frutos grandes, redondos, de color amarillo pálido, segmentados en rebanadas en forma de calabaza, jugosos, dulces, con una pulpa de color anaranjado característico del melón. Se puede definir como una planta de tallos blandos y rastreros que se cultiva por su fruto que tiene una gran cantidad de agua y que posee ondulaciones que lo hacen parecer una calabaza.</p>	<p>Resalta su contenido de humedad cercano al 90% y su aporte de vitaminas A y C.</p>

Tabla 2 (continuación). Familias con un menor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Euphorbiaceae	<p>Grosella (<i>Phyllanthus acidus</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El árbol mide de 2 a 9 m con corteza clara, madera dura y finamente granulada. Sus hojas son caducifolias, ampliamente ovales. Sus frutos son pequeños, de color verde o amarillo, de forma peculiar por sus surcos verticales (contienen de seis a ocho), parecida a la de una calabaza pequeña, carnosos, jugosos, de sabor muy ácido, algunas veces astringente, de bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos. (López, 2003).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 50% de sus requerimientos diarios de vitamina C. Si un niño de 1 a 6 años de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 62% de los de riboflavina y 20% de los de hierro.</p>
Elaeocarpaceae	<p>Capulín (<i>Prunus capuli</i>)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El árbol puede medir de 5 a 15 m de altura y hasta un metro de diámetro, de copa ancha, corteza café-rojiza o grisácea. Sus hojas miden de 8 a 12 cm de largo, presentando bordes aserrados. Tiene flores blancas, de cinco pétalos, pequeñas, en racimos colgantes. Su fruto es globoso, clasificado como drupa esférica, con cáscara de color rojo, muy parecido a la cereza. Su pulpa es de color verde pálido, jugosa y agridulce, algo astringente, con una sola semilla que ocupa la mayor parte del fruto y que contiene una almendra de sabor amargo. El capulín campechano tiene un peso promedio de 1.2 g, tamaño definido por 1.25 cm de diámetro y 1.3 cm de largo, densidad aparente de 0.5 g/mL, considerando a este fruto pequeño, redondo y compacto. Ciudadanos campechanos describen al capulín como “Frutas rojas en árboles chicos” (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Si un niño de un año consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 99% de sus requerimientos diarios de hierro. Si un niño de 1 a 6 años de edad consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo todo el requerimiento diario de riboflavina. Y, si un niño de 1 a 10 y mayores de 15 años, consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo 38% de sus requerimientos diarios de fósforo.</p>
Malpighiaceae	<p>Nance agrio (<i>Byrsonima karwinskiana</i> Juss.)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol de tamaño variable con hojas elípticas y gruesas. Sus flores son amarillas que se vuelven rojas en panículos en forma de racimos. La fruta es una drupa pequeña, de aproximadamente un centímetro de diámetro, muy agria, de forma tal que al comerlo se contraen los músculos de la boca y como que los labios se pegan.</p>	<p>Si una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consume 100 g de nance agrio maduro, estará adquiriendo más de 10% del requerimiento diario de hierro y todo el de vitamina C de su dieta. Y si un lactante o un niño de uno a seis años consumen 100 g de pulpa, estarán adquiriendo el 10% del de tiamina, riboflavina y niacina de su dieta diaria.</p>
Malpighiaceae	<p>Nance de coco (<i>Byrsonima crassifolia</i> L.)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Árbol pequeño y torcido, algunas veces descrito como arbusto perennifolio de 3 a 7 m de altura con copa amplia y abierta e irregular y tronco con corteza escamosa de color gris pardo a moreno claro. Sus frutos son pequeños, aunque más grandes que el nance común, tiene un peso promedio de 10 g, redondos y ligeramente achatados, con un ligero sabor a coco, de donde deriva su nombre. También es consumido en Campeche el nance común (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Si un lactante y un niño de seis a diez años, consumen 100 g de nance maduro, estarán adquiriendo todo el requerimiento diario de vitamina C de su dieta. Y si un lactante consume 100 g de pulpa de nance, estará adquiriendo más del 10% del de calcio.</p>

Tabla 2 (continuación). Familias con un menor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Polygonaceae	<p>Uva de mar (<i>Coccoloba uvifera</i> L.)</p>  <p>Fuente: Romero y Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>Arbusto siempre verde, de hasta 5 o 6 m de altura, en ocasiones ramificado desde la base, con la corteza delgada, lisa, de color gris, que se desprende en escamas en los ejemplares viejos. Sus ramas tienen anillos en los nudos. Sus hojas son alternas, arriñonadas, redondeadas, de 7 a 20 cm de largo y hasta 25 cm de ancho. Su base es acorazonada, las hojas adultas son de color verde azulado en el haz y más pálidas en el envés. Sus racimos florales son erectos y estrechos de hasta 30cm de longitud con flores blanco-verdosas. Sus frutos son ovalados, miden de uno a dos centímetros, con una cáscara de color morado con superficie aterciopelada, su pulpa es dulce y jugosa conteniendo una semilla esférica. Los habitantes de Villamadero y Ciudad del Carmen, Campeche, describen a la planta como un árbol pequeño de hojas redondas y grandes, que crece en la playa (de ahí su nombre de uva de mar) (Paclán, 2003).</p>	<p>Si una persona, hombre o mujer, de cualquier edad, consume 100 g de pulpa de la uva de mar, estará adquiriendo más del 10% del requerimiento diario de calcio. Si un lactante o niño de uno a seis años consumen 100 g de pulpa del fruto de la uva de mar, estarán adquiriendo el 10% del requerimiento diario de niacina de su dieta.</p>
Punicaceae	<p>Granada (<i>Punica granatum</i>)</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El fruto es redondo irregular de color rojo difuminándose hasta terminar en color amarillo, presenta manchas de color negro dispersas homogéneamente cuando el fruto está en madurez. Tiene una coronilla en el cáliz característica singular del fruto, contiene muchas semillas envueltas por una pulpa rosácea de sabor agridulce. Las semillas están agrupadas en varios conjuntos, los cuales están separados por una delgada membrana color amarillo pastel en diversos compartimentos superpuestos. Este fruto se puede clasificar como pequeño, con un peso que oscila entre 101 y 128 g, con volumen oscilante entre 100 y 127 mL. Según la relación existente entre sus diámetros se puede clasificar como redondo, dado que el diámetro polar sin coronilla mide en promedio seis centímetros (con coronilla 7.6cm), y el diámetro ecuatorial 6.7 cm. El porcentaje aprovechable de este fruto es de 55, lo que se considera normal entre los productos hortofrutícolas comestibles (Chaidez <i>et al.</i>, 2001).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 43% de sus requerimientos diarios de vitamina C y 18% de sus requerimientos diarios de tiamina.</p>
Sapindaceae	<p>Coloc (<i>Talisia floressi</i> S.)</p>  <p>Fuente: Romero, colección particular (2007).</p>	<p>Es un árbol de 15 a 18 m de altura, el tronco mide 60 cm de diámetro aproximadamente, de corteza rasposa, las ramas jóvenes son tupidas. Sus hojas miden de 4 a 6 cm de largo. Tiene flores blancas pequeñas y frutos grandes, duros, comúnmente redondos de 4 a 5 cm, generalmente esféricos, con una semilla grande y pulpa cremosa (Bolívar y Romero, 2007).</p>	<p>Si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 20% de sus requerimientos diarios de riboflavina y el 36% de los de hierro. Si un niño de un año de edad consume 100 g de pulpa, estará adquiriendo 71% de sus requerimientos de vitamina C.</p>

Tabla 2 (continuación). Familias con un menor número de especies con frutos comestibles.

	Frutos	Descripción	Contenido de nutrientes
Sapindaceae	<p>Guaya dulce (<i>Talisia olivaeformis</i> K).</p> 	<p>Árbol de 15 a 20 m de altura, de tronco recto, ligeramente acanalado con pequeños contrafuertes en la base, ramas ascendentes y copa piramidal; la corteza externa es lisa a veces desconchándose, de color gris claro a pardo oscuro. Sus flores son amarillas. Sus frutos se dan en racimos, son esféricos, de 2 a 4cm de largo, contienen una semilla de 1cm de largo, ovalada, cubierta con un arillo carnoso de color amarillento anaranjado y sabor dulce, protegido por una testa cartilaginosa de color café (Valencia, 2010).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 40% de sus requerimientos diarios de vitamina C. Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 16% de los de tiamina. Y si un niño de 1 a 6 años consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 14% de hierro diario de su dieta.</p>
Mirtaceae	<p>Guayaba (<i>Psidium guajava</i> L).</p>  <p>Fuente: Bolívar, colección particular (2007).</p>	<p>El árbol puede alcanzar hasta 10 m de altura, perennifolio y de copa abierta. Sus flores son pequeñas, blancas, aparecen solitarias y algunas veces en grupos de hasta tres. El fruto es esférico, elipsoidal o periforme, de tamaño variable, con frutos que miden desde 4 cm de largo y 4 cm de diámetro hasta frutos de 12cm de largo y 7 cm de diámetro, de cáscara delgada y color amarillo pastel con puntos huecos, negros y cafés, cuando están maduros. La pulpa del fruto que se consume en Campeche es blanca amarillenta y está clasificada como falsa baya. Este fruto puede consumirse crudo o en dulce. Por su peso el fruto se considera pequeño, con una densidad de promedio de 0.87 (Brito <i>et al.</i>, 2001).</p>	<p>Si un niño de un año de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo todo el requerimiento diario de vitamina C. Y si un niño de 1 año a 6 años de edad consume 100 g de fruto, estará adquiriendo 14% de sus requerimientos diarios de niacina.</p>

Referencias

- Bolívar Fernández, N., E. Sauri Duch, C. Hernández Escobar, y C. Saucedo Veloz, 1999. Caracterización del saramuyo (*Annona squamosa*) en Yucatán. p. 143 – 146. En: Memorias del II Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Bolívar Fernández, N., y M. Valencia Gutiérrez, 2007. Recursos fitogenéticos de origen tropical: Su valor nutricional. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. 235 p.
- Bolívar Fernández, N., M. Valencia Gutiérrez, L. Russell Archer, y G. Romero González, 2008. Patrimonio Natural vegetal, territorio y perspectivas de desarrollo. I Foro internacional patrimonio natural y territorio. Cátedra UNESCO Gobierno del estado de Chiapas Universitat de Girona. 12 p
- Bolívar Fernández, N., M. Valencia Gutiérrez, y E. Sauri Duch, 2009. Recursos fitogenéticos de origen tropical: Su valor contenido de micronutrientes. Editorial Arpromex, México. 178 p.

- Bolívar Fernández, N., y G. Romero González, 2007. Campeche: Desusos y costumbres. UAC, Campeche, México. 297 p.
- Brito Mex, C., H. Carvajal Maldonado. B. Collí Chí, X. Sánchez Reyes, y N. Bolívar Fernández, 2001. Conservación poscosecha de la fruta guayaba (*Psidium guajava*) para su consumo como fruta fresca. *Gaceta Universitaria. Universidad Autónoma de Campeche*, 11 (57): 19-20.
- Castillo Vera, C., 2004. Evaluación fisicoquímica, bromatológica y bacteriológica del fruto nance (*Byrsonima crassifolia*). Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. UAC, Campeche, México. 55 p.
- Chaidez Gómez, F., J.M. Escamilla Huchin, R. Huicab Poot, y J.C. Yerbos Fuentes, 2001. Caracterización física de los frutos maduros: aguacate (*Persea americana*), granada (*Punica granatum*), guayaba (*Psidium guajava*) y jícama (*Pachyrhizus erosus*) *Gaceta Universitaria. Universidad Autónoma de Campeche*, 10 (57): 16.
- Hernández Leyva-Chan, B., 2005. Caracterización física y bromatológica del fruto del cocoyol (*Acrocomia mexicana*) y determinación preliminar de su influencia sobre las concentraciones de glucosa. Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. UAC, Campeche, México. 62 p.
- López Velázquez, N., 2003. Evaluación fisicoquímica, bromatológica y bacteriológica de la grosella (*Phyllanthus acidus*). Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. 74 pp.
- Paclán Flores, C., 2003. Descripción fisicoquímica, bromatológica y bacteriológica de la uva de mar (*Coccoloba uvifera*). Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. UAC, Campeche, México. 57 p.
- Valencia Gutiérrez, M., y N. Bolívar Fernández, 2007. Variedades locales de carica papaya en Campeche y su desplazamiento. p. 58-59. En: Memorias del I Congreso Internacional en Patrimonio y Desarrollo sustentable. UAC, Campeche, México.

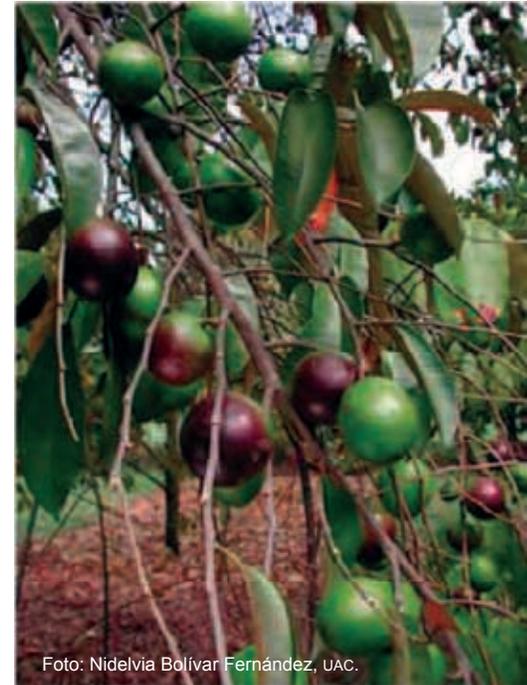


Foto: Nidelvia Bolívar Fernández, UAC.

Estudio de caso: enzimas extraídas de frutos nativos

Nidelvia del Jesús Bolívar Fernández.

Entre los recursos vegetales, comestibles, de origen tropical, sobresalen algunas especies que por su naturaleza tienen un valor agregado en la industria, debido a la presencia de un grupo de proteínas catalizadoras de reacciones químicas que son las enzimas. Entre estos recursos naturales se encuentran algunos cuya presencia en territorio campechano se ha visto seriamente disminuida, probablemente por el desconocimiento que tienen de dicha información los dueños de las parcelas o traspatios en donde se encuentran estas plantas. Por lo anterior surge la necesidad de realizar investigación para encontrar actividad enzimática en los recursos naturales y difundir la información obtenida a la ciudadanía en general y a los productores en lo particular.

Cuando se estudian los frutos de origen tropical y su conservación el estudio de la actividad enzimática es una parte obligada. En estos frutos se pueden encontrar las siguientes enzimas: pectinmetilesterasa y otras pectinasas, que han sido estudiadas por su relación con el ablandamiento de los frutos durante el proceso de maduración; peroxidasa, catalasa y polifenoloxidasa, que se han relacionado con los procesos oxidativos y de oscurecimiento de frutos como manzana, chicozapote

y saramuyo; ACC oxidasa y ACC sintasa, que se han relacionado con la producción de etileno y la aparición del climaterio. Otro grupo de enzimas presente en frutos de origen tropical son las proteasas, que son importantes por ser de interés para la industria por su capacidad de romper enlaces peptídicos. Entre las más estudiadas se encuentran: la bromelaina, extraída de la piña (*Ananas sativus*); la papaína, extraída de la papaya (*Carica papaya*) y la mexicana, extraída de la papaya orejona (*Jacaratia mexicana*) (figura 1). En el estado de Campeche existen dos recursos naturales con fuerte presencia de actividad enzimática proteolítica (enzimas que hidrolizan las proteínas): la papaya orejona y la piñuela (*Bromelia karatas*) (figura 2).

La papaya orejona, también conocida como Bonete y Kunché, es una planta con hojas amontonadas en la punta de las ramitas, de 10 cm de largo por seis de ancho, produce frutos alargados –cónicos de cinco logias, colgantes, de 10 a 15 cm de largo, quintiangulados, con cinco protuberancias longitudinales o alas– con la cáscara verde que se torna amarilla anaranjada al madurar, conteniendo numerosas semillas negras, ásperas, cubiertas de arilo jugoso dulce de color amarillo (Bolívar y Valencia, 2007). El fruto, en general, se considera dulce y sus semillas son parecidas a las de la guayaba. En México se usa para extraer una enzima llamada mexicana con actividad proteolítica. En Campeche, generaciones pasadas masticaban sus semillas para matar a los parásitos y su resina la utilizaban como remedio para las lombrices. En Champotón y crucero San Luis, Campeche, era común su uso como laxante.

El fruto se consume crudo y en fresco. Actualmente, en Campeche, es difícil registrar la época de cosecha, ya que no se han encontrado árboles para estudiar ni frutos en venta. En épocas recientes se podían ver plantaciones en la carretera de Seybaplaya–Campeche. En la región sureste de México, es una planta que se encuentra en peligro de extinción como árbol de traspatio (Bolívar y Romero, 2007). Actualmente no existen planes de conservación en el estado de Cam-



Figura 1. Fruto de la papaya orejona madura.
Fuente: Romero y Bolívar, (2007), colección particular.



Figura 2. Frutos de piñuela.
Fuente: Bolívar (2007), Colección particular.

peche, pero, se prevee que con la información generada que la ubica como una especie de interés para la industria, cuyo potencial puede ser aprovechado, estos planes de conservación sean propuestos.

Piñuela (*Bromelia karatas*). Su nombre de piñuela es en alusión al de una piña. Entre las similitudes que existen entre la piñuela y la piña, están su forma de cultivo y la presencia de una enzima proteolítica, llamada bromelaína. El jugo de la piñuela contiene a las enzimas bromelaína y karatasina, que son proteasas con una actividad similar a la de la papaína, al tener actividad sobre los enlaces peptídicos, rompiéndolos y liberando sus partes (Bolívar y Valencia, 2007). En Alemania existen reportes de que con dosis diarias de 400 a 1 000 mg de bromelaína a pacientes con angina de pecho, los síntomas desaparecieron en todos al cabo de un período comprendido entre cuatro y noventa días, en función de la severidad de las esclerosis coronarias.

Este efecto fue atribuido a la capacidad de la bromelaína para romper las placas de fibrina en los vasos sanguíneos (Colorado, 2005).

La piñuela es una planta silvestre de hasta tres metros de diámetro, con hojas numerosas que son pencas delgadas con espinas, de 1.5 a 2.5 m de largo. Sus flores miden de 6 a 9 cm de largo sobre pedicelos robustos muy cortos. Los frutos de la piñuela son fusiformes, salen del centro (corazón) de la planta, miden de 5 a 9 cm de largo y 1.5 a 2 cm de diámetro, rojizos o un poco violáceos, jugosos, ácidos, con una envoltura pardusca y hebrosa cubierta de una pelusa fina e irritante. Los campechanos suelen describir a la piñuela como un fruto de monte con muchas semillas, de sabor agridulce. En Campeche es una tradición consumir la piñuela sancochada con chile y limón y comerlas como “chupetas” o succionándolas con la boca. En la parte norte del estado, de los frutos se hacen dulces, mermeladas y jaleas. Esta fruta



Foto: Nidelvia Bolívar Fernández, UAC.

no se puede comer cruda porque las proteasas (enzimas) que contiene atacan los tejidos de la mucosa bucal (Bolívar y Romero, 2007). Se encuentra desde México hasta Ecuador y Brasil, y está reportada su presencia en las Antillas y Costa Rica. El tipo de vegetación en el que se encuentra puede variar desde bosques secos, estacionalmente secos hasta bosques húmedos. En selvas bajas caducifolias, selvas subperennifolias con *Brosimum covepia*; *sivanea* y *licadia* y selvas medianas subperennifolias con *Brosimum alicostrum*, también es frecuente como maleza en orillas de caminos (Colorado, 2005).

En Campeche la presencia y el consumo de esta fruta ha disminuido considerablemente siendo un indicador los estudiantes de primaria y secundaria que en décadas pasadas comían este fruto cocido con sal y chile, a la salida de la escuela y actualmente ni lo consumen ni lo conocen.

Referencias

- Bolívar Fernández, N., y M. Valencia Gutiérrez, 2007. Recursos fitogenéticos de origen tropical: Su valor nutricional. Universidad Autónoma de Campeche. México. 235 p.
- Bolívar Fernández, N., y G. Romero González, 2007. Campeche: Desusos y Costumbres. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. 297 p.
- Colorado, F. P., 2005. Evaluación de la actividad proteolítica del jugo de la piñuela (*Bromelia karatas*) que se cultiva en el municipio de Tenabo del Estado de Campeche. Tesis. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. Universidad Autónoma de Campeche. 87 p.



Foto: Victor Kú, ECOSUR.

Usos generales de la fauna silvestre

Manuel Weber
y *Oscar Retana-Guiascón*

INTRODUCCIÓN

Históricamente la fauna silvestre ha jugado un papel trascendental en el desarrollo de las sociedades humanas, en especial en estados como Campeche que se distinguen por tener una alta diversidad biológica y cultural. Desde los primeros grupos nómadas de cazadores recolectores hasta la actualidad, el hombre ha utilizado un gran número de especies animales para obtener alimento, medicinas, morada, abrigo, calzado, herramientas y materias primas en general, así como para satisfacer múltiples necesidades socio-culturales (Pérez Gil, 1998; Retana, 2006).

La identificación y la valoración del uso de la fauna constituyen una prioridad nacional y estatal para estimular la sustentabilidad mediante la diversificación productiva. Para ello, una condición previa es la estimación de los valores de uso y de no uso para la generación de información útil en la toma de decisiones concernientes a la conservación de la fauna silvestre y la correcta percepción de su potencial para el desarrollo comunitario (Pearce y Morán, 1994; Barbier *et al.*, 1997; Constanza *et al.*, 1997; Primack y Ros, 2002).



Foto: Manuel Weber, ECOSUR.

USOS DE LA FAUNA CAMPECHANA

En Campeche el uso de la fauna silvestre es una tradición milenaria desde los mayas hasta las comunidades actuales. Estos satisfacen gran parte de sus requerimientos materiales y/o culturales a través del uso directo e indirecto de los vertebrados e invertebrados terrestres y acuáticos del estado. La fauna es aprovechada como alimento, con fines medicinales y/o artesanales o como recreación en la práctica de la caza y pesca. Más recientemente está cobrando auge el uso con fines eco-turísticos, debido a que en la entidad aún existen áreas naturales de selvas y manglares en buen estado de conservación, que albergan una gran variedad de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres (Andrade *et al.*, 2005).

El valor de uso de la fauna silvestre campechana puede ser tratada en dos rubros: uso extractivo y uso no extractivo. El primero comprende el apoderamiento de individuos o productos provenientes de poblaciones y comunidades de fauna silvestre, con métodos tales como la caza, la pesca o el trampeo y su posterior consumo o comercialización.

Los usos no extractivos de la fauna silvestre son aquellos beneficios derivados de actividades recreativas, culturales, estéticas, artísticas, educacionales, espirituales y científicas, que no involucran el consumo de individuos de las poblaciones y, utilizan como formas de aprovechamiento los métodos de tradición oral, observación, fotografía, entre otros (Primack y Ros, 2002).

USOS EXTRACTIVOS

La cacería y sus diferentes modalidades, desde la caza tradicional maya hasta la actividad cinegética organizada que atrae cazadores de diferentes partes del mundo, es la forma actual más importante de utilización de la fauna silvestre.



En Campeche el conocimiento sobre patrones de caza de las comunidades campesinas, los cazadores furtivos y deportivos y las políticas gubernamentales modernas en materia de regulación cinegética, está aún limitado a la descripción de patrones y tendencias básicas, más que a entender los procesos que determinan dichos patrones. La mayoría de las investigaciones se han realizado en la Gran Región de Calakmul (GRC), al sureste del estado. En uno de los primeros trabajos publicados para la GRC se encontraron diferencias en los patrones de cacería de subsistencia entre comunidades indígenas y mestizas. Las tres especies principales cosechadas por indígenas son: el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y el venado temazate (*Mazama* sp.); mientras que los mestizos inmigrantes prefieren el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), antes del tepezcuintle y el pecarí de collar (Escamilla *et al.*, 2000). Posteriormente, otros investigadores han demostrado la importancia de los ungulados (principalmente venados y pecaríes) para los campesinos de la GRC (Weber, 2000; Reyna-Hurtado, 2002). Un estudio sobre el efecto de la caza en las poblaciones de tres especies de venados (*Mazama americana*, *M. pandora* y *O. virginianus*) en la GRC sugirió que las dos especies de *Mazama* spp. se encuentran estables a pesar de un intensa y continua cacería; mientras que las poblaciones de venado cola blanca han disminuido (Weber, 2000 y 2005). Similarmente, las poblaciones de pecaríes de labios blancos (*Tayassu pecari*) se ven fuertemente afectadas y disminuidas tanto por la caza de subsistencia (Reyna, 2002; Reyna y Tanner, 2005), como por la cacería deportiva practicada con poca o nula ética (Weber *et al.*, 2006).

La cacería en la GRC se centra en 10 o 12 especies de aves y mamíferos, aunque el espectro de la riqueza de especies cosechadas es muy amplio y abarca más de 25 especies documentadas hasta hoy (Escamilla, 2000; Weber, 2000). Además de los estudios antes mencionados para Calakmul, existen algunos proyectos que intentan documentar la cacería de subsistencia en la región central de Campeche (Municipios

de Campeche y Hopelchén), pero los resultados son aún preliminares y no se encuentran publicados; para los otros municipios del Estado hay un completo desconocimiento de la cacería.

Además del uso cinegético, en el estado se practica la captura de aves canoras y de ornato con fines comerciales (legal e ilegal), para su venta como mascotas, actividad que tiene una importancia considerable en Campeche, que además no ha sido explorada desde el punto de vista científico. Una considerable cantidad de loros, tucanes, urracas, aves rapaces, gallinas de monte y numerosas especies canoras es capturada y extraída cada año por tramperos locales y foráneos para venderse en los mercados nacionales e internacionales. El número es difícil de estimar con precisión, debido a que una considerable proporción se realiza en forma no regulada o ilegal. De igual forma, algunas especies de anfibios y reptiles como las ranas arborícolas, tortugas dulceacuícolas, iguanas y cocodrilos juveniles, son capturadas y usadas como mascotas a nivel estatal. Asimismo, los autores han observado en varias ocasiones mamíferos en cautiverio (legal e ilegal) pertenecientes a dos especies de monos (*Ateles geoffroyi* y *Alouatta pigra*); cinco especies de felinos silvestres (jaguar, puma, ocelote, tigrillo y yaguarundi); así como venados, pecaríes, tejones, mapaches y marsupiales silvestres. Este tráfico “hormiga” para el mercado de mascotas, requiere urgentemente de estudios más detallados para entender su efecto en las poblaciones de fauna silvestre, en particular de las especies más amenazadas de extinción.

USOS NO EXTRACTIVOS

Entre los usos no extractivos de la fauna campechana podemos ubicar la investigación científica y de labor educativa en los distintos niveles escolares. También ofrece oportunidades con fines socioculturales, entre los que se ubican las manifestaciones artísticas (poesía, pintura,

escultura, música y danza); así como los valores míticos o simbólicos (deidades, leyendas, cuentos, glifos, etc.). En este rubro podemos señalar el culto especial de los Mayas prehispánicos que se tuvo al cocodrilo en el sitio arqueológico de El Tigre, Municipio de Candelaria, como representación de “*Itzam Na*”, el dios creador, relacionado con las buenas cosechas, la lluvia, el sol y la tierra. Así mismo, a nivel regional destaca la figura del murciélago, *Tzotz* en lengua maya, asociado a la muerte y el tiempo, pues es patrono del cuarto mes del calendario maya. Actualmente, diversas especies animales poseen una fuerte carga simbólica entre las comunidades rurales, por lo cual los valores socioculturales además de contribuir al mantenimiento de tradiciones y necesidades espirituales, resultan trascendentales en los procesos de conservación local (Retana, 2006).

La otra categoría de uso no extractivo comprende las actividades recreativas, entre las que se ubica el uso eco-turístico de la fauna silvestre con fines de observación y fotografía. Aunque esta modalidad aún es incipiente en el Estado, distintos operadores turísticos están promoviendo en la región de Calakmul la observación de aves, primates e identificación de huellas de mamíferos. Asimismo, en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún se organizan excursiones tanto por tierra como por agua para observar aves acuáticas residentes y migratorias, entre ellas el flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber*), que es el ave emblemática de la zona. De igual forma, se están fomentando visitas a la llamada cueva “El Volcán de los Murciélagos” localizada en la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kú para admirar la salida de los murciélagos, pues constituye una de las concentraciones de quirópteros más grandes registradas en los trópicos (Andrade *et al.*, 2005). Sin embargo, el ecoturismo no es una panacea y así como tiene ventajas bien conocidas, tales como un bajo impacto y un uso no extractivo de los recursos faunísticos, presenta también desventajas como son la necesidad de capacitación especializada de los actores

locales, una infraestructura mínima (y, por lo tanto, un costo inicial a veces elevado para poblaciones humanas marginadas) y un posible impacto indirecto cuando los visitantes superan la capacidad de carga de los sitios, entre otros. En el Estado también se está incentivando la conservación de las tortugas marinas a través de actividades de atracción turística. Un estudio dirigido por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), demostró que el ingreso promedio anual por concepto de ecoturismo es tres veces mayor que el que se genera por comercio de carne de tortuga, huevos y concha. De igual forma, en ciertas UMA como la que se ubica en la población de Palizada, se están promoviendo recorridos para que el turista local o foráneo conozca al cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). Otra actividad eco-turística que se está impulsando, es la observación de peces de agua dulce a través del buceo, en particular en el municipio de Candelaria.

CONSIDERACIONES FINALES

Las áreas naturales protegidas de Campeche pertenecen a comunidades rurales que poseen conocimiento y experiencia fundamental para la planificación consensuada en torno a propuestas de uso de recursos comunitarios y fortalecimiento de las capacidades locales. Esta convicción es compartida a escala mundial y aumenta cada vez más en nuestro país en respuesta a la demanda de asegurar la conservación y uso racional de la diversidad biológica, que ha servido de sustento al desarrollo biológico y cultural de la especie humana. El uso no extractivo de la fauna a través de actividades recreativas o eco-turísticas, puede beneficiar la conservación de las especies y mejorar el bienestar socioeconómico de las poblaciones locales de Campeche, siempre y cuando este tipo de uso se encuentre debidamente ordenado y responda satisfactoriamente a los criterios de sustentabilidad.

REFERENCIAS

- Andrade, M., N. R. Silva, A. Serrano, A. H. Padilla, C. Salgado y N. Poot, 2005. Programa Integral de Turismo Alternativo en el Municipio de Calakmul, Campeche. Pronatura Península de Yucatán A.C. Reporte interno para la Secretaría de Turismo. 98 pp.
- Barbier, E., M. Acreman, y D. Knowler, 1997. Economic valuation of wetlands. A guide for policy makers and planners. Ramsar. IUCN-Institute of Hydrology-University of York, U. K.
- Constanza, R., R. D'arce, R. de Groot, S. Farber, M. de Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'neil, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, y B. Van der Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Escamilla, A., M. SanVicente, M. Sosa, y C. Galindo-Leal, 2000. Habitat mosaic, wildlife availability and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology*, 14: 1562-1601.
- Pearce, D., y D. Morán, 1994. The economic value of biodiversity. An Earthscan Original Economics & Environment. Earthscan Publications Ltd-IUCN, London, U. K. 160 p.
- Pérez Gil, S. R., 1998. Una contribución para la comprensión de los usos, valores y tipos de importancia que representan los vertebrados terrestres de México. p. 91-112. En: H. Benítez, E. Vega, A. Peña y S. Ávila (eds.). Aspectos económicos sobre la Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Instituto Nacional de Ecología, México.
- Primack, R. B., y J. Ros, 2002. Introducción a la biología de la conservación. Editorial Ariel, Barcelona, España. 375 p.
- Retana, G. O., 2006. Fauna silvestre de México. Aspectos históricos de su gestión y conservación. Fondo de Cultura Económica-Universidad Autónoma de Campeche. México. 211 p.
- Reyna-Hurtado, R. A., 2002. Hunting effects on ungulate populations in Calakmul, Mexico. M.Sc. dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 72 p.
- Reyna-Hurtado y G.W. Tanner, 2005. Habitat preferentes of ungulates in hunted and nonhunted areas in the Calakmul forest. Campeche, Mexico. *Biotropica*, 37: 676-685.
- Toledo, V. M., P. Alarcón-Chaires, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien y A. Rodríguez-Aldabe. 2002. Biodiversidad y pueblos indios en México y Centroamérica. *Biodiversitas*, 43: 1-8.
- Weber, M., 2000. Effects of hunting on tropical deer populations in south-eastern Mexico. M. Sc. Thesis. University of London, London UK. 189 p.
- Weber, M., 2005. Ecology and conservation of tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, Mexico. PhD dissertation. University of Durham, Durham, UK 240 p.
- Weber, M., G. García-Marmolejo y R. Reyna-Hurtado, 2006. The tragedy of the commons: wildlife management units in southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (5): 1480-1488.



Foto: José del C. Puc Cabrera, ECOSUR.

Aves canoras y de ornato

*Griselda Escalona Segura,
Jorge A. Vargas Contreras,
Gerardo Avilés Ramírez
y Jesús Vargas Soriano*

INTRODUCCIÓN

Las aves son los únicos animales que desde nuestro origen nos han acompañado de una manera constante y variada en mitos, representaciones simbólicas, usos y también en el desarrollo de la ciencia (Gill 1995). Nos han deleitado con sus cantos y el colorido de sus plumas, aspectos que se ven reflejados en las especies que conocemos como aves canoras y de ornato. Por una parte, las canoras, también conocidas como aves de percha o Passeriformes, son llamadas así por su especialización en la producción de sonido, gracias a la presencia de la siringe (órgano análogo a las cuerdas vocales en el humano, ubicado entre la tráquea y los dos bronquios primarios; Gill, 1995; Navarro y Benítez, 1995). Por otro lado, las aves de ornato se caracterizan por sus plumajes llamativos o por ser buenas mascotas, como es el caso de los pericos. También hay especies que son canoras y de ornato como las calandrias o yuyas (*Icterus* sp.) y los cardenales (*Cardinalis cardinalis*), lo que eleva su apreciación por el humano.

En el estado de Campeche habitan 489 especies de aves silvestres, de las cuales el 60% (293 especies) pueden ser utilizadas como aves canoras y de ornato entre las que se encuentran pericos, palomas, yuyas o calandrias y gorriones (ver aves de Campeche en el capítulo de diversidad de especies, p. 348-355). Sin embargo, en Campeche sólo se ha registrado el uso de 25 especies de aves como especies canoras y de ornato en las UMA, dentro de las cuales las más apreciadas son los pericos (tabla 1).

LAS AVES CANORAS Y DE ORNATO EN LAS UMA

En Campeche existen 17 UMA que han tenido permisos para extraer aves canoras y de ornato, de las cuales 11 estuvieron operando en el 2008 principalmente con permisos de extracción de pericos (tabla 2). La extracción de estas especies ha ido variando a lo largo del tiempo.

Tabla 1. Lista de especies de aves canoras y de ornato en el estado de Campeche. (Abreviaturas: Ocurrencia R = residente, T = transitoria, I = migratoria de invierno; Estatus en la NOM-059-2001 A = amenazada, P = en peligro, Pr = protección especial).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Ocurrencia	Estatus en la NOM-059-2001
Psittaciformes.	Psittacidae.	<i>Aratinga nana.</i>	Perico pecho sucio.	R	Pr
		<i>Ara macao (ex).</i>	Guacamaya escarlata.	R	P
		<i>Pionopsitta haematotis.</i>	Loro cabeza oscura.	R	A
		<i>Pionus senilis.</i>	Loro corona blanca.	R	A
		<i>Amazona albifrons.</i>	Loro frente blanca	R	
		<i>Amazona xantholora.</i>	Loro yucateco.	R	Pr
		<i>Amazona autumnalis.</i>	Loro cachete amarillo.	R	
		<i>Amazona farinosa.</i>	Loro corona azul.	R	A
		<i>Amazona oratrix.</i>	Loro cabeza amarilla.	R	P
Piciformes.	Ramphastidae.	<i>Ramphastos sulfuratus.</i>	Tucán pico canoa.	R	A
	Corvidae.	<i>Cyanocorax yncas.</i>	Chara verde.	R	
		<i>Cyanocorax yucatanicus.</i>	Chara yucateca.	R	
	Mimidae.	<i>Mimus gilvus.</i>	Centzontle tropical.	R	
	Thraupidae.	<i>Piranga olivacea.</i>	Tángara escarlata.	T	
		<i>Thraupis episcopus.</i>	Tángara azulgris.	R	
		<i>Sporophila torqueola.</i>	Semillero de collar.	R	
	Cardinalidae.	<i>Cardinalis cardinalis.</i>	Cardenal rojo.	R	
		<i>Pheucticus ludovicianus.</i>	Picogordo pecho rosa.	I	
		<i>Passerina caerulea.</i>	Picogordo azul.	I	
		<i>Passerina cyanea.</i>	Colorín azul.	I	
		<i>Passerina ciris.</i>	Colorín sietecolores.	I	
	Icteridae.	<i>Agelaius phoeniceus.</i>	Tordo sargento.	R	
		<i>Dives dives.</i>	Tordo cantor.	R	
		<i>Icterus cucullatus.</i>	Bolsero encapuchado.	R	
		<i>Icterus auratus.</i>	Bolsero yucateco.	R	
<i>Icterus gularis.</i>		Bolsero de Altamira.	R		

Tabla 1 (continuación). Lista de especies de aves canoras y de ornato en el estado de Campeche. (Abreviaturas: Ocurrencia R = residente, T = transitoria, I = migratoria de invierno; Estatus en la NOM-059-2001 A = amenazada, P = en peligro, Pr = protección especial).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Ocurrencia	Estatus en la NOM-059-2001
Psittaciformes.	Psittacidae.	<i>Aratinga nana.</i>	Perico pecho sucio.	R	Pr
		<i>Ara macao (ex).</i>	Guacamaya escarlata.	R	P
		<i>Pionopsitta haematotis.</i>	Loro cabeza oscura.	R	A
		<i>Pionus senilis.</i>	Loro corona blanca.	R	A
		<i>Amazona albifrons.</i>	Loro frente blanca.	R	
		<i>Amazona xantholora.</i>	Loro yucateco.	R	Pr
		<i>Amazona autumnalis.</i>	Loro cachete amarillo.	R	
		<i>Amazona farinosa.</i>	Loro corona azul.	R	A
		<i>Amazona oratrix.</i>	Loro cabeza amarilla.	R	P
Piciformes.	Ramphastidae.	<i>Ramphastos sulfuratus.</i>	Tucán pico canoa.	R	A
	Corvidae.	<i>Cyanocorax yncas.</i>	Chara verde.	R	
		<i>Cyanocorax yucatanicus.</i>	Chara yucateca.	R	
	Mimidae.	<i>Mimus gilvus.</i>	Centzontle tropical.	R	
	Thraupidae.	<i>Piranga olivacea.</i>	Tángara escarlata.	T	
		<i>Thraupis episcopus.</i>	Tángara azulgris.	R	
		<i>Sporophila torqueola.</i>	Semillero de collar.	R	
	Cardinalidae.	<i>Cardinalis cardinalis.</i>	Cardenal rojo.	R	
		<i>Pheucticus ludovicianus.</i>	Picogordo pecho rosa.	I	
		<i>Passerina caerulea.</i>	Picogordo azul.	I	
		<i>Passerina cyanea.</i>	Colorín azul.	I	
		<i>Passerina ciris.</i>	Colorín sietecolores.	I	
	Icteridae.	<i>Agelaius phoeniceus.</i>	Tordo sargento.	R	
		<i>Dives dives.</i>	Tordo cantor.	R	
		<i>Icterus cucullatus.</i>	Bolsero encapuchado.	R	
<i>Icterus auratus.</i>		Bolsero yucateco.	R		
<i>Icterus gularis.</i>		Bolsero de Altamira.	R		

Tabla 2. Lista de UMA que han tenido permisos para extraer aves canoras y de ornato en el Estado de Campeche durante el período 2000-2008.

UMA	Superficie (ha)	Tenencia de la propiedad	Estado actual de la UMA
Ampliación Forestal del Ejido Pustunich.	23 100	Ejidal.	Operando.
Aratinga´s.	200	Ejidal.	No operando.
Chelok I-IV.	300	Particular.	No operando.
Ejido Arroyo Negro.	6 607	Ejidal.	Operando.
Ejido Chuncanán.	5 015	Ejidal.	Operando.
Ejido Cristóbal Colón.	44 774	Ejidal.	Operando.
Ejido Pachuitz.	26 095	Ejidal.	Operando.
Ejido Santa María Pucnachén.	5 532	Ejidal.	Operando.
Eugenio Echeverria Castellot.	2 500	Ejidal.	No operando.
Ik- Balam.	39 625	Ejidal.	Operando.
Kicché Las Pailas.	2 180	Ejidal.	Operando.
Macanguas.	15 566	Ejidal.	Operando.
Pool-Hayin.	38 918	Ejidal.	No operando.
Refugio Faunístico Jalotum.	2 500	Ejidal.	No operando.
Valentín Gómez Farías.	1 279	Ejidal.	No operando.
Venustiano Carranza II.	1 576	Ejidal.	Operando.
X-Timba.	14 000	Ejidal.	Operando.

Por ejemplo, en el 2002 se solicitaron permisos para extraer 5 019 individuos de las cinco especies de pericos; mientras que en el 2008 sólo se solicitaron 1 226 individuos de dos especies: el loro de frente blanca o guayabero (*Amazona albifrons*) y el perico pechisucio o asteca (*Aratinga nana*, datos inéditos de la DGVS-Campeche 2008). Debido a la modificación del artículo 60 Bis 2 a la Ley General de Vida Silvestre (Diario Oficial de la Federación 2008), ya no se permitirá la extracción de pericos, lo cual influirá en las operaciones de las UMA.

Desde 1995 se han dado de permisos en el Estado para tener 61 mascotas, de las cuales dos especies son exóticas: el pavo real (*Pavo cristatus*) y el cotorro de frente escarlata (*Aratinga wagleri*). Es importante resaltar que los pericos, además de ser las aves más atractivas son las únicas especies que son registradas oficialmente como mascotas en el estado (Datos inéditos DGVS, 2008).

AMENAZAS Y ACCIONES DE CONSERVACIÓN

En el estado de Campeche, el comercio ilegal, la introducción de especies exóticas e invasoras y la pérdida del hábitat son los principales factores que están influyendo en la desaparición de especies y la pérdida de sus poblaciones. Por ejemplo, los loros y pericos son aves de plumaje llamativo y que por muchos años han estado dentro del gusto y predilección de la gente como aves de compañía. Junto con la disminución de su hábitat, los ha colocado en situaciones adversas para la mayoría de sus especies. Debido a estos dos factores, el 71% de las 21 especies de loros y pericos de México, se encuentra dentro de la NOM-ECOL-059-2001 (DOF, 2002). En el estado de Campeche, la desaparición de la guacamaya roja (*Ara macao*), estuvo probablemente asociada a su comercialización y a la desaparición de las selvas altas perennifolias en el sur del Estado (Bibby, 1997; Salgado-Ortiz *et al.*, 2001).

En relación al comercio ilegal, en los documentos de la DGVS, hay una discordancia entre las especies que han sido autorizadas como mascotas y las especies que son extraídas y las que usan los habitantes del Estado. Por ejemplo, no hay ninguna ave canora como las yuyas (*Icterus spp.*), los cardenales (*Cardinalis cardinalis*) o los jilgueros dominicos (*Carduelis psaltria*) con permiso ante la DGVS; empero son comunes en las casas. Por otro lado, no ha habido permisos de extracción del loro de cabeza azul (*Amazona farinosa*), pero sí los hay registrados como mascotas (Datos inéditos DGVS, 2008). Esto significa que las especies extraídas y/o usadas en las comunidades son de origen ilegal. De principio, debería de haber una concordancia entre el permiso de extracción, los registros de permisos para tener aves canoras y de ornato en casa u oficina ante la DGVS y las aves que las personas tienen en su casa.

Por los problemas mencionados anteriormente, en los últimos años se ha establecido vigilancia por parte de las instituciones federales y estatales para regular el comercio de las aves canoras y de ornato. La mayoría de las aves son extraídas del estado silvestre sin regulación, lo que en algunos lugares ha colocado a ciertas especies en situación crítica (Cantú *et al.*, 2007). Por ejemplo: el cardinal (*Cardinalis cardinalis*) en la península de Yucatán y, en particular en el estado de Campeche, se encuentra en veda permanente dentro del calendario de aprovechamiento. Sin embargo, es común encontrar ejemplares a la venta y su demanda se ha mantenido. Por ello, es necesario diseñar y aplicar un sistema de vigilancia y aplicación de las leyes ambientales que cubra todos los municipios del Estado. Asimismo, se requiere de un control interno apropiado para el comercio de especies, donde se tengan registrados los individuos extraídos legalmente y donde se encuentran (Íñigo-Elías y Ramos, 1997).

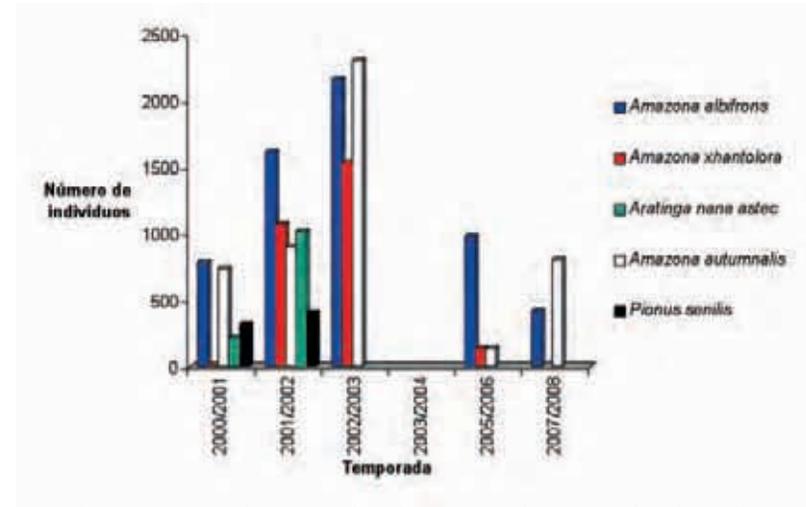


Figura 1. Tasas de aprovechamiento para cinco especies de pericos en el estado de Campeche durante el período 2000-2008 considerando todas las UMA de aves canoras y de ornato del estado.

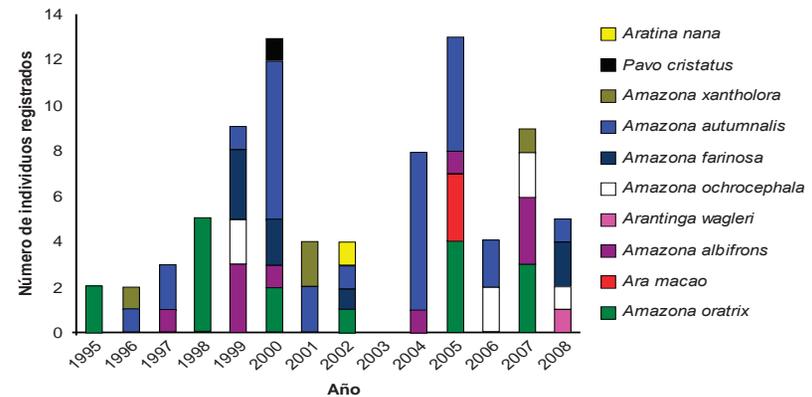


Figura 2. Aves registradas como mascotas en el estado de Campeche durante el período 1995-2008.

REFERENCIAS

- Bibby, C. J., 1997. Planning for International bird conservation. *RSPB Conservation Review*, 11:7-14.
- Cantú, G. J. C., M. E. Sánchez, M. Grosselet, y J. Silva Gamez, 2007. Tráfico ilegal de pericos en México una evaluación detallada. Defenders of Wildlife. Washington, DC. USA. 75 p.
- Diario Oficial de la Federación, 2008. 14 de Octubre de 2008. Decreto por el que se adiciona un artículo 60 Bis 2 a la Ley General de Vida Silvestre. México.
- Gill, F. B., 1995. Ornithology. W. H. Freeman and Company. USA. 766 p.
- Iñigo-Eliás, y M. Ramos, 1997. El Comercio de psitácidos en México. p. 445-448. En: J., K. Redford, y J. Rabinovich (eds.). *Uso y Conservación de la Vida Silvestre Neotropical*. Robinson, Fondo de Cultura Económica. México.
- Salgado-Ortiz J., E.M. Figueroa-Esquivel, y J. Vargas-Soriano, 2001. Avifauna del estado de Campeche. p. 1-35. En: R. Isaac Márquez (ed.). *Contribuciones al conocimiento y manejo de los recursos naturales del estado de Campeche*. Universidad Autónoma de Campeche. 147 p.
- Navarro, A., y H. Benítez, 1995. *El dominio del aire*. Fondo de Cultura Económica. México. 138 p.

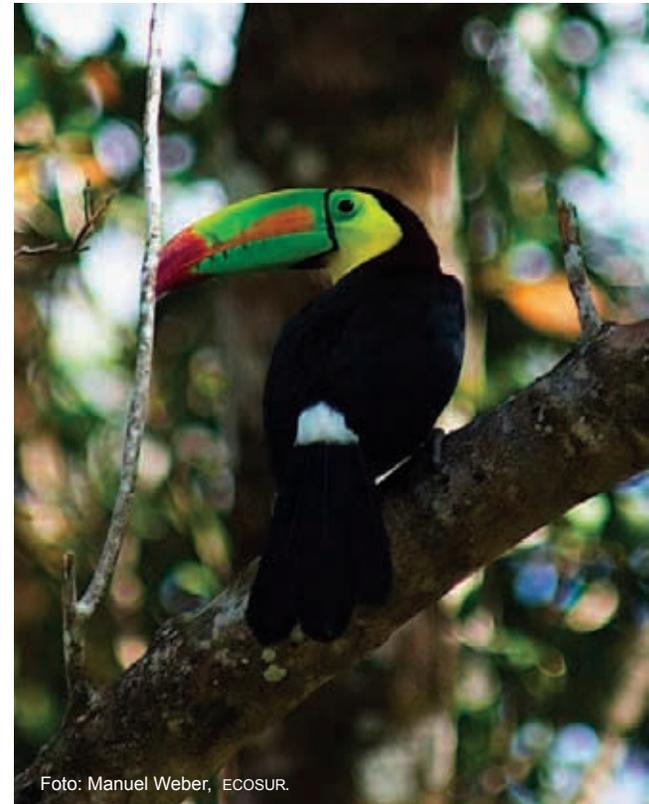


Foto: Manuel Weber, ECOSUR.

Estudio de caso: la apicultura en el estado de Campeche

Luis Roberto Martínez Pérez de Ayala

Introducción

El estado de Campeche tiene una gran tradición en el ámbito apícola, se ubica en el segundo lugar a nivel nacional en producción de miel, a pesar de la baja tecnificación de los sistemas de producción utilizados por los apicultores, quienes transmiten los conocimientos del proceso del cuidado de estas abejas de generación en generación (SIACON, 2005).

La actividad apícola en el estado de Campeche se ha enfocado primordialmente al aprovechamiento de la miel y la cera. La primera es para su venta a los centros de acopio y la segunda es utilizada para su autoconsumo con las cuales se elaboran hojas de cera estampada para que las abejas labren panales nuevos.

La cosecha de miel por parte de los apicultores se lleva a cabo en campo, directamente en los apiarios. Utilizan un extractor manual de lámina para cuatro panales tipo Langstroth, lo colocan a un costado del apiario sobre una colmena vacía, y lo amarran a un árbol para evitar que se les caiga por el movimiento al momento de estar realizando la extracción; algunos apicultores efectúan la extracción de

la miel arriba de la camioneta en la que se transporta al apiario. A un costado del extractor se coloca el banco desoperculador el cual puede ser desde una caja Langstroth con una malla criba en su parte inferior colocado sobre un medio tambor de lámina, hasta un banco de madera recubierto de lámina galvanizada, en cuanto a los cuchillos éstos pueden ser del tipo apícola de lámina galvanizada de doble filo o simplemente un cuchillo grande o machete corto bien afilado.

Actualmente, con las políticas de inocuidad alimentaria, exigidas por los países consumidores de miel y promovidas por la SAGARPA, están incentivando a los apicultores a cambiar sus equipos de extracción (extractor, banco desoperculador y cuchillos) por equipos de acero inoxidable grado alimentario. Se están implementando programas de subsidio para la adquisición de estos equipos como lo es el Programa de Alianza Contigo (antes Alianza para el Campo), el cual apoya a los apicultores desde 30% hasta 70% del costo de los equipos (SENASICA, 2008).

De los 11 municipios que conforman el estado de Campeche, 10 presentan desarrollo de la actividad apícola, en el que destaca el municipio de Champotón, seguido del municipio de Calakmul, aunque éste cuenta con un inventario de colmenas más grande que Champotón (tabla 1). En total son 56 grupos organizados de apicultores, los cuales se encuentran distribuidos en todo el territorio campechano (Sistema Producto Apícola del Estado de Campeche, 2009).

La apicultura como una actividad sustentable

Ayala-Arcipreste (2001) señala, “para Moritz (1991) las abejas son valiosas para recuperar y estabilizar los ecosistemas destruidos o en peligro de desaparición. Por este motivo, la apicultura, además de su función productiva, representa un beneficio indirecto al contribuir a la conservación de la biodiversidad y ser un soporte esencial en la protección integrada del medio ambiente.”

Tabla 1. Censo apícola por municipio del estado de Campeche.

Municipio	No. de comunidades	No. de productores	No. de colmenas
Calkiní.	15	723	15 982
Hecelchakán.	14	352	10 399
Tenabo.	6	159	5 864
Campeche.	26	577	21 633
Champotón.	40	2,126	42 048
Hopelchén.	35	636	10 244
Calakmul.	48	1,425	53 254
Escárcega.	25	321	13 787
Carmen.	7	113	5 158
Candelaria.	10	87	2 632
Total.	226	6,519	181 001

Lo antes descrito concuerda con la definición de Desarrollo Sostenible dada en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la cual cita “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.” (Enkerlin *et al.*, 1997)

Esto es particularmente importante para un estado como Campeche, cuyo desarrollo económico históricamente se ha basado en la extracción selectiva de sus recursos naturales (palo de tinte, caoba y cedro, chicle, camarón y actualmente petróleo), con un sector rural con grandes rezagos sociales y demandante de alternativas productivas que le permitan mejorar sus niveles de vida; así como un incipiente sector privado y gubernamental, interesados en impulsar la industrialización y modernización del Estado para su inserción en la economía global. Con más del 30% de su territorio declarado como área natural prote-

gida, Campeche representa uno de los últimos reductos del país donde es posible aplicar una visión integral de investigación, conservación y manejo sustentable de recursos naturales, para generar desarrollo social y crecimiento económico basado en el uso equilibrado de la biodiversidad (Berrón- Ferrer *et al.*, 2003).

Perspectivas de explotación apícola en el estado

El estado de Campeche cuenta con cinco áreas naturales decretadas como protegidas, cuatro de ellas son de competencia federal y una de competencia estatal, específicamente tres son catalogadas como Reservas de la Biosfera, una como Área de Protección de Flora y Fauna y la otra como Zona Sujeta a Conservación Ecológica (injerencia estatal). En conjunto equivalen al 35% aproximadamente de la superficie del Estado, abarcando un total de 1903 674 ha. Asimismo, cuenta con diferentes tipos de vegetación, entre los que se encuentra selva alta mediana perennifolia y subperennifolia, selva mediana caducifolia y subcaducifolia, selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva baja espinosa, sabana, manglar, popal-tular, vegetación halófila y gipsófila; así como vegetación marina y de agua dulce, las cuales en conjunto ocupan una extensión aproximada de 53 833 km², diversidad floral se considera que está representada por más de 3 000 especies de plantas (Berrón-Ferrer *et al.*, 2003).

La gran diversidad florística presente en el estado de Campeche, aunada a la gran tradición apícola de sus campesinos mayas y colonos, se presenta como una gran alternativa de desarrollo. Sin embargo, esta actividad se ha restringido a las colindancias de los caminos y los centros de población donde otras actividades económicas de carácter territorial, en particular la ganadería bovina extensiva y la agricultura mecanizada, están alterando las condiciones ambientales fundamentales para el sostenimiento de la actividad apícola de esta región (Ayala- Arcipreste, 2001).

Ventajas sociales de una diversificación apícola en el estado

En la actualidad los apicultores del estado de Campeche aprovechan únicamente la miel y la cera, la cual autoconsumen para la elaboración de las láminas de cera estampada, y desaprovechan el resto de los productos de la colmena: el polen, el propóleo, la jalea real y el veneno.

La aplicación de una apicultura diversificada en el estado de Campeche representaría la total rentabilidad de esta actividad, ya que se aprovecharía la miel, cera y polen de los meses de diciembre a junio (temporada de floración abundante), así como la jalea real y el veneno de los meses de julio a septiembre y el propóleo de octubre a febrero. Basado en este calendario de explotación apícola, el apicultor contaría con ingresos permanentes durante todo el año, lo que se vería reflejado directamente en la capacidad adquisitiva de las familias de los apicultores. Consecuentemente, podrían adquirir alimentos de mayor calidad nutritiva para poder ofrecer mejores oportunidades de estudios a sus hijos. Lo anterior repercutiría directamente en el comercio del Estado.

Cabe señalar que algunos de estos productos se cotizan por encima de la miel, tal es el caso del propóleo, que en el mercado nacional se compra a \$500 pesos por kilogramo y en el mercado internacional alcanza hasta los \$120 dólares por kg. Sin embargo, la cosecha de estos productos de la colmena podrían ser aprovechado para autoconsumo, representando un suplemento alimenticio rico en vitaminas, minerales, proteínas, agentes antibióticos (flavonoides, flavona, flavononas, terpenos, entre otro gran número de componentes), lo cual vendría a reforzar la deficiente dieta de las familias de los apicultores indígenas del estado de Campeche.

Referencias

- Ayala-Arcipreste M. A., 2001. La apicultura de la Península de Yucatán: Un acercamiento desde la ecología humana. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias); Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional – Unidad Mérida; Mérida, Yucatán. 145 p.
- Berrón-Ferrer G. E., M. Arteaga-Aguilar, R. Noriega-Trejo, L.R. Martínez, L. Godínez-García, y J. Vargas-Soriano, 2003. Las áreas naturales protegidas del estado de Campeche. *Nueva Época Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 623: 24-29
- Enkerlin E. C., G. Cano, R.A. Garza, y E. Vogel, 1997. *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. Internacional Thomson Editores, Mexico, DF. 690 p.
- Jean-Prost P., 1995. *Apicultura*. 3ra edición. Ediciones Mundiprensa; México. 741 p.
- Moritz, 1991. *Manual del apicultor aficionado*. Ediciones Roca, S. A., México.
- SENASICA, 2008 *Manual de buenas prácticas de producción de miel*. Programa de inocuidad alimentaria; SAGARPA. México. 33 p.
- SIACON, 2005. *Sistema Nacional de Información Agroalimentaria de Consulta*, SAGARPA. www.siacon.gob.mx
- Sistema Producto apícola del estado de Campeche, 2009. *Plan rector de la apicultura de Campeche*. Secretaría de Desarrollo Rural Gobierno del Estado, Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos, Campeche. 20 p.

Estudio de caso: manejo del pavo ocelado

Sophie Calmé, Mauro Sanvicente y Holger Weissenberger

El pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) es una especie endémica de la región de la península de Yucatán, se distribuye actualmente en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo en México, el departamento de Petén en Guatemala y el norte de Belice (Howell y Webb, 1995). La distribución restringida confiere especial importancia a la conservación y el uso de la especie.

Campeche es el estado con las poblaciones más grandes de pavo ocelado, lo cual se ve reflejado en el tamaño de las parvadas que se encuentran (Calmé y Sanvicente, 2000) (figura 1). El rasgo de vida gregaria (en parvada) es inusual en las selvas. Se supone que provee ventajas a los individuos contra los depredadores, pero, al mismo tiempo, los hace más fáciles de detectar. Por esta última razón, la depredación (natural o humana) y la pérdida de hábitat, dos variables estrechamente ligadas, son las principales amenazas a la especie.

Como consecuencia, ha ocurrido una dramática reducción de la abundancia del pavo ocelado, al disminuir su área de distribución, en particular en Campeche. En el Estado, las mayores reducciones han correspondido a las zonas que fueron colonizadas recientemente al sur, y sobre todo, donde se han desmontado grandes superficies de

selva para la ganadería. Sólo entre 1985 y 1994, se estima que fueron desmontadas 1 816 414 ha de selva en la entidad, lo que corresponde a una pérdida del 61% (Sánchez Aguilar y Rebollar Domínguez, 1999). Estos cambios recientes permiten analizar los factores que contribuyen al declive del pavo ocelado, para poderlos integrar a un plan de manejo de la especie.

El primer factor que influye en la conservación de una población de pavo ocelado es su abundancia pasada. De esa manera, donde en 1980 existían poblaciones formadas por parvadas grandes (>10 individuos), la probabilidad de que persista la especie a través del tiempo es mayor. En contraste, resulta difícil que se recolonice un área, una vez desaparecida la población.

El segundo factor que permite asegurar la conservación del pavo ocelado es la preservación de grandes superficies de selva. Es de notar que esto no contradice la presencia de áreas agrícolas, pero debe existir un mosaico agroforestal, donde el bosque representa por lo menos 70% del paisaje. Aunque el pavo ocelado probablemente se podría mantener en paisajes más abiertos, la presencia de grandes macizos forestales garantiza una baja perturbación antrópica y menos presión de cacería de subsistencia. Asimismo, el bosque maduro es el hábitat que asegura la mayor supervivencia de los polluelos y de las hembras anidando (González *et al.*, 1998).

Para ilustrar cómo inciden los factores de cambios en las poblaciones de pavo ocelado, se presentan dos ejemplos de manejo de la especie que permitieron aumentar su abundancia. El primero es el caso de la Reserva de Biosfera Calakmul; el segundo es el caso de la UMA del ejido Carlos Cano Cruz.

La Reserva de Biosfera Calakmul albergaba varios campamentos madereros y chicleros antes de ser decretada en 1989. Aunque la deforestación que provocaban era insignificante, los madereros y chicleros permanecían por periodos largos en la selva. Entre las especies que más cazaban se encontraba el pavo ocelado. Las personas que han

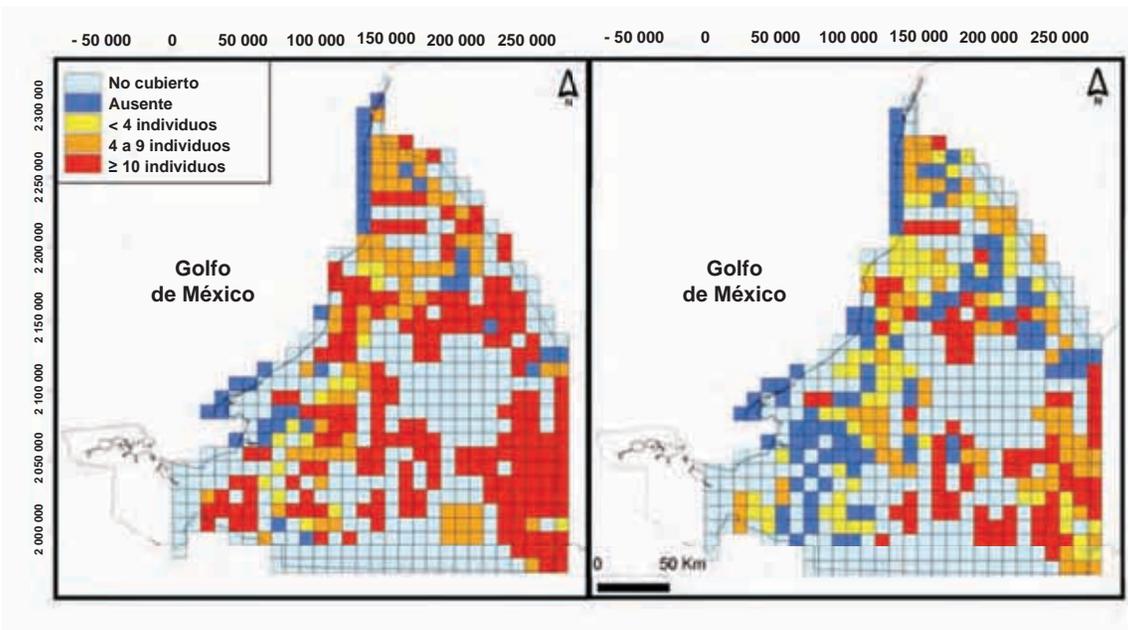


Figura 1. Distribución y abundancia del pavo ocelado en el estado de Campeche en 1980 (izquierda) y 2000 (derecha). Los colores indican el tamaño máximo de las parvadas reportadas en cada cuadrante de 10 x 10 km. A partir de Calmé y Sanvicente (2000).

trabajado y siguen trabajando hoy en día como personal de la CONANP o del INAH, mencionan que las parvadas de pavo ocelado son ahora más grandes que anteriormente. Además, se puede detectar que la especie se volvió mucho menos arisca con la gente, este cambio de comportamiento constituye una buena evidencia de la desaparición de la presión de cacería.

El ejido Carlos Cano Cruz es de reciente creación y sus fundadores llegaron del estado de Tlaxcala, donde no practicaban la cacería. Así, la tradición de cacería no está enraizada entre la gente del ejido, a contrario de la mayoría de las demás comunidades de la región. Por otra parte, la topografía del lugar fomenta que el paisaje sea una mezcla de planicies, donde se cultiva el maíz, y de cerritos rocosos cubiertos de selva baja. Este paisaje favorece mucho a los pavos, que complementan su alimentación en la selva con el maíz que encuentran en el suelo en los campos agrícolas. Esta situación ha hecho de la UMA del ejido Carlos Cano Cruz un lugar de predilección para la cacería deportiva del pavo ocelado, situación que se ha retroalimentado positivamente gracias a la derrama económica que deja esta actividad y que fomenta la conservación de la especie por los habitantes.

El caso de la Reserva de la Biosfera Calakmul y de la UMA del ejido Carlos Cano Cruz no tienen por que representar excepciones a una regla que predice un futuro muy negro al pavo ocelado. Al contrario, ilustran sencillamente el factor que es probablemente clave para revertir la situación actual: permitir a la especie reproducirse, al eliminar o por lo menos reducir la cacería indiscriminada. Para ello, no se requieren estudios complicados, sino sólo la aplicación de reglas sencillas y la voluntad de la población local.

Referencias

- Calmé, S., y M. Sanvicente, 2000. Distribución actual, estado poblacional y evaluación del estado de protección del pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*). Informe final del proyecto R114, CONABIO. 29 p.
- González M.J., H.B. Quigley, y C.I. Taylor, 1998. Habitat use and reproductive ecology of the Ocellated Turkey in Tikal national park, Guatemala. *The Wilson Bulletin*, 110(4): 505-510.
- Howell, S.N.G., y S. Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. USA. 851 p.
- Sánchez Aguilar, R.L., y S. Rebollar Domínguez, 1999. Deforestación en la Península de Yucatán, los retos que enfrentar. *Madera y Bosques*, 5(2): 3-17.



Foto: Criselda Escalona Segura, ECOSUR.

*Estudio de caso: el pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*) en Campeche: uso, conocimiento actual y estado de conservación*

Rafael Reyna y Sadao Pérez Cortez

El pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*, Link 1795, Orden: Artiodactyla, Familia Tayassuidae) es una de las tres especies vivas reconocidas de pecaríes (Sowls, 1997). Con 1 100 mm de largo promedio y 25 a 40 kg de peso, es la más grande de las dos especies que habitan en México. Se distingue del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) por su color negro y la característica barba blanca que se presenta en los adultos. El pecarí labios blancos es una especie que representa un fenómeno social único en el mundo al formar grandes grupos que van desde 10 hasta 300 animales en general, aunque hay avistamientos recientes confirmados de grupos tan grandes como de 400 y 700 miembros (J. Fragoso y R. Bodmer, com. pers.) y reportes históricos de 1 000 y hasta 2 000 animales (Mayer y Wetzel, 1987). Las manadas son muy cohesivas y se mantienen viajando en continuo contacto entre los individuos. Normalmente se mueven largas distancia avanzando en fila con algunos individuos sirviendo de guías para el grupo. El tamaño de ámbito hogareño es grande y ha sido determinado en el rango de 18.71 km² (para manadas viviendo en fragmentos del Bosque Atlántico en Brasil; Keuroghlian *et al.*, 2004) hasta 200 km² (para grupos del

Bosque Amazónico, en el norte de Brasil; Fragoso, 2004). En México, el primer estudio de radio-telemetría de grupos silvestres en la región de Calakmul (el área de estudio se localiza en la parte sur de la reserva en las siguientes coordenadas geográficas: 18°07'21" de latitud norte y 89°48'56" de longitud oeste), reportó ámbitos hogareños de hasta 120 km² (Reyna-Hurtado, 2007).

El pecarí labios blancos prefiere bosques tropicales húmedos y en buen estado de conservación con abundantes cuerpos de agua, que son visitados casi diariamente para refrescarse y hozar en bancos de lodo. Son principalmente frugívoros, pero consumen pequeñas porciones de proteína animal, gracias a la fuerza de sus quijadas son capaces de consumir algunas de las nueces más duras a las que otras especies no tienen acceso como la palma Buriti (*Mauritia flexuosa*; Kiltie y Terborgh, 1983). En la región de Calakmul se reportaron 47 especies vegetales consumidas, de las cuales *Brosimum alicastrum*, *Chamaedorea* sp, *Manilkara zapota*, *Mimisa* sp., y *Pipper amalga* fueron las de mayor importancia en su dieta (Perez Cortez, 2008). Las dos especies de pecaríes son presas preferidas de los grandes gatos como el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), los cuales siguen a los grupos, esperando la oportunidad de capturar un individuo (Leopold, 1959; Sowls, 1997).

El pecarí labios blancos una vez habitó desde el estado de Veracruz hasta el norte de Argentina, pero su rango ha sido reducido enormemente, debido a la presión de cacería y a la fragmentación y pérdida del bosque tropical. Esta especie muestra muy poca tolerancia hacia los humanos y desaparece rápidamente de áreas que son colonizadas por el hombre. El pecarí labios blancos se encuentra en el Apéndice II del CITES y en la lista roja de la UICN como de riesgo bajo de extinción, debido al amplio rango de distribución. Sin embargo, en una revisión reciente, elaborada por expertos sobre esta especie en el 2005 (WCS, 2005; Taber *et al.*, 2008), se determinó que ha sufrido una reducción

general del 21%, con la mayor reducción en los países de Costa Rica, México y Argentina donde se ha reducido en más de un 80% y en El Salvador, donde ya se extinguió (Taber *et al.*, 2008.).

En México, desde hace más de 40 años, Leopold (1959) identificó al pecarí de labios blancos como la primera especie que desaparecía cuando los humanos colonizaban un área de bosque tropical. Tan ciertas fueron sus predicciones que actualmente el pecarí labios blancos ha desaparecido de los estados de Veracruz, Tabasco y Yucatán, y solamente persiste una población aislada en Oaxaca. Las poblaciones grandes de esta especie sólo se encuentran en Campeche, Chiapas y Quintana Roo (March, 1993; Naranjo, 2002; Reyna-Hurtado, 2007). A pesar de esta reducción en rango, en nuestro país el pecarí labios blancos no ha sido clasificado en la lista de especies en peligro (NOM-Norma Oficial Mexicana de Especies en Peligro de Extinción, Semarnat) y la cacería legal es permitida en los estados de Campeche y Quintana Roo, bajo el esquema de las Unidades de Manejo y Conservación de Vida Silvestre (UMA). La situación es aún más grave considerando que la cacería de subsistencia y la fragmentación del hábitat continúan ejerciendo presión sobre la especie fuera de las áreas protegidas sin ningún plan de conservación regional ni nacional (Naranjo, 2002; Reyna-Hurtado, 2002; Weber *et al.*, 2006; Reyna-Hurtado y Tanner, 2007).

El estado de Campeche es, quizás, el que contiene la población con mayores oportunidades de conservación a largo plazo en México del pecarí de labios blancos, debido, en gran medida, a la presencia de la Reserva de la Biosfera de Calakmul con las reservas estatales de Balam Ku y Balam Kin, así como la estratégica posición de las mismas que les permite continuidad total con la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala y Dos Milpa y Río Bravo en Belice. Este conjunto de bosque tropical es el más grande de México y Centroamérica (March, 1993; Reyna-Hurtado, 2007; Taber *et al.*, 2008). Sin embargo, a pe-



sar de las áreas protegidas, la situación de la especie resulta crítica, debido a que la presión de cacería sobre el pecarí es muy fuerte en los bosques comunales donde aún existen grupos de esta especie. Por ejemplo, en algunos ejidos de la Región de Calakmul, se ha determinado que el pecarí labios blancos es una de las cinco especies preferidas por los cazadores en cinco ejidos (Escamilla *et al.*, 2000; Weber, 2000; Reyna-Hurtado, 2002). En el año 2005 se documentó la completa eliminación de un grupo por parte de cazadores de subsistencia, quienes en tres eventos de cacería eliminaron 20 de 29 individuos de un grupo; días después en la temporada legal, un cazador deportivo eliminó en un solo día siete de los nueve restantes, y deja sólo a una madre con su cría, quienes sufrieron una suerte desconocida. Debido al alto grado de sociabilidad que demuestra la especie es poco probable que estos dos individuos hayan sobrevivido (Weber *et al.*, 2006). En esta comunidad, un muestreo exploratorio rápido, donde se visitaron más de 25 “aguadas” tres meses antes de los acontecimientos relatados (Reyna-Hurtado, observación personal), arrojó evidencias de que quizás sólo tres a cinco grupos habitaban esta área de casi 500 km². Si se eliminó un grupo en una sola temporada de sequía entonces es probable que la especie desaparezca de este ejido en los próximos cinco a 10 años.

Si el pecarí labios blancos desaparece de los bosques comunales y queda aislado en las pocas grandes reservas que permanecen en los estados donde aún existe esta especie (reservas de la biósfera de Calakmul en Campeche, de Montes Azules en Chiapas, de los Chimalapas en Oaxaca y Sian Ka'an en Quintana Roo), y se pierde la conectividad entre ellas, la situación de esta especie será aún más crítica, dado que se corre el riesgo de aislar genéticamente a los individuos, lo que ha sido demostrado que tiene un impacto negativo en la conservación de cualquier especie. Cuando la endogamia es alta, se pierde la posibilidad de enfrentar cambios en el ambiente a nivel evolutivo y la especie es más vulnerable a la extinción. La conservación del pecarí labios blancos en el estado de Campeche, así como en el resto del país, debe incluir las áreas comunales, ya que son reservorio aún de poblaciones remanentes de pecarí labios blancos y pueden tener un papel fundamental en la dispersión entre poblaciones y como poblaciones satélites de las grandes poblaciones en las áreas protegidas.

Si se pierde el pecarí de labios blancos en México estaremos perdiendo un gran depredador de semillas, papel fundamental para mantener la diversidad de árboles en los bosques tropicales y también a una especie que aporta una cantidad importante de proteína animal en la dieta de los campesinos que dependen de la cacería de subsistencia (y que de ser manejado de manera sustentable ha probado ser una especie muy importante con alto potencial económico; Bodmer *et al.*, 1997).

Finalmente, estaremos perdiendo un fenómeno socio-ecológico único en el mundo y muy importante para la ciencia, en donde grandes manadas de esta especie se mueven a través de la selva de manera coordinada, con un gran sentido de orientación y demostrando un gran conocimiento temporal y espacial de los recursos, habilidades que aún no entendemos en su totalidad y que pueden ayudar a entender la evolución del comportamiento social en ungulados neotropicales.

Referencias

- Bodmer, R., y L. K. SOWLS, 1993. The collared peccary (*Tayassu tajacu*) p 7-13. In: W.L.R. Oliver (ed). Pigs, peccaries and hippos. IUCN. Gland, Switzerland. 202 p.
- Bodmer, R., J. F. Eisenberg, y K.H. Redford, 1997. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. *Conservation Biology*, 2:460-466.
- Fragoso, J. M. V., 2004. A long-term study of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) population fluctuation in Northern Amazonia. p. 286-296. In: K.R. Silvius, E. Bodmer, and J.M.V. Fragoso. People in Nature, Wildlife Conservation in South and Central America. Columbia University Press, New York, USA.
- Keuroghlian, A., D. P. Eaton, y W. S. Longland, 2004. Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. *Biological Conservation*, 120:411-425.
- Kiltie, R. A., y J. Terborgh, 1983. Observations on the behavior of rain forest peccaries in Perú: Why do white-lipped peccaries form herds? *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, 62:241-255.
- Leopold, A. S., 1959. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México D.F. 608 p.
- March I., 1990. Evaluación de hábitat y situación actual del pecarí de labios blancos *Tayassu pecari* en México. Tesis de Maestría de la Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica. 250 p.
- March, I. J., 1993. The white-lipped peccary (*Tayassu pecary*) p. 13-22. In: W.L.R Oliver (ed). Pigs, peccaries and hippos. IUCN. Gland, Switzerland. 202 p.
- Mayer, J. J., y R. M. Wetzel, 1987. *Tayassu pecari*. *Mammalian Species*, 293: 1-7.
- Naranjo, E. J., 2002. Population ecology and conservation of ungulates in the Lacandon forest, México. Ph.D. Dissertation. The University of Florida, Gainesville, FL, USA. 146 p.

Pérez Cortez, S., 2008. La dieta de los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Campeche. Campeche, México. 50 p.

Reyna-Hurtado, R., 2002. Hunting effects on the ungulates species in Calakmul Forest, Mexico. Master Thesis, University of Florida. Gainesville, Florida. 91 p.

Reyna-Hurtado, R., y G. W. Tanner, 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation*, 16:743-757.

Reyna-Hurtado, R., 2007. Social ecology of white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) in Calakmul forest, Campeche, Mexico. Ph D dissertation, University of Florida, Gainesville, Fl. 132 p.

Sowls, L. K., 1997. Javelinas and the other peccaries: their biology, management and use. 2nd. Ed. Texas A&M University Press. College Station, TX, USA. 325 p.

Taber, A. *et al.*, 2008. Análisis de la distribución y el estado de conservación del tapir (*Tapirus terrestris*) y el pecarí labiado (*Tayassu pecari*) en Latinoamérica y una llamada de acción. Santa Cruz, Bolivia, Workshop. Pigs, Peccaries and Hippos Specialist Group (IUCN), Tapir Specialist Group (IUCN), Wildlife Conservation Society, and Wildlife Trust.

Weber, M., 2000. Effects of hunting on tropical deer populations in Southeastern Mexico. M.Sc. Thesis. Royal Veterinary College. University of London. London, UK 80. p

Weber, M., G. García-Marmolejo, y R. Reyna-Hurtado, 2006. The tragedy of the commons Mexican style: A critique to the Mexican UMAS concept as applied to wildlife management and use in south-eastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 34:1480-1488.



Foto: Manuel Weber, ECOSUR.

Estudio de caso: ¿Son las UMA extensivas sustentables en Campeche?

Gabriela García Marmolejo y Gerardo Avilés Ramírez

Las Unidades de Manejo y Conservación de Vida Silvestre, conocidas también como UMA, se establecen a partir de 1997 en el Estado, al mismo tiempo que entró en vigor el “Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000”. Actualmente están registradas 125 UMA (85 extensivas y 40 intensivas) que cubren en conjunto 8 270.61 km², correspondiente al 14.3% de la superficie total del Estado (SEMARNAT, 2008). Cabe señalar, que las UMA de modalidad extensiva cubren el 99.7% de esta superficie. Éstas se encuentran distribuidas en 10 de los 11 municipios del estado, pero el 70% de estas se localizan en tres municipios (Calakmul, Hopelchén y Calkiní) (figura 1). Aunque sólo el 51% de las UMA son de propiedad ejidal, en conjunto éstas ocupan alrededor del 70% de la superficie de las UMA en el estado y debido a que las propiedades ejidales se superponen a las áreas sujetas a conservación 20% de las UMA se encuentra parcialmente dentro Áreas Naturales Protegidas. En Campeche actualmente se aprovechan de forma extractiva 77 especies nativas silvestres de aves (40), mamíferos (17), reptiles (4), plantas (16) y dos especies exóticas (*Branta canadense* y *Sus scrofa*) en el municipio de Ciudad del Carmen. En general, en el

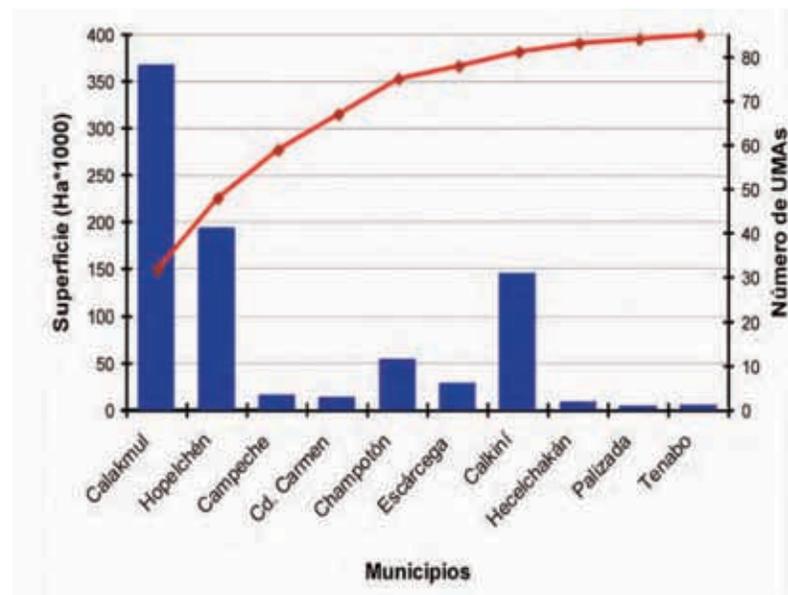


Figura 1. Número de UMA y superficie que ocupan por municipio en el estado de Campeche en 2008.

Estado la principal actividad de una UMA es el aprovechamiento cinegético, aunque se realizan otras actividades como la comercialización de aves y orquídeas (DGVS, 2005) (figura 2).

Han transcurrido 10 años desde que se implementaron las UMA a nivel nacional con el objetivo de brindar oportunidades de desarrollo social y económico a las comunidades rurales bajo un modelo que permitiera al mismo tiempo conservar los recursos naturales. Sin embargo, la instrumentación de esta estrategia de aprovechamiento de la vida silvestre no ha sido tan exitosa en la práctica como se supuso en su concepción. En el presente se requiere que el diseño de esta estrategia y su instrumentación se vinculen a las condiciones presentes de la región. Para clarificar la necesidad de transformar esta estrategia en

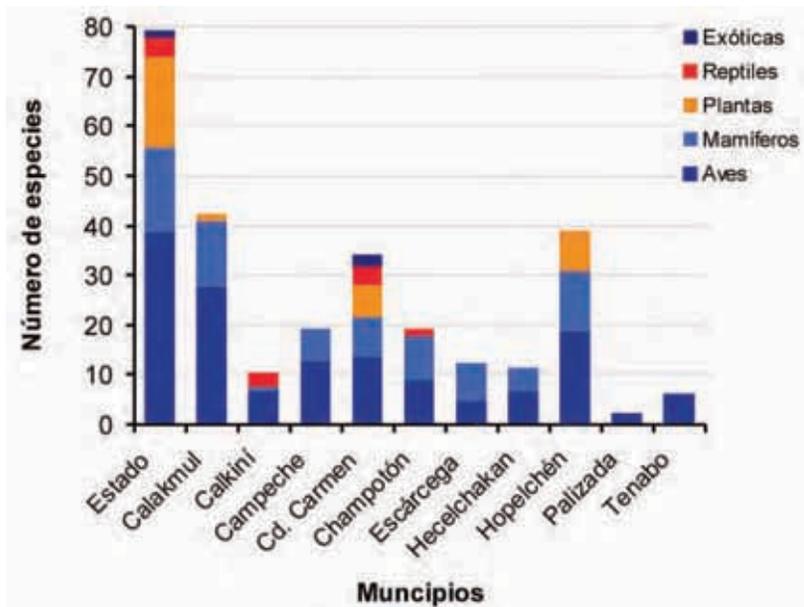


Figura 2. Grupos de especies con aprovechamiento extractivo en las UMA extensivas de Campeche en 2008.

un nuevo concepto de UMA, se analizará de forma general cuales han sido las limitaciones y los logros del programa. Para ello, se ejemplificará con base en la evaluación multi-criterio de sustentabilidad realizada durante el 2005 (figura 3). Esta aproximación metodológica constituyen una herramienta que permite evaluar la sustentabilidad en un sistema de manejo, mediante emplear indicadores que reflejen los diferentes aspectos del sistema (Maser *et al.*, 1999). Los indicadores son planteados en una estructura jerárquica, cuyos niveles se constituyen por criterios cada vez más específicos y con base en las características particulares de sistema evaluado (Bosshard, 2000). Para la evaluación de las UMA se seleccionaron, con base en los objetivos fundamentales del programa, cuatro grupos de indicadores (ambien-

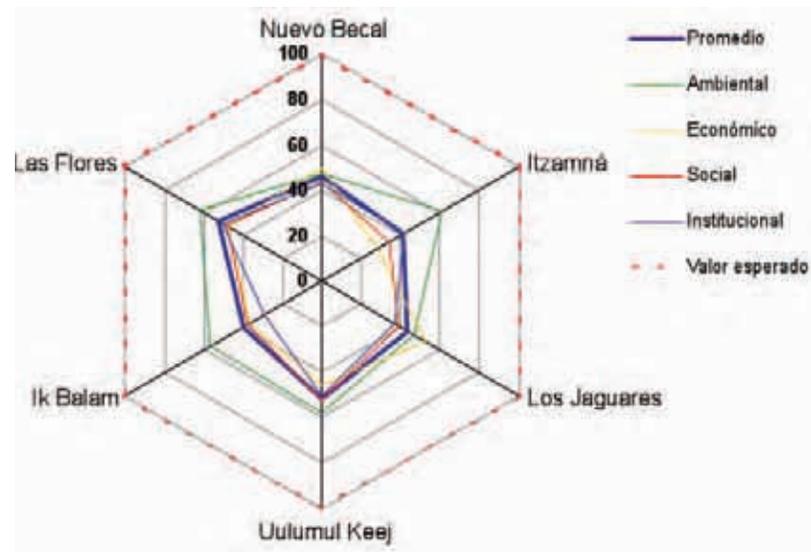


Figura 3. Valor de Sustentabilidad promedio para las UMA evaluadas en Campeche utilizando un marco multi-criterio durante el año 2005.

tal, económico, social y institucional), los cuales permitieron expresar aspectos concretos de los avances y limitaciones de este programa en la región.

En el nivel ambiental, el programa pretende contribuir a la conservación del hábitat, al establecer un área de manejo para conservación y uso sustentable de vida silvestre (INE-SEMARNAT, 2000). El aprovechamiento se regula con base en la expedición de tasas de extracción autorizadas, que están avaladas por estudios poblacionales (SEMARNAT, 2002a). Sin embargo, en la práctica este modelo de aprovechamiento sustentable y conservación de la biodiversidad se vuelve difícil de implementar. El primer problema es estimar una cosecha sostenible para las poblaciones silvestres. El aprovechamiento sustentable de la

fauna implica realizar un consumo de ejemplares inferior a la tasa natural de reproducción de las especies (Robinson y Redford, 1997). La determinación de esta tasa es todavía un conocimiento incipiente para las poblaciones tropicales (Shaw, 1997), esto aunado a métodos de muestreo poco confiables, generan una gran incertidumbre respecto a la cosecha potencial sostenible. A esta incapacidad de conocer si la tasa de extracción autorizada realmente coincide con una cosecha sostenible, se añade el segundo problema: la tasa “libre” de extracción. Esta cosecha se realiza en la región principalmente con motivos de autoconsumo y control de plagas. Cabe señalar que la información de campo generada en este trabajo muestra que la tasa libre de extracción excede la tasa autorizada. Estudios anteriores en la región reportan la cacería de subsistencia como una actividad frecuente Escamilla *et al.* (2000), Lechuga (2001), Reyna-Hurtado (2002), Weber (2000), mientras en para Carrillo *et al.* (2000) esta actividad constituye incluso una de las causas principales de disminución de las poblaciones tropicales de fauna en Costa Rica.

En Campeche durante el periodo 1999-2004 se registró de manera general una disminución en el número de ejemplares autorizados para extracción. Del total de especies registradas para manejo en las UMA, el 73% presentó tasa de extracción autorizada, el 31% tienen importancia en la actividad cinegética y el 25% se encuentra en una categoría vulnerable de conservación, de acuerdo con la NOM-ECOL-059/2001 (SEMARNAT, 2002b). Aunque durante este periodo la tendencia de las tasas de aprovechamiento fue decreciente, los datos disponibles son insuficientes para determinar el impacto de las UMA en la conservación de las poblaciones de fauna. Sin embargo, en la región se ha documentado una disminución de las poblaciones silvestres para diversas especies de aves y mamíferos (Calmé y Sanvicente, 2000; Escamilla *et al.*, 2000; Weber, 2000; Reyna-Hurtado, 2002).

En el nivel económico, el programa pretende promover en el sector rural la diversificación productiva y el desarrollo económico. De esta

manera, brindar nuevas opciones económicas al productor que contribuyan a mejorar su economía. En Campeche 57% de las UMA centran su actividad económica en el mercado cinegético de un conjunto reducido de especies, entre ellas están: el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), hocofaisán (*Crax rubra*), cojolita (*Penelope purpurascens*), codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*), venado temazate rojo y café (*Mazama* sp.), pecarí de collar y de labios blancos (*Tayassu* sp.) y venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Derivado de esta actividad surge el problema de intermediarismo y acaparamiento. En este mercado, los técnicos y prestadores de servicios cinegéticos fungen el papel de intermediarios entre la UMA (comunidad) y los cazadores y la institución gubernamental (SEMARNAT). El rol central que éstos tienen, les permite privilegios financieros en sus tratos con las comunidades y mantener control del mercado. Este acaparamiento se traduce en un ingreso inestable y una ganancia insignificativa para las comunidades. En parte, estos problemas se favorece debido a la logística para realizar los trámites, así como a la poca regulación a estos servidores intermediarios (García-Marmolejo *et al.*, 2008).

Esto último está ligado al aspecto institucional del programa, es decir a los mecanismos externos de regulación y gestión pública. En Campeche, durante el año 2005, más de la mitad de las UMA tuvieron plan de manejo, pero menos de la mitad presentaron informes anuales. Estos documentos contuvieron una calidad variable e inconsistencias en torno a información imprecisa, incompleta e incierta, duplicación de informes y estudios, entre las más notables. Esto refleja la falta de una estructura regulatoria institucional que permita atender los asuntos en la materia, así como la falta de recursos humanos y su capacitación profesional para que permita hacer una evaluación objetiva y crítica de los documentos. En el terreno práctico, la inspección y vigilancia de las UMA ha incrementado tanto para lo referente a fauna como a recursos forestales. Sin embargo, los recursos humanos siguen siendo insuficientes para regular las actividades en todas las UMA en el Esta-

do. En este respecto cobra relevancia el aspecto social del programa, debido a que los instrumentos regulatorios y normativos son útiles en la medida de desarrollo social.

De acuerdo con el aspecto social del programa, las UMA favorecerían la autogestión, ya que a permite a las comunidades tomar decisiones para desarrollar proyectos productivos (SEMARNAT, 2002a). Un componente clave para desarrollar la autogestión en las comunidades es la capacitación. Ésta permite, por un lado, fortalecer la estructura institucional al disminuir la corrupción de los actores intermedios en la gestión pública; y, por el otro, desarrollar capacidades en la gente local crear alianzas estratégicas y espacios propios para gestionar. Las capacidades de autogestión en las comunidades son un aspecto fundamental en la instrumentación del programa. Sin embargo, la gente local, conforme a sus habilidades actuales, no puede ni administrar, ni manejar su UMA, por lo que requiere de responsables técnicos para ocupar este espacio. Esto implica altos costos para la gente local y por lo tanto está supeditada obligatoriamente al apoyo financiero. Al final, la UMA se convierte en una alternativa dependiente de subsidio y en un *modus vivendi* de los intermediarios, en vez de generar beneficios reales para el sector rural.

En conclusión, las UMA como actualmente operan en el Estado, repercuten más en el discurso y las estadísticas nacionales para conservación de la biodiversidad que en el uso sustentable de la vida silvestre. El Estado requiere de un programa concreto a la situación social, económica y administrativa de la región, que permita a las personas locales asumir a la UMA como un proyecto propio. Las comunidades deben considerarse como actores sociales participantes y no solamente como proveedores del espacio. Su participación repercutiría en las capacidades sociales de las comunidades, y les permite controlar el uso de sus recursos naturales y por lo tanto, las corresponsabiliza de su mantenimiento para su propio beneficio y para la conservación de la vida silvestre.



Foto: José del C. Puc Cabrera, ECOSUR.

Referencia

- Calmé, S., y M. Sanvicente, 2000. Distribución actual, estado poblacional y evaluación del estado de protección del pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*): informe final. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Campeche, México.
- Carrillo, E., G. Wong, y D.A. Cuarón, 2000. Monitoring mammal populations in Costa Rican protected areas under different hunting restrictions. *Conservation Biology*, 14(6): 1580-1591.
- Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), 2008. Expedientes de la delegación Campeche de la Semarnat. Campeche, México.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, y C. Galindo-Leal, 2000. Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology*, 14(6): 1592-1601.
- García-Marmolejo, G., G. Escalona y H. van der Wal, 2008. An evaluation of Units for Wildlife Conservation, Management and Sustainable Use in Campeche, Mexico. *The Journal of Wildlife Management*, 72(5): 1194-1202.
- Instituto Nacional de Ecología – Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT), 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Desarrollo Gráfico Editorial. México. 213 p.
- Lechuga, J., 2001 The feasibility of sport hunting as a wildlife conservation and sustainable development tool in southern Mexico. University of Florida. Master Thesis. Florida, USA. 156 p.
- Reyna-Hurtado, R., 2002. Hunting effects on the ungulate species in Calakmul forest, Mexico. Thesis. University of Florida. Florida, USA. 82 p.
- Robinson, J., y K. Redford, 1997. Cosecha sostenible de mamíferos forestales neotropicales. p. 485-502. En: J. Robinson, K. Redford, y J. Rabinovich (eds.), Uso y conservación de la vida silvestre neotropical. Fondo de Cultura Económica. México, DF.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2002a. Ley General de Vida Silvestre. INE. México, D.F. 166 p.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2002b. Norma Oficial NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental - Especies de flora y fauna silvestres de México - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2008. <http://semarnat.gob.mx/estados/campeche/gestionambiental/vidasilvestre/> 15 de julio.
- Shaw, J., 1997. Probabilidades de la vida silvestre en América Latina. p. 43-55. En: J. Robinson, K. Redford y J. Rabinovich (eds). Uso y conservación de la vida silvestre neotropical. Fondo de Cultura Económica. México, DF
- Weber, M., 2000. Effects of hunting on tropical deer populations in southeastern Mexico. Master Thesis. University of London, Royal Veterinary College, Institute of Zoology, Zoological Society of London. Londres, Inglaterra. 73 p.



Las pesquerías

*Domingo Flores Hernández,
Unai Markaida,
Juan Carlos Pérez-Jiménez
y Julia Ramos Miranda*

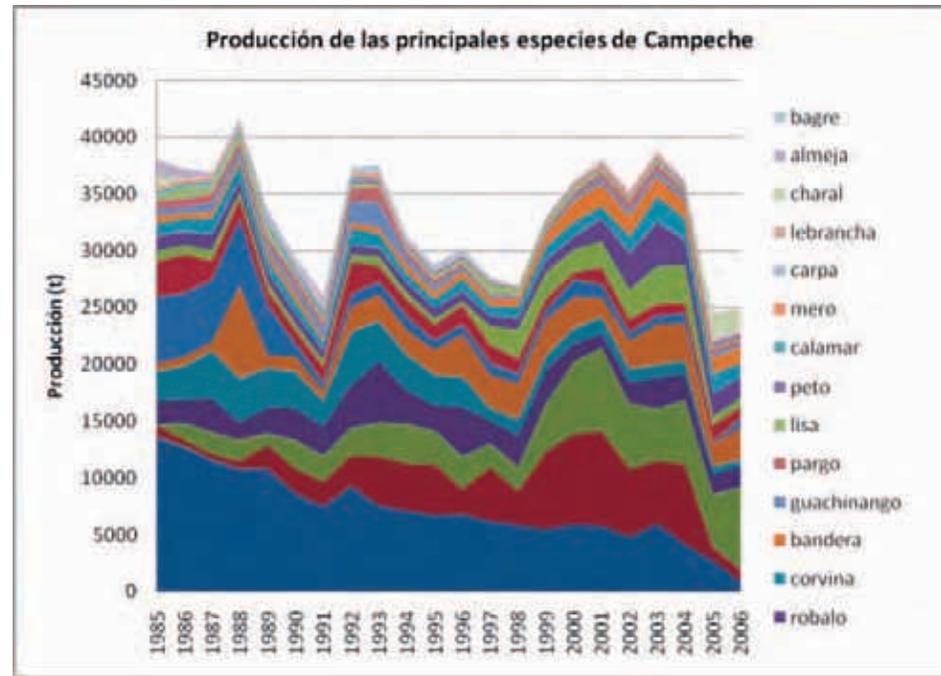
INTRODUCCIÓN

La pesca en el estado de Campeche es una de las actividades económicas más importantes. Toda la actividad pesquera costera se lleva a cabo desde Isla Arena, al norte; hasta Nuevo Campechito, al sur; e incluye los municipios de Tenabo, Calkiní, Campeche, Hecelchakán, Palizada, Carmen y Atasta (Gío-Argáez, 1996). El litoral de Campeche se divide en dos grandes zonas de pesca (Flores-Hernández *et al.*, 1991; Flores-Hernández, 1994), con relación a sus características geomorfológicas y ecológicas que determinan la diversidad de comunidades marinas: la zona norte, que presenta condiciones marinas de la provincia carbonatada de la península de Yucatán y que incluye los litorales de Isla Arena hasta Punta Xen; y la zona sur, que se sitúa en la provincia deltáica de fuerte influencia estuarina, cuyos aportes dulceacuícolas y de sedimentos provienen del sistema fluvial Grijalva-Usumacinta y de la laguna de Términos e incluye al litoral desde Sabancuy hasta Nuevo Campechito.

TENDENCIAS DE CAPTURA GLOBAL

La tendencia global de las capturas totales es de descenso. Se aprecia particularmente una disminución importante en las capturas de camarón; de 6 262 toneladas registradas en 1997, sólo se obtuvieron 4 044 en 2007 (SAGARPA, 2007). Una parte de esta captura no proviene de Campeche sino de Tamaulipas, Veracruz e Isla Contoy. Los moluscos pulpo y caracol, por el contrario, han incrementado su producción aunque en 2005 y 2006 se registró un decremento (figura 1). Entre 1992 y 1993, se registró la mayor captura de todos los recursos en el estado, alcanzando casi las 90 000 toneladas, para 2006 sólo se reportan 33 000. Actualmente, 22% del volumen de la captura total lo componen otros recursos no especificados en las estadísticas y 11% no presentan registro oficial.

Figura 1. Producción pesquera (toneladas) de los principales recursos por año para Campeche (peso vivo) (SAGARPA, 1995, 2006).



RECURSOS EXPLOTADOS

Las estadísticas de pesca de SAGARPA (2006) reportan 97 recursos pesqueros: 62 de teleósteos, tres de elasmobranquios, cuatro de moluscos y cuatro de crustáceos. Los 14 restantes corresponden a recursos reportados en varias presentaciones. Además, muchos recursos son multiespecíficos (tabla 1). Entre los recursos más importantes por su valor, se encuentran el pulpo y el camarón, aunque a nivel producción destacan, además, el caracol, jaiba, el grupo tiburón, cazón y raya; así como la escama (charal, cojinuda, robalo y sierra) (tabla 2).

El pulpo es la principal pesquería artesanal de Campeche y Yucatán en cuanto a valor comercial. El pulpo rojo (*Octopus maya*) es

endémico de la bahía de Campeche y la costa norte de Yucatán. En Campeche ésta es la única especie de pulpo explotada y representa el 10% del volumen total de las capturas. Su pesquería ha sufrido fuertes impactos por la pesca ilegal (buceo) que atenta particularmente contra hembras. Esta práctica se apoya en la creación de arrecifes artificiales por medio de llantas o ladrillos. También se observa un uso creciente de trampas hechas con recipientes de plástico vacíos unidos mediante cuerdas.

El camarón se extrae por dos tipos de flota. La flota de altura, cuyo propósito es capturar especies de alto valor económico para exportación, explota principalmente al camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), aunque se capturan también blanco (*Litopenaeus setiferus*)

Tabla 1. Volumen de la producción estatal para 2006, total y por oficina de pesca (peso desembarcado, incluye el volumen sin registro oficial. SAGARPA, 2006) y contribución por recurso a la captura total (porcentaje).

Recursos	Especie	Total (kg)	Isla Arena	Campeche	Seybaplaya	Champotón	Sabancuy	Isla Aguada	Cd. Carmen	Atasta	Palizada	(%)
1	Abadejo.	1267.5	0.0	204.0	0.0	0.0	150.0	0.0	900.0	13.5	0.0	0.0
2	Acamaya o Langos.	56 441.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56 441.6	0.2
3	Armado.	41 463.0	1 065.0	40 323.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
4	Bacalao.	6 745.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5 674.5	171.0	0.0	900.0	0.0	0.0
5	Bagre.	29 427.0	0.0	3 576.0	120.0	0.0	0.0	300.0	20 364.0	675.0	4 392.0	0.1
6	Bandera.	1 365 856.5	177.0	11 986.5	415 068.0	37 534.5	486 837.0	123 126.0	113 410.5	177 717.0	0.0	4.1
7	Bobo.	1509.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 509.0	0.0	0.0	0.0
8	Bala.	1 234 771.5	31 996.5	34 005.0	375 475.5	45 873.0	34 6947.0	209 685.0	170 829.0	19 960.5	0.0	3.7
9	Besugo.	5 011.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	5 002.5	0.0	0.0
10	Bonito.	118 599.0	38 287.5	1 260.0	6 054.0	47 826.0	8 074.5	16 957.5	0.0	139.5	0.0	0.4
11	Boquinete.	191 727.0	15 661.5	54 466.5	56 982.0	63 436.5	0.0	1 180.5	0.0	0.0	0.0	0.6
12	Carito o Peto.	442 525.5	70 405.5	100 804.5	51 753.0	42 939.0	79 578.0	70 089.0	14 592.0	12 364.5	0.0	1.3
13	Cabrilla.	637.5	0.0	633.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0
14	Calamar.	6 780.0	0.0	2 794.5	0.0	0.0	0.0	0.0	3 985.5	0.0	0.0	0.0
15	Carpa Herbivora.	5 883.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0	3 148.5	0.0	2 659.5	0.0
16	Cazón.	443 373.0	90 622.5	12 441.5	20 584.5	26 676.0	44 272.5	102 714.0	3 3160.5	931.5	0.0	1.3
17	Canane.	46 227.0	0.0	44 622.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 605.0	0.0	0.0	0.1
18	Cintilla.	22 816.5	0.0	0.0	252.0	1 017.0	1 023.0	17 745.0	0.0	2 779.5	0.0	0.1
19	Cochinita.	34 516.5	0.0	405.0	2 730.0	3 472.5	13 126.5	14 655.0	0.0	127.5	0.0	0.1
20	Cojinua.	2 543 955.0	2 677.5	55 512.0	988 662.0	865 783.5	44 7882.0	171 708.0	11 730.0	0.0	0.0	7.6
21	Corcobado.	10 929.0	0.0	45.0	9 684.0	1 200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	Coronado.	5 425.5	0.0	1 660.5	0.0	3 540.0	0.0	225.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	Coruco.	68 373.0	0.0	0.0	31 653.0	36 507.0	0.0	0.0	0.0	213.0	0.0	0.2
24	Cubera.	8 908.5	0.0	0.0	8 856.0	0.0	0.0	34.5	0.0	18.0	0.0	0.0
25	Corvina.	1 164 162.0	181 089.0	7 9182.0	73 708.5	70 461.0	64 542.0	487 489.5	193 759.5	13 930.5	0.0	3.5
26	Cangrejo Manos Moro.	16 666.5	751.5	14 760.0	0.0	360.0	0.0	795.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	Caracol Campechano.	75 009.0	0.0	75 009.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
28	Caracol Tomburro.	935 352.0	24 294.0	119 905.5	22 5193.5	555 072.0	0.0	10 887.0	0.0	0.0	0.0	2.8
29	Caracol Lanceta.	19 035.0	0.0	19 035.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Tabla 1 (continuación). Volumen de la producción estatal para 2006, total y por oficina de pesca (peso desembarcado, incluye el volumen sin registro oficial. SAGARPA, 2006) y contribución por recurso a la captura total (porcentaje).

Recursos	Especie	Total (kg)	Isla Arena	Campeche	Seybaplaya	Champotón	Sabancuy	Isla Aguada	Cd. Carmen	Atasta	Palizada	(%)
30	Camarón Rosado S/C.	251 361.0	0.0	216 019.5	0.0	0.0	0.0	0.0	35 341.5	0.0	0.0	0.8
31	Camarón Rosado C/C.	326 559.5	0.0	306 036.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20 523.5	0.0	0.0	1.0
32	Camarón Blanco S/C.	146 859.0	0.0	231.0	0.0	0.0	0.0	0.0	141 051.0	5 577.0	0.0	0.4
33	Camarón Blanco C/C.	81 795.5	0.0	20 382.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61 278.5	135.0	0.0	0.2
34	Camarón Café S/C.	245 158.5	0.0	165 894.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79 264.5	0.0	0.0	0.7
35	Camarón Café C/C.	167 580.0	0.0	103 173.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64 407.0	0.0	0.0	0.5
36	Camarón Roca S/C.	134 637.5	0.0	122 898.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11 739.5	0.0	0.0	0.4
37	Camarón Rojo S/C.	30 565.5	0.0	29 718.0	0.0	0.0	0.0	0.0	847.5	0.0	0.0	0.1
38	Camarón Rojo C/C.	42 351.0	0.0	42 351.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
39	Camarón Over S/C.	347 240.0	0.0	281 334.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65 906.0	0.0	0.0	1.0
40	Camarón Over C/C.	16 128.0	0.0	15 723.0	0.0	0.0	0.0	0.0	405.0	0.0	0.0	0.0
41	Camarón Cultivo S/C.	296 077.5	0.0	72 502.5	0.0	223 575.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
42	Camarón 7 / B. S/C.	856 718.0	0.0	1 186.5	0.0	0.0	0.0	0.0	724 074.5	131 457.0	0.0	2.6
43	Camarón 7 / B. C/C.	113 524.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99 948.0	13 576.5	0.0	0.3
44	Charal o Manjua.	1783 558.5	0.0	0.0	1 783 558.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
45	Cherna.	39 549.0	0.0	0.0	0.0	90.0	144.0	6 621.0	32 694.0	0.0	0.0	0.1
46	Chacchi	524 985.0	22 396.5	142 596.0	158 011.5	195 469.5	5 011.5	0.0	1 500.0	0.0	0.0	1.6
47	Chopa	238 131.0	0.0	3 418.5	465.0	1 525.5	261.0	1 6779.0	106 270.5	109 411.5	0.0	0.7
48	Chucumite.	7 315.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210.0	7 105.5	0.0	0.0
49	Extraviado.	28 507.5	0.0	0.0	0.0	0.0	24 685.5	3 691.5	0.0	130.5	0.0	0.1
50	Esmedregal.	98 691.0	2 404.5	13 417.5	5 680.5	13 606.5	36 489.0	23 052.0	4 041.0	0.0	0.0	0.3
51	Gurrubata.	137 514.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29 164.5	96 057.0	9 897.0	2 395.5	0.0	0.4
52	Huachinango.	291 639.0	15.0	12 835.5	6 814.5	118 887.0	38 170.5	53 739.0	18 840.0	42 337.5	0.0	0.9
53	Jaiba Entera.	2 868 561.0	0.0	123.0	0.0	0.0	342 025.5	1 358 739.0	17 430.0	1 150 243.5	0.0	8.6
54	Jurel.	79 4535.0	107 974.5	12 129.0	68 406.0	74 487.0	58 921.5	414 772.5	48 730.5	9 114.0	0.0	2.4
55	Lebrancha.	207 958.5	0.0	0.0	0.0	0.0	28 398.0	168 981.0	0.0	10 579.5	0.0	0.6
56	Lenguado.	324.0	0.0	0.0	324.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	Liza.	162 301.5	45.0	0.0	30 504.0	36 961.5	135.0	91 011.0	435.0	3 210.0	0.0	0.5
58	Lizeta.	54 639.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17 512.5	0.0	29 820.0	7 306.5	0.0	0.2

Tabla 1 (continuación). Volumen de la producción estatal para 2006, total y por oficina de pesca (peso desembarcado, incluye el volumen sin registro oficial. SAGARPA, 2006) y contribución por recurso a la captura total (porcentaje).

Recursos	Especie	Total (kg)	Isla Arena	Campeche	Seybaplaya	Champotón	Sabancuy	Isla Aguada	Cd. Carmen	Atasta	Palizada	(%)
59	Macabí.	159 048.0	0.0	0.0	20 877.0	77 829.0	882.0	59 460.0	0.0	0.0	0.0	0.5
60	Mero.	40 065.0	11 709.0	11 401.5	2 994.0	681.0	120.0	11037.0	2 122.5	0.0	0.0	0.1
61	Mojarra Mulpich S.	801.0	0.0	0.0	0.0	0.0	801.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
62	Mojarra Blanca.	165 718.5	31 500.0	5 752.5	14 722.5	7 993.5	58 759.5	45 879.0	306.0	805.5	0.0	0.5
63	Mojarra Castarrica.	23 620.5	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	547.5	4 654.5	18 358.5	0.1
64	Mojarra Paleta.	20 319.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.0	0.0	20 169.0	0.1
65	Mojarra Pinta.	106 521.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	925.5	645.0	104 950.5	0.3
66	Mojarra Tenhuayaca.	7 369.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7 369.5	0.0
67	Mojarra Tilapia.	446 773.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11 196.0	61 573.5	374 004.0	1.3
68	Mojarra Tilapia Cultivo.	5 202.0	0.0	1 200.0	0.0	4 002.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	Negrillo.	1 162.5	0.0	1 144.5	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70	Ostión en concha.	1 030 185.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1 030 185.0	0.0	0.0	3.1
71	Palometa.	12 124.5	325.5	1 278.0	2 785.5	4 665.0	211.5	2 791.5	0.0	67.5	0.0	0.0
72	Pampano.	53 061.0	1 953.0	6 097.5	4 386.0	15 291.0	2 637.0	17 536.5	5 160.0	0.0	0.0	0.2
73	Papelillo.	754.5	0.0	0.0	0.0	0.0	112.5	642.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74	Payaso.	24 177.0	0.0	0.0	0.0	24 177.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
75	Pargo Mulato.	284 521.5	21 769.5	67 540.5	103 938.0	68 550.0	0.0	19 411.5	2 997.0	315.0	0.0	0.9
76	Pargo Rojo.	77 788.5	0.0	4 372.5	0.0	316.5	13 788.0	0.0	58 657.5	654.0	0.0	0.2
77	Peje Lagarto.	103 713.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	151.5	3 511.5	100 050.8	0.3
78	Peje Rey.	12 610.5	2 023.5	2 427.0	1 710.0	2 401.5	2 577.0	1 471.5	0.0	0.0	0.0	0.0
79	Picuda.	36 372.0	12 715.5	10 369.5	6 414.0	4 114.5	706.5	2 052.0	0.0	0.0	0.0	0.1
80	Postha.	217 027.5	0.0	0.0	453.0	670.5	4 195.5	211 384.5	324.0	0.0	0.0	0.6
81	Pulpo.	7 205 856.0	1 207 729.5	2 103 025.5	1 457 566.5	2 129 181.0	308 353.5	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5
82	Ratón.	62 421.0	0.0	0.0	0.0	4.5	330.0	62 086.5	0.0	0.0	0.0	0.2
83	Raya.	25 384.5	4 692.0	3 373.5	610.5	16 501.5	0.0	0.0	207.0	0.0	0.0	0.1
84	Robalo.	1 849 018.5	32 095.5	28 950.0	260 836.5	320 584.5	145 795.5	328 887.0	497 734.5	196 395.0	37 740.0	5.5
85	Ronco.	7 314.0	0.0	2 560.5	120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4 633.5	0.0	0.0
86	Rubia.	141 235.5	2287.5	21 073.5	2 0872.5	41 470.5	38 788.5	13 773.0	2970.0	0.0	0.0	0.4

Tabla 1 (continuación). Volumen de la producción estatal para 2006, total y por oficina de pesca (peso desembarcado, incluye el volumen sin registro oficial. SAGARPA, 2006) y contribución por recurso a la captura total (porcentaje).

Recursos	Especie	Total (kg)	Isla Arena	Campeche	Seybaplaya	Champotón	Sabancuy	Isla Aguada	Cd. Carmen	Atasta	Palizada	(%)
87	Sierra.	1 865 182.5	5 295.0	25 885.5	297 225.0	263 265.0	529 839.0	682 755.0	19 209.0	41 709.0	0.0	5.6
88	Sargo.	4 552.5	0.0	505.5	1 512.0	240.0	352.5	940.5	715.5	286.5	0.0	0.0
89	Tambor.	1 113.0	0.0	0.0	939.0	0.0	0.0	174.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90	Trucha de Mar.	954.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	954.0	0.0	0.0
91	Tiburón Gata.	23 253.0	0.0	1 125.0	0.0	0.0	151.5	1 231.5	20 745.0	0.0	0.0	0.1
92	Tiburón Cornuda.	600.0	0.0	525.0	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0
93	Tiburón Martillo.	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	67.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	Tiburón Jaquetón.	95 613.0	117.0	3 685.5	4 500.0	52 381.5	5 482.5	0.0	29 446.5	0.0	0.0	0.3
95	Villajaiba.	1 209.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	103.5	195.0	910.5	0.0	0.0
96	Xpompol.	450.0	0.0	0.0	0.0	450.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	Otras especies. Fauna.	152 098.5	0.0	93 406.5	0.0	0.0	0.0	517.5	58 174.5	0.0	0.0	0.5
Total.		33 463 417.3	1 924 075.5	4 742 268	6 523 077	5 501 070	3 193 111.5	4 923 441	3 885 767.5	2 044 471.5	726 135.3	

y café (*F. aztecus*) en menor cantidad. La flota ribereña o artesanal se dedica a la captura de juveniles de camarón rosado de manera clandestina y al camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Para 2006, el recurso camarón constituyó solamente 11% de la captura total con 3 056 toneladas. El camarón rosado se encuentra sobreexplotado y el camarón siete barbas ha alcanzado su nivel máximo de explotación. (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2000; Flores-Hernández *et al.*, 2004; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2006; Ramos-Miranda *et al.*, 2008).

El caracol es la primera pesquería de Campeche en cuanto a volumen vivo en la presente década. Representa el 60-80% del caracol desembarcado en el país. Es una pesquería multiespecífica basada en ocho especies de interés comercial. Se colectan por buceo libre cinco especies de gran tamaño, principalmente tomburro (*Turbinella angu-*

lata), seguida del sacabocado (*Busycon perversum*) y en menor medida la lanceta (*Strombus costatus*), el chacpel (*Pleuroploca gigantea*) y la campechanita (*Fasciolaria tulipa*). También se practica la colecta a pie sobre especies de menor tamaño como la campechanita, el molón (*Melongena melongena*), la chivita (*M. corona*) y el caracol canelo (*S. pugilis*), de las que no existen registros de captura. Es una pesquería sobreexplotada y de difícil sustentabilidad por el carácter accesible y longevo del recurso, concentrada en los meses de mayo-julio cuando no se capturan otras especies de mayor valor comercial (escama, pulpo).

En el estado de Campeche existen cuatro especies de jaiba (*Callinectes rathbunae*, *C. sapidus*, *C. similis* y *C. bocourti*). La Carta Nacional Pesquera (2006) señala que la captura está constituida principalmente por la jaiba azul (*C. sapidus*) con 89.2%; seguida de la jaiba prieta (*C.*

Tabla 2. Volumen de la producción estatal para 2006 de las especies que aportan más del 1% a la captura total del estado, (peso desembarcado, incluye el volumen sin registro oficial, SAGARPA, 2006).

Nombre común	Especie	Total (Kg)	Nombre común	Especie	Total (Kg)
Bandera.	<i>Barge Marinus.</i>	1 365 856.5	Camarón 7 / B. C/C.	<i>Xiphopenaeus kroyeri.</i>	113 524.5
Bala.	<i>Dasyatis americana.</i>	1 234 771.5	Charal o Manjua.	<i>Anchoa mitchilli.</i>	1 783 558.5
Carito o Peto.	<i>Scomberomorus cavalla.</i>	442 525.5		<i>Anchoa hepsetus.</i>	
Cazón.	<i>Rhizoprionodon terranovae.</i>	443 373.0		<i>Anchoa lyolepis.</i>	
	<i>Sphyrna tiburo.</i>		Chacchi.	<i>Haemulon plumieri .</i>	524 985.0
	<i>Carcharhinus acronotus.</i>		Jaiba Entera.	<i>Callinectes sapidus.</i>	2 868 561.0
Cojinua.	<i>Caranx crisos.</i>	2 543 955.0		<i>C. rathbunae.</i>	
Corvina.	<i>Cynoscion arenarius.</i>	1 164 162.0		<i>C. similis.</i>	
	<i>Cynoscion nebulosus.</i>			<i>C. bocourti.</i>	
	<i>Cynoscion nothus.</i>		Jurel.	<i>Caranx hippos.</i>	794535.0
Caracol Campechano.	<i>Fasciolaria tulipa.</i>	75 009.0	Mojarra Tilapia.	<i>Oreochromis niloticus niloticus.</i>	446 773.5
Caracol Tomburro.	<i>Turbinella angulata.</i>	935 352.0	Ostión en concha.	<i>Crassostrea virginica.</i>	1 030 185.0
Caracol Lanceta.	<i>Strombus costatus.</i>	19 035.0		<i>Crassostrea rhizophorae.</i>	
Camarón Rosado S/C.	<i>Farfantepenaeus duorarum.</i>	251 361.0	Pulpo.	<i>Octopus maya.</i>	7 205 856.0
Camarón Rosado C/C.	<i>Farfantepenaeus duorarum.</i>	326 559.5	Raya.	<i>Aetobatus narinari.</i>	25 384.5
Camarón Blanco S/C.	<i>Litopenaeus setiferus.</i>	146 859.0		<i>Rhinoptera bonasus.</i>	
Camarón Blanco C/C.	<i>Litopenaeus setiferus.</i>	81 795.5	Robalo.	<i>Centropomus poeyi.</i>	1 849 018.5
Camarón Café S/C.	<i>Farfantepenaeus aztecas.</i>	245 158.5		<i>Centropomus undecimalis.</i>	
Camarón Café C/C.	<i>Farfantepenaeus aztecas.</i>	167 580.0	Chucumite.	<i>Centropomus parallelus.</i>	
Camarón Roca S/C.	<i>Sicyonia brevirostris.</i>	134 637.5	Sierra.	<i>Scomberomorus maculatus.</i>	1 865 182.5
	<i>Sicyonia dorsalis.</i>		Tiburón Gata.	<i>Ginglymostoma cirratum.</i>	23 253.0
	<i>Sicyonia vioscai.</i>		Tiburón Cornuda/ Martillo..	<i>Sphyrna lewini.</i>	667.5
Camarón Rojo S/C.	<i>Farfantepenaeus brasiliensis.</i>	30 565.5	Tiburón Jaquetón.	<i>Carcharhinus limbatus.</i>	95 613.0
Camarón Rojo C/C.	<i>Farfantepenaeus brasiliensis.</i>	42 351.0			
Camarón 7 / B. S/C.	<i>Xiphopenaeus kroyeri.</i>	856 718.0			

rathbunae) con 8.7% y la jaiba roma (*C. bocourti*) con 2.2%. Se captura con trampas y aros jaiberos. El 78% de las capturas se realizan sobre individuos con talla inferior a la talla legal (110 mm), lo que ha sugerido una sobreexplotación. Esta situación produjo el cierre de la pesquería en 2001. Para 2002, se observó un incremento en la pesquería y actualmente se encuentra en recuperación, aunque se sugirió no capturar más de 2 000 toneladas por año.

Los recursos tiburón, cazón y raya tienen una historia importante en el estado de Campeche. Se capturan por la flota artesanal y de mediana altura. Actualmente, la pesquería de tiburones y rayas es una alternativa de explotación cuando otras especies de mayor valor comercial como el pulpo, camarón y caracol se encuentran en veda o para aquellos pescadores que no cuentan con permiso de pesca para esas especies de alto valor comercial.

Los cazones (*Rhizoprionodon terranovae*, *Sphyrna tiburo*, *Carcharhinus acronotus*), especies de tiburones pequeños y/o juveniles de especies de tiburones grandes, son explotados a lo largo de todo el año, principalmente entre los meses de marzo a junio y en octubre. Entre las especies de rayas, la balá (*Dasyatis americana*) es la más importante, con un promedio de captura por año de 1 330 toneladas entre 1997 y 2005, siendo su captura mayor al promedio reportado para tiburón-cazón en el mismo periodo (1 270 toneladas). Esto la convierte en la especie de elasmobranquio más importante en las capturas del estado. Otras especies de rayas relativamente frecuentes en las capturas son la raya pinta (*Aetobatus narinari*) y la chucha (*Rhinoptera bonasus*).

Hace alrededor de una década se dejaron de capturar especies de tiburones grandes debido probablemente a la disminución de sus poblaciones. Sólo existe información anecdótica que sugiere la captura anterior, ya que las estadísticas pesqueras oficiales no permiten realizar una evaluación por especie. En estudios recientes se ha documentado una disminución notoria del tiburón xmoa o toro (*C. leucas*), el

cual era considerado en décadas pasadas como una de las especies más frecuentes en las capturas de tiburones de la región. Por otra parte, entre las especies de cazones, el tutzun (*R. terranovae*), chata o pech (*S. tiburo*) y el cangüay (*C. acronotus*) son en la actualidad las principales especies de tiburón capturado. Especies como la cornuda (*S. lewini*) y el jaquetón o puntas negras (*C. limbatus*) son capturados con relativa frecuencia.

En cuanto a las especies de escama, la tendencia general es al equilibrio y algunas de ellas están en su máximo nivel de explotación como la sierra, que mantiene una tendencia negativa desde 1993 (CONAPESCA).



Foto: Unai Markaida, ECOSUR

FLOTA

Uno de los principales problemas en el desarrollo de las pesquerías es la accesibilidad a los recursos por ser bienes comunes, lo que hace que la actividad crezca, incrementándose al mismo tiempo la flota utilizada. Hasta 1991, se registraron 5 118 embarcaciones menores, ribereñas o artesanales, 384 embarcaciones camaroneras y nueve de mediana altura (Secretaría de Pesca, 1991). De acuerdo con las estadísticas aportadas por la Sagarpa, para diciembre de 2005 la flota ribereña se componía por 5 864 embarcaciones menores, de las que 3 368 eran lanchas, 1 229 alijos y 1 267 cayucos, cuya actividad es multiespecífica, aunque los alijos se dedican a la captura de pulpo en temporada. La flota de mediana altura incluye a 23 embarcaciones que se dedican, principalmente, a la captura de tiburón y cazón. La flota ostionera es pobre (tres unidades), sin embargo, la pesquería de ostión se ha mantenido aportando el 2% (860 toneladas) a la producción del Golfo de México.

La flota industrial está dedicada a la pesca del camarón y hasta 2004 se registraron 256 embarcaciones en activo de las cuales 125 tienen base en Campeche y 131 en Ciudad del Carmen. La flota industrial enfrenta una crisis económica importante por la sobreexplotación del camarón rosado (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997). De las más de 600 embarcaciones en activo durante los años 70s, actualmente sólo operan 80 embarcaciones.

ARTES Y EQUIPOS DE PESCA

La captura se realiza por diversos artes de pesca como red de arrastre, enmalle, trampas para jaiba, físgas, nasas para cangrejo y pulpo, atarraya, chinchorro playero y jimbos para pulpo, entre otras. Para 2004 SAGARPA, registró 104 685 artes de pesca, utilizadas por los sectores social, público y privado: redes (9 198 unidades), líneas (25 278 uni-

dades), trampas (68 441 unidades); equipos que comprenden equipo de buceo (1 728 unidades) y finalmente nasas y palangres (13 unidades). Sin embargo, actualmente deben existir un número mayor de artes de pesca.

INFRAESTRUCTURA PESQUERA

En el estado de Campeche existen dos importantes puertos pesqueros de altura. El primero se localiza en la carretera Lerma-Campeche a una distancia de 8.5 km de la ciudad. En esta localidad también se registran ocho congeladoras, tres fábricas de hielo y doce astilleros (SEMARNAP, 1998). El segundo es el puerto pesquero “Laguna Azul”, ubicado en ciudad del Carmen, al noroeste de la ciudad entre Playa Norte y la Caleta de la Isla, donde se ubican tres fábricas de hielo y trece astilleros.

La flota de mediana altura y ribereña tiene un Refugio Pesquero en San Francisco, Campeche, y otro en Lerma. En Champotón existe un puerto importante para la flota ribereña, así como en Cd. del Carmen en el sitio de desembarque Arroyo Grande. Además existe un muelle en Isla Arena, el Muelle de Pescadores en Punta Morritos, Seybaplaya y el Muelle de Pesca Ribereña en Sabancuy e isla Aguada (Rivera-Arriaga y Villalobos-Zapata 2006).

POBLACIÓN DEDICADA AL SECTOR PESQUERO EN CAMPECHE

Se ha observado un aumento significativo de la población dedicada a la actividad pesquera, incrementando con ello la presión en los ecosistemas acuáticos. De acuerdo con la información proporcionada por SAGARPA en 2006, existen 93 sociedades de solidaridad social, 92 cooperativas camaroneras, 195 cooperativas escameras, seis uniones de pescadores y 859 registradas como otras organizaciones que in-

cluyen personas físicas y empresas privadas. Las estadísticas de la SAGARPA para 2005 registran 11 350 personas dedicadas a la actividad pesquera en el estado (pescadores, bodegueros, secretarías, etc). De éstas, 5 541 personas se dedican al Sector Social; donde 28% (3 227) están integrados en sociedades cooperativas y 20% (2 314) en sociedades de solidaridad social. Las otras 5 839 pertenecen al sector privado, de las que el 37% son personas físicas (4 114).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y MANEJO

Éstos están basados en la investigación realizada por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). Se realizan reuniones anuales a través de foros de consulta para cada recurso, organizados por la SAGARPA-INAPESCA. Posteriormente, la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA), emite su opinión para el manejo de los recursos. Los resultados son publicados en diversos informes del INAPESCA, en la Carta Nacional Pesquera y en el Diario Oficial de la Federación (tabla 3).



Foto: Unai Markaida, ECOSUR.

VULNERABILIDAD

La actividad pesquera, induce un impacto significativo en las especies explotadas y su hábitat. Por ejemplo, algunas artes de pesca como el arrastre, pueden alterar la estructura de las comunidades demersales, repercutiendo en la disminución de las capturas de los recursos de importancia comercial como el camarón; además del daño realizado al ecosistema. Asimismo, es probable que la introducción de especies exóticas de cultivo como la tilapia y la carpa en el río Palizada haya modificado el hábitat provocando dos posibles daños importantes: el desplazamiento de las especies nativas afectando la diversidad de los sistemas fluvio-lagunares, así como la modificación del hábitat por sus hábitos alimenticios. Sin embargo, a pesar de la importancia de este suceso no existe nada documentado que permita su verificación.

Por otra parte, la flota de altura enfrenta el problema de restricción de áreas tradicionales de pesca por conflictos con la extracción de petróleo y gas en la sonda de Campeche. Asimismo, el dragado de Pemex en la laguna de Pom, así como el incremento en el esfuerzo de pesca, fueron responsables del posterior declive y desaparición de la pesquería de almeja de río (*Rangia cuneata*) a principios de los 80s (Solís-Ramírez, 1994).

La inadecuada cadena de producción pesquera se ha traducido en una escasa o nula transformación de los productos pesqueros. Esto incluye los ineficientes canales de comercialización, en donde predomina el intermediarismo o “coyotaje”, que para el caso de especies de escama, no ha permitido el desarrollo de la comercialización en escala nacional o internacional, teniendo como consecuencia un escaso crecimiento del sector pesquero. Contrariamente, la producción y comercialización de camarón de altura y pulpo sí presentan canales de comercialización y exportación. Sin embargo, la explotación de camarón enfrenta otro tipo de problemas como la competencia de camarón de acuicultura y las variaciones del precio en el mercado, los

Tabla 3. Criterios de manejo y ordenación de las principales pesquerías del estado de Campeche.
Tomado de: Carta Nacional Pesquera (25 de agosto de 2006).

Recursos	Indicadores de pesquería	Medidas de manejo	Lineamientos y estrategias de manejo
Camarón rosado. <i>Farfantepenaeus duorarum</i> .	Su captura se ha reducido a la quinta parte con relación a la obtenida a principios de los 80s. Las capturas tienen tendencia decreciente.	a) veda temporal variable, b) veda espacial, c) regulación del tamaño de malla y otras características del equipo de pesca, y d) regulación de la zona de operación. NOM-002-PESC-1993 y avisos en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.).	Para incrementar el rendimiento por recluta y para proteger la reproducción del camarón rosado, se debe mantener el esquema de vedas.
Camarón siete barbas. <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> .	Hay reducción del rendimiento pesquero. Esta pesquería está al nivel máximo sostenible.	a) veda temporal y espacial, b) regulación sobre los equipos de pesca y embarcaciones. NOM-002-PESC-1993 y avisos en el D.O.F.	Para proteger la reproducción del camarón siete barbas y disminuir la captura incidental de camarón blanco, mantener el esquema de vedas.
Cangrejo marino. <i>Menippe mercenaria</i> .	La producción ha venido disminuyendo desde 1997. El recurso se encuentra aprovechado al máximo sostenible.	No existen medidas de manejo para este recurso. Existe un enfoque precautorio.	Se propone una veda del 1 de mayo al 31 de octubre a fin de proteger la temporada de reproducción. Sólo permitir la extracción de una quela por cangrejo, con una talla mínima de 70 mm de quela. Debe prohibirse el buceo.
Caracoles. <i>Strombus gigas</i> . <i>Pleuroploca gigantea</i> . <i>Turbinella angulata</i> . <i>Fasciolaria tulipa</i> . <i>Strombus spp.</i> <i>Busycon spp.</i> <i>Melongena spp.</i>	En los últimos cuatro años se observa un incremento en la producción, aunque en parte se debe a la mejora en los registros de captura.	a) talla mínima de captura, b) métodos de pesca, c) cuota anual de captura, d) cantidad de equipos autorizados. Aunque aún no se han definido. NOM-013-PESC-1994. e) veda del 1 de enero al 14 de marzo y del 16 de julio al 31 de diciembre de cada año. D.O.F. 16/05/08.	Establecer tallas mínimas de captura para <i>T. angulata</i> , <i>M. melongena</i> , <i>M. corona</i> y <i>S. pugilis</i> . Dar seguimiento al esquema de vedas publicado en el D.O.F.
Jaibas. <i>Callinectes sapidus</i> . <i>Callinectes sps.</i>	En 2001 se colapsó la industria por la escasez del recurso. Recurso aprovechado al máximo sostenible.	Permisos de pesca comercial. Talla mínima de captura. D.O.F. 18/10/74.	Se requiere actualizar la normatividad en la que se consideren los siguientes aspectos (se mencionan algunos): a) cuota de captura por permisionario; b) fomentar la investigación del cultivo de jaiba.
Peces marinos de escama.	Se desconoce el esfuerzo de pesca máximo que pueden soportar las diferentes poblaciones que componen este recurso.	Para todas las pesquerías de escama no incrementar el esfuerzo pesquero actual.	Es necesario inducir el cambio administrativo para manejar el recurso escama a través de permisos por grupo de especies y de ser posible por usuario.
Bandera y bagres. <i>Bagre marinus</i> .	En la zona suroeste de Campeche, el índice de Captura por Unidad de Esfuerzo tiene una tendencia decreciente.	Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados.	Se recomienda que la talla mínima de captura sea de 41 cm de longitud furcal. Se requiere implementar un periodo de veda de junio a agosto.

Tabla 3 (continuación). Criterios de manejo y ordenación de las principales pesquerías del estado de Campeche.
Tomado de: Carta Nacional Pesquera (25 de agosto de 2006).

Recursos	Indicadores de pesquería	Medidas de manejo	Lineamientos y estrategias de manejo
Huachinango y pargos. <i>Lutjanus campechanus</i> . <i>Lutjanus spp.</i> <i>Etelis oculatus</i> . <i>Ocyurus chrysurus</i> . <i>Rhomboplites urorubens</i> .	La biomasa disponible se ha reducido en un 64% entre 1984 y 2002. La pesquería se encuentra en deterioro.	Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados. Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados.	En el caso de <i>L. campechanus</i> evaluar el impacto de los barcos camaroneros sobre juveniles. Monitorear y controlar el esfuerzo pesquero de las embarcaciones de la flota artesanal. Aplicar un plan de manejo pesquero basado en cuotas de captura.
Jurel y cojinuda. <i>Caranx latus</i> . <i>Caranx hippos</i> . <i>Caranx chrysos</i> .	Las capturas tienen tendencia de incremento. Recurso aprovechado al máximo sostenible.	Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados.	Determinar la talla mínima de captura y el tamaño de malla adecuado para evitar la captura de juveniles. Incluir la pesquería de jurel dentro de la normatividad de escama.
Mero, negrilla y abadejo. <i>Epinephelus morio</i> . <i>Mycteroperca bonaci</i> . <i>Cephalopholis fulva</i> . <i>Epinephelus spp.</i> <i>Mycteroperca spp.</i>	La captura ha disminuido a partir de 1972.	a) talla mínima de captura, b) regulación sobre los equipos de pesca y embarcaciones, c) permiso de pesca específico. NOM-065-PESC-2006. d) veda del 15 de febrero al 15 de marzo. D.O.F. 14/02/07.	Implementar el Plan de Manejo para la pesquería de mero del banco de Campeche basado en cuotas de captura por flota pesquera y puntos de referencia objetivo y límite.
Robalo y chucumite. <i>Centropomus undecimalis</i> . <i>Centropomus poeyi</i> . <i>Centropomus parallelus</i> .	Incremento en los volúmenes de captura en los últimos dos años. Recurso aprovechado al máximo sostenible.	Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados.	Veda regional que consiste en proteger al robalo blanco cinco días antes y cinco días después de la luna llena durante los meses de junio a agosto.
Sierra y peto. <i>Scomberomorus cavalla</i> . <i>Scomberomorus aculatus</i> .	La tendencia en las capturas de sierra es decreciente. Recurso aprovechado al máximo sostenible.	Permiso para pesca comercial de escama, donde se especifican zonas y equipos de pesca autorizados.	Es recomendable ordenar el esfuerzo de pesca, procurando que los permisos no se expidan para escama en general, sino por especie o grupos de especies.
Pulpo. <i>Octopus maya</i> .	La producción de <i>O. maya</i> muestra una tendencia creciente. <i>Octopus maya</i> está aprovechada al máximo sostenible.	a) talla mínima de captura. NOM-008-PESC-1993. b) se prohíbe el uso de ganchos, figas y arpones. D.O.F. 18/10/93. c) veda del 16 de diciembre al 31 de junio de cada año. NOM-009-PESC-1993. A partir de 2001 se asigna cuota anual de captura.	Se requiere brindar protección al reclutamiento de <i>O. maya</i> y revisar el periodo de veda actual.
Tiburones. <i>Rhizoprionodon terranovae</i> . <i>Carcharhinus spp.</i> <i>Sphyrna spp.</i>	Disminución de las capturas de tiburón. La captura de rayas aumentó desde el año 1992. Ambos recursos aprovechados al máximo sostenible.	a) veda espacial y temporal, c) regulación sobre los equipos de pesca y embarcaciones, d) prohibición del uso exclusivo de aletas. NOM-029-PESC-2006. Permiso para pesca comercial de escama y tiburón.	Dar seguimiento a las regulaciones descritas en la NOM-029-PESC-2006. No incrementar el esfuerzo de pesca existente.
Rayas. <i>Dasyatis americana</i> . <i>Aetobatus narinari</i> . <i>Rhinoptera bonasus</i> .			

cuales han sido negativos en términos generales. La exportación de pulpo está en manos de empresarios del vecino estado de Yucatán y a la fecha no hay plantas certificadas en Campeche que permitan la exportación de este recurso.

PERSPECTIVAS

Diversas especies marinas del estado de Campeche son apreciadas por la calidad de su carne. Actualmente, debido a la explotación realizada y al incorrecto uso del ecosistema, donde se desarrollan estos recursos pesqueros, muchas de estas especies se encuentran en una situación riesgosa para la renovación de sus poblaciones, por lo que la misma rentabilidad de las pesquerías está en peligro. Esta situación ha sido reconocida desde hace algún tiempo y tratada en diversos foros de discusión, de carácter pesquero o ecológico. Muchos de ellos se han realizado en el marco de la creación y operación de las llamadas Áreas de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos (APFFLT) y de las Reservas de la Biósfera Petenes y Ría Celestún. En el primer caso, Reyes-Gómez (2004), señaló que un problema importante continúa siendo la concientización de la gente respecto a la importancia y el beneficio de los ecosistemas del área y de la conservación del ambiente. Sin embargo, el mismo autor citó la existencia de instrumentos de gestión como el Programa de Manejo del APFFLT. Asimismo, señala que la problemática está centrada en la agricultura en zonas bajas, el acelerado y descontrolado crecimiento urbano, el riesgo de la contaminación petrolera, la contaminación por agroquímicos provenientes de la cuenca media-alta de los ríos, la crisis pesquera y acuícola y sobre todo, la preocupación de hacer compatible la actividad petrolera con el desarrollo social. También se conocen las propuestas de protección y conservación de recursos naturales a través de diferentes estrategias como la reforestación de áreas de manglar, protección de hábitats críticos, etc.

Los foros pesqueros son espacios donde los pescadores reconocen prácticas prohibidas: captura de camarón blanco con red “voladora”, de pulpo por medio de buceo libre y uso de trampas, de caracol por medio de buceo con compresor y violación de las vedas para camarón y pulpo en diferentes áreas y épocas. A todo esto, se agrega la falta de vigilancia eficaz por parte de las autoridades correspondientes.

En este sentido, Flores-Hernández y Ramos-Miranda (2004) retoman al Ordenamiento Pesquero como una herramienta para la administración de recursos pesqueros. Indican que éste es un conjunto de políticas, estrategias y acciones para administrar los recursos pesqueros y acuícolas y que tiene por objeto alcanzar su aprovechamiento sostenible a largo plazo, preservando la biodiversidad de sus ecosistemas acuáticos marinos, costeros y continentales, de manera que sea posible desarrollar una pesca responsable con beneficios sociales y económicos (Mendoza-Núñez y Sánchez-González, 1997). Estos puntos deben ser tomados en cuenta en mayor o menor intensidad para el ordenamiento (evaluación de recursos pesqueros, desarrollo de tecnologías de captura y cultivo, marco legal y jurídico, etc.).

Sin embargo, aunque se presente en Campeche, la vigilancia y control de actividades pesqueras y acuícolas ésta es en la práctica, simbólica, pues las normas se pasan frecuentemente por alto. Esto también es debido a la visión de corto plazo de autoridades y de usuarios de los recursos. Como consecuencia, actualmente varios recursos no sólo están en niveles de explotación máxima, sino de sobreexplotación, aunado a destrucción, contaminación y alteración de sus hábitats. Este marco de referencia conduce necesariamente a la pérdida de potencial pesquero (Becker, 1992). Retomar un rumbo con mayores perspectivas de desarrollo sustentable implica prioritariamente que usuarios y autoridades cambien a una visión de los recursos a largo plazo, fijando objetivos de explotación que contemplen aspectos ecológicos, sociales y económicos simultáneamente.

REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. L. E. Schultz-Ruiz, A. Gracia, J. A. Sánchez, y T. Alarcón, 1997. Las pesquerías de camarón de altamar: explotación, dinámica y evaluación. p. 145-172. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. 496 p.
- Becker, C. D., 1992. Population, growth *versus* fisheries resources. *Fisheries*, 17(5):4-5.
- Carta Nacional Pesquera, 2006. Conapesca. DOF, 25 de agosto de 2006. <http://www.inp.sagarpa.gob.mx/Docs/Carta%20Nacional%20Pesquera%202005/Docs/Sagd08252.pdf>
- Flores Hernández, D., J. Ramos Miranda., y J. Sánchez, 2004. Desembarques de Camarón Siete Barbas (*Xiophopenaeus kroyeri*) por la flota ribereña de Campeche: Temporada de Pesca 2003-2004). v Foro de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de la Pesca. Tampico, Tamaulipas, 2004. 19 p.
- Flores-Hernández D., 1994. El papel de la pesca artesanal en el estado de Campeche, *Jaina Boletín Informativo*, 5(2): 9.
- Flores-Hernández, D., y J. Ramos-Miranda, 2004. Las pesquerías artesanales en el Golfo de México. p. 541-550. En: E. Rivera-Arriaga, G. J. Villalobos-Zapata, I. Azuz-Adeath y F. Rosado-May (eds.). El Manejo Costero en México. Universidad Autónoma de Campeche, Semarnat, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p.
- Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil., J. Ramos Miranda, y A. Yáñez-Arancibia, 1991. Pesca Artesanal en el Golfo de México. Un ejemplo en el Estado de Campeche. Proceedings of the American Fisheries Society. Annual Meeting, San Antonio, Texas.
- Gío-Argáez, F. R., 1996. Campeche y sus Recursos Naturales. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 247. p.



Foto: Unai Markaída, ECOSUR.

Mendoza-Núñez, A., y S. Sánchez-González, 1997. Organización del sector pesquero. p. 421-436. En: D. Flores-Hernández, P. Sánchez-Gil, J. C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds.). Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. 496 p.

Núñez, M. G., A. T. Wakida Kusunoki., V. Guzmán Hernández., J. M. Martín Jiménez., I. Zamudio Vidal., J. C. Ávalos Candelero, y M. Gutiérrez Terán, 2000. Seguimiento del Camarón “siete barbas” durante la época de veda. *El Timón*: 2-4.

Ramos-Miranda J., L. España Pech, D. Flores Hernández, F. Gómez Criollo, L. A. Ayala Pérez, y A. Sosa López. 2008. Tendencias de captura y estructura del camarón siete barbas. IX Foro Regional de camarón del Golfo de México y Mar Caribe. 11 y 12 de marzo 2008.

Reyes-Gómez, H. G., 2004. Hacia el manejo sustentable del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche. p. 423-428. En: E. Rivera-Arriaga, G. J. Villalobos-Zapata. I. Azuz-Adeath y F. Rosado-May (eds.). El Manejo Costero en México. Universidad Autónoma de Campeche, Semarnat, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p.

Rivera-Arriaga E., y Villalobos-Zapata G. J (coords.), 2006. Estudio Regional de Zonas con litoral en el estado de Campeche: Diagnóstico-Pronóstico de la Zona Costera del Estado de Campeche y Marco Normativo que Rige la zona Costera de Campeche. Dirección General de Desarrollo Urbano y Suelo. Sedesol, SEOPC y Gobierno del Estado de Campeche. 702 p.

SAGARPA, 2005. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Sagarpa. México 220 p.

SAGARPA, 2007. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Sagarpa. México 223 p.

Secretaría de Pesca, 1991. Anuario Estadístico de la Pesca. Secretaría de Pesca. Dirección general de Informática y Registro Pesqueros. México. 125 p.

SEMARNAP, 1995. Anuario Estadístico de pesca 1995, SEMARNAP, México. 235p.

SEMARNAP, 1998. Apéndice de información básica y estadística de la unidad técnica de infraestructura y flota. SEMARNAP/Delegación Campeche. 212 p.

Solís-Ramírez, M.J., 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México. p. 13-32. En: A. Yañez-Arancibia, (ed.). Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. 136 p..

Wakida-Kusunoki A. T., G. Núñez Márquez, J. M. Martín Jiménez, V. Guzmán Hernández, y I. Zamudio Vidal, 2000. La veda del camarón en la sonda de Campeche. *El Timón*, 16-17.

Wakida-Kusunoki, A., A. González-Cruz, M. Medellín, I. Hernández-Tabares, A. Pech-Pat, G. Núñez-Márquez, J. Uribe-Martínez, y M. Sandoval, 2006. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas a la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (Dictamen Técnico). SAGARPA-INP, México. 35 p.



Foto: Francisco Gómez Criollo, Centro EPOMEX-UAC.

Conclusiones y sugerencias

Griselda Escalona Segura

El uso indebido de los recursos en los ecosistemas acuáticos y terrestres han puesto en riesgo la renovación de las poblaciones de organismos silvestres y esto a su vez ha conllevado a baja rentabilidad de las actividades de manejo de la fauna y flora tanto acuáticas como terrestres. Por ello, es importante reconocer que la naturaleza nos proporciona requerimientos básicos para subsistir y al mismo tiempo se desconoce hasta dónde podemos aprovecharla. Así, los servicios ambientales como el hidrológico, el forestal y la biodiversidad son aspectos considerados por parte del Gobierno Federal mediante la CONAFOR. Sin embargo, se ha atendido principalmente el forestal para Campeche a través del secuestro de carbono. Si se consideraran los diferentes rubros que cubren los servicios ambientales (extracción no maderable, plantas medicinales, turismo de naturaleza, protección contra erosión, captura de carbono, regulación hidrológica, soporte a las pesquerías, nuevos conocimientos y materias primas, culturales, estéticos, religiosos y de patrimonio histórico), el estado de Campeche podría obtener cerca de \$2 950 millones de dólares en servicios ambientales por año. Además, si se compara el valor económico total (VET) de los servicios ambientales de Campeche es 1.5 veces mayor que el PIB del sector forestal nacional reportado para el año 2004 (\$USD 1 885.00).

Lo anterior muestra claramente el gran potencial del estado de Campeche en cuanto a servicios ambientales. Además, la tendencia mundial sugiere que el valor de uso directo aumentará significativamente en la medida de que el turismo de naturaleza, la obtención de plantas medicinales y la producción de miel se realicen de manera sustentable y obtengan una certificación internacional que aumente el valor de los productos y servicios. Adicionalmente, existen otras actividades aún no valoradas en los servicios ambientales.

A lo largo de la sección se dan las siguientes sugerencias para lograr un desarrollo ecológico sustentable en el Estado:

1) CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, USOS Y MANEJOS

Algunos vacíos sobre estos conocimientos que se pueden ejemplificar son:

- No existen registros ni análisis relacionados sobre el uso genético de los organismos, de microorganismos y de invertebrados.
- Se venden tarántulas y escarabajos Golliat como mascotas, pero el conocimiento sobre éstos, el grado de explotación y su importancia económica y ecológica son prácticamente desconocidos.
- No se pueden estimar las tasas de extracción para los organismos si no se tienen conocimientos demográficos de las especies en cuestión (tasas de nacimiento, mortalidad, migración, dispersión, vulnerabilidad, etc.).
- Se desconoce el impacto de la fauna silvestre sobre la agricultura. Por citar un caso, el impacto de las parvadas grandes de nombre común los pericos de frente blanca (*Amazona albifrons*) sobre el cultivo de maíz. Por el contrario, se desconoce el impacto antrópico sobre el aprovechamiento de los pericos al tenerlos como mascotas.

2) DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

Es necesario que las instituciones gubernamentales y no gubernamentales difundan el conocimiento científico a las comunidades. Por ejemplo, en el estudio de caso del Guayacán se sugiere una cosecha de un 40 a 60% de los árboles adultos (con más de 35 cm de DAP) cada 20 años ya que esto no produce impactos negativos sobre la persistencia futura de las poblaciones aprovechadas, siempre y cuando se reduzcan al mínimo los daños a los árboles pequeños no comerciales (tallos de 1 a 25 cm DAP) y se dejen algunos árboles semilla (árboles adultos con un DAP mayor a 30 cm).



Foto: José del C Puc Cabrera, ECOSUR.

3) VIGILANCIA Y APLICACIÓN DE LAS LEYES AMBIENTALES

En este capítulo se menciona que tanto para los recursos acuáticos como marítimos hay escasez de vigilancia. Esto es debido a la falta de recursos humanos y por consiguiente su presencia en diferentes partes del Estado. A la par, se han encontrado faltas de aplicación de las leyes ambientales y como consecuencia las actividades ilegales no son detectadas.

Un ejemplo, de la conservación de los recursos naturales resultante de la vigilancia y de la aplicación de reglas comunitarias son las poblaciones de pavo ocelado en la reserva de la biosfera Calakmul y de la UMA del ejido Carlos Cano Cruz las cuales presentan poblaciones estables que demuestran que el factor clave para revertir la situación actual es permitir a la especie reproducirse, eliminando o por lo menos reduciendo la cacería indiscriminada.

4) DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA

El aprovechamiento se limita a unos cuantos productos, cuando el potencial es mayor. Por ejemplo, existen cientos de especies, tanto exóticas como silvestres, que producen frutos comestibles para el humano en el Estado y no han sido ni siquiera considerada como un beneficio monetario de gran potencial para su desarrollo.

5) PROMOCIÓN DE MERCADOS Y CADENAS PRODUCTIVAS

El gobierno ha promovido a través de proyectos la conservación y manejo de recursos naturales. Sin embargo, esto puede ser contraproducente. Por ejemplo, el hecho de que el gobierno sea el principal promotor y regulador impide el desarrollo de un verdadero mercado de servicios ambientales.



Foto: Jorge A. Benítez Torres, Centro EPOMEX-UAC.

6) PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Es muy importante que las comunidades se consideren como actores sociales participantes y no solamente como proveedores del espacio; ya que su participación repercutiría en las capacidades sociales de las comunidades, permitiéndoles controlar el uso de sus recursos naturales y, por lo tanto, corresponsabilizándolas de su mantenimiento para su propio beneficio y para la conservación de la vida silvestre.

A pesar de que Campeche ha resaltado históricamente por ser un estado con aprovechamiento de la vida silvestre, principalmente pesquero y forestal, es importante que tanto los usuarios como las autoridades planeen, vigilen y controlen el uso de los recursos naturales a largo plazo. Así se podrán disfrutar los recursos naturales por más tiempo. En caso de no hacer uso responsable de los recursos naturales del Estado, éste será más vulnerable a los cambios globales que aquejan a nuestro planeta: sequías más prolongadas, mayor probabilidad de inundaciones e incremento en la ocurrencia de huracanes, con daños excarcebados tanto para el ambiente como para el hombre e incremento de plagas y emergencia de nuevas enfermedades.



Foto: Griselda Escalona Segura, ECOSUR.



Foto: Rafael Reyna Hurtado.

AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD

VII

Jaime Rendón von Osten
Coordinador

Las amenazas a la biodiversidad son multifactoriales y éstas en su conjunto pueden tener un efecto adverso de tipo sinérgico por lo cual, en la mayoría de las ocasiones, es difícil establecer con evidencias una relación causa-efecto. Aunque el estado de Campeche se encuentra entre los estados con la menor densidad de población, se han identificado actividades humanas y procesos que tienen un efecto adverso directo o indirecto sobre la biodiversidad. Los procesos más importantes que afectan a la biodiversidad de Campeche son la pérdida de hábitat, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y los efectos asociados al cambio climático. La quema de terrenos para la preparación de áreas de cultivo, los incendios forestales y la apertura de nuevas tierras tanto para la agricultura como para la ganadería son las principales causas de pérdida de hábitat y por tanto, una de las principales amenazas a la biodiversidad de Campeche. Aunque se tienen identificados cuáles son los procesos que tienen un impacto sobre la biodiversidad es necesario llevar a cabo estudios que evalúen de manera cuantitativa e integral estas amenazas con el fin de tener planes y acciones que permitan minimizarlas.

Introducción

Jaime Rendón von Osten
y Guillermo J. Villalobos Zapata

La biodiversidad es a menudo entendida como las diferentes especies de plantas, animales y microorganismos que existen o existieron en nuestro planeta. Pero también incluye toda la gama de variación y abundancia de genes, organismos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y los procesos ecológicos de los que son parte (Sarukhán, 2006). La biodiversidad se compone en esencia de tres niveles: diversidad o variedad genética entre una misma especie, diversidad o variedad de especies dentro de los ecosistemas, diversidad o variedad de ecosistemas y/o biomas en la biosfera.

El número de especies sobre la tierra es muy basto, aún cuando desconocido en su mayoría. Se tienen catalogadas entre 1.4 y 1.8 millones de especies (en ciertas estimaciones se considera que debe haber en total unas 30 veces más ese número) (Pearce y Moran, 1994). Pese al avance, en los últimos doscientos años, es reconocido el desconocimiento sobre tantas especies.

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la biodiversidad a nivel de ecosistema, se refiere a los conjuntos variados de las especies que caracterizan a los desiertos, bosques, humedales, praderas, lagos, ríos, paisajes agrícolas y otros. Cada ecosistema está formado por seres vivos que interactúan entre sí y con el aire, el agua y el suelo que lo rodea. Estas interconexiones múltiples dentro de y entre los ecosistemas forman interacciones vitales, de los cuales los seres humanos somos parte integrante y sobre la que dependemos.

AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD

En términos particulares, una amenaza es todo aquello que tenga una posibilidad o probabilidad de ocurrir, como causante de daño. Y el riesgo es el producto de la ocurrencia de la amenaza y su consecuencia. Sin la ocurrencia de amenazas el riesgo sería cero.

En términos de biodiversidad, el nivel de especies ha sido tomado como un indicador de “salud” de los ecosistemas. La evidencia

muestra que el ritmo de extinción de especies se ha acelerado en los últimos años (UNEP, 1995) por la intensa incidencia de las actividades humanas sobre el medio natural.

La pérdida de biodiversidad representa la reducción en la población de especies, con la consecuente pérdida de diversidad genética y el incremento de la vulnerabilidad de las especies y poblaciones a enfermedades, cacería y cambios fortuitos en las poblaciones.

La amenaza a la biodiversidad se puede decir que es aquel proceso o acción ambiental que, de manera directa, afectan la sobrevivencia de las especies, tanto de fauna como flora. De manera general se han identificado cinco procesos o acciones ambientales que amenazan a la biodiversidad siendo estos la pérdida del hábitat, el cambio climático, las especies invasoras, la sobreexplotación y los efectos de la contaminación.

En la figura 1 se muestra, a grandes rasgos, la magnitud de los impactos que ocasionan estos factores hacia los organismos. Asimismo, es importante recalcar que tanto el cambio climático como la contaminación son los factores que mantienen una tendencia a incrementarse en prácticamente todos los ecosistemas.

Dependiendo del sitio o región uno o más de estos factores influyen de manera más acentuada sobre la biodiversidad del estado de Campeche.

FACTORES QUE AFECTAN A LA BIODIVERSIDAD

En el estado de Campeche, los procesos o acciones que amenazan a la biodiversidad, se ven modificados y/o exacerbados por diversos factores que afectan de manera indirecta la pérdida de biodiversidad, la figura 2 menciona algunos de ellos:

- Cambio de uso de suelo.
- Desmonte para ganadería y agricultura.

- Construcción y ampliación de caminos y carreteras.
- Sobrepesca con prácticas y artes de pesca inadecuadas.
- Quemaz descontroladas.
- Incendios provocados.
- Cacería y tráfico de flora y fauna silvestre.
- Introducción de especies exóticas de flora y fauna (desplazamiento de hábitat, introducción de enfermedades, competencia por fuentes de alimento).
- Crecimiento demográfico y asentamientos humanos irregulares en selvas, humedales, dunas y playas.
- Corte y extracción de madera clandestinamente.
- Actividades agrícolas incompatibles con la naturaleza, particularmente de los ecosistemas de selvas y humedales.
- Construcción de infraestructura inadecuada para proteger las playas de la erosión y del oleaje de tormenta.
- Desarrollo anárquico de la acuicultura y su impacto a la biota y hábitat de los ríos.
- Falta de aplicación y seguimiento de los instrumentos de planeación (*e.g.* programas municipales de ordenamientos ecológicos territoriales, programas directores urbanos, programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas).
- Planes de reforestación y programas gubernamentales no coordinados entre sí, sin seguimiento y que promuevan diversas actividades que inducen deforestación de selvas, humedales y la alteración de cauces fluviales naturales.
- Quema crónica de basura, tala de vegetación, tala y relleno de humedales.
- Alteración de la calidad del agua superficial y de los mantos freáticos por los desechos municipales, debido a la falta de sistemas integrales de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas.

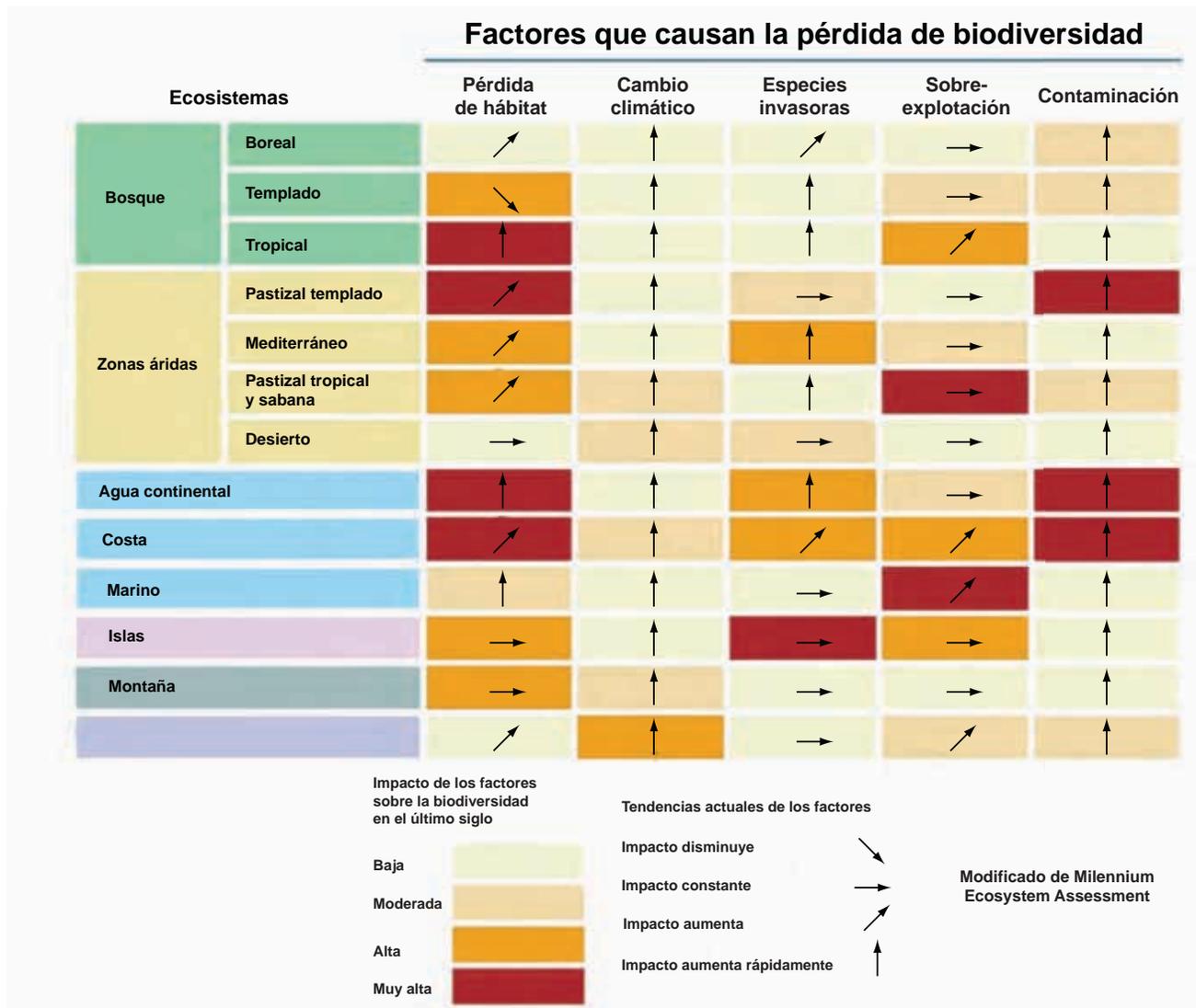


Figura 1. Procesos o causas ambientales que ocasionan pérdida de la biodiversidad en los diferentes ecosistemas (USAID *et al.*, 2001).

Causas de pérdida de biodiversidad y sus factores asociados	
Pérdida de hábitat	Incendios forestales. Deforestación. Cambio de uso del suelo.
Especies invasoras	Introducción de especies exóticas en acuicultura (tilapia) y especies invasoras en ríos (pez diablo o plecostomus).
Sobreexplotación	Pesca (e.g. camarón, pulpo). Caza y tráfico (e.g. venado cola blanca, venado temazate, jaguar, tepezcuintle).
Efectos de la contaminación	Uso de agroquímicos. Desechos municipales sin tratar Alteración de la calidad en cuerpos de agua.
Cambio climático	Los efectos asociados al calentamiento global y el cambio climático causaran pérdida de biodiversidad, poco estudiada localmente por su complejidad al establecer con los datos existentes una relación clara de causa - efecto.

Figura 2. Amenazas o causas de pérdida de biodiversidad y factores que modulan estas amenazas en el estado de Campeche.

REFERENCIAS

- Sarukhán, J. (Coord. Gral.), 2006. Capital Natural y Bienestar Social, CONABIO, México, D.F., 71 p.
- Pearce D. y D. Moran, 1994. The Economic Value of Biological Diversity, London, Earthscan.
- UNEP, 1995. Informe de la Conferencia Intergubernamental para la Adopción de un Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra. UNEP(OCA)/LBA/IG.2/6
- USAID, PRONATURA PY, The Nature Conservancy, CONANP, APFFLT y RBPC, 2001. Planeación para la Conservación de Sitios de Pantanos de Centla y Laguna de Términos. CD (mapas).

Problemática

*Jaime Rendón von Osten
y Guillermo J. Villalobos Zapata*

En Campeche, como en el resto de México y el mundo, el ser humano y sus actividades se han convertido en los principales factores de alteración de los ecosistemas y las funciones ecológicas de éstos, amenazando la existencia de la biodiversidad presente en ellos.

Para el caso del estado de Campeche, las amenazas a la biodiversidad se presentan tanto en el ámbito terrestre como en los cuerpos de agua de sus 11 municipios. Sin embargo, los factores de disturbio son diferentes en cada ambiente, como pueden ser en las selvas altas, medianas y bajas, los arrecifes coralinos o los ecosistemas de cenotes y sus acuíferos, entre otros.

FACTORES INDIRECTOS

De los factores indirectos que afectan a la biodiversidad se tiene al crecimiento demográfico que exige bienes de consumo y espacio y, por otra parte, a las amenazas que surgen debido al desorden y la falta de seguimiento en la aplicación de la normatividad de las actividades humanas, así como por la falta de conciencia y educación ambiental, entre otras.

Crecimiento demográfico como factor de amenaza a la biodiversidad

El II Censo Nacional de Población y Vivienda 2005 (INEGI, 2006), reporta un total de 754 730 habitantes* para el estado de Campeche, lo que lo ubica como el tercer estado menos poblado y con la menor tasa promedio de crecimiento del país, junto con Baja California Sur y Colima. Sin embargo, históricamente el Estado ha registrado dos picos importantes de crecimiento, uno en la década de los años 40, en

* 822 001 habitantes en 2010, datos preliminares del Censo de Población y Vivienda 2010.

el cual el crecimiento de la población se incrementó de manera importante por políticas de redistribución de la población y el segundo en la década de los 60, en la cual, la población del estado casi se duplicó en comparación con la que había en 1900 (INEGI, 2006). Este último crecimiento está vinculado con la llegada de la actividad petrolera en la sonda de Campeche que hasta la fecha se mantiene (figura 1).

Actualmente, del total de la población habitando el estado de Campeche, el 74% es urbana y el 26% es rural, siendo las ciudades costeras de San Francisco de Campeche, Cd. del Carmen y Champotón las ciudades más grandes y las cuales concentran la mayor población urbana (72.3% del total estatal). El crecimiento diferencial de los municipios, en términos del número de personas y en el incremento en el consumo per cápita, ha tenido y seguirán teniendo un impacto sobre la demanda de recursos naturales, los servicios ambientales asociados a ellos, así como en el impacto sobre la biodiversidad. Esto es importante considerarlo en los procesos de planeación y ordenamiento, más aún cuando la tasa de crecimiento promedio anual de la población (1.8%) en los periodos 1995-2000 y 2000-2005 se registró por arriba de la nacional (1.3 %) (INEGI, 2006).

Con la generación del décimo municipio del estado de Campeche, Calakmul (1995), tiene una participación activa en la conservación de la biodiversidad al poseer dos áreas naturales protegidas, Calakmul y Balam-Kú. Las comunidades asentadas en estas áreas no son históricas sino vinieron de otros estados del centro y norte del país. Por lo tanto, la explotación de la selva y su transformación no ha sido sustentable, aunado al reto de no contar con agua, la cual se tiene que traer a través de un acueducto a un costo ambiental enorme. Se ha tratado de realizar ordenamientos comunitarios y municipales en estas áreas protegidas pero al no decretarse, sigue el uso desordenado de recursos vegetales y animales, no obstante que su vocación y aptitud es en pro de actividades de conservación y turismo alternativo. Aunado a lo anterior, en esta región la biodiversidad se ve amenazada por

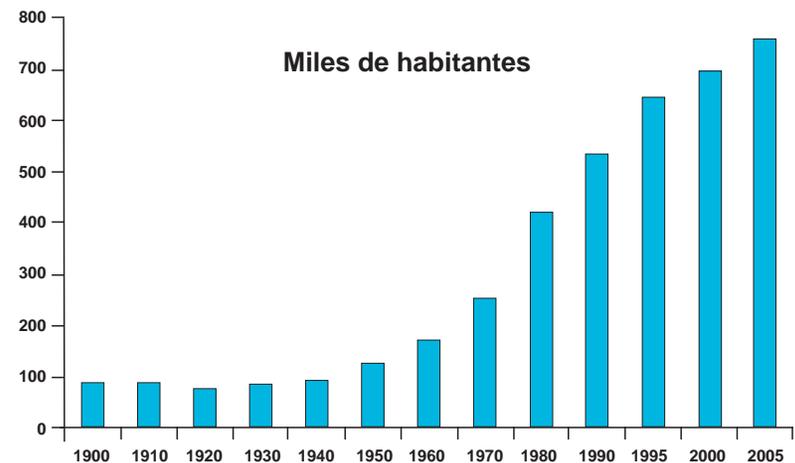


Figura 1. Población total histórica del estado de Campeche, periodo 1900-2005. (INEGI, 2006).

el Plan Puebla-Panamá en el cual se considera la construcción de una carretera que atravesaría la Reserva de Calakmul.

FACTORES DIRECTOS

Destrucción de hábitat (deforestación y fragmentación natural y antrópica de hábitat)

Procesos económicos, pasados y recientes, planteados por lo general al margen de cualquier criterio de sustentabilidad, han dejado deterioro en el territorio campechano, que si bien, en términos de su extensión y alcance están concentrados en áreas específicas, su severidad e impacto en la biodiversidad ha sido importante.

La transformación histórica, así como el cambio de uso de suelo actual, que se presenta en los ecosistemas del estado de Campeche, se debe en gran medida a: la ganadería extensiva en los municipios de Escárcega, Candelaria, Palizada y Carmen; la intensificación agrícola y la agricultura itinerante del 26% de la población rural; el crecimiento urbano en las principales ciudades y comunidades de los 11 municipios; el desarrollo desorganizado de infraestructura de carreteras y caminos rurales y; en general, a los modelos tecnológicos empleados inadecuadamente para la biodiversidad del trópico húmedo.

Los resultados derivados de diferentes procesos de planeación, registran que el cambio de uso de suelo, la deforestación y la fragmentación del hábitat son las amenazas más importantes en términos de su impacto a nivel de superficie territorial. En el municipio de Calakmul, las amenazas más altas a nivel de ecosistema se registraron en las selvas altas y selva mediana perennifolia y subperennifolia (Serrano y Lasch, 2004). El sistema de producción agrícola se basa en el desmonte de la vegetación natural, ya que la preparación del terreno en la mayoría de los casos, es mediante el sistema roza, tumba y quema.

Los terrenos agrícolas, por lo general, se cultivan durante tres años consecutivos y luego inicia nuevamente un proceso de roza-tumba-quema en otra área de selva (Poot *et al.*, 2006). Estos impactos directos sobre los ecosistemas y sus servicios asociados, son originados por el crecimiento demográfico y urbano mal planificados; la agricultura itinerante; la apertura de caminos y brechas, así como los derivados por los incendios forestales (Morales y Magaña, 2001). Los impactos más severos se han registrado en los municipios de Candelaria, Escárcega, Hopelchen y Calakmul, con eventos menores dentro de los límites de las áreas naturales protegidas de Los Petenes y laguna de Términos.

Mundialmente la construcción de carreteras y de vías de comunicación se considera como una de las principales amenazas a la biodiversidad (Geneletti, 2003), principalmente por la conversión de una cubierta original por una superficie artificial. Asimismo, tiene efectos colaterales como la fragmentación del hábitat y la degradación del ecosistema ocasionada por la contaminación al suelo, agua y aire (Rheindt, 2003).

En términos de infraestructura carretera el municipio es atravesado en su parte media por la carretera federal No. 186, Escárcega-Chetumal la cual fue construida en los años 70. A partir de 2006 se inició un proceso de modernización que incluye la ampliación a 12 metros de este tramo, que de acuerdo al Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (SCT, 2007), este tramo carretero, está programado a ampliarse a 4 carriles. Asociado a esta ampliación y de forma paralela suman sus impactos el acueducto y el tendido de la línea eléctrica en todo ese trayecto. Este tipo de infraestructura y sus impactos acumulativos, hasta el momento no han concretado medidas de buenas prácticas, ni de mitigación que permitan mantener la conectividad faunística de macizo forestal que incluye más de 1 200 000 hectáreas, bajo protección oficial ya que en este municipio se ubican dos

ANP estatales: el Área Sujeta a Conservación Ecológica Balam-Kú y Balam-Kin y la Reserva de la Biosfera Calakmul (ANP federal) y que son parte del Corredor Biológico Mesoamericano.

El otro tramo carretero que fragmenta el macizo forestal es la carretera que va de Dzibalchen-Xpujil-Arroyo Negro. En el primer tramo (Dzibalchen-Xpujil), está considerada una modernización que incluye una ampliación a 3 carriles en el 2012 (SCT, 2007). En la zona sur-oriente del municipio se ha trabajado en la pavimentación del tramo carretero que viene de la localidad de Caobas y que entroncará al tramo que viene de Xpujil, Municipio de Calakmul.

Se ha dicho que el descontrol y tráfico en la expedición de permisos para la explotación forestal y el inadecuado manejo de compradores ha provocado una deforestación, en más de 200 mil hectáreas de zona maderera que existen en el estado de Campeche. Asimismo, se ha mencionado que el actual marco legal forestal alienta la corrupción y saqueo de los recursos madereros, al no existir un adecuado control sobre el corte de madera (http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=40351&tabla=estados).

El caso de la deforestación que se presenta en la zona de Calakmul y Candelaria es muy particular, ya que a partir de 1973 como consecuencia de las políticas de colonización del momento y a la apertura de la carretera Escárcega-Chetumal, la población del sur de Campeche creció a más de 60 000 habitantes, 23 115 en Calakmul y 37 681 en Candelaria, en menos de 30 años. Los actuales pobladores de la frontera sur de Campeche vienen de casi todos los estados de la República Mexicana, predominando tabasqueños, veracruzanos, chiapanecos, duranguenses, tlaxcaltecas, así como campechanos del norte.

La formación de pastizales para la ganadería es probablemente la actividad responsable de la mayor pérdida de cubierta vegetal en el estado desde 1969. De acuerdo con Turner *et al.* (2001), la deforestación anual en el sur de Campeche ha sido de 3.9% desde 1969 y el



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

mayor impacto se dio a finales de los 70 y principios de los 80 durante el boom petrolero en que se deforestaron más de 10 000 hectáreas de bajos para abrir pastizales y arrozales. Los arrozales fracasaron, y las áreas abiertas fueron transformadas en potreros (Klepeis y Turner, 2001).

La acelerada deforestación y pérdida de diversidad biológica llevó a organizaciones no gubernamentales, y académicas a presionar para la protección de la selva en el sur del estado de Campeche. Debido a lo anterior, se decretó como reserva ecológica con una extensión de 723 185.125 hectáreas en lo que hoy es el municipio de Calakmul para proteger un área en la que existen por lo menos 17 especies de anfibios, 43 especies de reptiles, 363 especies de aves, y cerca de 100 especies de mamíferos (Weber, 1999).

En 1993 la reserva de la Biosfera de Calakmul, ingresó a la Red Internacional del Programa El Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO convirtiéndose en una de las reservas de la biosfera más grandes del mundo. Es patrimonio natural y cultural de la Humanidad. Probablemente debido al Programa de Manejo de la Reserva de Calakmul se observa una desaceleración en la tala de monte alto por parte de los ejidatarios del municipio y una concentración en acahuales de 12 y 15 años (Turner *et al.*, 2001).

Como amenazas a la biodiversidad de las áreas naturales protegidas de Campeche, se tienen: incendios forestales, caza, tala y pesca furtivas, tala de mangle y extracción de arena en el ANP de Laguna de Términos y Petenes, y la cacería ilegal en Calakmul particularmente la zona norte y la zona de Constitución. Asimismo, el uso de artes de pesca prohibidos (tanques de buceo para captura de pulpo) y captura de recursos pesqueros en periodos de su veda. Por otra parte se tiene la falta de definición de la superficie y límites de los terrenos nacionales, la irregularidad de la tenencia de la tierra, uso de tecnologías no sustentables con relación a los ecosistemas de influencia (usos de agroquímicos convencionales en humedales dentro del Área de Pro-

tección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”). De igual manera, como amenazas se tiene la introducción y descontrol de las especies invasoras como tilapia y el pez diablo en las aguas del ANP Laguna de Términos, y finalmente el cambio de uso de suelo en las selvas medianas y alta por invasiones para asentamientos, ganadería y agricultura particularmente en Calakmul y las áreas naturales protegidas estatales de Balam-Kin y Balam-Kú.

Como amenazas naturales en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, se tienen a las sequías prolongadas e incremento de temperatura ambiental en el mediano y largo plazo, carencia de agua y competencia por ella entre el hombre y la fauna silvestre (Reyna Hurtado *et al.*, 2010)

Sobre-explotación de recursos

La extracción ilegal y selectiva de flora y fauna derivada de la cacería tradicional, la cacería deportiva sin control, así como, la extracción de flora y fauna silvestres para su comercialización, aunada a la destrucción y alteración de sus hábitat son las amenazas más importantes registradas en la región de Calakmul y laguna de Términos, de acuerdo a la Delegación de SEMARNAT en Campeche (Escamilla, 2009. Com. pers.). En cuanto a fauna, 10 especies de aves y de mamíferos fueron registradas ya que representaron el 96% de los registros de cacería de subsistencia. Dentro de las especies cazadas se encuentran el venado temazate (*Mazama americana*) y cola blanca (*Odocoileus virginianus*), curassow (*Crax rubra*), pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), agutí (*Dasyprocta mexicana*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*).

En cuanto a las acciones de atenuación de la pérdida de vida silvestre, se generan y promueven las Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), que se incluyeron en 1997 en el Marco del Programa de Conservación de la Vida Silvestre

y Diversificación Productiva del Medio Rural. Su principal propósito fue establecer incentivos para la configuración de intereses privados y públicos a favor de la conservación y la necesidad de abrir nuevas oportunidades para generar ingresos, empleos y divisas en las áreas rurales (SEMARNAP, 1997). Dentro de las metas de las UMA se pretende: disminuir las probabilidades de extinción de especies de alto significado, fomentar su recuperación y promover la participación social, con base a información económica técnica y científica sólida. Sin embargo, éstas no han funcionado al 100% desde su creación, ya que a pesar de que se establecen con estudios técnicos, la mayoría de ellos son poco sólidos y sin validación por entidades académicas o especialistas, aunado al desigual manejo, evaluación y seguimiento respecto a las tasas asignadas para su cacería y el número reportado de organismos cazados. De acuerdo a la demanda de especies para caza, las autorizadas son: pavo ocelado, faisán, venados (temazate y cola blanca), cojolite, pecarí de labios blancos y de collar. Así se tiene que el pecarí de labios blancos es considerado por los especialistas como el mamífero terrestre más amenazado en México y forma parte de las especies cinegéticas autorizadas de más valor.

En cuanto a la vegetación, la producción de carbón en zonas de selvas bajas y medianas se inició en 2002 en la región de Calakmul, Hopelchen y Escárcega. En un principio, se consideró como una alternativa para el uso de maderas caídas por los huracanes, ya que estas maderas son fuente de combustible para incendios forestales y hospederos de plagas. Sin embargo, la actividad, amparada por los permisos emitidos por la SEMARNAT, poco a poco fue aumentando a medida que la demanda de algunas comunidades crecía. La poca capacidad de las autoridades para evaluar y dar seguimiento a los permisos autorizados, ha contribuido a que esta actividad sea una amenaza creciente para los ecosistemas; crece sin mucho control y se usan maderas que son de alta calidad para la producción del carbón y, pocas veces, usan

la madera caída por su baja calidad o por el trabajo de transportarla a zonas accesibles. Las comunidades que más realizan esta actividad son: Constitución, Nuevo Becal, Nueva Vida y Zoh-Laguna (Poot *et al.*, 2006). Pero la actividad se ha extendido hasta los municipios de Hopelchén y Escárcega, donde particularmente en Hopelchén la conversión de vegetación primaria a zonas de cultivo por parte de comunidades Menonitas es alta y no es regulada de forma oficial.

Daño por plagas y enfermedades

La actividad agropecuaria y forestal también se ve amenazada por plagas y enfermedades virales. Para 2008, se reportaron 400 hectáreas de superficie forestal afectadas por gusanos barrenadores (*Hypsipyla grandella*) de meliáceas (INEGI/Gobierno del Estado de Campeche, 2009), de las cuales 275 ha tuvieron tratamiento de control. La pérdida de zonas forestales, cualquier que sea la causa, siempre trae consigo la pérdida de hábitat para la biodiversidad.

Asimismo, en la península de Yucatán, se tuvo que en el periodo de 1977 a 1991, 15 400 hectáreas, cultivadas con coco Alto del Caribe, Alto del Atlántico o “indio” fueron arrasadas por la enfermedad conocida como amarillamiento letal del cocotero. En el estado de Campeche se perdieron 7 200 hectáreas de coco por el amarillamiento letal del cocotero (ALC) la cual es una enfermedad introducida y cuyo agente causal es un fitoplasma (antes llamados organismo tipo micoplasma, OTM). El cocotero sirve como regulador de microclima y además previene la pérdida de suelo.

Una plaga que afecta los cultivos de la península de Yucatán, pero en especial a los de Campeche, es la langosta o saltamontes (*Schistocerca pallens*) que se encuentra distribuida desde el sureste de la República Mexicana (Chiapas, Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán) hasta los estados de la vertiente del Golfo de México (Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz) y del Pacífico (Oaxaca,



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Guerrero, Colima, Jalisco, Nayarit y Michoacán), sin embargo, las primeras dos zonas son las que representan mayor importancia, por poseer áreas gregarígenas, es por ello que son las que cuentan con la campaña contra langosta.

La langosta tiene un alto potencial reproductivo y la capacidad de formar mangas que consumen en 24 horas 5 veces su peso, por lo que una manga de 3 000 000 de langostas llega a consumir hasta 30 toneladas de vegetación; esto aunado a que logra desplazarse grandes distancias en poco tiempo (hasta 20 km/hora). Es una de las plagas agrícolas más importantes en el sureste de nuestro país y se considera plaga potencial para otros estados de la vertiente del Golfo de México y del Pacífico; lo anterior, debido a que llega a atacar hasta 400 especies vegetales. Los cultivos más afectados son: maíz, frijol, sorgo, arroz, soya, cacahuete, caña de azúcar, chile, tomate, cítricos, plátano, coco y pastizales, entre otros.

Incendios forestales

Para 2008 (INEGI/Gobierno del Estado de Campeche, 2009), se registraron 42 incendios forestales que siniestraron 1 087 hectáreas, de las cuales 63 hectáreas, fueron pastos, y el resto fue superficie arbolada. Esto deja señalado la gravedad de esta amenaza para los hábitat y ecosistemas terrestres en Campeche.

Con datos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en 2009 el estado de Campeche se ubicó en el segundo lugar a nivel nacional en incendios forestales, y la región sureste (Yucatán, Campeche y Quintana Roo) se concentró el 60% de los incendios de todo el país provocado por la quema rústica en actividades agropecuarias.

Campeche perdió 4 335 hectáreas de áreas verdes por 56 incendios, mientras que en el municipio de El Carmen se han reducido 315 hectáreas de selva virgen por tan sólo cuatro incendios en los últimos nueve años.

Es importante mencionar que el 80% de los incendios forestales son producidos por actividades agrícolas, es decir, en donde los productores realizan sus actividades de roza-tumba-quema, sin embargo a nivel nacional se busca disminuir significativamente esta situación debido a la pérdida de áreas verdes, árboles, bosques y selvas.

Contaminación por actividades agropecuarias

La agricultura itinerante (roza-tumba-quema) que se realiza en la región, utiliza diferentes agroquímicos para el combate de plagas, dentro de las que destacan las malezas y los insectos, así como, fertilizantes químicos. En general, no se cuenta con una asesoría, que brinde las indicaciones necesarias para una aplicación segura. Entre los cultivos que más agroquímicos usan para asegurar su producción están el arroz, sorgo, caña de azúcar, algodón, sandía, frijol, maíz, frutales, tomate, calabacita, entre otros. De los agroquímicos que más se usan están el propanilo, paraquat, benomil, carbofuran, clorpirifos, metomilo, 2,4-D, captán, endosulfán, malatión, metamidofós, paratión, mancozeb y diurón (Benítez y Bárcenas, 1996a y 1996b; Morales y Ojeda, 2000; Rendón-von Osten *et al.*, 2004; Poot *et al.*, 2006).

Dependiendo del paquete tecnológico la cantidad de plaguicida aplicada varía de acuerdo al tipo de cultivo, sin embargo, se tiene en promedio una aplicación de 36 kg i.a./1 000 hectáreas. Cabe destacar que el uso de herbicidas es más intenso que el de los insecticidas (Benítez y Bárcenas, 1996a). Dependiendo de la cantidad empleada y de la toxicidad del agroquímico, de los principales plaguicidas identificados que tienen mayor efecto sobre la biodiversidad se tienen al carbofuran, clorpirifos, propanilo, molinate, endosulfán y malatión (Rendón-von Osten *et al.*, 2005a; Benítez y Bárcenas, 1996b).

Hay dos formas de evaluar el impacto de la contaminación sobre la vida silvestre, una es determinando las concentraciones de contaminantes que existen en algún tejido de los organismos, lo cual no

indica que exista un daño pero si un riesgo, y otra es a través de la evaluación de biomarcadores de efecto que dan información sobre las alteraciones a las cuales están sujetos los organismos expuestos. Desafortunadamente, en México hay menos información generada acerca de los efectos adversos ocasionados por los contaminantes que la determinación de las concentraciones en diferentes tejidos de organismos silvestres.

AMENAZAS A ORGANISMOS ACUÁTICOS

Históricamente la flora y fauna acuática recibe menos atención y menos regulación que las terrestres, entendiéndose que esto se debe a la mayor dificultad y elevados costos que implica su estudio, manejo y conservación.

Para el caso de Campeche, las principales amenazas actuales para la flora acuática tanto de agua dulce como salobre y salada, superficial y subterránea, han sido: la contaminación de los cuerpos de agua por los desechos municipales, los lixiviados crónicos de los tiraderos de basura, los desechos y lavado crónico de las tierras agropecuarias inundables (tabla 1).

Organismos sésiles (bivalvos)

Los bivalvos han sido empleados muy extensamente como organismos para monitorear la presencia de contaminantes, en específico de los orgánicos persistentes y los metales pesados. Lo anterior es que estos organismos presentan ventajas con relación a otros organismos acuáticos para poder ser empleados como organismos centinela, entre las que destacan su amplia distribución en México, son organismos filtradores y, por lo tanto, bioconcentran contaminantes, además presentan tasas metabólicas bajas que ocasionan que los compuestos no se biodegraden rápidamente.

Tabla 1. Recurso impactado y fuente de impacto y sus localidades de influencia.

Recurso impactado	Fuente de impacto y amenaza	Localidad de influencia
Macroalgas y pastos marinos.	Desechos líquidos municipales no tratados.	San Francisco de Campeche y Cd. del Carmen.
Vegetación de agua dulce, Macroalgas y pastos marinos.	Descargas fluviales de los ríos Palizada, Chumpan, Candelaria y Mamantel. Especies invasoras (Tilapia y pez plecostomo).	Sistemas lagunares y Bocas estuarinas de los sistemas fluvio lagunares estuarinos en laguna de Términos.
Mangle (principalmente mangle rojo y mangle negro).	-Contaminación por desechos sólidos y líquidos, -Rellenos para cambio de uso de suelo, - Tala para convertir a carbón, - Erosión costera, - Avance de la cuña salina en la zona costera por efecto del incremento del nivel medio del mar por cambio climático.	Litoral de San Francisco de Campeche, Champotón y litoral interno de Isla del Carmen, Atasta, Puerto Rico y Boca Chica, Isla Arena.
Cíclidos nativos.	-Pérdida de hábitats y competencia por alimentos ante la amenaza de las especies invasoras de tilapia y plecostomus. -Impacto a la salud por introducción de enfermedades de las especies invasoras de tilapia y plecostomus.	Sistemas fluviales y lagunares: Palizada, Chumpan, Candelaria, Mamantel y lagunas de Pom y Atasta y Términos
Pérdida de vegetación de duna.	Cambio de uso de suelo por proyectos turísticos y residenciales de playa.	Litoral desde Isla Aguada hacia Champotón.

En ostiones (*Crassostrea virginica*) y almejas (*R. cuneata*) de la desembocadura del río Palizada se presentaron concentración de Σ DDT de $1.49 \mu\text{g g}^{-1}$ y $1.44 \mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente (Gold-Bouchot *et al.*, 1995).

Por otra parte, en un estudio realizado en la laguna de Términos, Campeche en donde se determinaron residuos de plaguicidas organoclorados y policlorobifenilos (PCBs) en catorce bancos ostrícolas de *Crassostrea virginica* (Carvalho *et al.*, 2009) se obtuvieron concentraciones promedio de Σ DDT $5.8 \pm 3.0 \mu\text{g g}^{-1}$ peso seco ($1.27 - 12.67 \mu\text{g g}^{-1}$), de Σ PCB $0.73 \pm 1.15 \mu\text{g g}^{-1}$ ($0.013 - 4.8 \mu\text{g g}^{-1}$) y de Σ endosulfanes $0.385 \pm 0.153 \mu\text{g g}^{-1}$ ($0.162 - 0.670 \mu\text{g g}^{-1}$). En la figura 2 se observan las concentraciones determinadas en los ostiones *C. virginica* de la laguna de Términos.

Los resultados anteriores indican que, de acuerdo a la distribución de los PCB y DDT en la laguna de Términos, éstos se originan en ciudades y pueblos alrededor de la laguna. Los DDTs parecen estar relacionados con las aplicaciones para el control de los vectores de la malaria. Los residuos de PCB muy probablemente están vinculados con los residuos vertidos procedentes de talleres de reparación y otras actividades industriales en las ciudades. Ciudad del Carmen, en particular, parece ser la fuente principal de estos compuestos para el ambiente lagunar. Las concentraciones determinadas en los ostiones indican que existe una bioacumulación de estos compuestos con relación a los determinados en los sedimentos. Los valores de los factores de bioconcentración (FBC) determinados (Lindano: 1115; Σ pp-DDT: 32 080; Σ Endosulfan: 27 800 y Σ PCB: 1 270) se encontraron en acuerdo con los datos publicados en la literatura lo cual confirma la biomagnificación de estos compuestos en la cadena alimentaria.

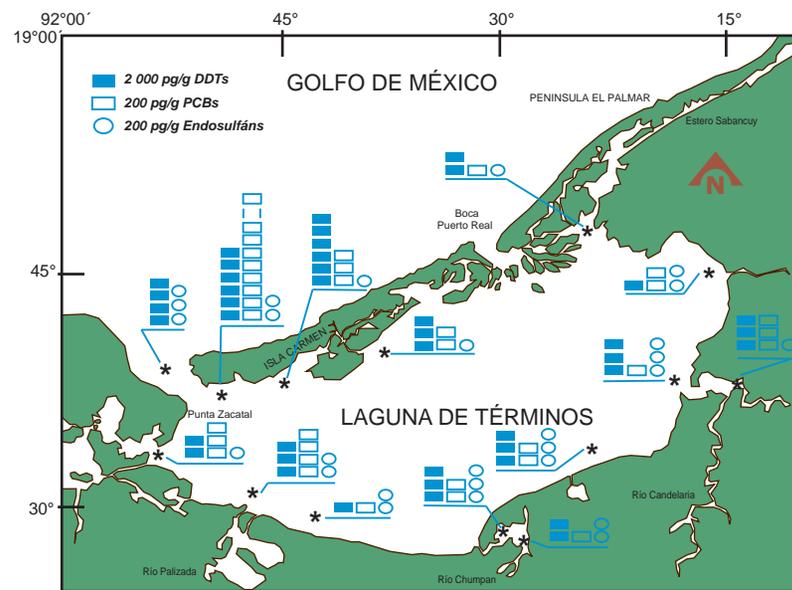


Figura 2. Distribución de Σ DDT, Σ PCBs y Σ endosulfanes en ostiones (*C. virginica*) de la laguna de Términos, Campeche.

Residuos de contaminantes en camarón

Debido a la importancia ecológica y de productividad, la laguna de Términos (LT) en Campeche ha sido estudiada con mayor frecuencia que muchos otros ecosistemas. Es importante mencionar que en esta región se llegó a usar anualmente hasta 10 toneladas de DDT para el control del dengue, por lo que es importante analizar la tendencia que pueden presentar estos residuos en los diferentes compartimentos ambientales. En el caso del camarón, el cual genera divisas importantes, se ha determinado la presencia de estos compuestos; por ejemplo, en 1993 se reportó una concentración de Σ -DDT en camarón blanco (*L. setiferus*) de 0.69 ng g^{-1} (Gold *et al.*, 1993) y, en 1995, de 0.25 ng g^{-1} (Gold *et al.*, 1995). Asimismo, camarones blanco (*L. setiferus*) de la LT presentaron concentraciones promedio de 0.0042 ng g^{-1} de Σ -DDT (Rendón-von Osten y Memije, 2001), y en camarones rosados (*F. duorarum*) de la Sonda de Campeche se determinaron concentraciones promedio de 33.6 ng g^{-1} de Σ -DDT (Rendón-von Osten y Memije, 2005). Por otra parte, en camarones siete barbas (*X. kroyeri*) procedentes de la zona occidental de la LT se tuvieron concentraciones promedio de 2.74 ng g^{-1} de Σ -DDT (Rendón-von Osten *et al.*, 2005). Como se observa en la figura 3, las concentraciones de Σ -DDT en camarones no han disminuido sustancialmente, sin embargo, las concentraciones más altas corresponden a los productos de degradación DDE y DDD, lo que indica que el uso del DDT ha disminuido y debido a las características de estos contaminantes, es muy probable que los residuos de estos compuestos provengan de diferentes fuentes, incluyendo la atmosférica.

Es importante mencionar que los camarones analizados en la laguna de Términos corresponden a diferentes especies, por lo que es necesario tomar en consideración que los residuos analizados dependerán principalmente de los hábitos alimenticios de cada especie y sus áreas de distribución.

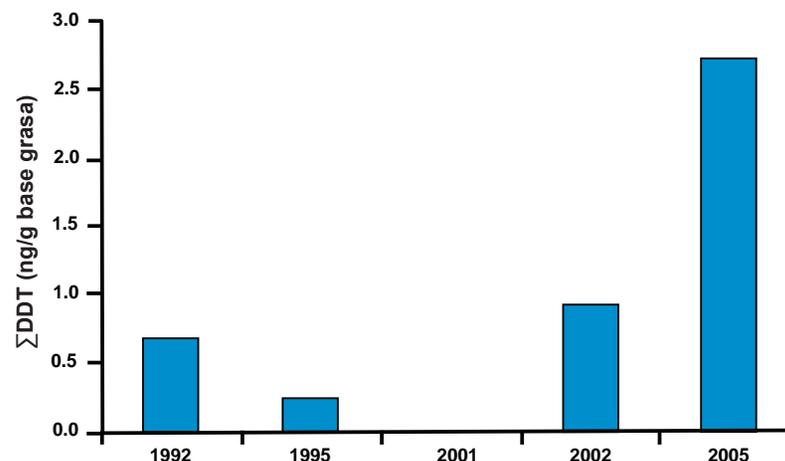


Figura 3. Residuos de Σ DDT en camarón de la laguna de Términos, Campeche.

Aunque las concentraciones de contaminantes químicos determinadas en organismos no indiquen algún efecto adverso en ellos, su sola presencia representa un riesgo a la vida silvestre. Debido a lo anterior es necesario evaluar el efecto de los contaminantes a diferentes niveles de organización ecológica, desde el nivel bioquímico en individuos hasta nivel de ecosistema. Una de las formas de establecer el posible daño de los contaminantes sobre los organismos es a través del uso de biomarcadores específicos de exposición y de efecto, lo cual daría un panorama más amplio del posible efecto de los contaminantes y, si son evaluados de manera temprana, es posible tomar las acciones necesarias antes de que el efecto adverso sea irreversible.

La sonda de Campeche representa una de las principales fuentes de recursos pesqueros para el estado y es por eso que se han determinado

residuos de contaminantes en camarones de esta zona. Por ejemplo, Vázquez *et al.* (2001), realizaron un estudio de metales (Cu, Pb, Cd, Cr, Mn, Zn, Ag, Ba y Fe) en peces (*Siacium gunteri* y *Lutjanus analis*) y camarones (*Penaeus setiferus*) colectados en diferentes áreas. Los resultados muestran que la concentración de dichos metales (Cu: 1.3-10.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco, Pb: 0.15- 8.5, Cd:0.001-4.88, Cr: 1.3-9.8, Mn:0.1-0.6, Zn: 41-202, Ag: 0.002-1.5, Ba:9.3-55.7, Fe: 8.5-236 mg kg^{-1}) en músculo, gónadas y vísceras de los peces no presentan variaciones en función del área de colecta, con excepción del Ba y el Zn. Estos metales mostraron las concentraciones más altas en los músculos y gónadas de los peces dentro del área de circulación restringida, adyacente a las plataformas. En camarones (*P. setiferus*) se analizaron los músculos y cabezas en tres áreas diferentes y, en general, los valores más altos se presentaron en la cabeza (Cu: 17.1-125 $\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco, Pb:1.7-13.1, Cd:1.7-15.9, Cr:1.2-15.9, Mn:0.1-1.1, Zn:55-161, Ag: 16-2.7, Ba:11.6-90.6, Fe:59-285) y no se observaron diferencias significativas en las concentraciones con respecto a las áreas estudiadas.

Por otra parte, se realizó en la sonda de Campeche un estudio en el cual se determinaron metales pesados, hidrocarburos aromáticos, plaguicidas y policlorobifenilos (PCBs) en camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) procedentes de 20 sitios de muestreo (Vidal-Martinez *et al.*, 2006). Los resultados indican que prácticamente todos los camarones presentaron residuos de cada uno de los grupos de contaminantes mencionados. Así, se determinó benzo(a)pireno y fenantreno en concentraciones de 0.57 a 110.23 y de 5.29 a 602.3 $\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco, respectivamente. Por otra parte, de los metales pesados el vanadio (V) se encontró en concentraciones de 6.03 a 214.3 $\mu\text{g g}^{-1}$ peso seco. En el caso de los PCBs los residuos variaron desde no detectado hasta 0.18 $\mu\text{g g}^{-1}$, y el rango de los plaguicidas organoclorados fue desde no detectados hasta 30.2 $\mu\text{g g}^{-1}$.

Peces

Hay un estudio en el cual se determinaron residuos de plaguicidas organoclorados en peces procedentes de los sistemas fluvio lagunares de Candelaria-Panlau (*Arius melanopus*) y Palizada (*Cichlasoma spp*) que circundan a la Laguna de Términos (Díaz *et al.*, 2005). Los resultados muestran que las concentraciones más altas se encuentran en los organismos provenientes del sistema Palizada del Este, ya que las mojarras presentaron concentraciones de p,p'-DDT hasta de 2 632.6 ng g^{-1} peso seco en comparación con las concentraciones de los bagres de Candelaria que tuvieron valores de p,p'-DDT no mayores a 545.9 ng g^{-1} peso seco.

FAUNA

Tortugas marinas

Existen algunos estudios de residuos de organoclorados en tortugas, principalmente en huevos debido probablemente a su facilidad en la toma de muestras y su conservación.

En un estudio se menciona que se encontraron concentraciones promedio de DDT de 0.494 $\mu\text{g/g}^{-1}$ en huevos de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) procedentes de un campamento tortuguero de Campeche (Alejo, 2000). En específico, de los campamentos estudiados solo los huevos procedentes de Chacahito presentaron concentraciones promedio de 0.0201 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDE, y en el de Isla del Carmen fue de 0.0058 $\mu\text{g g}^{-1}$ DDT

Aunque el estado de Campeche es donde se registra el mayor número de arribazón de tortugas, no existe un número suficiente de estudios que indique de manera real el impacto sobre las poblaciones con respecto a contaminantes orgánicos persistentes. Así, en un estudio reali-

zado en 21 nidos de tortuga Carey (*E. imbricata*) procedente de varios campamentos tortugueros de Campeche se encontraron en huevos 2.2 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDE y 0.588 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDT en los huevos procedentes Isla Aguada, así como 0.88 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDE y 3.99 ppm de DDT en los provenientes de Chenkán y, para el caso de Isla del Carmen se encontraron 2.93 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDE y 5.61 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDT (Morales y Cobos, 2005).

Cocodrilos

Una de las especies más representativas como depredador tope es el cocodrilo. En México existen dos especies, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletti*) que se encuentra generalmente en el Golfo de México y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), que habita las zonas inundables del Pacífico.

Para el estado de Campeche existen dos estudios de residuos de COP en cocodrilo de pantano. Ucán (1999), reportó valores de 0.086 $\mu\text{g g}^{-1}$ de DDT en huevos de cocodrilos silvestres en la Reserva de los Petenes, Campeche.

Por otra parte, existe un estudio en el cual se determinó la posible relación entre los residuos presentes en el tejido graso de las escamas de cocodrilo procedentes de la Reserva de la Biosfera de los Petenes y del río Champotón (González, 2008) y los niveles hormonales de cada organismo. Asimismo, como organismos referencia se emplearon cocodrilos de la escuela CETMAR de Campeche.

En la figura 4 se pueden observar las concentraciones de ΣHCHs , ΣDDT y ΣPCBs determinadas en tejido graso de cocodrilo.

Es importante hacer notar que en todos los cocodrilos se determinaron residuos de policlorobifenilos (ΣPCBs), incluso en los organismos procedentes del CETMAR.

Los hexaclorociclohexanos (ΣHCHs) se encontraron en todos los organismos silvestres, esto es, solo en los cocodrilos del río Champotón y de los Petenes. Y de manera interesante, solo se determinaron

residuos de ΣDTs en escamas de cocodrilos durante la temporada de lluvias.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos define un disruptor endocrino como "un agente exógeno que interfiere con la síntesis, secreción, transporte, unión, acción, o la eliminación de las hormonas naturales del cuerpo que son responsables de la mantenimiento de la homeostasis, la reproducción, desarrollo y / o de comportamiento", y entre los COP a los que han sido atribuidas alteraciones endocrinas en la vida silvestre son dieldrin/aldrin, DDT, endosulfán, metoxicloro y toxafeno (US-EPA, 1997).

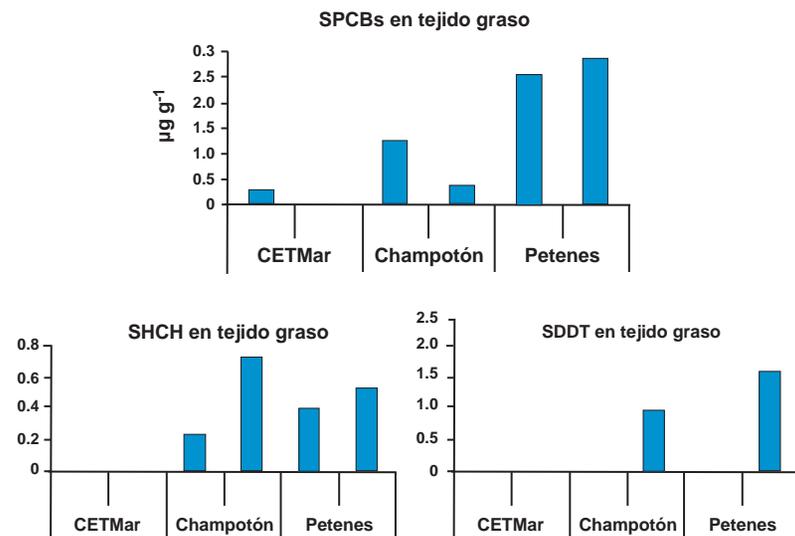


Figura 4. Residuos de ΣPCBs , ΣHCHs y ΣDDT en tejido graso de cocodrilo de río (*C. moreletti*) en Campeche.

En machos de *C. moreletii* la concentración promedio de testosterona fue de 2.419 ng/ml (DE = 3.085) y la de estradiol de 29.35 pg/ml (DE=39.56). En los machos, las concentraciones de la testosterona y estradiol cuantificadas, no covariaron con ninguno de los COP bioacumulados.

Para las hembras se registró una concentración promedio de testosterona de 0.876 ng/ml (DE=1.457) y la del estradiol fue de 30.7 pg/ml (DE=27.58). Para el caso de las hembras, la testosterona covarió con los ΣPCBs y el estradiol covarió con los ΣHCHs. Ni la testosterona ni el estradiol covariaron con el resto de los COP determinados.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Aves

En Campeche, casi no existen estudios acerca del efecto que tienen los contaminantes sobre las aves, sin embargo, en un estudio realizado en la zona arrocera de Palizada, se determinó la actividad de la acetilcolinesterasa (AChE) en cerebro de pato pijije (*D. autumnalis*) como biomarcador de efecto por exposición a plaguicidas. Los resultados indican que los patos colectados durante la temporada de mayor aplicación de agroquímicos presentaban una inhibición de cerca del 30% de la actividad en comparación con la determinada en patos colectados en época de menor aplicación, lo cual sugiere que los patos están expuestos a plaguicidas organofosforados y carbámicos y, que sin duda, tienen repercusiones sobre estos organismos (Rendón-von Osten *et al.*, 2005a).

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la gran biodiversidad que presenta el estado de Campeche, son muy pocos los estudios que evalúen o estimen con seguimiento las amenazas y los posibles efectos que la contaminación y los contaminantes pudieran tener sobre la vida silvestre y sus ecosistemas, particularmente para las especies reportadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.
- No existe información de la evaluación de la ruta en el movimiento de los contaminantes sobre una trama o red trófica silvestre.
- A pesar de que el DDT ya no se emplea por estar prohibido su uso, todavía se detecta DDT residual en los organismos expuestos.
- Los compuestos orgánicos persistentes (COP), tales como los políclorobifenilos y el DDT, tienen efectos adversos a largo plazo, tales como la disrupción endócrina, por lo que es muy importante seguir monitoreando o evaluando estos contaminantes en la vida silvestre de Campeche y de México.

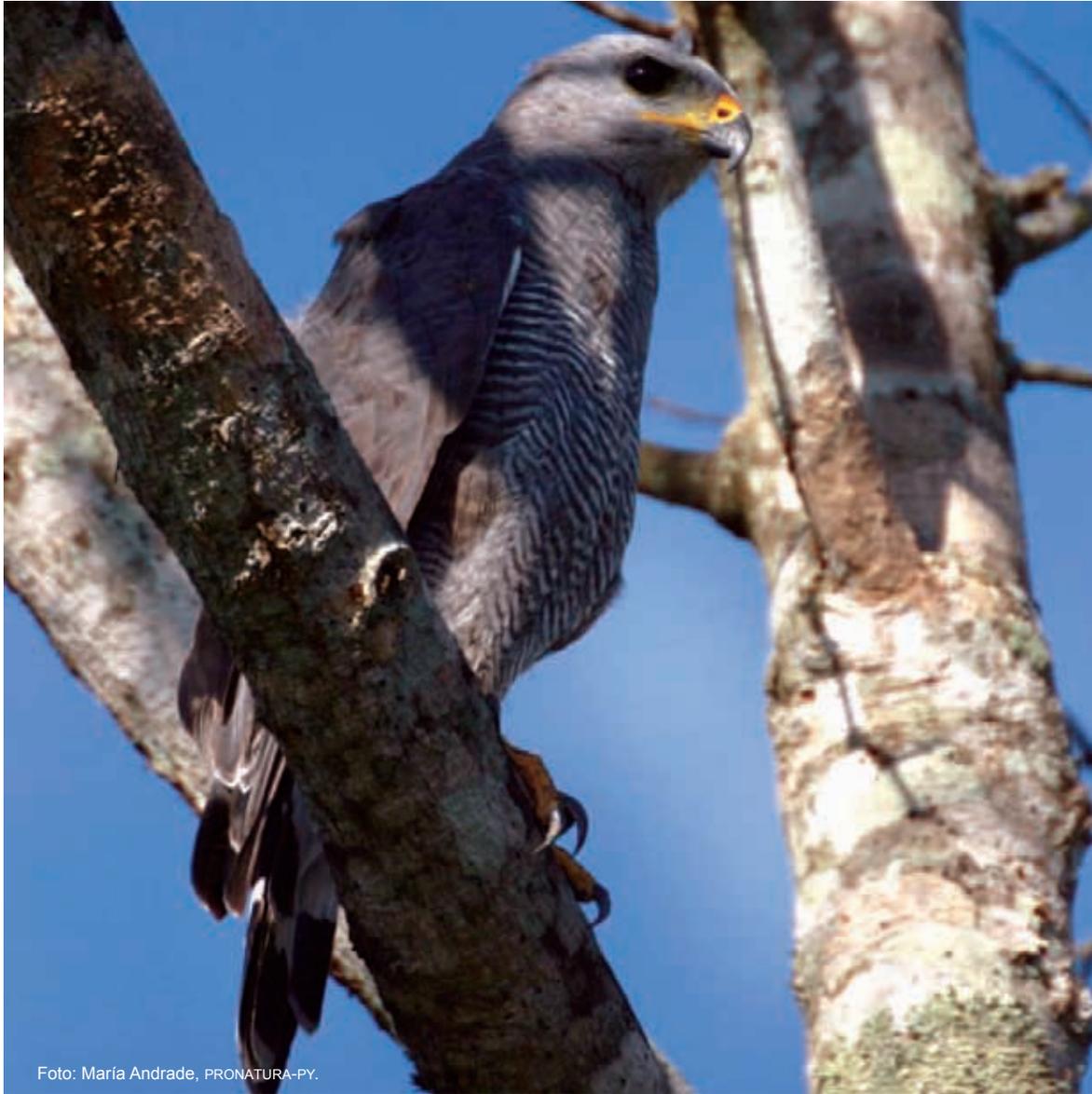


Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

REFERENCIAS

- Alejo, S., 2000. Determinación de DDT y derivados en huevos de tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) en los campamentos tortugueros de la costa del estado de Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 56 p.
- Benítez, J., y C. Barcenás, 1996a. Patrones de uso de los plaguicidas en la zona costera del Golfo de México. p. 155-167. In: AV Botello, JL. Rojas, J. Benítez, y D. Zarate (eds). Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 5 666 p.
- Benítez, J., y C. Barcenás, 1996b. Sistemas fluvio- lagunares de la laguna de términos: Hábitats críticos susceptibles a los efectos adversos de los plaguicidas. p. 187-201. In: AV Botello, JL. Rojas, J. Benítez, y D. Zarate (eds). Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias. EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche, México. 5 666 p.
- Carvalho FP., JP. Villeneuve, C. Cattini, J. Rendón, y J. Mota de Oliveira, 2009. Ecological risk assessment of PCBs and other organic contaminant residues in Laguna de Términos, Mexico. *Ecotoxicology*, 18:403-416.
- CONAFOR, 2009. Inventario nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. SEMARNAT.
- Díaz G., AV. Botello, y G. Ponce-Velez, 2005. Plaguicidas organoclorados en pastos y peces de los sistemas Candelaria-Panlau y Palizada del Este laguna de Términos. p. 207-2219. In: AV. Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold Boucholt y C. Agraz Hernandez (eds.) Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental. Tendencias y diagnóstico 2ª edición. Universidad Autónoma de Campeche (México) 696 p.
- Geneletti D., 2003. Biodiversity Impact Assessment of roads: an approach based on ecosystem rarity. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3):343-365.
- Gold-Bouchot G., T. Silva-Herrera, y O. Zapata-Pérez, 1995, Organochlorine pesticide residue concentrations in biota and sediments from río Palizada, Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol.*, 54:554
- González Jáuregui M., 2008. Relación de concentraciones residuales de una mezcla de plaguicidas organoclorados y policlorobifenilos con la concentración de hormonas sexuales de dos poblaciones de *Crocodylus moreletii*. Tesis de Maestría en Ciencias. Manejo de Fauna Silvestre. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.
- INEGI, 2006. II Censo de Población y Vivienda 2005.
- INEGI-Gob. del Edo. De Campeche, 2009. Anuario Estadístico de Campeche 2009, 461 p.
- Morales, J., y S. Magaña, 2001 Fuentes de impacto, necesidades de investigación científica y monitoreo en Calakmul, Campeche, Pronatura Península de Yucatán, The Nature Conservancy, 72 p.
- Morales MM., y VM. Cobos-Gasca, 2005. DDT y Derivados en huevos de la tortuga de carey *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), en las costas del estado de Campeche. p.237-248. In: A.V. Botello, J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds). Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Morales-Rosas, J., y C. H. Ojeda, 2000. Monitoreo del uso del suelo a nivel comunitario en la Región de Calakmul. Informe Técnico. Pronatura Península de Yucatán A. C. y The Nature Conservancy. 60 p.

- Poot N., E. Uitz, G. J. Cocón, y M. Contreras, 2006. Descripción de los sistemas Productivos en el Municipio de Calakmul. GTZ. Informe Técnico.
- Rendón-von Osten J., y M. Memije, 2001. Persistent organochlorine pesticides as biomarkers of exposure in white shrimp (*Litopenaeus setiferus*) from Terminos lagoon, Campeche, Mexico. *Biomarkers* 2001. Porto, Portugal. Abstract book p: 54.
- Rendón-von Osten J., y M. Memije, 2005. Persistent organic pollutants in pink shrimp (*F. duorarum*) from the Campeche Bank, Mexico. *Toxicology Letters*, 158:251.
- Rendón-von Osten J., A. Soares A, y L. Guilhermino, 2005. Black-bellied whistling duck (*Dendrocygna autumnalis*) brain cholinesterase characterization and diagnosis of anticholinesterase pesticide exposure in wild populations from the Palizada river basin, Mexico. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(2):313-317.
- Rendón-von Osten J., R. Tinoco-Ojanguren, AMVM. Soares, y L. Guilhermino, 2004. Effect of pesticide exposure on acetylcholinesterase activity in subsistence farmers from Campeche, Mexico. *Archives of Environmental Health*, 59(8): 428-435.
- Reyna Hurtado R., G. O'Farrill, D. Sima, M. Andrade, A. Padilla, L. Sosa, 2010. Las aguadas de Calakmul. Reservorios de vida silvestre y de la riqueza natural de México. *Biodiversitas* 93:1-6
- Rheindt FE., 2003. The impact of roads on birds: Does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? *Journal of Ornithology*, 144(3): 295-306
- SEMARNAP, 1997, Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva del Medio Rural.
- Serrano, A., y C. Lasch, 2004. Plan de Conservación para Calakmul – Balam Kin – Balam Ku, Campeche, México. The Nature Conservancy y Pronatura Península de Yucatán. Campeche, México. 137 p.
- SCT, 2007. Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012.
- Turner B.L., S.V. Cortina, D. Foster, J. Geoghegan, E. Keys, P. Klepeis, et. al., 2001. Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach. *Forest Ecology and Management*, 5521: 1-18.
- Ucán, F., 1999. Determinación de DDT y derivados en huevos de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletti*, Dumeril, 1851) en la Reserva de los Petenes, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. 51 p.
- Vazquez FG., VK. Sharma, QA. Mendoza, y R. Hernandez, 2001. Metals in Fish and Shrimp of the Campeche Sound, Gulf of Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 67:756-762
- Vidal-Martínez VM., ML. Aguirre-Macedo, R. del Rio-Rodríguez, G. Gold-Bouchot, J. Rendón-von Osten, y GA. Miranda-Rosas, 2006. The pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*, its symbionts and helminths as bioindicators of chemical pollution in Campeche Sound, Mexico. *Journal of Helminthology*, 80(2): 159-174.
- Weber M., 1999. Característica de la región Calakmul-Silvituc. *Ecofronteras*, 8:19-23.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Estudio de caso: amenazas a aves en paisajes de agricultura tradicional de tumba-roza y quema

Javier Salgado

En México y a nivel mundial la agricultura de roza-tumba y quema junto con la ganadería se consideran la principal amenaza para la conservación de la biodiversidad, ya que como resultado de la deforestación un número creciente de especies de flora y fauna silvestre se encuentran cada vez más en peligro de extinción (Whitmore y Sayer, 1992). En muchas áreas de México donde se practica la agricultura de roza-tumba y quema es frecuente observar parches remanentes de selva y por acahuals en diferentes edades de regeneración. Desde el punto de vista de la conservación, este tipo de paisajes pueden jugar un papel primordial como refugio para una buena variedad de especies de flora y fauna, además de brindar servicios a las comunidades humanas. Dentro de estos servicios se distingue la aportación de material para construcción, leña, recursos no maderables, medicinas y especies de interés cinético (Schelhas y Greenberg, 1996). Desafortunadamente, debido a la carencia de información sobre la diversidad biológica que estos paisajes alojan, se les considera en general de poca importancia en las iniciativas de conservación.

En Campeche al igual que en toda la península de Yucatán, la agricultura tradicional de roza-tumba y quema ha sido practicada por siglos por los antiguos y actuales pueblos Mayas (Gómez-Pompa y Kaus, 1990). Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con registros de extinción de especies como resultado de esta actividad. La práctica tradicional de agricultura de roza-tumba y quema, consiste en el desmonte de selva para el cultivo de la milpa en parcelas de una a tres hectáreas. Después de dos a cuatro años de ser cultivadas, las parcelas se abandonan dejando que la vegetación se regenere, aunque en ocasiones puede tardar hasta después de 20-30 años, antes de que las tierras puedan ser nuevamente utilizadas como campos de cultivo. Como resultado del incremento en la población humana y la consecuente demanda de tierra, la agricultura tradicional Maya está cambiando a una de mayor intensidad y tecnificada. Como resultado, los periodos de descanso de las parcelas y por lo tanto, de regeneración de la vegetación son más cortos. Además, ha aumentado la cantidad de tierras que se convierten totalmente en áreas dedicadas a la ganadería, sin dejar la oportunidad de regeneración de la flora, lo que a su vez afecta a los animales que están asociados y dependen en gran medida de la vegetación.

Bajo este contexto, se realizó un estudio en la Reserva de la Biosfera de Calakmul para evaluar el impacto de este tipo de agricultura sobre la avifauna (Smith *et al.*, 2001). Las aves se consideran un buen grupo indicador ya que son sensibles a la alteración de hábitat. Como tal, los cambios en la riqueza de especies o en el número poblacional de especies particulares o de toda la comunidad avifaunística que se asume son el resultado directo de la alteración en la estructura del hábitat. Bajo este fundamento, se realizó una comparación de la riqueza de especies de aves entre selva de referencia y el acahual de diferentes edades de abandono para determinar, no solamente los cambios en la riqueza, sino también para evaluar cómo las tendencias de cambio de la agricultura tradicional afectan la conservación de especies. El obje-

tivo principal del estudio fue evaluar el cambio en la riqueza de aves en un gradiente de regeneración de selva resultante de la agricultura de roza-tumba y quema para responder a la pregunta: ¿Cuánto tarda la comunidad de aves en asemejarse nuevamente a la riqueza presente en la selva de referencia?

Para responder a esta pregunta, se realizaron censos de aves utilizando la técnica de conteo por puntos, en la cual las especies e individuos se registran dentro de parcelas circulares de 25 m de radio. Los censos fueron realizados en el ejido Nuevo Becal, Campeche, durante dos años consecutivos (1998-99) en sitios con acahuals de diferentes edades de regeneración, seleccionados con base a la clasificación maya de sucesión de selva propuesta por Gómez-Pompa (1987). El gradiente de sucesión incluyó milpas recién abandonadas (*Sak'aab* de 1-2 años de edad); acahuals de 3-5 años (*Sak'aab-kool*); acahual de 10-15 años (*Kanalhubche*) y acahual de 20-30 años (*Kelenche*), además de la selva mediana subperenifolia (selva de referencia). Para este estudio se incluyó también la vegetación conocida como “bajos” o *akalche* por ser un tipo de vegetación nativa abundante en la región de Calakmul.

Los resultados (tabla 1) demostraron que la selva tuvo el mayor número de especies de aves (133), sin embargo la riqueza fue mayor cuando se consideran todos los tipos de hábitat (160 especies). Con respecto a los cambios en la riqueza a lo largo del gradiente de los acahuals se encontró que el número de especies en la milpa fue como se esperaba, el más bajo (80), habiendo sin embargo un incremento positivo en el número de especies en los acahuals con respecto al incremento en la edad de regeneración. El número total de especies en el acahual de 20-30 años (123), no fue estadísticamente diferente con respecto al número de especies de la selva, indicando que a esta edad de regeneración la riqueza de aves ya es similar a la de la selva. Con respecto a la ocurrencia estacional de las especies se encontró que el porcentaje de especies fue de 81% para las residentes y 19% para las



Tabla 1. Total, porcentaje y abundancia relativa de especies de aves en la selva y en acahuales de diferentes gradientes de regeneración natural en un paisaje de agricultura tradicional de roza-tumba y quema en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche.

Variables	Tipo de vegetación (edad de regeneración en años)						Todos los hábitats
	Selva (> 50)	Milpa (1-2)	Acahual (3-5)	Acahual (10-15)	Acahual (20-30)	Akalche (> 50)	
Total de especies							
Residentes.	105	61	70	87	98	87	125
Migratorias Neárticas.	22	15	18	22	22	19	29
Visitantes de verano.	6	4	2	3	3	3	6
Todas las especies.	133	80	90	112	123	109	160
% de especies por hábitat*							
Residentes.	80	81	80	85	80	80	81
Migratorias Neárticas .	18	11	17	13	18	18	15
Visitantes de Verano.	2	8	3	2	2	2	4
Abundancia relativa por hábitat*							
Residentes.	8	7	3	8	9	5	7
Migratorias Neárticas.	4	3	2	4	3	3	3
Todas las especies.	12	10	5	12	12	8	10

* Los valores de porcentaje de especies y de abundancia relativa representan el promedio derivado del número de especies e individuos detectados en censos individuales por cada tipo de hábitat.

migratorias, sin haber diferencias significativas en los diferentes tipos de hábitat. Tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto a la abundancia promedio de individuos registrados en los diferentes tipos de vegetación. De hecho, el promedio de individuos en selva fue de 12 por conteo, siendo esta cifra similar a la abundancia de los acahuales de 10-15 y de 20-30 años de edad. Con respecto a la distribución de hábitat, se encontró que 42% del total de especies registradas son especies dependientes principalmente de selvas en buen estado de conservación y de los acahuales mayores a 10 años, mientras que 58% de las especies pueden habitar en el mosaico de acahuales más jóvenes y milpas.

En conclusión, los resultados indican que cuando en la práctica de agricultura de roza-tumba y quema se mantiene un mosaico heterogéneo de vegetación con acahuales de diferentes edades, además de parches de selva, la riqueza de aves se incrementa con respecto al número de especies de la selva solamente. No obstante, el número de especies es bajo en acahuales jóvenes, por lo que la tendencia actual y futura de acortar el

tiempo de regeneración de la vegetación y la conversión total a tierras de pastoreo será un problema serio para mantener la riqueza de especies de aves. El 42% de las especies de aves en la región de Calakmul requieren selvas y acahuales maduros y en buen estado de conservación para su subsistencia, por lo que la desaparición de estos tipos de hábitat resultaría también en la disminución y hasta la desaparición de especies en la región.

Por último, se recomienda que las estrategias de conservación en las áreas de influencia aledañas a la Reserva de la Biosfera de Calakmul, así como en toda la península de Yucatán, deben promover la conservación de la vegetación a nivel de paisaje, siguiendo las iniciativas aplicadas en algunos de los ejidos del sur de Quintana-Roo (Galletti, 1998), manteniendo extensiones de selva y acahuales de diferentes edades para así mantener una alta diversidad de especies a largo plazo.

Conclusiones

Se ha generado poca información acerca de las posibles amenazas que pudiera tener la biodiversidad de Campeche, considerando la amplia riqueza biológica del Estado. La mayor amenaza a la biodiversidad es el cambio de uso de suelo, específicamente en selvas y humedales. No obstante, la falta de información más puntual, no indica que no existan riesgos a la biodiversidad por diversos factores tales como incendios, cambios en la cobertura vegetal, uso de agroquímicos y los que se puedan presentar por los efectos del cambio climático.

Es prioritario y urgente que se regulen los cambios en el uso del suelo, así como la prevención de los incendios. Además, es necesario un control en el uso de agroquímicos que tienen un mayor efecto sobre la vida silvestre, toda vez que la mayoría de los compuestos aún empleados en Campeche ya han sido prohibidos o restringidos en países desarrollados.

Asimismo, es preciso obtener recursos para llevar los estudios pertinentes, pero lo más importante es establecer metodologías para poder evaluar el impacto del cambio climático en la biodiversidad ya que, con los datos existentes, es difícil establecer la relación causa-efecto.

Referencias

- Galletti, H. A., 1998. The Maya forest of Quintana-Roo: Thirteen years of conservation and community development. p 47-60. In: R.B., D. Bray, H.A. Galletti, and I. Ponciano (eds.). Timber, Tourists, and Temples: Conservation and development in the Maya Forest of Belize, Guatemala, and México. Primack, Island Press. Washington, DC.
- Gómez-Pompa, A., 1987. On Maya Silviculture. Regents of the University of California. *Mexican Studies*, 3(1): 1-17.
- Gómez-Pompa, A. R., y A. Kaus, 1990. Traditional management of tropical forest in México. p. 45-64. In: A. Anderson (ed.) Alternatives to deforestation: Steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest. Columbia University Press. New York.
- Schelhas, J., y R. Greenberg, 1996. Managed forest patches and the diversity of birds in Southern México. Island Press, Washington DC. USA.
- Smith AL., JS. Ortiz, y RJ. Robertson, 2001. Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Biotropica*, 33(1):153-170.
- Whitmore, T.C., y J.A. Sayer, 1992. Tropical deforestation and species extinction. Chapman and Hall Press.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Estudio de caso: amenazas a la diversidad genética microbiana

María C. Rosano-Hernández

Introducción

Todo el conjunto de microorganismos tiene una función en la biosfera, por lo que *per se* debe ser mantenido y en ese contexto, deben estructurarse prioridades y estrategias de investigación, análisis y conservación. Para ello, se precisa conocer en escalas apropiadas de tiempo y espacio, donde, cuándo y cómo están esos recursos genéticos. Este conocimiento permitirá que sean considerados en las decisiones de impacto ambiental y de bioprospección.

Aunque se ha reconocido la importancia de los microorganismos en la biosfera, en general, la mayoría de los investigadores y tomadores de decisión tienen poco conocimiento acerca del componente microbiano y su función ambiental. Esto redundará en el poco interés por incluirlos tanto en proyectos de investigación, como en la legislación estatal (y federal) y por ende, la imposibilidad de exigir dicho componente en los estudios de impacto ambiental.

En México, la diversidad microbiana en sus tres niveles –genética, especies u otro taxón y ecosistemas– debe estar explícita en la normatividad. La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al

Ambiente (LGEEPA), así como la norma oficial mexicana sobre protección ambiental NOM-059-SEMARNAT-2001, y el proyecto reciente de su modificación (Diario Oficial de la Federación 2008) incluyen solamente al componente “especies” de fauna, flora y algunos hongos macroscópicos.

La LGEEPA en la última reforma de abril 2010 (Diario Oficial de la Federación, 2010) define la biodiversidad como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”; y omite, sin embargo, el componente genético de la biodiversidad. La nueva versión tampoco incluyó a los microorganismos, ni a ningún otro componente de su diversidad (consorcio, comunidad, clona, secuencia de ADN y/o aRN, genes, plásmidos, etc.).

Con el objetivo de mejorar la cantidad y calidad de la información acerca de la diversidad genética y microbiana en los estudios de impacto ambiental y en los programas de conservación de la biodiversidad, se requiere estimular aspectos legislativos, docentes, de investigación y difusión, como son:

- (1) La creación de un centro de investigación en microbiología, ecología molecular y biotecnología microbiana de los ecosistemas de Campeche.
- (2) La conformación de estrategias para realizar inventarios de los recursos genéticos en los sistemas naturales, considerando los diferentes espacios y escalas de tiempo y a las comunidades indígenas.
- (3) La inclusión explícita de los tres niveles de la diversidad microbiana tanto en los programas y planes de estudio estatales, como en los futuros proyectos de investigación.
- (4) La inmensa variedad microbiana precisa tener cuadros altamente capacitados. La formación de microbiólogos ambientales,

taxónomos y ecólogos microbianos es fundamental y requerirá el manejo de herramientas de vanguardia en biología molecular y metagenómica, filogenética, bioinformática, biogeografía, bioquímica y biotecnología, antropología, entre otras.

- (5) A través de la divulgación (publicaciones escritas, seminarios, talleres, programas de radio y televisión, festivales, etc.), señalar continuamente los servicios que proporcionan los microorganismos en los diversos ambientes del mundo, y qué beneficios se obtienen en Campeche.
- (6) La conformación de un centro estatal para el depósito y mantenimiento de los recursos microbianos (clonas, cepas y sus unidades genéticas) extraídos de los ambientes de la entidad.
- (7) La creación de un programa o fideicomiso que garantice fondos permanentes para su subsistencia.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Amenazas aplicables a Campeche

Las amenazas a la diversidad genética son aquellas en las que hay riesgo de afectar la esencia de la diversidad genética. En Campeche estas amenazas no se han documentado con exactitud, pues en general existen pocos estudios de la diversidad genética microbiana. Sin embargo, con base en otros estudios se describen las principales causales de amenaza a la diversidad microbiana a nivel general, y que aplican en las condiciones actuales en el estado de Campeche.

Huracanes e incendios. La extinción microbiana ocurre naturalmente, pero también puede ocurrir por eventos como huracanes e incendios (Staley, 1997). En Campeche estos fenómenos son relativamente frecuentes, por lo que estos fenómenos serían amenazas inmediatas y estacionales a la diversidad microbiana. Por un lado, los huracanes remueven sedimentos y cambian la estructura de las comunidades edáficas presentes. Por ejemplo, en Nueva Orleans, las inundaciones causadas por los huracanes Katrina y Rita en 2005, introdujeron bacterias potencialmente patógenas de origen fecal para humanos en el



Foto: María C. Rosano-Hernández, Instituto Mexicano del Petróleo.

lago Pontchartrain y en el área urbana (Sinigalliano *et al.*, 2007). La inusual persistencia de estos indicadores fecales en los sedimentos se pudo deber al impacto de las aguas negras o de origen ambiental. Por el otro lado, las quemas ocasionan la pérdida del componente microbiano superficial de suelo y a diferencia de los huracanes, el fenómeno es irreversible.

Pérdida de simbiosis durante la pérdida del organismo hospedero. Los microorganismos y su diversidad podrían estar también amenazados si son simbiosis o patógenos de otros organismos que estén, a su vez, amenazados. Un ejemplo son las tortugas marinas y su flora intestinal, aunque faltan estudios para obtener información más contundente (Rosano-Hernández, 1996). De esa manera, si los organismos que desovan en playas de Campeche desaparecen o se reduce su cantidad, como se describe en el trabajo de Mendoza (2005), también desaparece con ellas su flora.

Pérdida de hábitats y cambio de nichos ecológicos. Cuando cambian las condiciones físicas y químicas de un ambiente, hay cambios en el hábitat y en los nichos ecológicos. Por ejemplo, la defoliación masiva de palmas de coco por la enfermedad denominada “amarillamiento letal” (Pérez *et al.*, 2004) cambió las condiciones de los sedimentos de la costa al dejarlos expuestos a la erosión y desecación. Aunque los efectos potenciales del aumento de irradiación solar por la pérdida de hojas en la biota intersticial y principalmente en las crías de tortugas en incubación fueron mencionados, los efectos de la erosión y desecación en las comunidades microbiana del suelo costero nunca se documentaron (Rosano-Hernández y Frazier, 1995).

Ruptura de consorcios en organismos de vida libre. Otra amenaza se refiere a la ruptura de consorcios en organismos de vida libre que realizan funciones vinculadas a los ciclos biogeoquímicos (Staley, 1997). Si bien, la ocurrencia de lluvia ácida en Atasta ha sido documentada (Cerón, 2002), se desconoce su efecto en los fijadores de nitrógeno y otros microorganismos de las lagunas costeras de la zona.

Incertidumbre sobre la continuidad de las colecciones de Cepas.

Las instituciones de investigación y de educación superior de Campeche no cuentan con un programa y presupuesto para la conservación de material biológico y genético, por lo que la existencia actual de las cepas y clonas es incierta. El costo de no tenerlo se traduce en la imposibilidad de tener un resguardo de los recursos aislados en el territorio, ni de realizar estudios comparativos ecológicos, taxonómicos y biotecnológicos de mayor profundidad.

Otras amenazas desconocidas en Campeche incluyen la introducción o liberación de organismos exóticos y los modificados genéticamente o transgénicos (Academia Mexicana de Ciencias s/a; Rojas, 2007). La biopiratería o la usurpación ilegal de los recursos bióticos y el conocimiento tradicional que los acompaña. En violación de las convenciones internacionales y leyes nacionales, no reconoce, respeta o compensa adecuadamente el derecho de quienes poseen esta diversidad natural o el conocimiento tradicional relativo a su propagación, uso y beneficio comercial. (Barreda, 2001; Global Exchange, 2007). Otra amenaza es la bioprospección, entendida como la búsqueda de los recursos biológicos y el conocimiento indígena principalmente con el propósito de la explotación comercial (Massieu y Chapela, 2002). La biopiratería y el saqueo del conocimiento tradicional podrían ser una realidad en el Estado, aunque no estén documentadas. Anteriormente, cuatro casos de biopiratería y bioprospección documentados en México han resultado en dos patentes extranjeras (semillas de frijol amarillo; una bacteria del pozol) y en dos contratos ilegalmente firmados por instituciones académicas y de investigación públicas con compañías extranjeras, para que accedieran a los recursos naturales y culturales de zonas protegidas, a cambio de retribuciones y equipamiento (Global Exchange, 2007). Estas son señales de alerta que habrá que considerar para la protección de los recursos genéticos en Campeche.

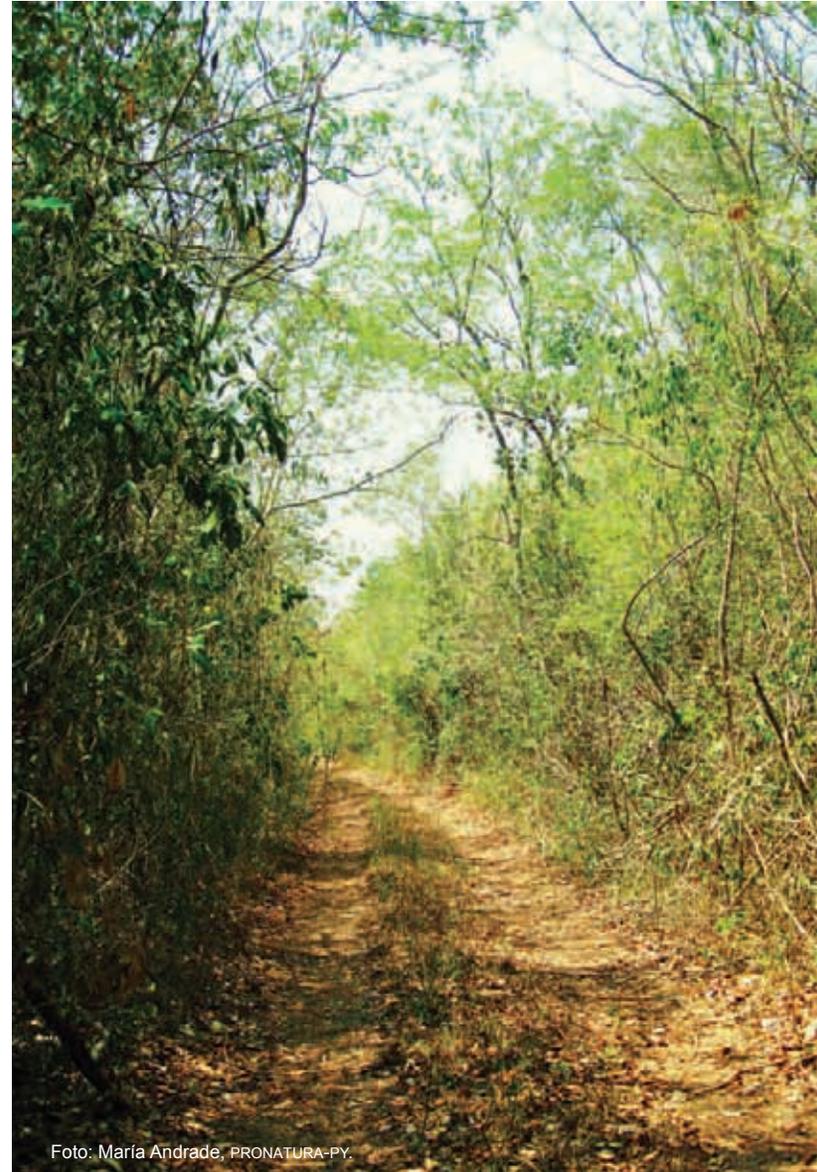


Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Referencias

- Academia Mexicana de Ciencias, s/a. Por un uso responsable de los organismos genéticamente modificados. Anexo. Comité de Biotecnología, Academia Mexicana de Ciencias, Mexico, 19 p. Disponible en la Web: http://www.cibiogem.gob.mx/Publicaciones/Documents/Biotec2ed/Por_un_uso_responsable_OGMs.pdf.
- Barreda, A., 2001. Biopiratería y resistencia en México. *El Cotidiano*, 18 (110) : 21-39.
- Cerón, B.R.M., 2002. Composición química de la precipitación pluvial en zonas costeras. Tesis de doctorado. Posgrado en Ciencias de la Tierra. CCA, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Diario Oficial de la Federación, 2008. Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. 5 de diciembre de 2008.
- Diario Oficial de la Federación, 2010. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 6 de abril 2010.
- Global Exchange, 2007. Biopiratería: Nueva amenaza a los derechos indígenas y la cultura en México. 10 p. Disponible en la Web: <http://www.globalexchange.org/countries/americas/mexico/biopirateria.html>
- Massieu, Y., y F. Chapela, 2002. Acceso a recursos biológicos y biopiratería en México. *El Cotidiano*, 19 (114): 72-87.
- Mendoza, L.A., 2005. Aumenta la muerte de Tortugas en Campeche. Disponible en la Web: www.reforma.com 22 noviembre 2005.
- Pérez, H.O., C.C.C. Góngora, L.M.F. Medina, S.C. Oropeza, B.J.A. Escamilla, y A.G.Mora, 2004. Patrón espacio-temporal del amarillamiento letal en cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Yucatán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22 (002): 231-238.
- Rojas, V.S.E., 2007. La regulación de los organismos genéticamente modificados en México. Instituto Nacional de Ecología, México. Disponible en la Web: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/446/rojas.html>
- Rosano-Hernández, M.C., 1996. Las tortugas marinas y la bacteriología: algunas líneas prioritarias de investigación. Memorias del XIII Encuentro Interuniversitario y III Internacional para la Conservación de las Tortugas Marinas. Jalapa, Veracruz, Junio 1996. sin número de página.
- Rosano-Hernández, M.C., y J.G. Frazier, 1995. Reflexiones acerca del efecto del Amarillamiento Letal en palmeras de coco sobre las tortugas marinas: El caso de Isla Aguada, Sabancuy y Champotón en Campeche, México. Memorias del XII Encuentro Interuniversitario y II Internacional para la Conservación de las Tortugas Marinas. Mazunte, Oaxaca, Junio 1995. Sin número de página.
- Sinigalliano, C.D., M. L. Gidley, T. Shibata, D. Whitman, T.H. Dixon, E. Laws, A. Hou, D. Bachoon, L. Brand, L. Amaral-Zettler, R.J. L., Gast, R. J., Steward, G. F., Nigro, O. D., Fujioka, W.Q. Betancourt, G. Vithanage, J. Mathews, L.E. Fleming, y H.M. Solo-Gabriele, 2007. Impacts of Hurricanes Katrina and Rita on the microbial landscape of the New Orleans area. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(21): 9029–9034. Disponible en la Web: [http //web.me.com/griegsteward/StewardLab/Projects_files/SinigallianoEtAl2007PNAS.pdf](http://web.me.com/griegsteward/StewardLab/Projects_files/SinigallianoEtAl2007PNAS.pdf)
- Staley, J.T., 1997. Biodiversity: are microbial species threatened? *Curr. Op. Biotechnol.*, 8: 340-345.

Estudio de caso: deforestación en el estado de Campeche. Causas directas e indirectas de la principal amenaza sobre la biodiversidad

Eduardo Martínez Romero y Ligia G. Esparza Olguín

Introducción

La deforestación es conocida como uno de los principales agentes que conducen la pérdida de biodiversidad e incluso la extinción de especies, dado que implica la pérdida de hábitat o la fragmentación de éste (Hunter, 1996; Meffe *et al.*, 1997; Brooks *et al.*, 2002; Pullin, 2002).

El estado de Campeche cuenta con una gran diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos que le permiten tener una gran riqueza de recursos naturales. Desafortunadamente estos recursos son amenazados por la constante presión al medio que ejercen actividades antropogénicas como la agricultura, la ganadería y la urbanización. El cambio en cobertura vegetal y uso de suelo en el Estado tuvo como consecuencia que Campeche llegara a presentar una tasa de deforestación del 0.6%, constituyendo la amenaza más importante para la biodiversidad. En consecuencia es imprescindible el análisis de las causas directas e indirectas asociadas con la deforestación que den lugar a generar propuestas que coadyuven a desarrollar estrategias que permitan la conservación de la biodiversidad y el desarrollo productivo en Campeche.

Tasas de deforestación y causas directas asociadas

A partir de los mapas de las series I (1976) y III (2005) de INEGI, se estima una tasa anual de deforestación para Campeche de 0.74% durante el período 1976-2005.

El análisis de los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal permitió establecer que las principales causas directas de la deforestación entre 1976 y 2005, fueron el avance de la ganadería, la agricultura y la urbanización. Se encontró que las tierras dedicadas a la ganadería (pastizales) se incrementaron a una tasa anual de 3.90%, equivalente a 20 751.5 ha/año (601 793.04 ha en total). Las tierras agrícolas crecieron a una tasa del 6.1%, equivalentes a 25 109 ha/año (728 178 ha en todo el período); mientras que los asentamientos humanos crecieron a una tasa del 7.51% equivalente a 559.33 ha/año (16 220.62 ha en total).

Causas indirectas

Desde la década de los años sesenta las causas indirectas más importantes asociadas con altas tasas de deforestación en Campeche fueron el proceso de colonización del sur-sureste y la expansión y modernización de la frontera agropecuaria, así como las políticas públicas asociadas con dicha modernización (Martínez-Romero, 2010). En 1970 y 1980 el PIB agropecuario, silvícola y pesquero del Estado llegó a cifras récords históricas de 28.89% y 26.33% respectivamente (Vadillo, 2000). Este éxito se debió a que el Estado mexicano fomentó la colonización hacia la región sureste, en particular el estado de Campeche, con el establecimiento de nuevos núcleos agrarios y ganaderos (Paz, 1995). Campeche con sus 5.6 millones de hectáreas en 1970 era un candidato a colonización debido a su baja densidad de población rural (0.015 hab km²) y a sus 3 548 572 ha de terrenos nacionales, que según el Departamento de Asuntos Agrarios y Colo-

nización (DAAC), eran susceptibles a desmontarse para la actividad agropecuaria principalmente: arrocera, ganadera, frutícola y forestal (Revel-Mouroz, 1972; Szekely y Restrepo, 1988). Así, la primera ola de colonización en el estado de Campeche se llevo a cabo durante el periodo de 1959-1964 (Revel-Mouroz, 1972; Gates, 1988; Szekely y Restrepo, 1988) con el proyecto “La Candelaria”. Este proyecto tuvo como objetivo formar seis nuevos centros de población ejidal para desarrollar agricultura comercial de arroz y ajonjolí, y constituye un ejemplo de colonización dirigida con un alto costo ecológico por campesino instalado (Revel-Mouroz, 1972; Centro de Investigaciones Agrarias, 1974; Gates, 1988; Szekely y Restrepo, 1988).

En la década de 1970 los principales proyectos de colonización dirigidos en Campeche fueron en las regiones de los Chenes, el Camino Real, Valle de Edzna, además de la ampliación y la reactivación del proyecto de La Candelaria. Uno de los objetivos principales fue la generación de polos agro-industriales basados en la producción de arroz y en menor grado de la ganadería. Los resultados en todos los casos fueron pobreza y deterioro ambiental con altas tasas de deforestación, dado que se tumbaron grandes extensiones de selva para poner campos agrícolas que fracasaron, por las condiciones del clima y el terreno que no fueron aptas para el cultivo del arroz y otros cultivos comerciales; así como por la construcción de infraestructura hidráulica y eléctrica que fue abandonada debido al alto costo de mantenimiento y reparación (Revel-Mouroz, 1972; Centro de Investigaciones Agrarias, 1974; Gates, 1988; Szekely y Restrepo 1988).

Durante la década de 1980 la actividad agrícola y ganadera fue apoyada por programas públicos, se intensificó la apertura de la frontera

agropecuaria con paquetes tecnológicos y asistencia técnica. La introducción de variedades mejoradas de arroz, herbicidas, insecticidas y abonos inorgánicos elevó la producción en el estado hasta el segundo lugar a nivel nacional (Vadillo, 2000), pero trajo consigo el desmonte de grandes extensiones de selva que se convirtieron en tierras agrícolas y ganaderas. Sin embargo, a finales de esta década se evidenciaron las consecuencias de la crisis económica de 1982, el ajuste financiero frenó la construcción y el mantenimiento de infraestructura, además de retrasar planes y obligar al abandono o a la reducción (*e.g.* asistencia técnica o de sanidad agropecuaria), trayendo consigo la crisis agropecuaria del estado de Campeche que se manifestó en toda su magnitud durante el periodo 1997-1998 (Vadillo, 2000).

A partir del tratado de libre comercio en la década de los noventa se implementaron programas agropecuarios como PROCAMPO, ASERCA, Alianza para el Campo y PROGAN (Programa de Producción Pecuaria Sustentable y de Ordenamiento Ganadero y Apícola). Estos programas han sido incentivados por el gobierno federal y del Estado –aún en la actualidad– para apoyar a las actividades agropecuarias en un contexto de libre mercado. Los agricultores con recursos económicos han orientado la producción a cultivos como chile, tomates y cítricos, mientras que la actividad ganadera ha sido fuertemente apoyada con recursos públicos y privados, esta última está siendo objeto de múltiples programas en el Estado (Stedman-Edwards, 1997, Ericson *et al.*, 1999, Vadillo, 2000; Martínez-Romero, 2010). Desafortunadamente estos incentivos no han detonado el desarrollo agropecuario en el Estado pero si han generado frentes importantes de deforestación.

Referencias

- Brooks, TM., RA. Mittermeier, CG. Mittermeier, GAB. Fonseca, AB. Rylands, WR. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin, y C. Hilton-Taylor, 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity, *Conservation Biology*, 6: 909-923.
- Centro de Investigaciones Agrarias, 1974, Estructura Agraria y Desarrollo Agrícola en México. FCE, México.
- Ericsson, J., E.Boege, y MS. Freudengerg, 1999. Population Dynamics, Migration, and the Future of the Calakmul Biosphere Reserve, Occasional Paper No. 1, Programe and Sustainable Development (PSD), American Association for the Advancement of Science (AAAS), 40 p.
- Gates M., 1988, Dependency: The impact of two decades of planned agricultural modernization on peasants in the Mexican State of Campeche, *The Journal of Developing Areas*, 22(3): 293-320.
- Hunter, ML., 1996. Fundamentals of Conservation Biology, Blackwell Science, United State of America, 482 p.
- Meffe, GK., y CR. Carroll, 1997. Principles of Conservation Biology, Sinauer Associates, INC. Publishers, Massachusetts.
- Martínez-Romero, 2010. Factores de impacto directos e indirectos que determinaron el proceso complejo de la deforestación a nivel ejidal en la Región de Calakmul, Campeche, durante el periodo 1976-2008. Tesis doctoral. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, sede México. México D.F. 296 p.
- Paz, MF., 1995. Selvas tropicales y deforestación. Apuntes para la Historia Reciente del Trópico Húmedo Mexicano. p. 53-88. En: M.F Paz (ed.). De Bosques y Gente. Aspectos sociales de la deforestación en América Latina, CRIM-UNAM.
- Pullin, AS., 2002, Conservation Biology, Cambridge University Press, Cambridge, Unit Kingdom.

- Revel-Mouroz, J., 1980, Aprovechamiento y Colonización del Trópico Húmedo Mexicano: la Vertiente del Golfo de México y del Caribe. FCE, México.
- Stedman-Edwards, P., 1997, Causas Socio-económicas de la pérdida de la biodiversidad en el caso de Calakmul. WWF México, México.
- Szekely M., e I. Restrepo, 1988. Frontera Agrícola y Colonización, Centro de Ecodesarrollo, México.
- Vadillo, LC., 2000 Campeche: Sociedad, Economía, Política y Cultura, CIICH-UNAM. México.



Foto: L.A. Williams-Beck, UAC.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN

VIII

Guillermo J. Villalobos-Zapata
Coordinador

La protección y conservación de los recursos naturales en México se ha constituido en una política ambiental de prioridad. Es por ello que desde 1992 se han ido conformando instituciones y dependencias significativas como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la CONABIO (Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad). Estas instituciones y dependencias públicas son las encargadas de monitorear los compromisos internacionales de conservación de los recursos naturales y sus ecosistemas, vigilar su aplicación y extenderlos a los 31 estados y el Distrito Federal.

Los estados mexicanos, según su prioridad y entorno social, económico-ambiental, adecuan las iniciativas de conservación y protección de los ecosistemas y recursos naturales presentes en su territorio. En el caso de Campeche, podemos mencionar que es uno de los estados con mayores avances en el reconocimiento y decreto de áreas naturales protegidas que contribuyen a proteger y conservar poco más del 40% de su territorio; actualizando su Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y creado una Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente.

En esta Sección se desarrollan los siguientes capítulos: Áreas Naturales Protegidas en Campeche, identificación de regiones prioritarias a conservar y proteger, conservación de suelos, reforestación, reforestación de los ecosistemas de manglar y los efectos del cambio climático en la biodiversidad.

En el primer capítulo se presentan las diferentes Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas (federales, estatales y municipales) se plantea sus principales ecosistemas, recursos naturales y problemática, así como las estrategias que pudieran contribuir a la consolidación de la protección y conservación de las ANP ya existentes. En el capítulo de Identificación de Regiones Prioritarias a Conservar, se hace una propuesta de

las áreas y corredores biológicos, que desde una visión académica se plantea pueden ser valoradas por las autoridades competentes y por la propia sociedad civil para ser consideradas como ANP a futuro. En el capítulo de Conservación de Suelos se describen los suelos de Campeche y la necesidad e importancia de generar acciones que lleven a conservar, restaurar y recuperar estos suelos tan importantes para el sustento de la biodiversidad presente. Por otro lado, en el capítulo de Reforestación se plantea la situación y problemática que conlleva la deforestación significativa en Campeche y propone consolidar los programas y acciones ya existentes y como desarrollar otras. El capítulo de Restauración de Ecosistemas de Manglar plantea la metodología y problemática de la misma, describiendo algunos resultados de proyectos ya aplicados en el estado de Campeche. Finalmente el capítulo de Efectos del Cambio Climático en la Biodiversidad plantean inquietudes para los ecosistemas y la biodiversidad en Campeche, que se generan antes los potenciales escenarios de los efectos del calentamiento global y el cambio climático y se proponen situaciones que deberán ser consideradas en la construcción de las estrategias para buscar acciones que sumen a la mitigación y adaptación al cambio climático y así como para la protección de la biodiversidad.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Áreas Naturales Protegidas en Campeche

Guillermo J. Villalobos-Zapata

Campeche es un estado con frente costero en cuyo litoral se extrae el mayor volumen de petróleo (51% del nacional); su región sur es fronteriza con Guatemala, y está distribuida en una de las más importantes cuencas hídricas del país en términos de su volumen, el Sistema Grijalva-Usumacinta; y la península de Yucatán. Presenta una superficie terrestre de 56 858 km², su litoral tiene una extensión de 525.30 km, correspondiente al 4.5% de la longitud del litoral nacional y al 6.8% del litoral del Golfo de México, con una superficie de la plataforma continental frente al litoral campechano de 51 000 km² (INEGI, 1995). La importancia, reconocimiento y la generación de políticas y acciones de conservación se dan casi de manera natural al identificar, mediante los estudios de la academia, que en su territorio y su zona marina adyacente existe la mayor superficie de mangle y de pastos marinos de los estados costeros del Golfo de México.

Campeche tiene 2 342 118 ha de superficie protegida, lo que representa más de 41% de la superficie del estado; ocupa el primer lugar en la protección de litorales en todo el país, más de 60% de su litoral está sujeto bajo algún tipo de régimen de protección. En 176 kilómetros de su litoral se distribuyen 11 campamentos tortugueros, distribuidos en cuatro de los seis municipios costeros.

Actualmente, tiene tres y media Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal (tabla 1 y figura 1), dos estatales y dos municipales. De las ANP de carácter federal, dos y media se localizan en ecosistemas costero-marinos: la Laguna de Términos, Petenes y la porción de territorio de Campeche contenida en Ría Celestún, equivalente a 45% de la superficie total del ANP; y la terrestre corresponde a la Reserva de la Biosfera de Calakmul, que es combinación de un macizo de selva alta y media en muy buen estado de conservación, con la existencia de monumentos arqueológicos mayas de la ciudad de Calakmul y la presencia de asentamientos humanos generados por procesos de políticas públicas federales de colonización de tierras en la década de los sesentas y setentas del siglo XX.

Las ANP constituyen una de las herramientas de administración y gestión de la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, así como de los bienes y servicios ambientales existentes dentro de su territorio. De esa manera, representan la posibilidad de mantener y/o rescatar la integridad de los ecosistemas y su biodiversidad *in situ*, que no reconocen fronteras político-administrativas como las eco-regiones de Petenes-Celestun-El Palmar y la de Pantanos de Centla-Laguna de Términos, que deben ser integradas al Corredor Biológico Mesoamericano.

El panorama general de las áreas naturales protegidas decretadas en Campeche se establece como positivo en términos de la política ambiental en toda la cobertura de los tres órdenes de gobierno, así como en la difusión del conocimiento y empoderamiento de la sociedad; pero negativo o insatisfactorio en términos de su misión, del financiamiento irregular, de la implantación y seguimiento de sus programas de conservación y manejo, así como de la propia participación y continuidad de los Consejos Consultivos; ya que no se han detenido, en los términos deseables óptimos, la deforestación, los incendios provocados, el cambio de uso de suelo, la caza furtiva, ni el tráfico de especies de flora y fauna, entre otros. No obstante, los diferentes sectores de la sociedad (gobiernos, academia, sectores, ongs, pueblos indígenas y ciudadanía) siguen construyendo políticas, proyectos y acciones que buscan sumar a la propia política de la CONANP para avanzar en la conservación, protección y uso sustentable de la biodiversidad local que contribuya a mantener el equilibrio ecosistémico del estado, con opciones sustentables de bienestar para los habitantes de la región.

SITUACIÓN

Si bien, a principios de la década de los noventas del siglo pasado, se inicio la estrategia de conservación a través de las ANP federales, el gobierno de Campeche ha dado continuidad a la política ambiental

Tabla 1. Listado de ANP en Campeche, su superficie y sus poblaciones de influencia.

ANP (año de decreto)	Categoría	Orden de Gobierno	Superficie (ha)	Asentamientos humanos
Calakmul (terrestre) 1989	Reserva de la Biosfera	Federal	719 000	
Balan-Kim (terrestre) 1999	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estatad	110 990	Santa Lucía, Xbonil, Nuevo Conhuas, Constitución, Pablo García, Concepción, Km 120, Puebla de Morelia, E. Zapata, Felipe Ángeles, E. Echeverría, El Chichonal, V. Gómez Farías.
Balam-Ku (terrestre) 2003	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estatad	409 200	Carlos Cano, Chencoh, Dzibalchen, Las Flores y Pich
Salto Grande (terrestre) (2004)	Parque Urbano	Municipal	1 570	Candelaria
Laguna Ik 2006 (terrestre)	Jardín de regeneración y conservación de especies	Municipal	28 820	Hopelchen
Laguna de Términos (costera-marina) 1994	Área de Protección de Flora y Fauna	Federal	705,016	Cd. del Carmen, San Antonio Cárdenas, Nuevo Campechito, Emiliano Zapata, Atasta, Puerto Rico, Isla Aguada, Sabancuy, Palizada
Petenes (costera-marina) 1999	Reserva de la Biosfera	Federal	282 858	Koben, Las Palmas.
Celestún (costera-marina) 2000. Porción Campeche 34 130 has (57.72 %) de las 59,130 ha terrestres.	Reserva de la Biosfera	Federal	81 482	Isla Arena, Xixín, Real de Salinas, San Joaquín y El Remate
Total			1 663 016	

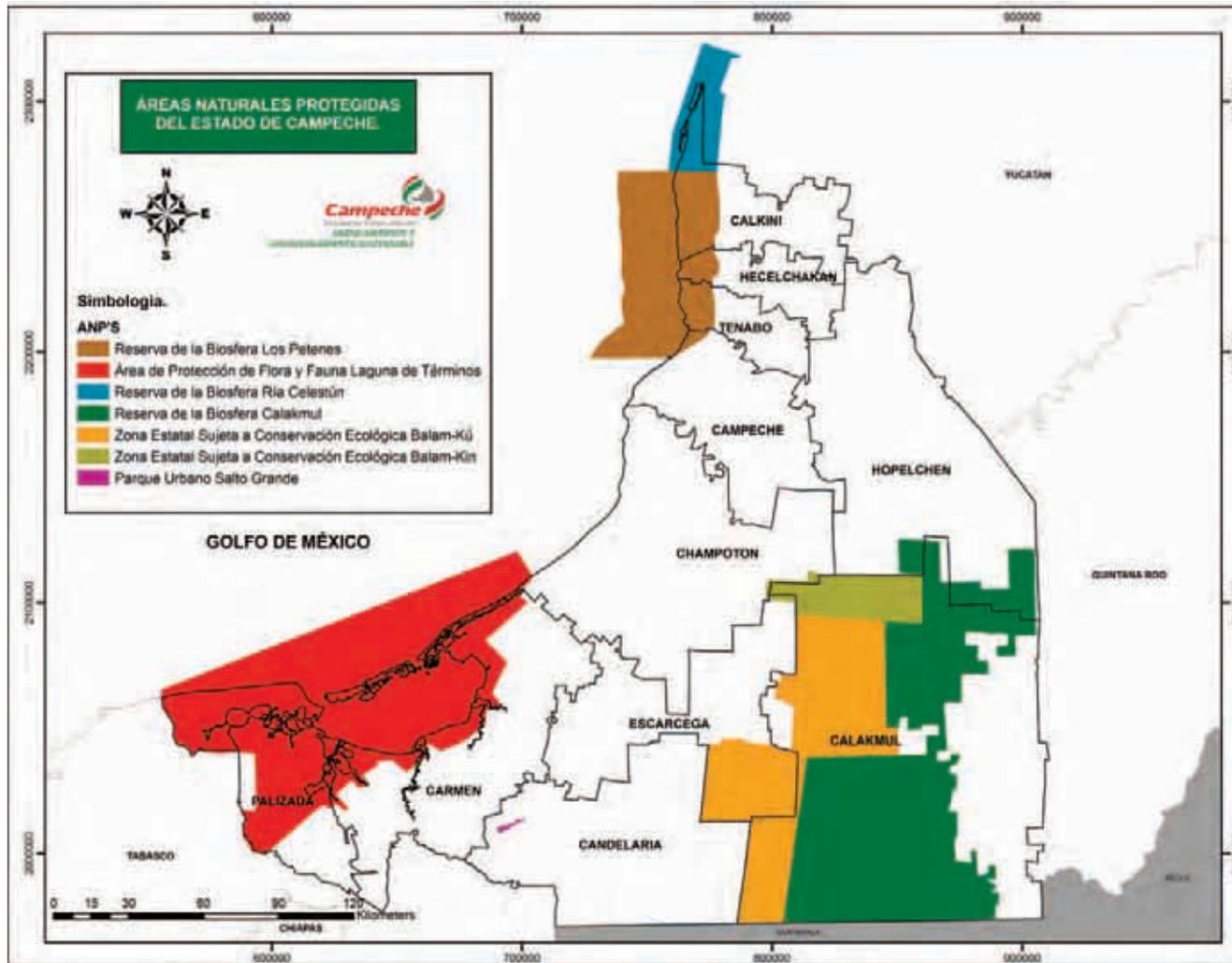


Figura 1. Áreas Naturales Protegidas del estado de Campeche
(Fuente: Secretaría de del Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Gobierno del Estado de Campeche, 2010).

a través del decreto de áreas naturales protegidas estatales e incluso municipales (tabla 1).

IMPORTANCIA DE LAS ANP

La importancia de proteger ecosistemas, tanto en su estructura como en sus funciones ecológicas, se sustenta en garantizar que la flora y la fauna mantengan la calidad de sus hábitats que garantice las diferentes etapas de sus ciclos de vida (e.g. distribución, crianza, alimentación, reproducción, descanso y protección, entre otros). De esa manera, se contribuye al equilibrio energético que trasciende estados, países y regiones, como es el caso de aves y mamíferos marinos migratorios, que año tras año llegan y circulan la porción norte y oeste de la península de Yucatán, donde más de 300 000 aves acuáticas migratorias invernan distribuidas entre las ANP de Yucatán, Campeche y Tabasco, particularmente en Ría Lagartos, El Palmar, Ría Celestún, Los Petenes, laguna de Términos y Pantanos de Centla (Correa *et al.*, 1996).

Los ecosistemas de la región tienen un rol ecológico importante, ya que constituyen áreas de refugio, anidación y crianza para diversas especies migratorias. Los estudios orientados a acciones de conservación deben beneficiar directamente a los hábitat de aves migratorias no cinegéticas tales como: *Jabiru mycteria* (cigüeña Jabiru), *Mycteria americana* (cigüeña americana o cigüeña coco), *Anas acuta* (pato golondrino), *Anas cyanoptera* (cerceta aliazul clara), *Mareca americana* (pato chalcuán), *Aythya affinis* (pato boludo chico), *Amazona albifrons* (loro frentiblanco), *Chloroceryle* sp (Martín pescador), entre otras (Correa Sandoval, 1992 y com.pers. 2007).

La zona de humedales es de suma importancia para la cigüeña Jabiru (*Jabiru mycteria*), como especie en peligro de extinción, este ecosistema representa un lugar seguro para el anidamiento y crianza (Correa y Luthin, 1988; Hartasánchez, 1992). Estas áreas de internación poseen las de mejores condiciones en el sureste para las poblaciones de gar-

zas y cigüeñas. Incluso, se señala que, de acuerdo a estudios recientes (Correa, com. pers. 1994 y 2007), las zonas de distribución de la cigüeña Jabirú entre Palizada y Sitio Viejo o Balchacah se amplían más al sur del límite definido para el área de protección.

Por otra parte, las playas de las reservas costeras constituyen algunas de las principales zonas de reproducción de las tortugas marinas. La cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*) es un artrópodo marino que constituye un fósil viviente, que se reproduce en las playas arenosas y parte del estero de las rías en el norte y oeste de la península de Yucatán hasta Isla del Carmen, Campeche.

DESCRIPCIÓN SINTÉTICA

La ANP más antigua y más extensa del estado, es la Reserva de la Biosfera (RB) “Calakmul” que se decretó en 1989, con una superficie de 721 000 ha. Es la única de las ANP que tiene la denominación de Patrimonio Natural de la Humanidad reconocido por la UNESCO, al ser sumada a la denominación de Patrimonio Cultural de la Humanidad la zona arqueológica de Calakmul.

La RB “Los Petenes”, postulada por el Ejecutivo estatal en 2004, así como el Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”, fueron postuladas en el 2008 para la misma distinción.

Las características peculiares de la RB Calakmul son: el buen estado de conservación de la selva alta, su diversidad biológica y la riqueza arqueológica de la ciudad maya de Calakmul; además, se encuentra en el área de influencia un conjunto de poblaciones multiculturales con diferentes cosmovisiones de uso y conservación de los recursos naturales (originarios de Veracruz, Tlaxcala, DF, Zacatecas, Durango, Coahuila, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo y Guatemala, entre otros) que están tratando de articular el programa de conservación y manejo de la Reserva con programas ecológicos de ordenamiento territorial comunitario y municipal.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

La Reserva de la Biosfera Ría Celestún es una ANP costera localizada en la zona noroccidental de la península de Yucatán, distribuida dentro de los estados de Campeche y Yucatán. Sin embargo, el mayor beneficio económico por turismo y desarrollo de proyectos sólo lo reciben los habitantes de la comunidad de Celestún (Yucatán) y muy poco los habitantes de Isla Arena (Campeche). Su programa de manejo contempla los componentes de conservación, desarrollo social, investigación científica y monitoreo ambiental. La actividad turística sobre la comunidad de Celestún está llegando a ser significativa, por lo que se requieren estudios sobre la capacidad de carga real (no solo física) de la región, así como programas urgentes sobre el manejo integral y disposición de desechos sólidos en la comunidades de Celestún e Isla Arena y manejo integral del agua y disposición de desechos líquidos.

En la actualidad, en las Reservas de Biosfera Los Petenes y Ría Celestún, dentro de la porción del territorio de Campeche, se llevan a cabo diferentes proyectos para mejorar la condición de los ecosistemas presentes en ella, tales como: monitoreo hidrológico, monitoreo de aves, restauración (reforestación y rehabilitación hídrica) y protección de humedales, transferencia de la ganadería extensiva a la intensiva para disminuir deforestación, diversificación de la ganadería con iniciativas de trabajar fauna de mamíferos nativos como lo son: venado cola blanca y tepezcuintle, educación ambiental, agroforestería y monitoreo y vigilancia de recursos marinos como el pulpo, el pepino de mar, explotación sustentable de salinas, además de promover la vigilancia y actividades nuevas como el turismo alternativo en todas sus variantes como ecoturismo, turismo de aventura, turismo de naturaleza, turismo rural, entre otros.

La principal problemática en la RB de Ría Celestún que afecta a Campeche, según comentario personal de la Dirección de la Reserva, es el inadecuado e insuficiente manejo de los desechos, tanto sólidos como líquidos que impactan a los suelos, se infiltran al manto freático

que pueden, en el mediano y largo plazo, afectar la salud propia de los habitantes. Otra amenaza, tanto para las comunidades de Celestún, en Yucatán, como de Isla Arena en Campeche, es la alta vulnerabilidad de los asentamientos existentes ante el impacto de huracanes, tormentas tropicales y el incremento del nivel medio del mar por el cambio climático global; así como procesos de erosión en algunas zonas aledañas a estos asentamientos.

PRESIONES

Las principales presiones sobre las áreas naturales protegidas de Campeche son: pastoreo, acumulación de basura, tala (disfrazada de extracción de leña), invasión anárquica de la mancha urbana en los humedales y zonas de dunas, falta de implantación y vigilancia a cabalidad del programa de conservación, manejo, deforestación, incendios forestales, conflictos agrarios, caza furtiva, afectación por fenómenos naturales, falta de regulación de las empresas autodenominadas “ecoturísticas” y de pesca deportiva, cambio de uso de suelo, contaminación crónica del acuífero, saqueo de flora y fauna silvestres, falta de poligonal definitiva, falta de presupuesto de operación para las direcciones de las ANP y de proyectos insuficientes, insuficiencia de coordinación institucional en proyectos productivos, cobertura insuficiente en cuanto a la vigilancia para las ANP y carencia de actualización de inventarios de flora y fauna terrestre y acuática.

Uno de los ejemplos, es la cigüeña *Jabiru mycteria*, cuya presencia ha disminuido considerablemente según reporta el personal del APFF Laguna de Términos. Otro caso similar es el del jaguar, donde de acuerdo a Hidalgo y Contreras (2010), en la región de Palizada sólo se reportan tres organismos adultos, aunque les permite estimar a una población más grande distribuida en la selvas bajas y medianas, así como en el manglar que rodean a la laguna de Términos, particularmente en la zona circundante al arroyo Las Piñas.

Una de las causas de la disminución de especies es la caza y pesca furtiva y, en menor grado, el tráfico de especies. Estas ilícitas actividades conllevan un alto grado de perturbación de sus hábitat naturales, con fragmentación natural y antrópica de la vegetación, deforestación, incendios crónicos, extracción de recursos y un crecimiento de la población humana de la zona que pone en riesgo a estas ANP con relación al mantenimiento del nivel de diversidad, endemismo y su conectividad funcional de sus ecosistemas con el resto de la península de Yucatán.

ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA LAGUNA DE TÉRMINOS

Esta ANP tiene singulares oportunidades y retos para cumplir con su misión y objetivo de creación. Por un lado, comprende a la mayor laguna costera de México, que por su dimensión comprende cinco subsistemas ecológicos. Cuenta con lagunas interiores tanto dulceacuícolas hasta marinas, que establecen un importante hábitat para la crianza, el crecimiento y la alimentación del camarón, pez bagre y los delfines, los cuales representan un recurso de importancia pesquera en el Golfo de México.

En el extremo continental, tanto en Atasta como en Palizada, se presentan los mangles más vigorosos y de mayor altura del Golfo de México y del Caribe. En contraste, en la isla de barrera (Isla del Carmen) habita la mayor población humana reportada para una isla mexicana (150 000 habitantes, según INEGI, 2005); y en su zona de influencia se localizan las oficinas y servicios asociados de Petróleos Mexicanos (se extrae el 71% de petróleo nacional y el 31% de gas natural) (Fuente: BDI. PEP, 2007).

La actividad de PEMEX en la eco-región Pantanos de Centla-Laguna de Términos, iniciada, para su zona marina, en 1973, posterior al hallazgo de las chapapoterías de Cantarel en 1971, ha aumentado la man-

cha urbana en la isla del Carmen y la alteración del manejo de suelo y vegetación de la eco-región de la Isla y de la península de Atasta (porciones de territorio involucrados en el APPF Laguna de Términos debido al establecimiento de la planta de recompresión de Atasta, la planta de producción de nitrógeno cercana a la Laguna de Pom, y la exploración del Pozo “El Riveroño”, alteró). Referente al nivel de ecosistemas acuáticos, el mayor impacto se dio en 1979-1980 con el derrame de Pozo Ixtoc, cuyo descontrol duró 11 meses y se derramaron 3 100 000 barriles de petróleo, quedando sin control 1 023 000 barriles de petróleo (Seoáñez Calvo, 2000). Por otro lado, PEMEX también ha compensado sus agravios mediante el financiamiento de estudios significativos de impacto ambiental, programas de monitoreo tanto en península de Atasta como en la laguna de Términos, estudios de flora y fauna en sus áreas de sus proyectos, ha financiado plantas de tratamiento de aguas para ciudad del Carmen y apoyo a la actualización del Programa de Conservación y Manejo del APPF Laguna de Términos. En este tenor, cabe mencionar que la CFE, al realizar sus obras de ampliación y modernización del tendido eléctrico en el estado de Campeche, ha cumplido con estudios de rescate de flora y fauna y de reforestación de manglar como el proyecto que apoyan a la Dra. Agraz del Centro EPOMEX-UAC, en el litoral interno de isla del Carmen.

Las principales problemáticas dentro de la Laguna de Términos son: la tala ilegal, la sustentabilidad de los manglares, la extracción indiscriminada y permanente de arena, tanto en sus zonas continentales como en la misma isla, la pesca ilegal de camarón con redes de arrastre dentro de la Laguna y sus sistemas fluviolagunares asociados, la sobrepoblación en la isla del Carmen y la erosión de sus playas, así como la alta vulnerabilidad de toda la porción insular y continental ante los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes, tormentas, mareas de tormenta y lluvias torrenciales). Otra amenaza es la proliferación de especies exóticas, tales como tilapia y pez

diablo o plecostomo en el río Palizada como consecuencia de los cultivos e impactos por los eventos hidrometeorológicos. En Isla Aguada los asentamientos irregulares, en la zona de mayor vulnerabilidad y erosión costera, son otros factores que generan presión sobre las áreas de conservación y protección.

A pesar de los esfuerzos en las otras zonas, La Reserva de la Biosfera de los Petenes presenta un mayor acercamiento a la definición de una ANP verdadera, debido al elevado estado de conservación de sus ecosistemas, los recursos naturales presentes dentro de ellos, la ausencia de asentamientos humanos y el adecuado aprovechamiento de sus recursos como el agua, la madera y la cacería de autosubsistencia. Sin embargo, sí hay factores que amenazan los petenes como son: los incendios forestales, la pesca de pulpo con artes prohibidas (buceo y arpón) y la desviación de sus manantiales para usos antrópicos.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY

REFERENCIAS

- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, y V. Aguilar Sierra (coordinadores), 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores), 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., V. Aguilar, y J. Alcocer, 2002. Aguas Continentales y Diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- BDI-PEP, 2007. Base de Datos Pemex Exploración y Producción: www.pemex.com
- CONABIO, 1997, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX)/BirdLife International/Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA).
- Correa Sandoval J., 1992. Status of aquatic birds in the coastal wetlands of the Yucatan Peninsula. Master Thesis. University of Newcastle upon Tyne, 110 p
- Correa Sandoval J. y S. Luthin, 1988. Propuesta para la protección de la cigüeña jabirú en el sureste de México. p. 607-615. En: INIREB-Gobierno del Estado de Tabasco (eds.) Ecología y conservación del Delta y los Ríos Usumacinta y Grijalva Memorias. Villahermosa Tabasco, 714 p.
- Hartasánchez, I., 1992. Aspectos ecológicos de los humedales alrededor de Laguna de Términos con énfasis en especies Ciconiformes. Delta Usumacinta-Grijalva, Campeche México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Costa Rica, 190 p.
- Hidalgo Mihart, M.G. y F. M. Contreras Moreno, 2010. Estudio para el Monitoreo de las Poblaciones de jaguar en la región de Palizada-Carmen, Campeche. Proyecto PROCODES-SEMARNAT 2009, APFF Laguna de Términos. 36 p.
- INEGI, 2005. Censo General de Población y Vivienda 2005. <http://www.inegi.gob.mx>

Sitios prioritarios para la conservación

*Jorge A. Benítez Torres
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

INTRODUCCIÓN

La destrucción y fragmentación del hábitat es la mayor amenaza de las especies terrestres y acuícolas, por ello, el establecimiento de áreas naturales protegidas ha demostrado ser una herramienta efectiva para la conservación de la biodiversidad (Bruner *et al.*, 2001). Según los datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Langhammer *et al.*, 2007), alrededor de un 12% de la superficie terrestre está bajo algún tipo de protección. De acuerdo con el análisis de esta organización, aunque el grado de efectividad de los programas de conservación y manejo de cada área protegida varía entre sí, se ha logrado detener la tendencia del deterioro dentro de estas áreas salvaguardando la biodiversidad que contienen.

México cuenta actualmente con el 13% de su superficie declarada como Áreas Naturales Protegidas (ANP) y el objetivo nacional es incrementar dicha extensión en los próximos 10 años, según los compromisos adquiridos en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre la Biodiversidad, celebrada en Nagoya, Japón (SEMARNAT/CONANP, 2010). Este porcentaje de ANP es aún mayor en los estados del sur y sureste del país (Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo), donde en conjunto cubren aproximadamente el 20% de esta región (Vales *et al.*, 2000) y es excepcionalmente alto en el estado de Campeche donde el 40% de su territorio tiene algún estatus de protección. Esto coloca al sureste de México y particularmente al estado de Campeche en índices porcentuales de protección, similares a lo reportado para países como Estados Unidos y Australia (UNEP-WCMC, 2008).

Aunque la proporción de ANP a nivel nacional de la región sureste y del estado de Campeche exceden el 10% recomendado por la UICN, la protección de la biodiversidad está lejos de ser completa y aún hay importantes vacíos y omisiones en su cobertura (Langhammer, 2007; CONABIO *et al.*, 2007). La presente contribución sugiere nuevas áreas,

zonas de recarga hídrica y corredores de protección que consolidarán el sistema de ANP de Campeche, lo cual tendrá no solo un impacto significativo en la conservación de la biodiversidad nacional, sino que protegerá importantes servicios ambientales derivados de los ecosistemas presentes en estas ANP y sus corredores biológicos.

FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN CAMPECHE

La red de ANP del estado de Campeche es una de las más extensas del país, con alrededor de 2.2 millones de hectáreas, de las cuales ~30% son de superficie terrestre y ~10% de superficie marino-estuarina. De éstas, tres son de carácter federal (cubriendo el 30.7% de la superficie estatal), dos estatal (9%) y dos municipal (0.3%). De acuerdo con INEGI-CONABIO-INE (2008), estas ANP dan protección a dos eco-regiones principales: a) selvas cálido-húmedas, representadas por los humedales de la laguna de Términos y por las selvas altas y medianas subperenifolias de la región de Calakmul y b) selvas cálido-secas, representadas por la selva mediana subcaducifolia y humedales de la región de los Petenes.

Una de las grandes fortalezas de las ANP en Campeche, ha sido el mantenimiento razonable de su integridad ecológica, lo cual se ha logrado en gran medida por la baja productividad que tienen estas áreas para las actividades agropecuarias. Para el caso de las selvas de la región de Calakmul, tanto la topografía accidentada, como la carencia de agua de buena calidad, no ha permitido la colonización espontánea de nuevos pobladores (Galindo-Leal, 1999; Benítez *et al.*, en prensa) y estos han estado a expensas de obras hidráulicas por parte del gobierno para poder establecerse (Arreola *et al.*, 2004; Chowdhury, 2006; Benítez, 2010). Para el caso de los humedales de Términos y los Petenes, además de su difícil acceso y escasa vialidad

para las actividades agropecuarias, la aplicación del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y las NOM-059-SEMARNAT-2010 y NOM-022-SEMARNAT-2003, han contribuido al mantenimiento de estas áreas con un buen grado de conservación, aunque los impactos de cambio de usos de suelo, incendios y tala aún persistan.

No obstante el aceptable grado de conservación de las ANP de Campeche, una de las debilidades más relevantes de estas áreas es la deficiencia en su vigilancia, lo cual ha propiciado impactos tales como: cambio de uso de suelo, tala, extracción ilegal de recursos forestales y la caza furtiva. Aunque estas actividades son de menor impacto que las actividades agropecuarias, también ejercen una presión importante sobre las poblaciones explotadas (*e.g.* mangle, guayacán, pavo ocelado, felinos mayores). Aunado a lo anterior, dichas actividades inducen un proceso de colonización temporal, el cual puede adquirir un carácter permanente debido a que los recursos tecnológicos para incorporar estas tierras a las actividades económicas tradicionales son cada vez más accesibles.

Otra debilidad que comparten las ANP de Campeche es el estar rodeadas de actividades agropecuarias extensivas y de poblaciones humanas con un desarrollo urbano desordenado. Estos procesos de colonización y transformación de tierras han eliminado el 20% de la cubierta forestal del Estado y fragmentado otro 40% (figura 1), con tasas de deforestación de entre 2.2% y 5.3% (Benítez *et al.*, 1992; Benítez *et al.*, 1993; Mas y Puig, 2001; Benítez *et al.*, 2005a y b; Couturier *et al.*, 2009a y b; Porter-Bolland *et al.*, 2007). Todos estos estudios han encontrado a las actividades agropecuarias y el desarrollo urbano como la causa principal de cambio de uso del suelo.

De acuerdo con las experiencias de manejo en otras latitudes (Daugherty, 2005), se sugieren tres acciones para reducir las debilidades de las ANP de Campeche: a) el establecimiento de corredores biológicos para conectar dichas áreas, b) ampliar algunas de estas reservas hacia

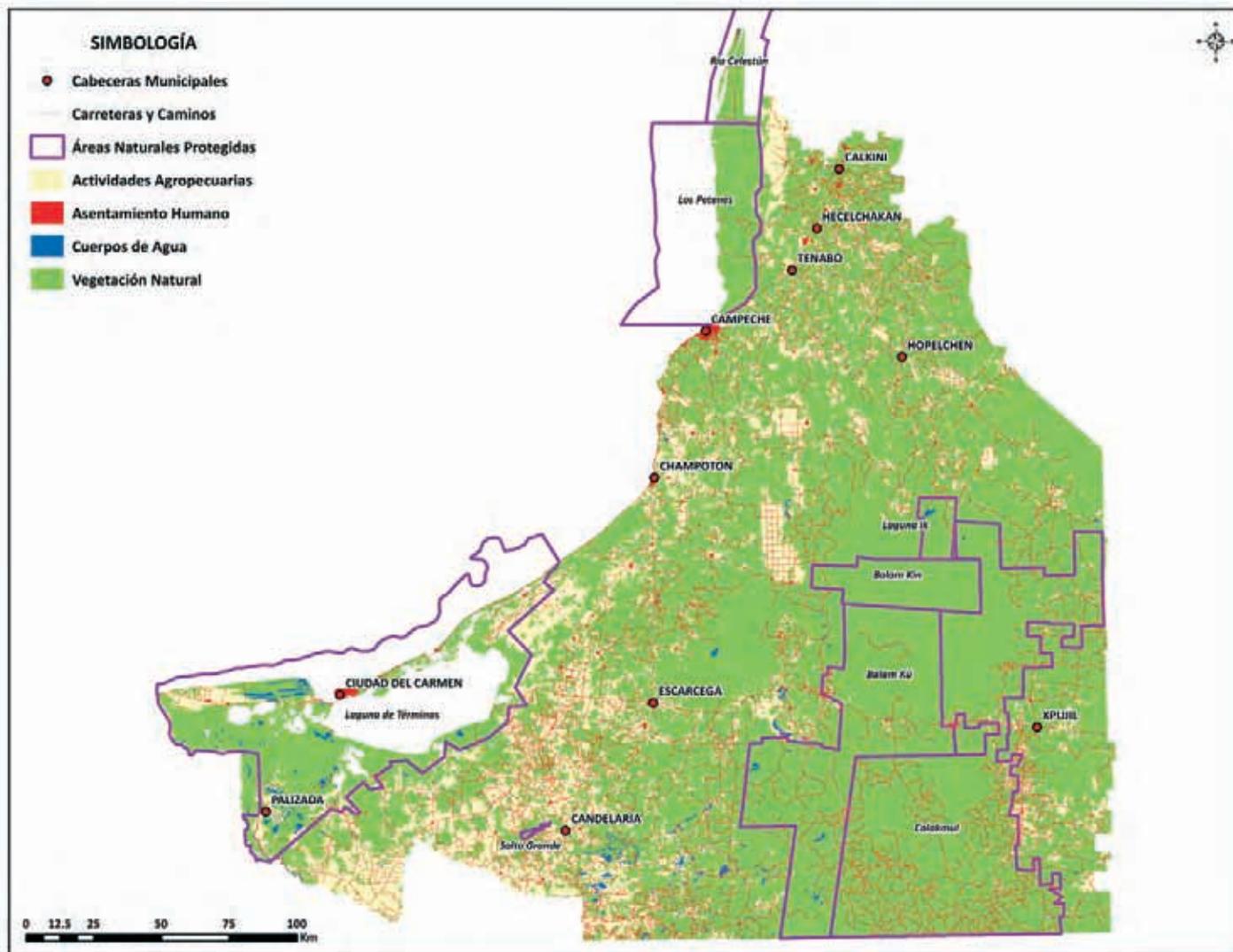


Figura 1. Fragmentación del hábitat alrededor del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del estado de Campeche.

sus límites naturales con la finalidad de incluir hábitats no protegidos actualmente y c) agregar áreas que además de proteger la biodiversidad cumplan con servicios ambientales prioritarios para el Estado y garanticen la movilidad de la fauna.

PROPUESTA DE FORTALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DEL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE CAMPECHE

Se proponen tres tipos de proyectos integrales para articular y fortalecer el sistema de ANP existentes en el estado de Campeche: a) el *Corredor Biológico del Río Candelaria*, que conectará funcionalmente a dos de las regiones protegidas más importantes del país, b) el *Sistema de Parques Mocú-Guayacán*, que ampliará y reforzará las ANP de la región de Calakmul y, c) *Parques Ecohídricos*, que garantizarán la conservación y mantenimiento de la calidad del agua del 65% de la población del estado de Campeche (figura 2). Los límites geográficos de estos proyectos son una primera aproximación y su delimitación final requerirá de estudios con mayor detalle. Estos tres grandes proyectos se describen a continuación.

Corredor Biológico del Río Candelaria

El uso de corredores biológicos es un método de conservación bien establecido que asegura la conectividad entre áreas protegidas, ya sea dentro de un mismo país, como a través de fronteras internacionales. Ejemplos de ellos son el Corredor Biológico Mesoamericano (<http://www.cbmm.gob.mx>), la Iniciativa del Corredor del Jaguar (http://www.panthera.org/jaguar_corridor.html) y el Proyecto de Corredor Verde en Vietnam (<http://www.huegreencorridor.org/>). Estos proyectos cobran especial importancia porque se ha encontrado que la simple definición de áreas protegidas aisladas no ha sido suficiente para la conservación de la biodiversidad y además la biota requiere rutas

de movilidad, particularmente en áreas tropicales donde se localiza la mayor biodiversidad mundial (Daugherty, 2005).

No obstante las bondades probadas de los corredores biológicos, hasta el momento, la literatura reporta pocos casos de conservación exitosos utilizando a los ríos como ejes de tales corredores. De acuerdo con Ward *et al.* (2002), la conectividad es crucial para mantener los procesos funcionales de un corredor biológico ripario. Una vez restablecidos estos procesos, el río por sí solo se vuelve un agente de restauración. En este sentido, el Corredor Biológico del Río Candelaria se propone para articular la conexión y la transferencia de materia y energía entre dos de las regiones protegidas más importantes del país: a) la región de selvas del sur del estado de Campeche, que incluye la Reserva de la Biosfera Calakmul, y las ANP estatales Balam kú y Balam kin, y b) la eco-región de humedales costeros constituida por las ANP de Laguna de Términos y Pantanos de Centla (esta última en Tabasco).

La cuenca alta del río Candelaria se ubica en las ANP de la región de Calakmul (Balam kú, Calakmul y Selva Maya) y su corriente desemboca en el sistema de reservas de la Biosfera de Términos y Centla. Tanto la biodiversidad de la cuenca alta como la de los humedales asociados a la cuenca baja han sido reportados ampliamente en la literatura (Lot y Novelo, 1988; Ogden *et al.*, 1988; Brazda, 1998; Arriaga *et al.*, 2000; Lee, 2000; Salgado-Ortiz *et al.*, 2001; Díaz-Gallegos *et al.*, 2002; Martínez y Galindo, 2002; Lot, 2004; Vargas-Contreras, 2004 y 2005; Maya-Martínez, 2005; Córdova 2007).

La parte media del río Candelaria, actualmente sin protección, presenta importantes áreas de humedales dulceacuícolas y selvas bajas en buen estado de conservación, para las cuales se han reportado por lo menos un tercio de las especies presentes tanto en la región de Calakmul, como en la eco-región Términos-Centla (Benítez *et al.*, 2009 y 2010). Este porcentaje es aún mayor para el grupo de las aves migratorias (G. Escalona, com. personal). En esta región se tienen regis-

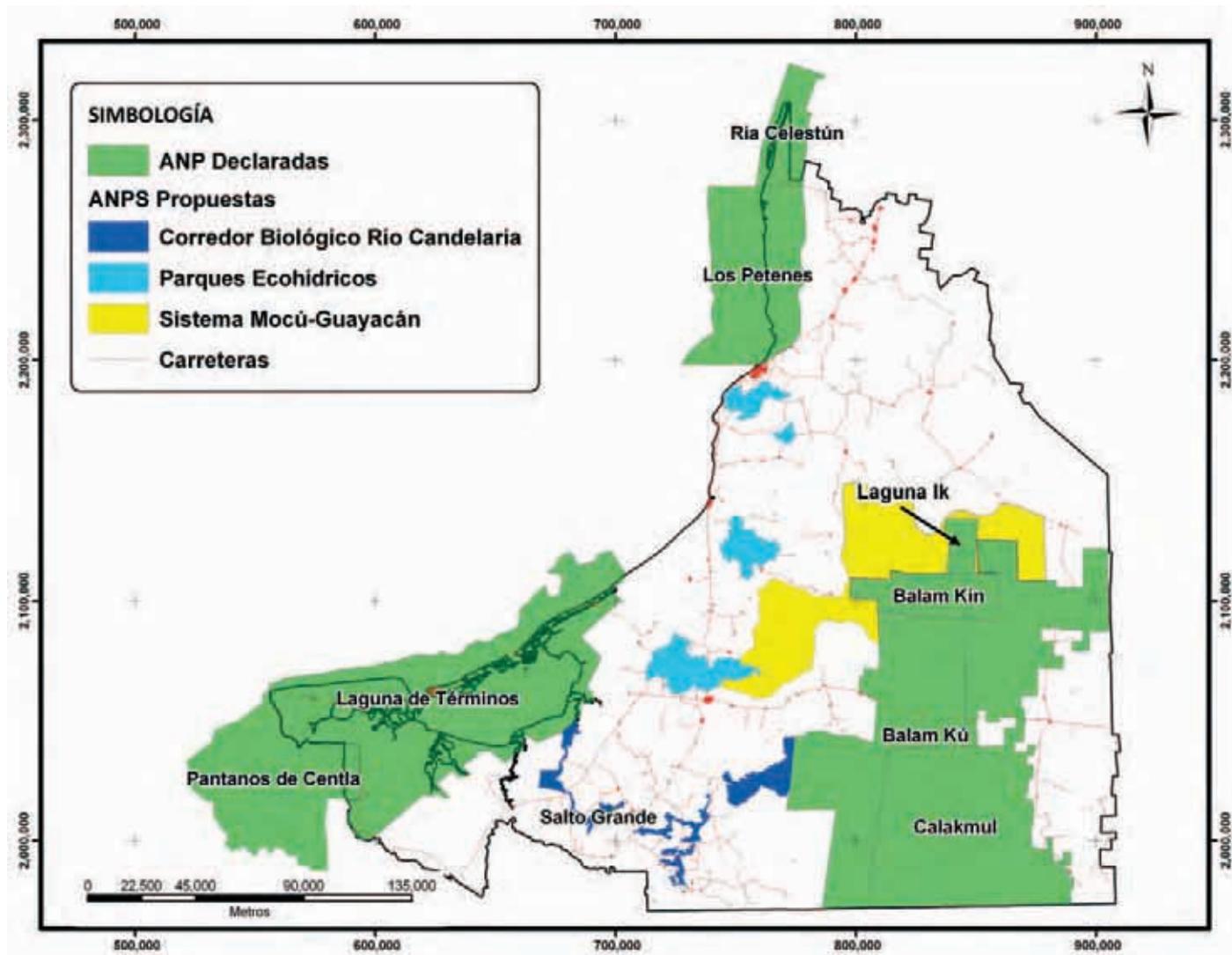


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas declaradas y propuestas del estado de Campeche. Se considera a Pantanos de Centla (Tabasco) por formar parte de una eco-región fundamental con los humedales de laguna de Términos.

tros de especies amenazadas o en peligro de extinción como la nutria (*Lontra longicaudis*), el jabirú (*Jabiru mycteria*), el jaguar (*Panthera onca*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el mono saraguato (*Alouatta pigra*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el manatí (*Trichechus manatus*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). La alta biodiversidad de esta región es más evidente en las áreas donde coinciden fuentes de agua permanente y vegetación en buen estado de conservación (Benítez, 2010).

Dentro de la cuenca del río Candelaria, las actividades humanas han eliminado el 20% de la vegetación natural y 35% se encuentra en diferentes grados de perturbación; si no se toman medidas correctivas, los procesos de deforestación eliminarán en la próxima década un 15% más de la vegetación natural (Benítez, 2010). Uno de los servicios ambientales más afectados por esta deforestación en la cuenca del río Candelaria es la cantidad y calidad del agua que drena hacia laguna

de Términos (Amábilis y Benítez, 2005; Benítez *et al.*, 2005b; Sanvicente *et al.*, 2005), con lo cual se compromete tanto la biodiversidad como las pesquerías de este cuerpo lagunar costero (Benítez, 2010).

Con la finalidad de cambiar las tendencias de deterioro de la cuenca, se propone una serie de áreas protegidas de diferente administración y manejo (figura 3), que en su conjunto aumenten la conectividad del río como corredor biológico. Estas áreas, con una superficie total de 717.2 km², han sido seleccionadas por el grado de conservación de la vegetación y de su función dentro de la hidrología de la cuenca. Para ello se utilizó la base de datos del Sistema de Información Geográfica del Río Candelaria (SIGCAN), integrada por el Centro EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche. Las fichas técnicas de estas áreas, que se proponen sean consideradas por las autoridades federales y estatales, se describen a continuación:



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

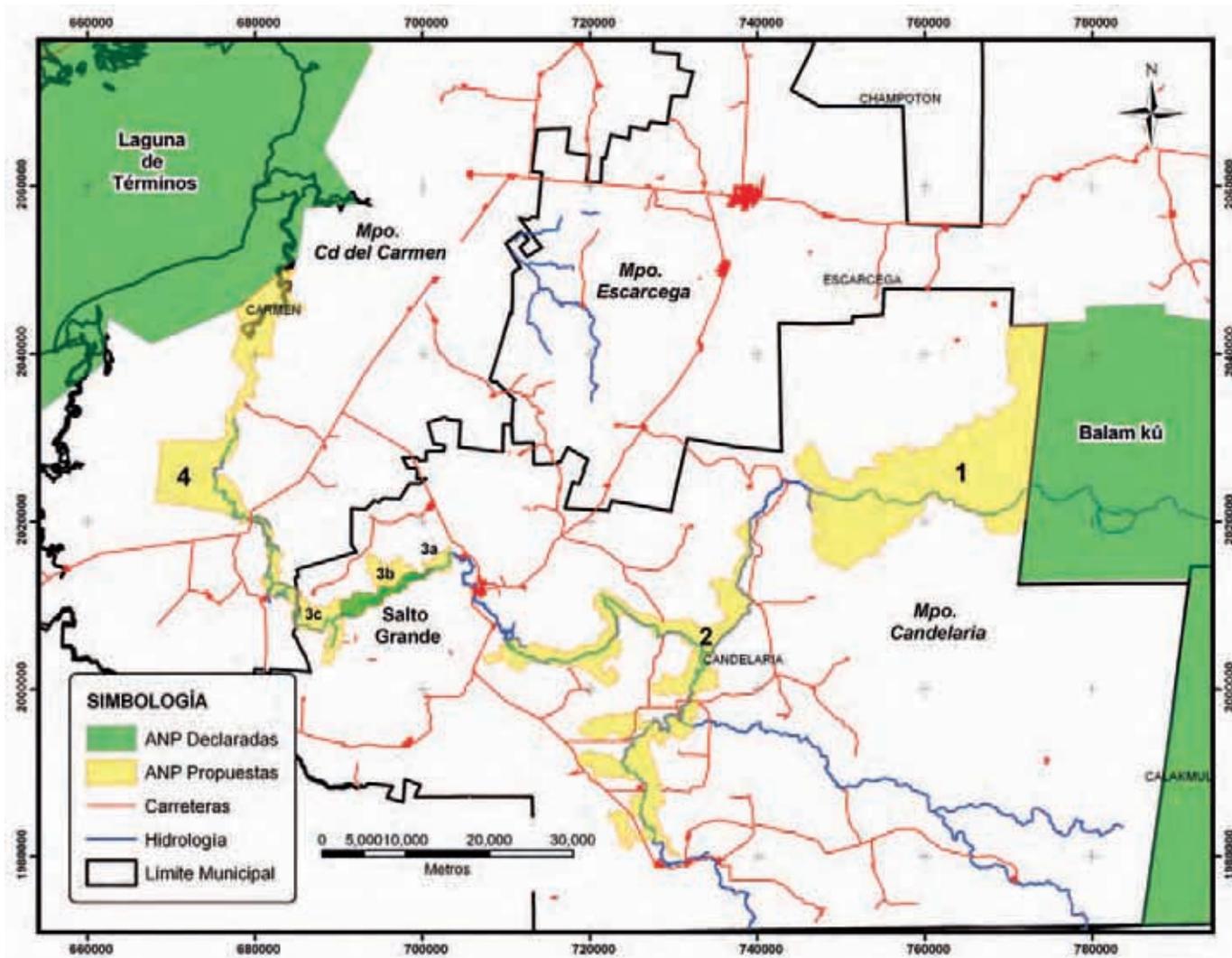


Figura 3. Áreas Naturales Protegidas del corredor biológico del río Candelaria: 1) Zona Sujeta a Conservación Ecológica *Pek'it ja*, 2) Parque Nacional Bajos de *Itzamkanac*, 3a,b y c) incorporación de áreas al Parque Municipal Salto Grande, 4) Parque Municipal Tabche.

ANP propuesta: Zona Sujeta a Conservación Ecológica Pek'il ja

Superficie: 207 km².

Nivel de protección sugerido: estatal.

Principales características: localizada a lo largo del río Caribe, da continuidad a la flora y fauna del grupo de ANP constituidas por Balam Kú, Balam Kin y Calakmul (figura 4). Es una zona con un alto grado de conservación donde se vinculan áreas de vegetación y fuentes de agua. Presenta gran potencial ecoturístico. Su nombre maya (*Pek'il ja*) significa perro de agua (*Lontra longicaudis*), la cual es una especie en peligro de extinción y es un indicador biológico de hábitats en buen estado de conservación. El individuo de la fotografía inserta en la figura 4 fue observado en el río Caribe y es el primer registro que se tiene de *L. longicaudis* para el estado de Campeche, después de 12 años. El área que cubre esta propuesta de ANP se encuentra incluida en los vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre detectados por CONABIO *et al.* (2007).

Principales amenazas: colonización y expansión de la frontera agropecuaria.



Figura 4. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Pek'il ha.



ANP propuesta: Parque Nacional Bajos de Itzamkanac

Superficie: 321 km².

Nivel de protección sugerido: federal.

Principales características: son los humedales dulceacuícolas de mayor extensión en el estado, tiene manantiales que representan importantes áreas de refugio y alimentación para aves, por lo cual es un importante atractivo escénico y ecoturístico (figura 5). Desde el punto de vista hidrológico, estas áreas son las llanuras de inundación de mayor importancia del río Candelaria, las cuales cumplen la función de regular las avenidas excepcionales, mitigando las inundaciones río abajo (CONAGUA, 1992; Benítez, 2010). Dentro de estas áreas se localizan vestigios de terrazas y campos elevados prehispánicos donde los mayas realizaban agricultura de humedad (Siemens y Puleston, 1972; Siemens *et al.*, 2002). Se encuentra vinculado a dos importantes sitios arqueológicos: El Tigre (*Itzamkanac*) y Cerro de los Muertos.

Principales amenazas: incendios intencionales, cacería furtiva.

ANP propuesta: incorporación de Áreas al Parque Salto Grande

Superficie: 43 km².

Nivel de protección sugerido: municipal (Candelaria).

Principales características: el Parque Urbano Municipal Salto Grande se localiza en la porción media del río Candelaria y fue decretado como ANP municipal en 1995 (, 2009). Dentro de su Programa de Manejo, aprobado por cabildo en el 2009, se tiene contemplada la incorporación de nuevas áreas de conservación (figura 6). El parque en general y las nuevas áreas propuestas en este capítulo, son de gran importancia para plantas y aves acuáticas, así como para tropas de mono araña (*Ateles geoffroyi*) y mono aullador (*Alouatta pigra*). La zona presenta un alto valor recreacional, ecoturístico e histórico.

Principales amenazas: incendios intencionales, actividades turísticas desordenadas.



Figura 5. Parque Nacional Bajos de Itzamkanac.

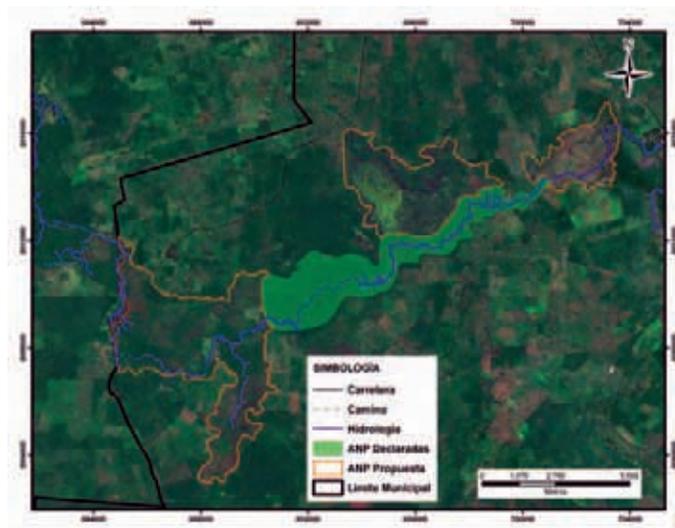


Figura 6. Incorporación de Áreas al Parque Salto Grande.

ANP propuesta: Parque Municipal Tabché

Superficie: 145 km².

Nivel de protección sugerido: municipal (Carmen).

Principales características: es la zona de transición entre ecosistemas dulceacuícolas riparios y estuarinos lagunares. Presenta una comunidad de mangle bien estructurada, asociada a selvas medianas y bajas en procesos de recuperación. También posee un gran potencial para actividades de turismo de naturaleza y es el hábitat de especies en peligro de extinción como el jabirú (*Jabiru mycteria*), el jaguar (*Panthera onca*), el saraguato (*Alouatta pigra*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*).

Principales amenazas: ampliación de la frontera agrícola. Explotación forestal y cacería furtiva.

El total de las ANP propuestas en el corredor biológico de Candelaria, cubren menos del 1.3% de la superficie del estado y representan menos del 0.04% del territorio nacional. Sin embargo, el proteger estas áreas traerá enormes beneficios a favor de la biodiversidad, especialmente para el Corredor Biológico Mesoamericano. La combinación de ANP con actividades económicas sustentables como el Programa de Conservación y Turismo de Naturaleza realizado actualmente por el municipio de Candelaria, junto con programas federales de reforestación, pago de servicios ambientales y ordenamientos ejidales, pueden ayudar a la consolidación de este corredor biológico (Benítez, 2010).

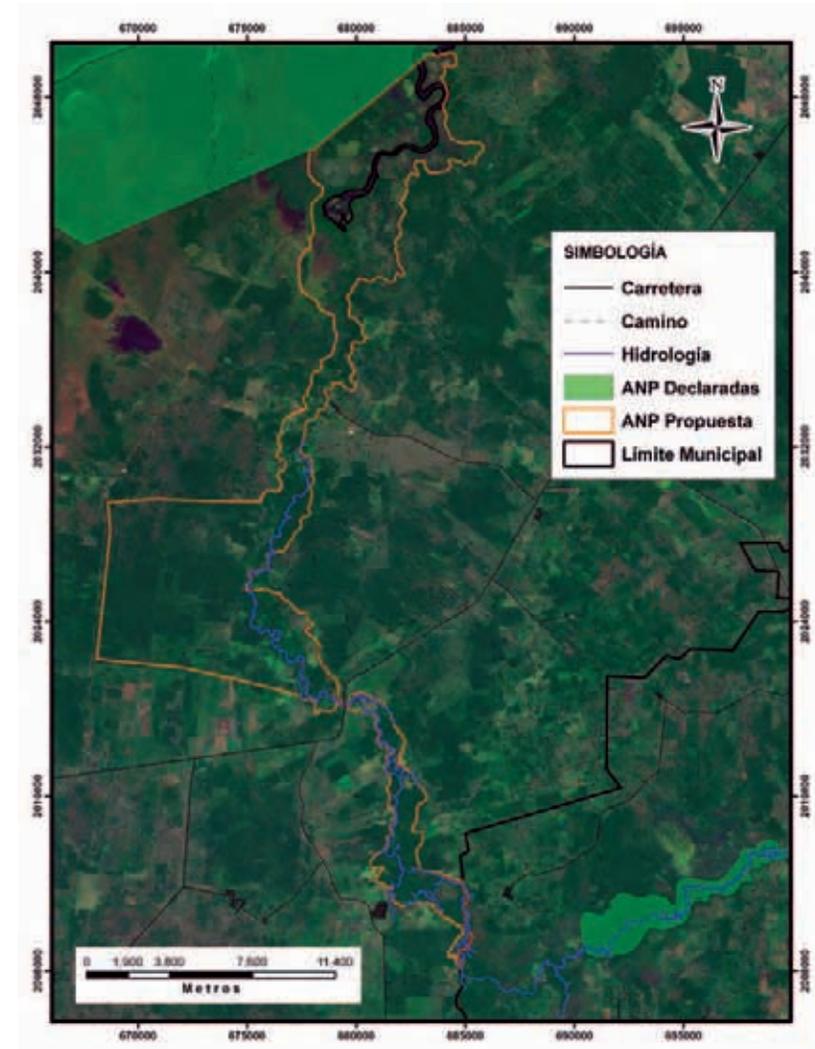


Figura 7. Parque Municipal Tabché

Sistema de Parques Ecológicos Mocú y Guayacán

Las áreas propuestas como Parques Ecológicos Mocú y Guayacán tienen como objetivo el incluir ecosistemas no representados actualmente en el sistema de reservas de la región de Calakmul (Calakmul, Balam Kú y Balam Kin). Ambas áreas presentan grandes extensiones de selva donde se ha reportado el 80% de la flora peninsular, cerca de 100 especies de mamíferos, 282 especies de aves, 50 especies de reptiles, cerca de 400 especies de mariposas y una gran variedad de insectos (Galindo-Leal, 1999; Lee, 2000; Salgado-Ortíz *et al.*, 2001; Díaz-Gallegos *et al.*, 2002; Martínez y Galindo, 2002; Maya-Martínez, 2005; Vargas-Contreras, 2004 y 2005). La justificación de la declaratoria de estas áreas está ampliamente descrita en los planes de manejo de Balam Kú y Balam Kin (Secretaría de Ecología, 2009a y b). Las fichas técnicas de las áreas propuestas se describen a continuación:

ANP propuesta: Zona Sujeta a Conservación Mocú

Superficie: 1 467 km².

Nivel de protección sugerido: estatal.

Principales características: áreas de selva mediana en muy buen estado de conservación, asociadas a lomeríos y cuerpos de agua permanentes. De acuerdo con los registros ornitológicos (Escalona-Segura, com. personal), *Mocú* es de gran importancia para la biodiversidad porque es el único lugar donde se ha registrado el águila blanca *Leucoptermis albicollis* y en esta área se encuentra una de las mayores poblaciones de pato real (*Cairina moschata*) y de otros anátidos.

Principales amenazas: Expansión de la frontera agrícola, explotación forestal ilegal y cacería furtiva.

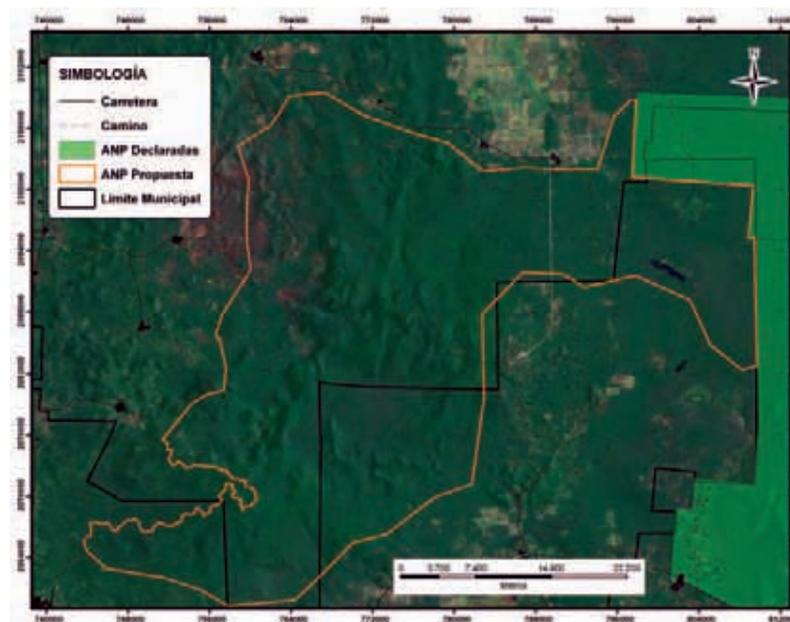


Figura 8. Zona Sujeta a Conservación Mocú.

ANP propuesta: Zona Sujeta a Conservación Guayacán

Superficie: 1 875 km².

Nivel de protección sugerido: estatal.

Principales características: áreas de selva mediana en buen estado de conservación, con importantes poblaciones de Guayacán. Se encuentra asociada al área protegida de carácter municipal Jardín de Regeneración y Recuperación de Especies Laguna Ik.

Principales amenazas: explotación forestal no sustentable, ampliación de la frontera agrícola y cacería furtiva.

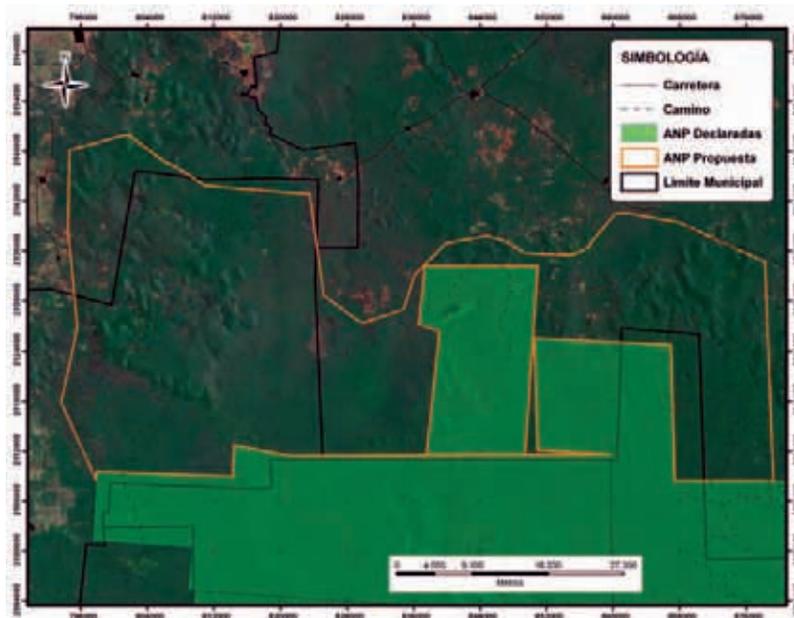


Figura 9. Zona Sujeta a Conservación Guayacán.

Parques Ecohídricos

Al igual que la mayoría de las poblaciones en la península de Yucatán, las comunidades del estado de Campeche dependen principalmente del agua subterránea como fuente de abastecimiento (CONAGUA, 2008). Dado que el consumo es mínimo comparado con la recarga anual del acuífero (74 712 millones m³ año⁻¹; Villasuso y Mendez, 2000), se considera que el abastecimiento de este líquido no es un problema pero si lo es el mantenimiento de su calidad. Debido a la naturaleza kárstica de la región, la poca profundidad del manto freático, los altos valores de precipitación y la alta conductividad hidráulica del suelo, las fuentes de abastecimiento de agua presentan una alta vulnerabilidad a la contaminación (Escolero *et al.*, 2000, 2002 y 2007). Esta situación es particularmente cierta para el estado de Campeche, donde existe un deficiente manejo y tratamiento de las aguas municipales y los residuos sólidos, escasa cobertura de los sistemas de drenaje y altas tasas de deforestación por actividades agropecuarias (Benítez *et al.*, en prensa).

Las áreas de influencia de las fuentes de abastecimiento del estado de Campeche cubren cerca de 120 000 ha de superficie. De acuerdo con Benítez *et al.* (en prensa), las actividades humanas dentro de estas áreas ocupan actualmente entre 18 y 35% de su superficie. De acuerdo con el análisis de las tendencias de uso del suelo esta proporción puede crecer hasta en un 40% para el año 2030 si no se toman las medidas adecuadas. Estos mismos autores señalan que, aunque los niveles de contaminación de las fuentes de abastecimiento se mantienen en general por debajo de la norma oficial mexicana, actualmente existen niveles preocupantes de algunos nutrientes y metales pesados, cuya fuente son los basureros a cielo abierto y el cambio de uso del suelo.

La vegetación natural de las áreas de recarga cumplen una importante función ecológica de regulación hídrica con alto valor económico. Aunado a lo anterior, estas áreas de vegetación son el refugio de flora

y fauna silvestre, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad. Por lo anteriormente expuesto, se propone el establecimiento de “Parques Ecohídricos” en el área de influencia de los pozos que abastecen las tres principales ciudades del estado: San Francisco de Campeche (230 000 habitantes), Ciudad del Carmen (195 000 habitantes) y Champotón (75 000 habitantes) (INEGI, 2005). Con estos parques se pretende aumentar el acervo de diversidad biológica del Estado, incrementar la conectividad del hábitat que garantice la movilidad de la fauna y mantener la calidad del agua del 65% de la población estatal. Las fichas técnicas de las áreas propuestas se describe a continuación:

ANP propuesta: Parque Ecohídrico Chiná-Uayamon

Superficie: 25 km².

Nivel de protección sugerido: federal (CONAGUA).

Principales características: presenta extensiones de selva mediana y baja en buen estado de preservación, asociada a lomeríos y valles kársticos. Se divide en dos áreas: el área de recarga de la galería filtrante de Chiná, que actualmente abastece a la ciudad de Campeche y el área de Uayamón que se tiene para explotación futura del mismo centro de población.

Principales amenazas: con base en el número de habitantes que se registra dentro de estas áreas, se estima que cerca de 823 toneladas por año de desechos sólidos son vertidos sin ningún control (Benítez *et al.*, en prensa). Existe fuerte presión por crecimiento urbano y ampliación de la frontera agrícola.

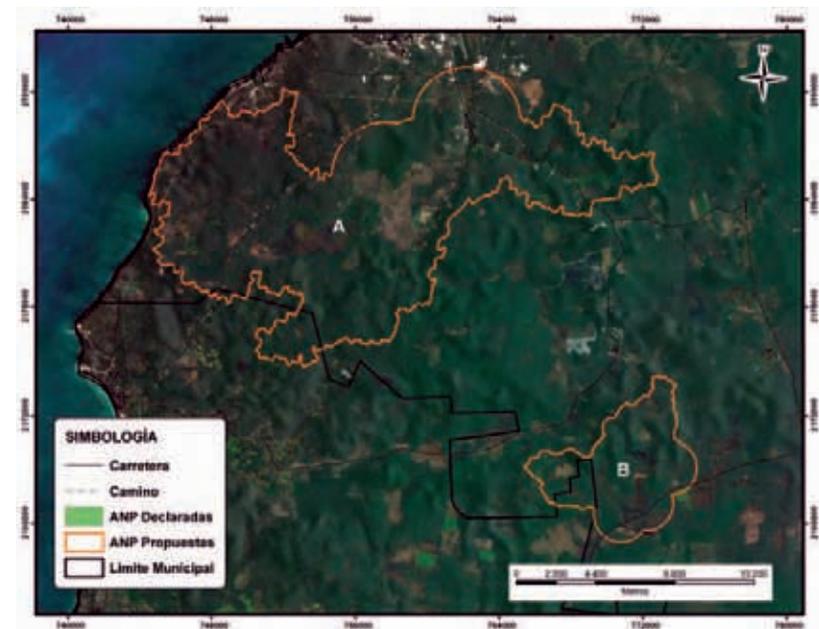


Figura 10. Parque Ecohídrico para la fuente de abastecimiento de agua de la ciudad de Campeche, Campeche. A) Chiná, B) Uayamon.

ANP propuesta: Parque Ecohídrico Chicbul

Superficie: 56.6 km².

Nivel de protección sugerido: federal (CONAGUA).

Principales características: presenta extensiones de selva mediana y baja en buen estado de preservación, se encuentra asociada a los humedales que rodean a la laguna de Términos y a la ANP propuesta de Mocú. Esta zona abastece de agua a ciudad del Carmen a través de un acueducto de aproximadamente 100 km, el cual tuvo un costo cercano a 1 000 millones de pesos (CONAGUA, com. personal).

Principales amenazas: con base en el número de habitantes que se registra dentro de estas áreas, se estima que cerca de 719 toneladas por año de desechos sólidos son vertidos sin ningún control (Benítez *et al.*, en prensa). Existe fuerte presión de cambio de uso del suelo por ampliación de la frontera agrícola.

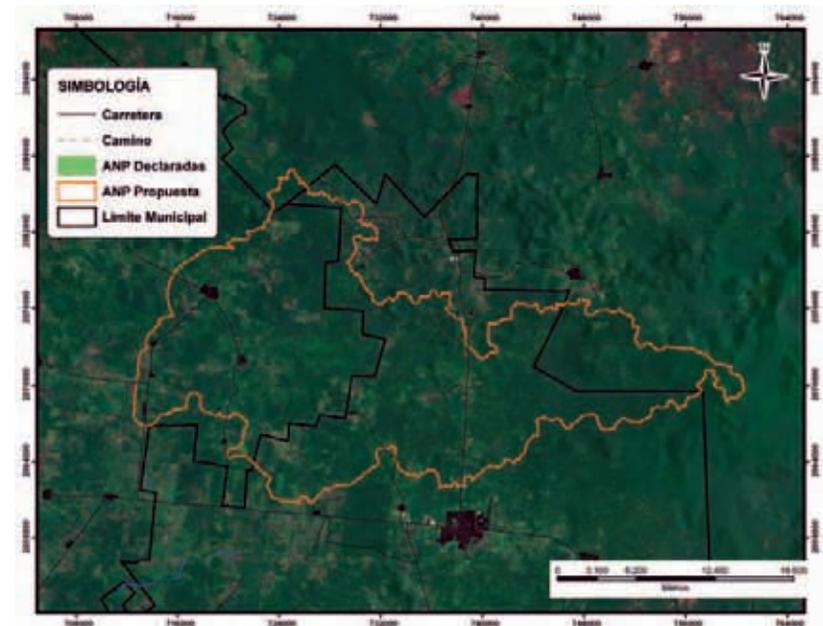


Figura 11. Parque Ecohídrico *Chicbul* para la protección de la fuente de abastecimiento de agua de ciudad del Carmen, Campeche.



ANP propuesta: Parque Ecohídrico Champotón

Superficie: 35 km².

Nivel de protección sugerido: federal (CONAGUA).

Principales características: presenta extensiones de selva mediana y baja en buen estado de preservación, se encuentra asociada a la ANP propuesta de Mocú y los humedales del valle de Edzná.

Principales amenazas: con base en el número de habitantes que se registra dentro de estas áreas, se estima que cerca de 778 toneladas de desechos sólidos son vertidos por año sin ningún control (Benítez *et al.*, en prensa). Existe fuerte presión de cambio de uso del suelo por ampliación de la frontera agrícola.

CONSIDERACIONES FINALES

Las nuevas áreas de conservación propuestas para el estado de Campeche han sido diseñadas para los tres niveles de gobierno y complementan en gran medida los esfuerzos de conservación de las áreas ya declaradas. Por tal motivo, se propone la conformación de un Sistema Estatal de ANP que oriente los planes de manejo de cada área hacia metas más amplias de conservación.

La mayoría de las áreas propuestas son de tenencia de la tierra ejidal y se localizan en suelos poco aptos para actividades agropecuarias. Esta situación las hace viables de declaratoria en la medida que se busque el consenso de los propietarios de la tierra y la sociedad usuaria de los bienes y servicios ambientales provenientes de estas zonas.

Estas nuevas iniciativas de conservación solo pueden tener éxito a largo plazo mediante el respaldo de los propietarios privados y comunales que rodean las ANP decretadas. En este sentido, incentivar prácticas sustentables como el turismo de naturaleza, la apicultura, las plantaciones forestales y el aprovechamiento de productos no ma-

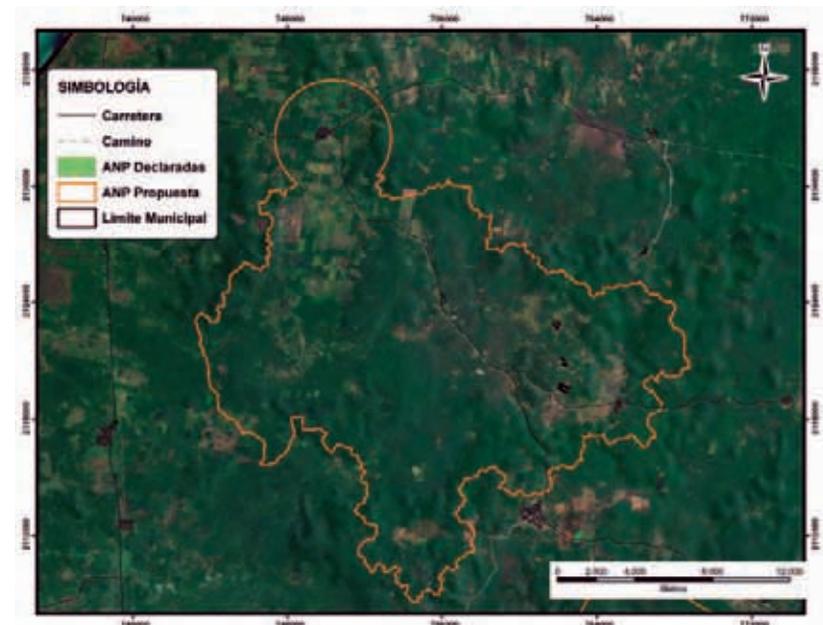


Figura 12. Parque Ecohídrico Champotón.

derables, son claves para minimizar la presión de cambio de uso de suelo. Aunado a lo anterior, la declaratoria voluntaria de áreas protegidas (ejidales y/o privadas) y Unidades de Manejo Ambiental (UMA) eficientes alrededor de las ANP puede ser de gran relevancia para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el estado de Campeche; sobre todo aquellas que conectan otras áreas protegidas (figura 13). Encontrar mecanismos de apoyo económico para la declaratoria de estas iniciativas -ejidales y privadas- es esencial para un sistema de ANP altamente conectado y eficiente

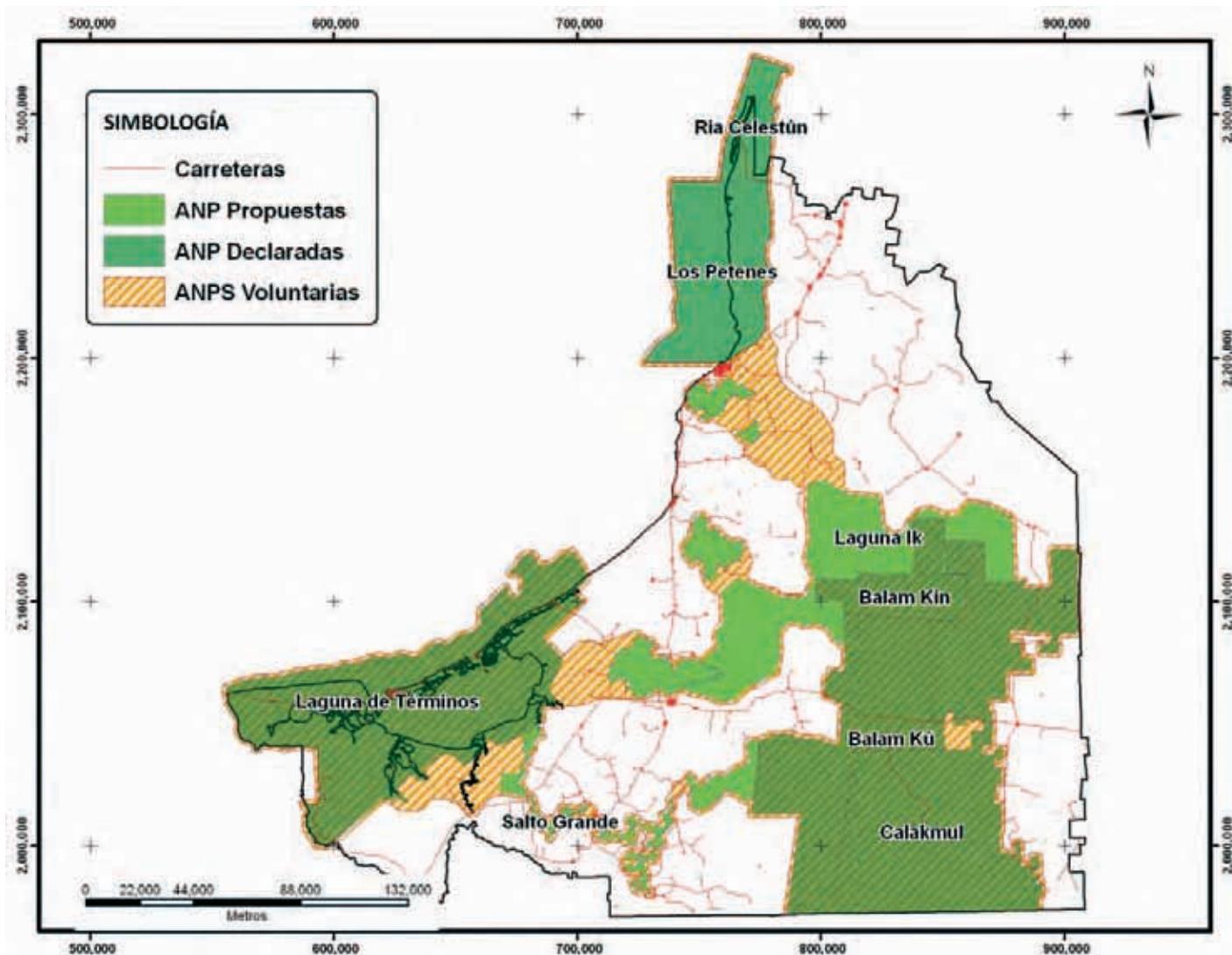


Figura 13. Áreas Naturales Protegidas declaradas y propuestas para manejo gubernamental y ANP voluntarias para manejo privado o comunal.

REFERENCIAS

- Amábilis S.L. E., y J.A. Benítez, 2005. Patrones Espaciales y Estacionales de la Calidad de Agua y su Relación con la Cobertura Vegetal. *Jaina volumen especial*:14-15.
- Arreola A., R. Delgadillo, A. López y G. García-Gil, 2004. Diagnóstico de la situación del desarrollo en el municipio Calakmul, Campeche. Proyecto Prosureste. GTZ/CONANP. 107 p.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores), 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Benítez J.A., D. Zárate-Lomelí, y I. Márquez, 1992. Avances en la evaluación ambiental de la planicie costera asociada a la Laguna de Términos, Campeche. *Jaina*, 3 (2):24.
- Benítez J.A., D. Zárate-Lomelí, J.L. Rojas, y A. Yáñez-Arancibia, 1993. Expansión urbana y deterioro ambiental en la región de la laguna de Términos, Campeche. p. 195-212. En: H. Izazola y S. Lerner (comp.) Población y medio ambiente ¿nuevas interrogantes a viejos problemas? some de, Colegio de México, The Population Council, 432 p.
- Benítez J.A., G. García-Gil, C.I. Acuña-Estrada y C. Castro, 2005a. Estimación de los Cambios en la Cobertura y Biomasa Forestal. *Jaina volumen especial*, 32-33.
- Benítez J.A., H. Sanvicente-Sánchez, J. Lafragua-Contreras, P. Zamora, L.M. Morales-Manilla, J.F. Mas, G. García-Gil, S.A. Couturier, R. Zetina, R. Calan, L. Amabilis, C.I. Acuña y M. Mejenes, 2005b. Reconstrucción histórica de los cambios en la cobertura forestal y su efecto sobre la hidrología y calidad del agua. Memorias del Congreso Internacional del Agua de la frontera México-Guatemala-Belice. 14 y 15 de noviembre de 2003, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- Benítez J.A., 2010. Situación Actual de las Cuencas Transfronterizas de los ríos Candelaria y Hondo. p. 203-209 In: H. Cotler. (Coord.). Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización. Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. 231 p.
- Benítez J.A., J. Ben-Arie, G. Villalobos, J. Vargas, G. Escalona, S. Farías, E. Chan, H. Reyes, Y. Carrillo-Medina y D. Samarrón, 2010. El Río Candelaria como Corredor Biológico entre las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Calakmul-Bal ku y Laguna de Términos, México; una iniciativa Municipal y Ejidal con amplia participación ciudadana. III Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas, 8-12 marzo, 2010. Mérida, Yucatán. México.
- Benítez J.A., M. Lara-Flores, V. Acevedo, L. Amábilis, J. Ben-Arie, J. Rendón, J.A. Vidal-Maldonado, B.T. Cen y K. Sonda-Santos, en prensa. An Assessment of Water Quality (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, TP, SO₄, Coliform Bacteria and Heavy Metals) of the Main Water Supplies in the State of Campeche. *Tropical Ecosystems*.
- Brazda R.A., 1988. Winter Waterfowl populations and habitat evaluation aerial surveys East Coast of México. Flyway Biologist, United States Fish and Wildlife
- Bruner, A.G., Gullison, R.E., Rice, R.E. y G.A.B. Fonseca, 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 291:125-128.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA-FCF-UANL, 2007. 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. 128 p.
- CONAGUA, 2008. Boletín hidrometeorológico, Organismo de cuenca península de Yucatán, Dirección Técnica, Jefatura de proyecto de aguas superficiales y meteorología. CONAGUA.

- CONAGUA, 1992. Análisis técnico a los problemas de inundaciones que se presentan en la Cuenca hidrológica del río Candelaria así como, los proyectos hidroagrícolas susceptibles de ejecutarse. Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal Campeche. 23p.
- Córdova A., 2007. Desarrollo de un Índice de Integridad Biológica Avifaunística para los Humedales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 152 p.
- Couturier, S., J.F., Mas, G. Cuevas, J.A. Benitez, A. Vega-Guzmán, y C. Tapia, 2009a. An accuracy index with positional and thematic fuzzy bounds for land-use/land-cover maps. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 75(7): 243-259.
- Couturier, S., JF Mas, E. López-Granados, J.A. Benitez, V. Corla-Tapia, A. Vega-Guzmán, 2009b. Accuracy Assessment of the Mexican National Forest Inventory Map: a Study in four eco-geographical areas. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 31(2):163-179
- Daugherty, H.E., 2005. Biodiversity conservation and rural sustainability: a case study of the Alexander Skutch Biological Corridor in Southern Costa Rica. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 81:155-161.
- Díaz-Gallegos, J., O. Castillo y G. García-Gil, 2002. Distribución espacial y estructura arbórea de la Selva Baja Subperennifolia en un ejido de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. *Investigación y Ciencia*, 18(35):11-28
- EASAC, 2009. Programa de Protección y Manejo del Área Natural Protegida en la categoría de Parque Urbano Municipal "Salto Grande. Aprobado por el cabildo del Municipio de Candelaria. Administración 2006-2009. Ecología Aplicada del Sureste (EASAC). 184 p.
- Escolero, O., Marin, L., Steinich, B., Pacheco, J. 2000. Delimitation of a hydrogeological reserve for a city within a karstic aquifer: the Merida Yucatan. *Landscape and Urban Planning*, 51: 53-62.
- Escolero, O. L. Marin, B. Steinich, J. Pacheco y J. Alcocer, 2002. Development of a protection strategy of Karst limestone Aquifers: The Merida Yucatan, Mexico Case Study. *Water Resources Management*, 16: 351-367
- Escolero, O., L. Marin, E. Dominguez-Mariani y S. Torres-Onofre, 2007. Dynamic of the freshwater-saltwater interface in a karstic aquifer under extraordinary recharge action: the Merida Yucatan case study. *Environmental Geology*, 51: 719-723
- Galindo-Leal, C., 1999. La gran región de Calakmul: Prioridades biológicas de conservación y propuesta de modificación de la Reserva de la Biosfera. Reporte Final a World Wildlife Fund – México, México D.F. 40 p.
- INEGI-CONABIO-INE, 2008. Ecorregiones terrestres de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad- Instituto Nacional de Ecología. Mapa digital
- Langhammer, P., M.I. Bakarr, L.A. Bennun, T.M. Brooks, R.P. Clay, W. Darwall N. De Silva, G.J. Edgar, G. Eken, L.D. Fishpool, G.A. Fonseca, M.N. Foster, D.H. Knox, P. Matiku, E.A. Radford, A.S. Rodriguez, P. Salaman, W. Sechrest, y A.W. Tordoff, 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems. IUCN. 134 p.
- Lee, J. C., 2000. A Field Guide to the amphibians and reptiles of the Maya world: the lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. 416 p.
- Lot H, A. y Novelo R, A. 1988. El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica. p. 537-547p. En: Ecología y Regional Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. conservación del Delta de los ríos Usumacinta y Grijalva, Memorias. INIREB-División

- Lot, A. 2004. Flora y vegetación de los humedales de agua dulce en la zona costera del Golfo México. p. 521-553. En: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (comp.), SEMARNAT-INE, Instituto de Ecología, A.C., Harte Research Institute.
- Martínez Salas, 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.
- Mas, J.F. y H. Puig, 2001, Modalités de la déforestation dans le Sud-Ouest de l'état du Campeche, Mexique, *Canadian Journal of Forest Research*, 31:1280-1288.
- Maya-Martínez, A., 2005. Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperenifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2): 123-143.
- Ogden C.J., E.C. Knoder y A. Sprunt, 1988. Colonial Wading Bird Populations in the Usumacinta Delta, México. Ornithological Research Unit, National Audubon Society.
- Porter-Bolland, E.A. Ellis y H.L. Gholz, 2007. Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 82(4):198-207.
- Salgado-Ortíz, J., E. M. Figueroa-Esquivel, y J. Soriano-Vargas, 2001. Avifauna del estado de Campeche: inventario y colección científica de referencia. En: R. I. Márquez (ed). Contribuciones al conocimiento y manejo de los recursos naturales del estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 148 p.
- Sanvicente-Sánchez H., A.I. Ramírez, I. Orozco y J.A. Benítez, 2005. Modelación hidrológica distribuida en la cuenca del río Candelaria. *Jaina volumen especial*, 14-15.
- Secretaría de Ecología, 2009a. Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-Kin. Gobierno del Estado de Campeche. 294 p.
- Secretaría de Ecología, 2009b. Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-Kú. Gobierno del Estado de Campeche. 302 p.
- SEMARNAT/CONANP, 2010. Comunicado de Prensa México, D.F., 9 de diciembre de 2010. http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=716
- Siemens A.H. y D.E. Puleston, 1972. Ridged Fields and Associated Features in Southern Campeche: New Perspectives on the Lowland Maya. *American Antiquity*, 37(2):228-239.
- Siemens A.H., J.A. Soler, R. Hebda y M. Heimo, 2002. Dams on the Candelaria. *Ancient Mesoamerica*, 13:115-123.
- UNEP-WCMC, 2008. Estado de las áreas protegidas del mundo 2007: Informe anual de los avances mundiales en materia de conservación. UNEP-WCMC (Cambridge). 37 p.
- Vales, G., Rodríguez, F., R. De la Masa, M. Gómez, y C. Berton, 2000. Áreas naturales protegidas de México. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAP. Editorial Matro, S.A. de C.V. México.
- Vargas-Contreras J. A., G. Escalona-Segura, J. Arroyo-Cabrales, R. Calderón-Mandujano, L. Sosa-Interián, y R. Reyna-Hurtado, 2005. Especies prioritarias de vertebrados terrestres en Calakmul, Campeche. *Vertebrata Mexicana*, 16: 11-32.
- Vargas-Contreras J.A., J.R. Herrera-Herrera, y J.E. Escobedo-Cabrera, 2004. Noteworthy records of mammal from Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 8: 61-69.
- Villasuso, M.J. y R. Mendez, 2000. A conceptual model of the aquifer of the Yucatán Peninsula. p. 120-139, In: w. Lutz, L. Prieto, and W. Sanderson (Eds), Population, Development, and Environment on the Yucatán Peninsula; from ancient Maya to 2030. IIASA, Luxemburg, Austria. 257p.
- Ward, J.V., F. Malard, y K. Tockner, 2002. Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. *Landscape Ecology* 17:35-45



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Conservación de suelos

*Jorge Mendoza Vega,
Víctor Manuel Kú Quej,
Luciano Pool Novelo
y Francisco Bautista Zúñiga*

La conservación de los recursos naturales es un objetivo cada vez más frecuente en los discursos políticos, en particular, la preocupación es mayor por la conservación de la biodiversidad. México ha firmado diversos convenios en los que se compromete a diseñar políticas que tiendan a la conservación de la biota. La generación de conocimiento sobre los recursos naturales facilita su conservación, así la realización de inventarios nacionales de la diversidad geológica y edáfica permite un mejor uso de los suelos y facilitan la determinación de acciones para la conservación de la biodiversidad.

El concepto contrario a la conservación es la degradación. La degradación de los suelos consiste en la disminución del funcionamiento óptimo del suelo en los ecosistemas, causado por estrés físico, químico o biótico, y es consecuencia de actividades antropogénicas y condiciones naturales. La degradación del suelo puede ser física por pérdida del suelo (erosión) hídrica y/o eólica, y pérdida de estructura; química por pérdida de nutrientes y materia orgánica, así como la presencia de procesos como salinización, sodificación, acidificación y contaminación; y biológica por la disminución de actividad microbiana y la pérdida de biodiversidad, como por ejemplo la flora y la fauna del suelo (German Advisory Council on Global Change, 1995).

Se estima que el 45% de los suelos del territorio nacional sufre de alguna forma de degradación; el 17.9% corresponde a la degradación química, el 11.8% por la erosión hídrica, el 9.5% a la eólica, y un 6% a degradación física (SEMARNAT/Colegio de Postgraduados, 2003). Las causas principales de la degradación de los suelos en México son: la agricultura inapropiada y el sobrepastoreo (35%), la deforestación (7.4%), la urbanización (1.5%), la sobreexplotación de la vegetación (1.1%) y la actividad industrial (0.5%). En el estado de Campeche la principal forma de degradación de suelos es la pérdida de la fertilidad por la disminución de nutrientes, la pérdida de materia orgánica y la compactación por las actividades agropecuarias (SEMARNAT/Colegio de Postgraduados, 2003).

Para plantear las medidas de conservación de los suelos, es necesario identificar las principales amenazas, esto se logra conociendo los usos de la tierra, las condiciones predominantes del ambiente natural y las propiedades de los suelos de la región. Además, hay que tomar en cuenta que la susceptibilidad de los suelos a la degradación depende de una serie de factores estrechamente relacionados con sus propiedades, origen y procesos de formación, así como de la intensidad y magnitud de los factores degradativos. Al establecer el nivel de degradación y la vulnerabilidad es posible definir las acciones a realizar para su conservación.

A continuación se enlistan las principales unidades de suelo y usos de la tierra en Campeche, así como las prácticas de manejo para su conservación.

LEPTOSOLES

Son suelos poco profundos, limitados en profundidad (≤ 25 cm) por rocas (líticos) o material altamente calcáreo (réndzicos) y con una baja capacidad para retener agua por su excesivo drenaje. Los Leptosoles calcáreos son ricos en materia orgánica, por lo que son más fértiles que los Leptosoles líticos. Ambos son el tipo de suelo más frecuente en el estado de Campeche, ocupan el 33.34% de la superficie del estado (Cap. Suelos. p. 22, figura 2). A pesar de que son varias las limitaciones para su uso en la producción agropecuaria, son de los suelos más sembrados después de los Vertisoles. Es frecuente el establecimiento de pastizales en ellos, también son utilizados en la agricultura de temporal y en menor medida en la agricultura de riego y generalmente tienen una baja capacidad productiva. Son altamente susceptibles a la erosión hídrica, situación que se acentúa por la ubicación que ocupan en el paisaje: partes altas y laderas en lomas y colinas. De esa manera, se recomienda conservar su cobertura natural o al ser utilizados en la agricultura, el diseño de sistemas agrofores-

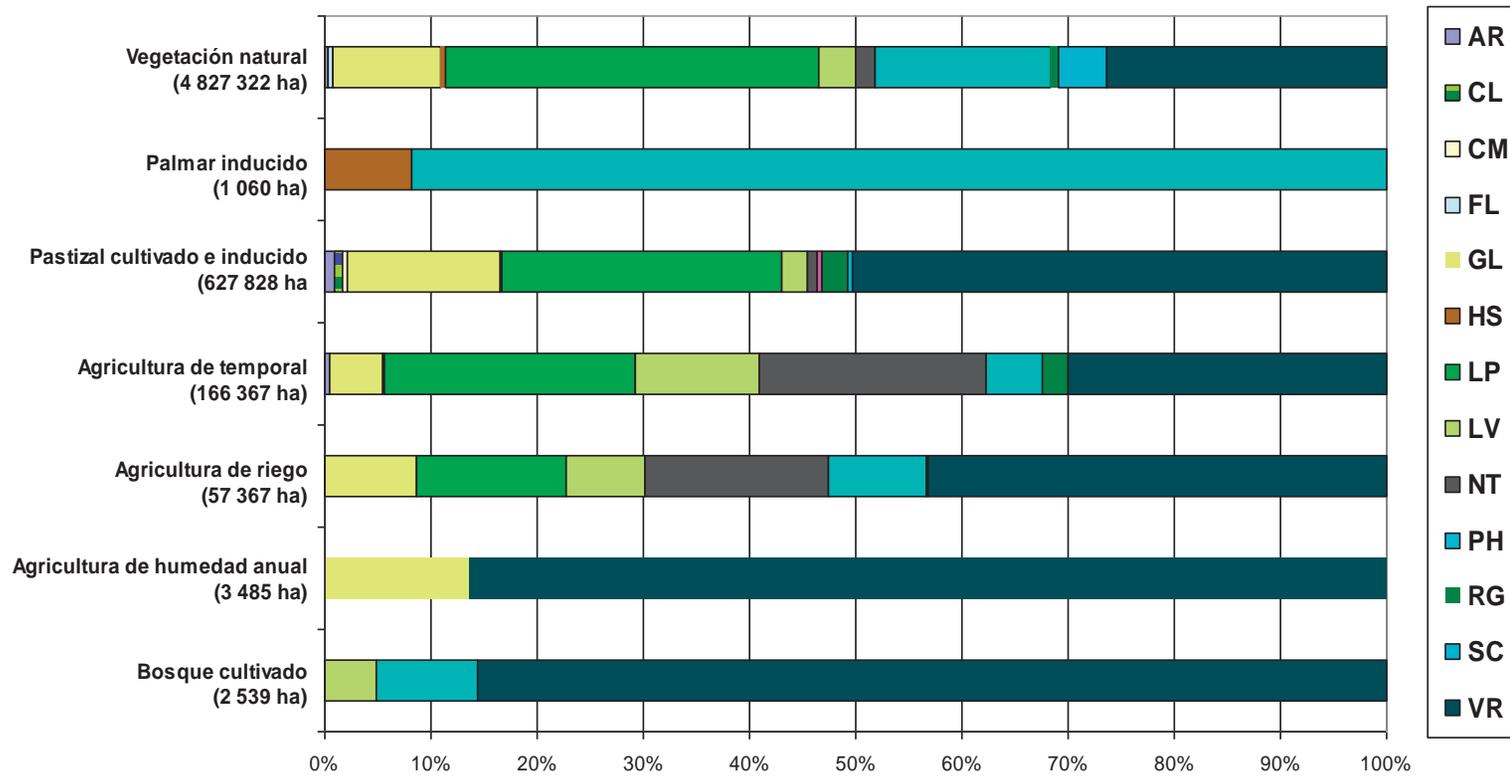
tales, construcción de terrazas o bordos transversales a la pendiente, los cuales se pueden construir a partir de las rocas, que son comunes en este tipo de suelo.

VERTISOLES

Son suelos con una gran proporción de arcilla expandible, lo que causa que en tiempo de secas se formen grandes fisuras de la superficie del suelo hacia abajo. Estos suelos son los más utilizados en los sistemas de producción primaria en el estado de Campeche (figura 1) y los segundos en la superficie que ocupan, 29.3% del Estado (Cap. Suelos. p. 22, figura 2). Se distribuyen en tierras planas y son potencialmente buenos para la agricultura y ganadería, debido a un elevado contenido de materia orgánica y nutrientes, así como tener una profundidad mayor a un metro. Su principal limitación de uso es su textura arcillosa; por lo cual en la época de secas son muy duros y en la de lluvias son muy pegajosos. La principal actividad en este tipo de suelos es la ganadería (figura 1), que a su vez es la actividad de producción primaria de mayor extensión en el Estado (figura 2), con una superficie de 1 478 330 ha. Como segunda actividad productiva en estos suelos, se practica la agricultura de temporal, gran parte de la cual es agricultura de roza y quema. En menor proporción, se practica tanto la agricultura de riego para la producción de hortalizas, tales como la sandía, el tomate, chile y papaya, así como la agricultura de humedad, que depende de la humedad residual y no del temporal.

El alto contenido de arcilla en estos suelos hace que la infiltración del agua sea lenta, incrementando la escorrentía superficial, lo que a su vez aumenta la erosión del suelo. Los Vertisoles con drenaje impedido son particularmente susceptibles a la salinidad.

Se recomienda no cultivarlos en húmedo, protegerlos del impacto directo de la lluvia, manteniendo una cobertura vegetal para evitar la escorrentía, incorporar materia orgánica en el suelo en forma de



LP=Leptosol, VR=Vertisol, PH=Phaeozem, GL=Gleysol, SC=Solonchak, LV=Luvisol, NT=Nitisol, RG=Regosol, HS=Histosol, FL=Fluvisol, AR=Arenosol, CL= Calcisol, CM= Cambisol

Figura 1. Distribución en porcentaje por superficie ocupada por tipo de suelo en los diferentes usos de suelo del estado de Campeche. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2005.

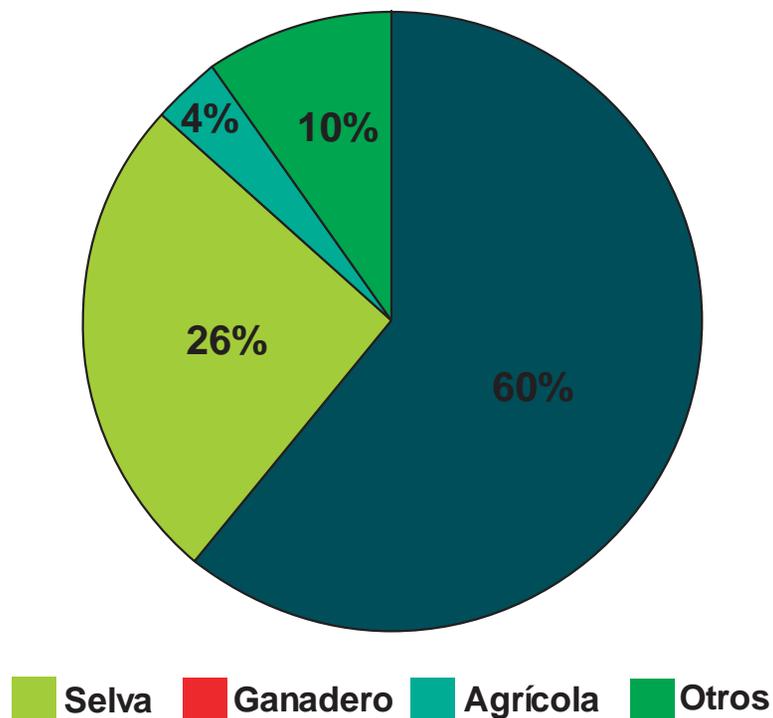


Figura 2. Uso del suelo y cobertura vegetal en el estado de Campeche, 2008. Fuente: Gobierno del Estado 2008.

residuos de cultivo para favorecer el mejoramiento de su estructura y darle un seguimiento a la concentración de sales.

PHAEOZEMS

Estos son suelos con un horizonte superficial oscuro rico en materia orgánica. En el estado de Campeche están estrechamente relacionados con los Leptosoles réndzicos, la principal diferencia entre ellos es la profundidad efectiva del suelo (profundidad a la roca o material calcáreo). Los Phaeozems, igual que los Leptosoles, tienen como uso principal el ganadero, seguido de agricultura de temporal y agricultura de riego. Una de las principales limitaciones para ser usados en agricultura es su pH básico, lo que puede reducir el aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas.

GLEYSOLES

Estos son suelos que ocupan las partes bajas en el paisaje, en terrenos con drenaje deficiente, por lo que son susceptibles a las inundaciones. Por lo mismo, presentan coloraciones de verde a azuladas y moteado de color rojo-cobrizo en conductos o poros del suelo donde hubo oxidación. Ocupan una superficie considerable en el estado de Campeche (10.5%). La principal limitación para su uso es el exceso de agua, pero pueden llegar a tener una buena producción de pastos, si estos se desarrollan bien en un ambiente con exceso de humedad. Por otra parte, la agricultura de temporal y de humedad son los usos más importantes en estos suelos, aunque es importante mantener un buen drenaje. Estos suelos corren riesgo de degradación por salinidad y por alteración de su estructura. Por consiguiente, se recomienda mantener la vegetación natural en los Gleysoles de tierras bajas.

SOLONCHAKS

Suelos salinos y por ello también son conocidos con este nombre. Estos suelos son muy particulares, se encuentran en la costa sur y norte del Estado, por su naturaleza tan salina albergan un tipo de vegetación muy específica: manglares, popales y tulares. Debido al riesgo que existe de una intrusión salina al acuífero de agua dulce de tierra adentro, no se debería pensar en otro uso para estos suelos, que el de sostener los ecosistemas costeros que los hospedan.

LUVISOLES Y NITISOLES

Son suelos muy similares en sus propiedades; por ejemplo, ambos tienen un subhorizonte arcilloso. Los Luvisoles son suelos cuya característica principal es la diferenciación en textura a lo largo del perfil; presentan un horizonte superficial con poca arcilla, la cual se ha acumulado en el horizonte inmediato inferior. De los suelos que se reportan en el estado de Campeche, los Luvisoles son los más fértiles, poseen buenas características físicas, químicas y biológicas para la agricultura. Son, junto con los Nitisoles, los únicos suelos en el Estado, cuyo uso principal no es el ganadero sino el agrícola. Los principales cultivos sembrados en los Luvisoles son: el maíz, sorgo, sandía, jitomate, chile habanero y otros. Estos suelos son altamente valorados por la comunidad Menonita de Campeche, quienes practican en ellos una agricultura intensiva; la cual consiste en el uso de maquinaria pesada, implementos sofisticados e insumos como fertilizantes y pesticidas. Los Nitisoles son muy similares a los Luvisoles en coloración, propiedades físicas y biológicas; sin embargo, difieren en fertilidad, pues son más intemperizados que los Luvisoles y por lo tanto, tienen una menor disponibilidad de nutrimentos para las plantas. No obstante, son ampliamente utilizados en agricultura (figura 1).

Ambos suelos corren el riesgo de contaminación y pérdida de la fertilidad por sobre-explotación, así como por compactación y sellamiento por el uso de maquinaria agrícola. Se recomienda no trabajar los suelos cuando estén húmedos, el uso de fertilizantes orgánicos, control biológico de plagas y enfermedades y mantenimiento de los suelos con una cobertura vegetal.

Existen otros suelos en el estado de Campeche además de los ya señalados (figura 1), sin embargo, solo ocupan una pequeña superficie del Estado; en la tabla 1 se enlistan los usos más apropiados para cada unidad de suelo de acuerdo a sus características fisicoquímicas.

COBERTURA VEGETAL/USO DEL SUELO Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Cobertura vegetal/uso del suelo

Campeche es uno de los estados de la República Mexicana con mayor cobertura de vegetación original, esto quiere decir no inducida. Más del 60% de la superficie del estado está cubierta de selvas, el 26% se ocupa en actividades ganaderas, el 4% en actividades agrícolas y el 9% tiene otra cobertura o usos (figura 2), entre los que se incluyen: matorrales, superficies en descanso, acahuales sin uso aparente, cuerpos de agua, marismas, sitios de explotación minera, de infraestructura y asentamientos humanos.

Sistemas de producción

A continuación se describen los sistemas de producción más importantes en el estado de Campeche, los procesos de degradación de la tierra y las prácticas de conservación de suelos asociadas a estos sistemas de producción.

Tabla 1. Usos potenciales de los suelos distribuidos en Campeche.

	Vegetación natural	Pastizal	Agricultura de temporal	Agricultura de riego	Agricultura de humedad	Bosque cultivado	Palmar inducido
Leptosol	A1	A3	A2	A3	NA	A2	NA
Vertisol	A1	A3	A2	A2	A2	A2	NA
Phaeozem	A1	A3	A2	A3	NA	A2	NA
Gleysol	A1	A3	A3	NA	A1	NA	NA
Solonchak	A1	NA	NA	NA	NA	NA	A3
Histosol	A1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nitisol	A1	A1	A1	A1	NA	A1	NA
Luvisol	A1	A1	A1	A1	NA	A1	NA
Cambisol	A1	A1	A1	A1	NA	A1	NA

(A1: Altamente apta; A2: Medianamente apta; A3: Marginalmente apta; NA: No Apta. FAO 2003).

Ganadería. Campeche ocupa una extensión de 1 478 330 ha (Gobierno del Estado de Campeche, 2007), de las cuales 627 828 ha se encuentran en pastizales cultivados e inducidos; la superficie restante se desarrolla en acahuals, selva y sabanas (INEGI, 2005). Es una ganadería principalmente extensiva y particularmente bovina, de baja tecnología y de doble propósito: producción de carne y leche. Últimamente la ganadería ovina está ganando terreno en el Estado. La actividad ganadera conduce a la pérdida de selvas y a la disminución de la vegetación. Con relación a los suelos, estos sufren por compactación y pérdida de estructura, lo cual resulta en una reducción de la aireación del suelo e infiltración del agua, y consecuentemente aumenta el potencial de la erosión hídrica. La compactación del suelo por el pisoteo de ganado es más severa si los suelos están húmedos y tienen un alto contenido de arcilla, por lo cual los Vertisoles, Gleysoles, Luvisoles y Nitisoles son particularmente susceptibles a la degradación.

Agricultura de roza y quema. En gran parte del territorio campechano se practica la agricultura de roza y quema, la cual representa una forma no sustentable de agricultura derivada del antiguo sistema agrícola de roza, tumba y quema (RTQ). La sustentabilidad del antiguo sistema se fundamenta en el tiempo de descanso suficiente para que la tierra recupere su fertilidad (Pool y Hernández, 1987). Sin embargo, la agricultura de roza y quema actual consiste en tirar una porción de acahuals menores de 10 años de desarrollo, se quema la biomasa cortada, se cultiva la tierra durante dos a cuatro años y luego se deja la tierra en descanso entre 5 y 10 años. Tiempo que no es suficiente para que el sitio recupere su fertilidad, y a partir de aquí se comienza el ciclo nuevamente. Este insuficiente tiempo de descanso en la actualidad, es consecuencia de la presión demográfica y la legislación ecológica para frenar la deforestación, misma que prohíbe derribar acahuals con 15 o más años en descanso. Existen diversas estrategias

de mejoramiento de estos sistemas de cultivo, una de las cuales es el uso de sistemas agroforestales utilizando especies locales de alto valor económico. Sin embargo, como la calidad de las tierras es altamente heterogénea se requiere conocerlas para diseñar estrategias de uso múltiple o multiespecíficas (con diversas especies vegetales). De la misma manera, se recomienda el cultivo de abonos verdes, como el frijol “nescafé” (*Mucuna spp.*) y la incorporación de restos orgánicos (mulching) al suelo.

Cultivo de la caña de azúcar. En el Estado esta actividad abarca una superficie de 8 mil hectáreas (zafra 2005-2006), y se cultiva principalmente en Vertisoles, Luvisoles, Nitisoles y Phaeozems. De los principales problemas de degradación en suelos cañeros se identifican: la compactación, debido al uso de maquinaria pesada, tanto en el cultivo como en la cosecha; y por tratarse de un cultivo semi-perene e intensivo, la pérdida de nutrientes por lixiviación, contaminación por pesticidas, fertilizantes inorgánicos aplicados, y pérdida de materia orgánica y biota del suelo. Se recomienda el uso de llantas anchas en la maquinaria, y no trabajar ni transitar cuando se encuentren húmedos, para evitar alterar la estructura del suelo. Se recomienda también incorporar residuos orgánicos, desechos de la cosecha y el bagazo, producto de la trituration de la caña en la fábrica, para mantener y mejorar la estructura del suelo. Es favorable tener un programa de fertilización coherente con las necesidades del cultivo y las condiciones del suelo para evitar su aplicación en exceso. El control biológico es recomendable contra las plagas de la caña, así como la rotación de cultivos.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

Se puede decir que una buena parte de los suelos de Campeche, aproximadamente el 50% de la superficie del estado, compite favorablemente con los suelos mejor conocidos como tropicales, aquellos

que aparecen en los libros de texto y que deben su calificativo a los estudios realizados en regiones del trópico ecuatorial. Aquellos que por las altas temperaturas ambientales, alta precipitación, y el largo tiempo de meteorización son ácidos, pobres en nutrientes y poco productivos. Por otro lado, Campeche conserva todavía en buen estado, gran parte de sus recursos naturales; muestra de esto es que más del 60% de su territorio está cubierto de selva. Sin embargo, las amenazas están latentes, los sistemas de uso de la tierra generan en menor o mayor grado algún problema de degradación de los suelos, por lo que es necesario reconocer la resiliencia de cada tipo de suelo para promover su conservación y realizar un manejo sustentable adecuado.



Foto: Victor Kú, ECOSUR.

REFERENCIAS

- FAO, 2003. Evaluación de tierras con metodologías de FAO. Santiago de Chile. 26 p.
- German Advisory Council on Global Change, 1995. World in transition: the threat to soils/1994 Annual Report. Economica Verlag GmbH, Bonn.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2008. Quinto Informe de Gobierno 2007-2008. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Campeche, Camp. México.
- Hauck, F. W., 1974. Shifting cultivation and soil conservation in Africa. *FAO Soils Bull.*, 24:1-4.
- Illsley Granich, C., 1984. Vegetación y producción de la milpa bajo roza-tumba-quema en el ejido de Yaxcabá, Yucatán, México. Tesis en Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 204 p.
- INEGI, 2005. Uso del Suelo y Vegetación serie III, conjuntos E1503, E1506, E1505, E1509, F1512, F1610, E1601, E1604. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- Pool N. L., y E. Hernández X, 1987. La intensificación en la producción maicera bajo roza-tumba-quema en Yaxcabá, Yucatán, México. *Terra*, 5(2): 149-162.
- SEMARNAT, Colegio de Postgraduados, 2003. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000*. Memoria Nacional 2001-2002. México. figura 1. Distribución en porcentaje por superficie ocupada por tipo de suelo en los diferentes usos de suelo del Estado de Campeche.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Reforestación

Victor Manuel Kú Quej

La acelerada pérdida y degradación de selvas y bosques templados es uno de los problemas ambientales más severos del país; trayendo consigo múltiples impactos como cambios microclimáticos, la reducción de la recarga de acuíferos, la erosión de suelos, el azolve de presas y lagos, pérdida de la biodiversidad y la emisión de gases de invernadero que contribuyen al cambio climático global, entre otros problemas.

Son los incendios forestales, la apertura de nuevas áreas para actividades agropecuarias, la extracción de madera y las políticas de subsidios contrarias al sector forestal las principales causas de la deforestación. Se estima a nivel nacional una tasa de deforestación de entre 500 a 700 mil hectáreas por año. (Mas, 2005; FAO, 2006)

Para el caso de Campeche, uno de los procesos de deforestación masiva se dio en los años 70 en el Valle de Yohaltún, localizado en la parte central del Estado, donde se deforestaron cerca de 20 mil ha de selvas para dar paso al cultivo del arroz. Por otro lado, la colonización del sur del Estado, en esta misma década, continuó hasta mediados de la década de los 90, devastaron grandes extensiones de selvas.

Para el año 1997, la superficie forestal era de 3 731 175 ha (Gobierno del Estado de Campeche, 1998), y para el año 2007 la superficie estatal ocupada por vegetación original era de 3 465 055 ha (Gobierno del Estado de Campeche, 2008), lo que representa una reducción de 266 120 ha; es decir 26.61 ha por año. Este dato contrasta fuertemente si consideramos que de 1976 al 2000, se perdieron un total de 9.5 millones de ha de vegetación original (INEGI, 1976; INEGI, 2002; Velázquez *et al.*, 2002).

Por ello, la pregunta necesaria es: ¿Cuál es la situación actual, cuántas hectáreas quedan en estado primario, cuál es la tasa de deforestación anual?

Ante este panorama, se han implementado diversas políticas de recuperación, restauración y conservación de los bosques y las selvas, en las cuales se incluyen los programas de reforestación. De acuerdo a

cifras oficiales, para el año 2004 se habían reforestado un total de 1.75 millones de hectáreas en todo el país (SEMARNAT, 2006); para el año 2008 la meta fue reforestar 642 mil ha; sin embargo, el porcentaje de supervivencia es mínima 10% (SEMARNAT, 2002; Magallon 2008)

En la actualidad, el estado de Campeche cuenta con dos instancias gubernamentales que promueven la reforestación: la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), mediante el Proárbol y la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Gobierno del Estado a través del Programa Estatal de Reforestación.

En el período comprendido entre 1998 y 2001, la superficie reforestada en el Estado fue de 51 289 ha, representando los años con más esfuerzo en la recuperación de zonas deforestadas.

La superficie reforestada de manera oficial en el Estado de 1993 al 2007 es de 86 977 ha, distribuidas en los 11 municipios que integran la geografía estatal; pues se destacando los municipios de Calakmul, Candelaria y Escárcega; busca plantar en zonas de acahual principalmente y en áreas dedicadas a la agricultura y ganadería, bajo esquemas de asociación como los agroforestales y silvopastoriles en menor medida. De las especies más utilizadas se tienen el cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*); estimamos un 60% del total de plantas producidas; y el restante 40% con diversas especies como Maculis (*Tabebuia chrysantha*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Pich (*Enterolobium cyclocarpum*) y Ciricote (*Cordia dodecandra*), principalmente.

Como sucede a nivel nacional, no se cuenta con información actualizada y confiable sobre las tasas de supervivencia de las reforestaciones en Campeche; sin embargo, consideramos que no es mayor al 10%. Las causas de este bajo porcentaje son diversas; en primera instancia se encuentra la calidad de la semilla utilizada, no existe un esquema claro para la selección de árboles productores de semilla que garanticen una buena calidad genética de la semilla y por tanto, de las plantas a producir.

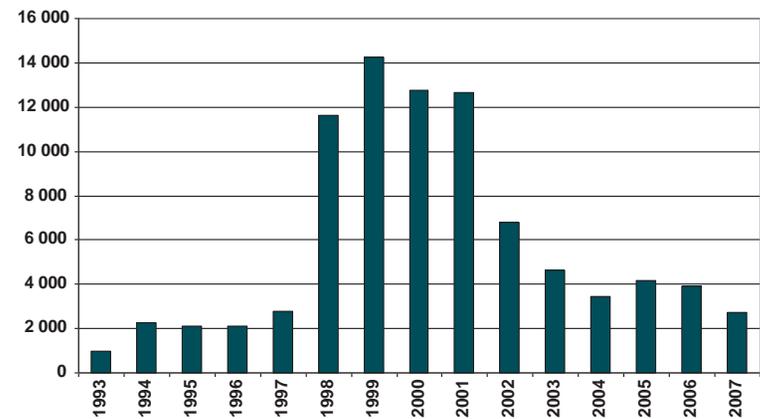


Figura 1. Superficie reforestada del estado de Campeche (ha) 1993-2007.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAFOR, SEMARNAT y Gobierno del Estado, 2008.

Otro problema aún más grave es la entrega a destiempo de la planta. Las plantas una vez plantadas en el campo, dependen para su supervivencia de las lluvias, por lo que deberían ser plantadas durante el mes de mayo; sin embargo, la entrega de la mayor cantidad de planta se realiza normalmente a partir del mes de julio y agosto; precisamente en la temporada de canícula y con muy poco tiempo de lluvias por delante.

Por otro lado, es importante reconocer que la gran mayoría de las personas se involucra en las actividades de reforestación debido al subsidio que le otorgan, y al momento que este se termina, las plantaciones son abandonadas. La reforestación, en busca del enriquecimiento de acahuales y en sistemas agroforestales, está resultando una alternativa mucho más atractiva para el productor, ya que además de obtener el subsidio, tiene la posibilidad de tener cosechas para el autoconsumo.

No cabe duda de que si nosotros no valoramos nuestras selvas y no vemos una ventaja en mantenerlas de pie y en buen estado de conservación, no habrá manera de detener la deforestación y de tener campañas exitosas de reforestación. De esta manera, claro que perderíamos nuestras selvas en el presente siglo. La política gubernamental de promover el Manejo Forestal Sustentable, por parte de los poseedores del recurso, se vislumbra como una alternativa viable para frenar esta tendencia.

REFERENCIAS

- Busch, C., 2006. Deforestation in the Southern Yucatán: Recent trends, their causes, and policy implications. Unpublished doctoral dissertation. University of California, Berkeley.
- CONAFOR, 2008. Cuadros estadísticos de Incendios Forestales, Plantas para reforestación y superficie Reforestada. Comisión Nacional Forestal 2008.
- FAO, 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe. Estudios FAO Montes: 148. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 200 p.
- Gobierno del Estado de Campeche, 1998. Primer Informe de Gobierno 1997-1998. Lic. Antonio González Curi. Campeche, Camp. México.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2005. Segundo Informe de Gobierno 2004-2005. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Campeche, Camp. México.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2006. Tercer Informe de Gobierno 2005-2006. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Campeche, Camp. México.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2007. Cuarto Informe de Gobierno 2006-2007. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Campeche, Camp. México.
- Gobierno del Estado de Campeche, 2008. Quinto Informe de Gobierno 2007-2008. Lic. Jorge Carlos Hurtado Valdez. Campeche, Camp. México.
- Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2002. Cambio de uso del suelo y vegetación 2000. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.

- INEGI, 1976. Cartografía de uso del suelo y vegetación serie I 1976. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
- INEGI, 1993. Cartografía de uso del suelo y vegetación serie II 1993. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
- INEGI, 2002. Cartografía de uso del suelo y vegetación serie III 2002. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México.
- Magallón L., H., 2008. Nota periodística. www.ecoportal.net. Consultado el 15 de enero del 2010.
- Mas, J.F., 2005. Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring & Assessment*, 105(1-3):69-80.
- Masera, O.R., 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (gira). Documento de trabajo núm. 19. México.
- Paz, M.F., 1995. Selvas tropicales y deforestación, apuntes para la historia reciente del trópico húmedo mexicano. p. 53-5. In: *De Bosques y Gente: Aspectos Sociales de la Deforestación en América Latina*. CRIM/UNAM, Cuernavaca, Mor., México.
- Primack B.R., Bray D., Galletti H.A., y Ponciano I., 1999. La Selva Maya Conservación y Desarrollo. p. 120-123. In: D. Acopa y E. Boege. *Las Selvas en el Sur de Campeche, México. Experiencias en la Construcción de la Forestería Social en Calakmul. Siglo XXI editores*. 475 p.
- Repetto, R., 1990. Deforestación en los trópicos. *Investigación y Ciencia*, 165:10-17.
- SEMARNAT, 2006. El Medio Ambiente en México 2005: Resumen. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 91 p.
- SEMARNAT, 2002. Comunicado de prensa Núm. 006/08, 23 de enero de 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- SEMARNAT, 1995. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995.
- SEMARNAT, 1996. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1996.
- SEMARNAT, 1997. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1997.
- SEMARNAT, 1998. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1998.
- SEMARNAT, 1999. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1999.
- SEMARNAT, 2000. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000.
- SEMARNAT, 2001. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001.
- SEMARNAT, 2002. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2002.
- SEMARNAT, 2003. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2003.
- SEMARNAT, 2004. Anuario Estadístico de la Producción Forestal.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2004.
- SEMARNAT, 2007. Cuadros estadísticos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Velázquez, A., J. F. Mas, G. J. Díaz, S.R. Mayorga, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio, 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62: 21-37.

Restauración de los ecosistemas de manglar

Claudia Agraz-Hernández,

J. Ostin-Sáenz,

C. García-Zaragoza,

E. Chan-Canul

y C. Chan-Keb

Los ecosistemas de manglar son considerados como uno de los ambientes más productivos del planeta. Sin embargo, estos presentan un deterioro creciente, calculándose el 19.6% de pérdida de cobertura de manglar a nivel mundial de 1986 a 2001 (OIMT, 2001). En el caso de los bosques de manglar mexicanos, a pesar de que su cobertura representa la décima parte del total mundial y la cuarta parte a nivel Latinoamérica, estos tuvieron una tasa de deforestación del 34% durante el periodo de 1971 al 2000. A nivel estatal, la pérdida de la cobertura de manglar en México presenta gran variabilidad en sus estadísticas, ya que es muy difícil nombrar una cifra exacta por ser ecosistemas de naturaleza dinámica y sujeta a una significativa interferencia; así como por la heterogeneidad de los métodos que han sido usados para determinar la cobertura de mangle. En el caso del litoral del Golfo de México, Agraz-Hernández *et al.* (2007) establecieron que Campeche (29%), Tabasco (26%) y Veracruz (22%) fueron los estados que presentaron mayor pérdida de cobertura de manglar a lo largo del periodo de 1966 a 1991. Atribuyeron, además y primordialmente, su deterioro a la construcción de termoeléctricas, asentamientos y descargas de aguas urbanas, al turismo, la construcción de carreteras y las actividades petroleras. El deterioro ha afectado la calidad y la cantidad del agua de los cuerpos adyacentes, y por ello presenta un aumento en su turbidez, sedimentación y eutrofización.

Por otra parte, y a pesar de que Campeche tiene la mayor cobertura de manglar en el ámbito nacional (194 190 ha, CONABIO, 2009), existen pocos, deficientes y dispersos estudios sobre su estado natural y el grado de deterioro del mangle para la región de la Reserva de la Biosfera Los Petenes y Champotón, con excepción del Área de Flora y Fauna laguna de Términos. Estos ecosistemas son relevantes debido a que mantienen una alta productividad, expresada indirecta y principalmente en “producción pesquera-carbón-tinte-madera”.

En atención a lo anterior, en el estado de Campeche se ha incrementado el interés por la instrumentación de programas de restauración, y

acciones de rehabilitación y recuperación, como estrategias de manejo para revertir los efectos degradativos de ciertas actividades antropogénicas sobre estos ecosistemas.

En Campeche, la restauración se ha venido desarrollando desde una perspectiva técnica para generar herramientas útiles, que den solución a los problemas de conservación detectados en los bosques de mangle tales como: los efectos de borde y fragmentación, la generación de bancos genéticos *ex situ*, la conservación integrada y el desarrollo sustentable. Se han instrumentado además iniciativas de restauración de los ríos y riachuelos, y la reforestación (bajo diferentes densidades) en los bosques de mangle impactados. Agraz-Hernández *et al.* (2007) sugieren que estas técnicas son consideradas como las mejores opciones para revertir los efectos, con el fin de retornar a un estado lo más cercano al bosque original y estimular además la reforestación natural y la obtención de beneficios a mediano y largo plazo: naturales (favorables a la biodiversidad presente) y económicos (para impulsar el desarrollo de las comunidades humanas asentadas en sus áreas de influencia). Los daños principales incluyen las alteración de las condiciones fisicoquímicas del agua superficial e intersticial, como la salinidad, la concentración y disponibilidad de diversos nutrientes y el grado de acidez-alcalinidad.

Cabe destacar que en el ámbito internacional son también escasos los programas de restauración de los humedales costeros (especialmente en manglares). Esto se debe probablemente a que se trata de ecosistemas altamente dinámicos, lo cual dificulta el establecimiento de líneas de acción específicas sin la intervención de especialistas en el tema. Sin embargo, a principios de 1980 en Estados Unidos y en 1995 en México se inició la aplicación de técnicas de restauración hidrológica como una estrategia para la recuperación de los ecosistemas de mangle. Dichas técnicas pueden llegar a incrementar la sobrevivencia o disminuir la mortalidad de algunas especies de mangle en sitios donde se alteró el patrón hídrico. Un ejemplo de ello es la

restauración de zonas de marismas en California, los pantanos de los Everglades en Florida, así como la restauración de los manglares en Tailandia, Puerto Rico, Colombia y México (Berger, 1976; Lewis, 1982; Flores Verdugo y Agraz Hernández, 1995; Chan, 1996; Untawale, 1996; Agraz Hernández, 1999; Sánchez Páez, 2000; Saenger, 2002; Benítez Prado, 2003; Agraz-Hernández *et al.*, 2004). Los costos de los programas de restauración son altamente variables, desde USD \$ 1 140 hasta USD \$ 6 545 /ha e incluso puede llegar hasta USD \$ 216 000 /ha (utilizando árboles) o bien hasta USD \$ 70,000 /ha (al construir canales artificiales). Estas variaciones dependen sobre todo de diversos factores locales tales como: la mano de obra, las características del sitio (facilidad de acceso, tamaño y calidad), la cercanía de las áreas para la colecta de propágulos, el establecimiento de viveros, la selección del tipo de material biológico a usar, los materiales para la construcción y operación de viveros y colecta de propágulos y plántulas, la densidad de siembra, así como el grado de mortalidad (sustitución de plántulas muertas).

Como hemos enfatizado, los programas de restauración en México son pocos, por lo cual es realmente escasa la información al respecto de sus costos. Sin embargo, se estiman costos parciales de USD \$ 58 a USD \$ 74/plántula producida en un vivero, de USD \$ 3.15 hasta USD \$ 7.0/m³ de excavación; mientras que el mantenimiento de los canales artificiales se ha situado en USD \$ 1.58/m. Al igual que el costo de la reforestación, el precio por excavación de canales es muy variable, ya que se deben considerar los costos de desplazamiento de los jornales, la condición del suelo y la ubicación/distancia del área. Algunos especialistas estiman necesaria una inversión de USD \$ 12 840 y hasta USD \$ 68 469/ha para la realización de un programa que incluya acciones de restauración hidrológica, producción de plántula en vivero y reforestación (Benítez Prado, 2003; Agraz-Hernández *et al.*, 2004).

Específicamente, en el estado de Campeche se han realizado programas de reforestación en Isla Arena, Atasta e Isla del Carmen. Los



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.

programas de restauración son escasos y pocos validan su éxito o bien es mínima la información disponible al respecto. Sin embargo, como parte de plan de manejo para los ecosistemas de manglar en el estado de Campeche, se tiene bien documentado el programa de restauración que se realiza en el Área Natural Protegida Laguna de Términos, llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Campeche desde hace cinco años, con la intervención de los especialistas adscritos al Laboratorio de Humedales Costeros con especialidad en manglares del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, y apoyado por la Comisión Federal de Electricidad (proyecto RGCPTT-UAC/CPS-001/04).

El área de restauración de este programa se encuentra en la parte medio oeste, del sotavento de la Isla del Carmen, en el Área Natural Protegida Laguna de Términos y corresponde a una franja más o menos paralela a la isla, ubicada en las coordenadas $18^{\circ} 43'$ y $18^{\circ} 42'N$ y $91^{\circ} 38'$ y $91^{\circ} 37'W$. Como medida de compensación, se desarrolló un programa de restauración hidrológica, reforestación con *Avicennia germinans*, basado en el establecimiento de un área apta para la restauración y una zona de monitoreo (bosque conservado y con disponibilidad de germoplasma de calidad).

Dicha selección se efectuó sobre la base de un diagnóstico ambiental en el área de restauración (manglar muerto), mediante la determinación del número de árboles por hectárea (para definir la producción de plántulas en el vivero y la densidad a reforestar), la variación del nivel del suelo (establece el tiempo y la amplitud de inundación por el agua de mar y durante la época de lluvias), el comportamiento de la cantidad de oxígeno, concentración de la salinidad y los nutrientes del agua que pasa por el sedimento. Se identificó y cuantificó el impacto sobre el ecosistema por las actividades antrópicas para ser mitigados. Finalmente se determinó el tiempo, amplitud y frecuencia de inundación del agua que llega al área por el mar y por los escurrimientos del agua dulce por las lluvias, tanto por arriba del sedimento, como el agua que

fluye dentro del mismo. Asimismo, en un bosque conservado de manglar adyacente al área de restauración se efectuaron las determinaciones antes citadas, de la orilla de la laguna hacia el interior del bosque y hasta terminar el manglar. Esto con la finalidad de ser usado como referencia del área a restaurar, para comparar el antes y después de la rehabilitación hidrológica, poder establecer el momento de la siembra (al mejorar las condiciones y/o punto de similitud con las condiciones ambientales con el bosque de referencia) y conocer si las condiciones ambientales en las que crecen las plántulas reforestadas, son similares a un bosque conservado. Estas comparaciones se efectuaron a través de las características del agua y sedimento antes citadas, asimismo, a través del crecimiento en términos de altura de las plántulas reforestadas contra las del bosque de referencia. Estableciéndose así, a su vez el éxito del programa de restauración y su permanencia.

A partir de la información generada, se definió la estrategia para la restauración hidrológica, que derivó en la determinación del número, dimensión y ubicación de los canales artificiales, así como la selección de las especies de mangle adecuadas y la determinación de la cantidad de plántulas a producir en el vivero, según la necesidad de las áreas a reforestar.

MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

El programa de restauración hidrológica y reforestación con plántulas de vivero de *Avicennia germinans* comprendió un área total de 30 ha. El programa involucró la construcción de un canal principal (de dos metros de ancho por un metro de profundidad y un kilómetro de longitud) y 4.8 km de canales secundarios (un metro de ancho por sesenta centímetros de profundidad) conectados al canal principal en forma de espina de pescado. Se estableció además una red de muestreo de la concentración y disponibilidad de los nutrientes (nitritos, nitratos,

amonio y fosfatos), cantidad de sales, oxígeno disuelto, y temperatura del agua intersticial mediante parcelas de reforestación (60 X 60 m) distribuidas sobre el total del área a restaurar. El costo fue de USD \$ 3.15/m³ de excavación, USD \$ 150.00 por la limpieza de las parcelas (remoción de los árboles muertos y de la vegetación invasora), USD \$ 1.58 /m de mantenimiento y el monitoreo anual de los parámetros químicos del agua intersticial y biológicos (censos mensuales de supervivencia y crecimiento) de USD \$ 3 190/30 ha.

La reforestación en las parcelas se efectuó a una distancia de siembra entre plántula y plántula de 1.5 m, con una sobrevivencia del 89% del 2006 al 2009 y una tasa de crecimiento promedio de 1.15 ± 0.15 m² año⁻¹.



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.

La rehabilitación hidrológica presentó grandes beneficios en cuanto a la calidad del agua y a la sobrevivencia de las plántulas, ya que aunque la concentración de salinidad disminuyeron tan solo 5 g/L, la cantidad de oxígeno en el agua que pasa por el sedimento, se incrementó sustancialmente durante la época de sequía (época crítica para las plántulas, de -350 mV a -195 mV). El proyecto de restauración de las 30 ha de manglar muerto, a su vez benefició económicamente con el pago de horas-hombre a los pescadores de Isla Aguada, con un total de pago de jornal de 23 671 horas/hombre, de las cuales 9 600 h/hombre se asignaron para la construcción de canales, 7 111 h/hombre para siembra, 2 400 h/hombre para colecta y siembra en las charolas de vivero, 2 400 h/hombre en el mantenimiento del vivero, 1 440 h/hombre en el mantenimiento de parcelas y 720 h/hombre mantenimiento de canales por año).

Adicionalmente al programa de compensación se forestaron 5 ha en dos bajos de marea con plántulas de *Rhizophora mangle* producidas en el mismo vivero bajo las mismas condiciones, densidades y costo que las plántulas de *A. germinans* reforestadas en las parcelas. La sobrevivencias en la producción fue del 98% en el 2007 y las tasas de crecimiento en el vivero de $50.0 \pm 2.0 \text{ cm} \cdot 4 \text{ meses}^{-1}$. El costo por siembra para la forestación fue de \$2153 pesos/ha con siembra directa (*in situ*, propágulos) y \$136,156 pesos/ha.

Aunque en el contexto de la recuperación del hábitat los resultados apuntan al éxito de este programa, conviene destacar que este programa dio origen a una nueva alternativa de ingresos económicos inmediatos y beneficio indirectos a largo plazo para los pescadores de la población de Isla Aguada, al especializarse como técnicos (“*manglares*”), creándose 50 empleos temporales.



Foto: Claudia Agraz-Hernández, Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- Agraz-Hernández, C.M., 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa Noroccidental de México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. 132 p.
- Agraz Hernández, C.M., J. Osti-Saénz, C. García-Zaragoza, C. Chan Keb, E. Chan-Canul, y R. Arana-Lezama, 2004. Reforestación y monitoreo de 17.5 ha con manglar al norte de la laguna de Términos, Campeche. Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. Apoyado por la Comisión Federal de Electricidad. Informe técnico. 230 p.
- Agraz-Hernández, C.M., J. Osti-Sáenz, Jiménez-Zacarías, C. García-Zaragoza, E. Chan-Canul, L. González-Durán, y A. Palomo-Rodríguez, 2007. Restauración con manglar: criterios y técnicas hidrológicas de reforestación y forestación. Universidad Autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal. México. 132 p.
- Bénitez-Prado, D. 2003. Creación de áreas de manglar en islas de dragados como apoyo potencial a las pesquerías en la Bahía de Navachiste, Sinaloa. México. Universidad Autónoma de Sinaloa y Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, Mazatlán.
- Chan, H.T., 1996. Mangrove reforestation in Peninsular Malaysia: a case study of Matang. p. 54-75. In: C. Field (ed.) Restoration of mangrove ecosystems. ISM/ITTO. Okinawa.
- Flores-Verdugo, F.J., y C.M Agraz-Hernández, 1995. Establecimiento y reforestación de tres especies de manglar en islas artificiales de la laguna de Cuyutlán, Colima. Proyecto. 3 de marzo de 1995. Semarnat. Del. Fed. Edo de Colima. 78 p.
- Lewis, R.R., 1982. Mangrove forests. p. 153-172. In: R.R. Lewis (eds.) Creation and Restoration of Coastal Plant Communities. CRC Press. Boca Raton, Florida. USA.
- Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), 2001. Informe complementario sobre la reunión internacional de expertos FAO/OIMT sobre el manejo de los incendios forestales.
- Saenger, P., 2002. Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation. Kluwer Academic Publishers. 359 p.
- Sánchez Páez, H., G. A., Ulloa-Delgado, y R. Alvarez León, 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Asociación colombiana de reforestación de ecosistemas de manglar. ISME Y OIMT.
- Untawale, A. Restoration of Mangroves along the Central West Coast of India. 1996. p. 117-118. In: C. Field. Restoration of mangrove ecosystems. International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japan.

Efectos del cambio climático en la biodiversidad

*Nuria Torrescano Valle,
Jorge Mendoza Vega
y Víctor Manuel Kú Quej*

La influencia del clima sobre la biodiversidad es parte de la dinámica natural de nuestro planeta, los eventos de larga duración como las glaciaciones (eras de hielo) y los de corta duración como los interglaciales (periodos cálidos como el presente Holoceno), han funcionado como mecanismo de recambio biológico. Raup y Sepkoski propusieron, en 1984, que existe una periodicidad de recambio de diversidad biológica a una tasa aproximada de 26 millones de años, que está relacionada con el cambio climático, aunque Benton *et al.* (2004) han determinado una tasa de 15 millones de años. Estos recambios son determinados por la dinámica de clima y los propios mecanismos de adaptación de las especies. Sin embargo, el clima actúa con diferente magnitud en el tiempo, lo cual pone a prueba constante la permanencia de las especies. Sobre todo cuando se suma el efecto del impacto de las actividades humanas sobre el sistema climático denominado *Cambio Climático Antrópico*, el cual tiene grandes repercusiones a corto y mediano plazo.

Durante el Holoceno temprano, cambios astronómicos y del planeta produjeron incremento en la temperatura global, uno de los efectos fue el deshielo de la Laurentida (hace 8 200 años) y el incremento en la precipitación, ambos produjeron el llenado de los lagos y ríos a nivel global y regional. El ambiente se tornó a cálido y húmedo, lo cual permitió el establecimiento de las selvas en la región. Durante el Holoceno medio, las selvas se encontraban ya bien establecidas, el clima fue más cálido y húmedo que en la actualidad (Markgraf 1989).

El clima se ha deteriorado en los últimos 3 000 años, se han presentado varias sequías y cambios importantes en el clima de la península de Yucatán y de la región circuncaribeña (Haug *et al.*, 2003). Los efectos de estos cambios han sido muy importantes en la dinámica de distribución de la actual diversidad biológica y en las poblaciones establecidas a lo largo del territorio de la península de Yucatán. Principalmente se han establecido diversas implicaciones del cambio climático en el colapso de la cultura maya (Folan *et al.*, 1983; Hodell

et al., 1995; Brenner, 2002; Haug, 2003; Mueller *et al.*, 2009; Torrecano *et al.*, en prensa).

Uno de los cambios más recientes de repercusión global ocurrió entre los años 1400 a 1800 de nuestra era, denominado la pequeña era de hielo, el avance de los glaciares provocó un cambio en los patrones climáticos, sobre todo en Europa, ocasionando inundaciones, hambruna, epidemias y la muerte de gran cantidad de personas. En la región Mesoamericana, el cambio se expresó con clima más seco y una reducción fuerte en la precipitación, las crónicas Aztecas y Mayas, además del registro paleoclimático son la fuente de evidencia (Gill, 2000; Hodell *et al.*, 2005).

El cambio climático, es un proceso natural de nuestro planeta que se manifiesta con el incremento de la temperatura media del aire, cambio en los patrones de precipitación y cambio en el nivel del mar. Sin embargo, la evidencia científica ha corroborado que la influencia humana ha provocado su aceleramiento (IPCC, 2007). Las consecuencias del aceleramiento se están registrando en eventos como los huracanes, los cuales se han incrementado en frecuencia e intensidad en los últimos 30 años (Emanuel, 2005), estos eventos son frecuentes en la región, su tendencia pone en riesgo a las especies y poblaciones humanas sobre todo de la costa.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) creado en 1988, con participación de las Naciones Unidas, se ha encargado de reunir a científicos expertos en la materia, recabar datos y estimar tasas de cambio, así como escenarios futuros, con el objetivo de emitir medidas de mitigación al cambio climático que deben ser tomadas en cuenta. El cambio climático y la falta de sustentabilidad en el manejo de los recursos naturales (altas tasas de deforestación, agricultura intensiva y pesquerías excesivas, entre otros) están afectando la dinámica climática del planeta, con efectos negativos importantes sobre la biodiversidad. Estudios de proyección de modelos muestran que los rangos ocupados por muchas

especies serán inhabitables para ellas cuando el clima cambie (IUCN, 2004). Aún bajo escenarios moderados, en los cuales la temperatura se incrementará en sólo 2°C, esas condiciones predicen una extinción de 30 a 50 % de las especies animales terrestres (IPCC, 2007). Thomas *et al.* (2004) demostraron que para el año 2050, y con un rango medio de incremento de temperatura, en México el rango de extinción de las especies se incrementará, con una pérdida estimada de entre 8 y 26% de especies de mamíferos, de 5 a 8% de aves y 7 a 19% de especies de mariposas.



Foto: Víctor Kú, ECOSUR.

La península de Yucatán es particularmente susceptible porque se ubica en una zona de transición entre climas secos y húmedos, tiene una alta influencia marítima y sufre regularmente el embate de fenómenos hidrometeorológicos, los cuales se están intensificando como resultado del calentamiento de la superficie oceánica (Orellana *et al.*, 2003). Es de esperarse que la biota restringida a rangos climáticos limitados y hábitats restringidos, como lo son las islas y penínsulas, sean más vulnerables a la extinción (IPCC, 2002a). De la misma manera, especies con características fisiológicas o fenológicas particulares, como las tortugas marinas y cocodrilos que son comunes en Campeche y la península de Yucatán, y que dependen de la temperatura para determinar su sexo, son especialmente expuestos.

Los humedales son altamente vulnerables al incremento del nivel del mar, la sumergencia es un proceso que ocurre cuando el nivel del mar es mayor a la tasa de sedimentación, la inundación produce la muerte de los manglares, marismas y sabanas que componen los humedales; Parkinson *et al.* (1994) estiman que un incremento en el nivel del mar ~8mm/año erradicará el 1.3% de los manglares del mundo. Además esto significaría la pérdida del margen costero por erosión de los sedimentos.

La elevación del nivel del mar causará perturbaciones importantes a la región de Los Petenes. La intrusión de agua salada en el acuífero de agua dulce en este ecosistema único, tendrá un impacto en las especies vegetales que dependen del agua dulce para su permanencia. Recordemos que los Petenes son formaciones de vegetación no halófila, rodeados de un ambiente salobre. Al haber intrusión de agua salina debido al aumento en el nivel del mar (IPCC, 2002b), esta vegetación desaparecerá. Y con ella muchas especies de animales que tienen como hábitat estas formaciones de vegetación.

El calentamiento global también alterará los tiempos de las sincronías ecológicas y desarrollo de comportamientos en varias especies. Cambios en la sincronía y fenología de varias especies de plantas

puede tener impacto profundo en las poblaciones de fauna silvestre y su papel ecológico que cumplen. Los diferentes tipos de selva de la península de Yucatán, son fuente de alimento de una gran diversidad de fauna y constituyen el segundo macizo forestal más importante del país, además de ser un corredor de comunicación con América Central y del Sur. Cualquier cambio en la distribución y abundancia tiene efectos directos sobre la fauna y, por tanto, constituye la pérdida de biodiversidad. Las tendencias estimadas en la reducción de precipitación hasta en un 20% (IPCC, 2007) e incrementos en la temperatura de 1 a 3°C, sugieren una fuerte alteración en la permanencia de las selvas, iniciando con una alteración de los tiempos, duración, sincronización de los eventos fenológicos, los cuales determinan la floración, producción de hojas y frutos y reproducción de la especies vegetales. Los efectos de este proceso son la alteración directa de los ciclos alimenticios y reproductivos de la fauna que depende de las especies vegetales. Valdez Hernández *et al.* (2009) encontraron que las especies de selvas caducifolias que mostraban alta resistencia a periodos de



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

escasez de agua, están siendo fuertemente afectadas en su fisiología y fenología con la disminución de la precipitación e incremento en la temperatura, aun cuando se localizan cerca de cenotes o cuerpos de agua. Además, algunas de la especies de árboles que producen frutos altamente consumidos por la fauna y son típicas de las sucesiones tardías, como el zapote (*Manilkara zapota*), ya muestran señales de afectación por el cambio climático: los frutos son más pequeños y el número de semillas ha disminuido (Weterings *et al.*, 2008).

Reyna-Hurtado (2007) y Reyes-Martínez (2008), mencionan que las especies estrechamente dependientes de cuerpos de agua en la península de Yucatán, como pecaríes de labios blancos (*Tayassu pecari*), tapir (*Tapirus bairdii*) y zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), actualmente están alterando su comportamiento reproductivo por la disminución del recurso. Su tasa de reproducción disminuye y su desplazamiento por búsqueda de agua es mayor, lo cual las coloca en mayor riesgo de depredación y cacería. Estas especies son importantes ya que están involucradas en procesos clave en el ecosistema, en particular en la dispersión de semillas sobre largas distancias (tapir y pecarí de labios blancos) y la sanidad del bosque (zopilote rey). Sin embargo, su papel importante contrasta con su vulnerabilidad frente a la extinción.

Myers *et al.* (2002) estiman que las regiones megadiversas (Hotspots), como Mesoamérica (dentro de la cual la mayor parte del área considerada es cubierta por territorio tropical mexicano), se albergan 24 000 especies de plantas, de las cuales 5 000 son endémicas (1.7% del mundo) y 2 859 especies de vertebrados, de las cuales 1 159 son endémicas (4.2% del mundo). La pérdida de esta diversidad significaría una catástrofe mundial, ya que los trópicos son centros de origen y difusores de la biodiversidad global, lo cual repercute a diferentes latitudes (Jablonski *et al.*, 2006). Además, es necesario estimar el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad estudiando la conectividad y variabilidad genética de las poblaciones de varios organismos modelo (Hénaut *et al.*, 2009).

A MANERA DE CONCLUSIÓN

En la actualidad existen muchos aspectos no conocidos sobre la biología de las especies; conocer los efectos del cambio climático acelerado constituye una meta científica urgente, la cual debe ser llevada a cabo por medio de investigaciones inter y multi disciplinarias. La península de Yucatán requiere el desarrollo de estudios que busquen incorporar métodos de muestreo en vegetación y fauna de forma integral, para identificar especies indicadoras de flora y fauna asociada a cambios climáticos drásticos; como, por ejemplo: especies con mayor vulnerabilidad, en peligro de extinción y asociadas a modificaciones en los patrones y procesos ecológicos que se ven asociados al cambio climático actual. El conocimiento generado en estos estudios debe servir para el diseño de medidas de mitigación ante el cambio climático. Estas medidas deben ser incorporadas en las políticas de manejo de áreas naturales, y consideradas dentro de la política ambiental nacional, solo de esta forma podemos contribuir a la preservación de la biodiversidad.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

REFERENCIAS

- Benton, M.J., V.P., Tverdokhlebov, y M.V. Surkov, 2004. Ecosystem remodelling among vertebrates at the Permian-Triassic boundary in Russia. *Nature*, 432: 97-100.
- Brenner M., M.F. Rosenmeier, D.A. Hodell, y J.H. Curtis, 2002. Paleolimnology of the Maya Lowlands: Long-term perspectives on interactions among climate, environment, and humans. *Ancient Mesoamerica*, 13: 141-157.
- Emanuel, K., 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, 436: 686-688.
- Gill, R.B., 2000. The Great Maya Droughts: Water, Life, and Death. University of New Mexico Press, Albuquerque. 464 p.
- Haug G.H., D. Günther, L.C. Peterson, D.M. Sigman, A.H. Konrad, y B. Aeschlimann, 2003. Climate and the Collapse of Maya Civilization. *Science*, 299: 1731-1735.
- Hénaut Y., S. Machkour-M'Rabet, M. Pozo, S. Calmé y J. Cedeño, 2009. Estudio de la conectividad y de la diversidad genética de poblaciones de organismos modelos para entender el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad en la frontera sur de México. En: Mitigación, adaptación y gestión de riesgo al cambio climático en la Frontera Sur. Propuesta de investigación presentada a la convocatoria del FORDECYT-CONACYT. El Colegio de la Frontera Sur. 22 p.
- Hodell D.A., M. Brenner, J.H. Curtis, R. Medina-González, E.I. Chan Can, A. Albornaz-Pat, y T.P. Guilderson, 2005. Climate change on the Yucatan Peninsula during the Little Ice Age. *Quaternary Research*, 63: 109-121.
- Hodell D.A., J.H. Curtis, y M. Brenner, 1995. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya Civilization. *Nature*, 375: 391-394.
- IPCC, 2002a. Climate Change 2001: The Scientific basis. Cambridge, New York: Cambridge University Press. 881 p.
- IPCC, 2002b. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. H. Gitay, A. Suárez, R. Watson, y D. Dokken. (eds). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 85 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. Climate change and water. IPCC Technical paper IV, Wembley.
- IPCC, 2007. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, y K. Tanabe (eds). National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japón.
- IUCN, 2004. Red list of threatened species: a global species assessment. J. Baillie, C. Hilton-Taylor, y N. Stuart (eds). The IUCN Species Survival Commission Switzerland and Cambridge, UK. 191 p.
- Jablonski D., K. Roy, y J.W. Valentine, 2006. Out of the Tropics: Evolutionary Dynamics of the Latitudinal Diversity Gradient. *Science*, 314: 102-106.
- Markgraf V., 1989. Paleoclimates in Central and South America Since 18000 BP Base don Pollen and Lake-Level Records. *Quaternary Science Reviews*, 8: 1-24.
- Mueller, A.D., G.A. Islebe, M.B. Hillesheim, D.A. Grzesik, F.S. Anselmetti, D. Ariztegui, M. Brenner, J.H. Curtis, D.A. Hodell, y K.A. Venz, 2009. Climate drying and associated forest decline in the lowlands of northern Guatemala during the late Holocene. *Quaternary Research*, 71: 133-141
- Myers N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca, y J. Kent, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.

Orellana R., G. Islebe, y C. Espada, 2003. Presente, Pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán. p. 37-50. En: P: Colunga-García, y A. Larque (eds). *Naturaleza y sociedad en el área maya, pasado presente y futuro*. AMC.CICY México.

Parkinson, R.W., R.D. DeLaune, y J.R. White, 1994. Holocene Sea-Level Rise and the Fate of Mangrove Forests within the Wider Caribbean Region. *Journal of Coastal Research*, Vol. 10, No. 4, 1077-1086

Raup, D., y J. Sepkoski, 1984. Periodicities of extinctions in the geologic past. *Proceedings of the National Academy of Science*, 81:801-805.

Reyna-Hurtado, R., 2007. Social ecology of the white-lipped peccary (*Tayassu pecari*) in Calakmul forest, Campeche, Mexico. PhD Thesis. University of Florida. Gainesville, Florida. 132 p.

Reyes-Martínez Y., 2008. Caracterización a múltiples escalas espaciales de dormideros del zopilote rey (*Sarcaramphus papa*) en el sur de la Península de Yucatán. Tesis Maestra en Ciencias. El Colegio de la Frontera Sur. 76 p.

Thomas C., A. Cameron, R. Green, M. Bakkenes, L. Beaumont, Y. Collingham, B. Erasmus, M Ferreira de Siqueira, A. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, A. van Jaarsveld, G. Midgley, L. Miles, M. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, O. Phillips, y S. William, 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145-148.

Valdez-Hernández M., J.L. Andrade, P.C. Jackson, y M. Rebolledo-Vieyra, 2009. Phenology of five tree species of a tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-009-0142-7.

Weterings M., S. Weterings-Schonck, H. Vester, y S. Calmé, 2008. Senescence of *Manilkara zapota* trees and implications for large frugivorous birds in the Southern Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256: 1604-1611.



Foto: Jorge Borroto, C. N. A. N. P.



Vista de la ciudad de Campeche a una altitud de 9 500 pies.
Foto: Eduardo Limón Galarza. (<http://lalxxx.deviantart.com/art/Campeche-9500-ft-Above-86952258>).

MARCO JURÍDICO VIGENTE

IX

Evelia Rivera Arriaga
Coordinadora

El Estado de Campeche ha llevado a cabo esfuerzos importantes en los últimos años para mejorar su marco legal e institucional para la protección ambiental. A pesar de esto, es claro que aún hace falta trabajar en fortalecer la capacidad jurídica e institucional instalada tanto a nivel estatal como municipal; en el diseño de reglamentos, normas y criterios que operacionalicen las leyes; en la construcción de mecanismos de coordinación transversal; y en generar programas integrales que permitan la inter-sectorialidad de las políticas y acciones. La primera parte presenta como México inicia la creación de su marco regulatorio e institucional para la gestión ambiental y las reformas legales e institucionales encaminadas a garantizar que la dimensión ambiental se incorpore efectivamente en el proceso de toma de decisiones. El siguiente apartado presenta la legislación ambiental a nivel nacional vigente, para posteriormente señalar los esfuerzos estatales en materia ambiental. Se ofrecen a manera de conclusión el análisis institucional que permite la cooperación, el consenso y la gobernanza en materia de conservación de la biodiversidad en el estado. Finalmente se ofrecen tres anexos señalando los puntos más relevantes en materia de los programas estatales, regionales o locales para la protección de especies, los programas sectoriales 2005 a 2006, y los proyectos apoyados por CONABIO en Campeche a la fecha.

Introducción

*Evelia Rivera Arriaga,
Gladys Borges Souza,
Teresa Saavedra,
Luis Herrera Gómez
y Miguel Angel Chuc Lopez*

En el tiempo transcurrido desde la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro a la fecha, en México se creó el marco regulatorio e institucional que sentó las bases para la gestión ambiental y actualmente, se realizan reformas legales e institucionales encaminadas a garantizar que la dimensión ambiental se incorpore efectivamente en el proceso de toma de decisiones, lo que dará impulso al desarrollo sostenible como política de Estado.

Sin embargo, es claro que se requiere un avance en la coordinación de las políticas y las instituciones que comprometan la participación de las autoridades responsables de las tres vertientes del desarrollo sostenible. Los problemas globales requieren una acción multilateral coherente y coordinada por parte de los gobiernos nacionales y locales, las instituciones internacionales y los actores no gubernamentales, nacionales y transnacionales. Por tanto, las instituciones y los procesos de toma de decisiones deben corresponder a esta complejidad de actores e interacciones.

En 1993 México ratificó su compromiso con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en la que se promueven tres objetivos: la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sostenible de los recursos biológicos y el reparto equitativo de los beneficios del aprovechamiento de los recursos genéticos.

En cumplimiento con los compromisos adquiridos ante el CDB, realiza la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México(2000)¹. En esta se establece una visión a cincuenta años en la que se pretende que México detenga y revierta los procesos de deterioro ambiental que amenazan su biodiversidad. Además, el país contará con un conocimiento y entendimiento más profundo y suficiente sobre su biodiversidad que ayudará en la toma de decisiones para promover un desarrollo económico armonioso con su conservación.

¹ CONABIO, 2000. Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad de México. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México

De esta manera y considerando el enfoque integral que la agenda de la Cumbre de Johannesburgo estableció en el 2002, México ha estado avocado a crear instrumentos multilaterales pertinentes que permitan promover, de forma eficaz y en un marco de equidad, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como los componentes de la riqueza biológica aún no regulados. Al respecto, México –como país megadiverso y signatario del CDB- a través de la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) está trabajando en la elaboración de las Estrategias Estatales sobre Biodiversidad que consideran todo el conocimiento que se tiene por entidad sobre sus recursos naturales, tomando en cuenta a la vez, factores culturales, geográficos, sociales, económicos y legales.

MARCO JURÍDICO INSTITUCIONAL PARA EL USO Y LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El marco legal ambiental en México está conformado por una multiplicidad de leyes y disposiciones jurídicas que no guardan sincronía con la creación de las instituciones ambientales. Debido al contexto socioeconómico y político del país, la primera ley de carácter ambiental fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental publicada en 1971, cuya administración estaba a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Posteriormente, se publica en el Diario Oficial de la Federación del 11 de enero de 1982, la Ley Federal de Protección al Ambiente y cinco años más tarde, el 28 de enero de 1988, se emite a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Esta ley era aplicada y administrada por la ex Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) por conducto del Instituto Nacional de Ecología (INE).

La legislación y políticas ambientales mexicanas tenían en ese momento una orientación urbana e industrial que denotaban como única

problemática prioritaria para México a la calidad del aire en las grandes urbes y la contaminación del agua por descargas industriales y municipales (ine/semarnap, 1997).

Contando ya con los compromisos adquiridos con la Agenda 21, en 1994 se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), conjuntando –que no integrando- bajo el rubro de ambiente, a todos los recursos naturales, la biodiversidad, la atención a los residuos peligrosos y a los problemas ambientales urbano industriales. Asimismo se genera el primer Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PNMARN) 1995-2000 cuyo objetivo general era frenar las tendencias de deterioro del medio ambiente y promover el desarrollo económico y social con criterios de sustentabilidad.



El PNMARN planteaba su operacionalización a partir de instrumentos de política ambiental que se traducían en quince estrategias: 1) protección de áreas naturales, 2) regulación directa de la vida silvestre, 3) ordenamiento ecológico del territorio, 4) evaluación del impacto ambiental, 5) estudios de riesgo, 6) normas oficiales mexicanas, 7) regulación directa de materiales y residuos peligrosos, 8) evaluación de riesgo, 9) regulación directa de actividades industriales, 10) autorregulación, 11) auditorías ambientales, 12) instrumentos económicos, 13) criterios ecológicos, 14) información ambiental, educación e investigación y 15) convenios, acuerdos y participación.

Además el PNMARN consideraba diez instrumentos económicos que a la fecha son difíciles de implantar por carecer de los medios, mecanismos, sistemas, procedimientos, e instituciones: 1) impuestos y derechos ambientales, 2) mercados de derechos transferibles, 3) sobrepagos para generar fondos en fideicomiso, 4) sistemas de depósito-reembolso, 5) fianzas y seguros, 6) derechos de uso de recursos e infraestructura, 7) contratos privados, 8) licitaciones en el sector público, 9) derechos de propiedad y 10) concesiones.

De acuerdo con el Reporte LEAD (2002), los pocos instrumentos económicos aplicados a la solución de problemas ambientales pertenecen al ámbito de la política tributaria y de precios y tarifas. La reforma fiscal del 31 de diciembre de 2001 no cambió esta situación; únicamente amplió la base de aplicación de los derechos a otros bienes y servicios ambientales. Los instrumentos que representan un estímulo al cumplimiento ambiental se limitan a los contribuyentes mayores del sector industrial y la exención arancelaria para el sector industrial en la importación de maquinaria para el control de la contaminación no ha sido extendida al sector agropecuario, mientras que los instrumentos que representan un cargo por incumplimiento ambiental son de aplicación general: el pago de un derecho por el uso de cuerpos de agua y terrenos nacionales como cuerpos receptores de aguas residuales. Lamentablemente, todavía hace falta regular de manera efectiva

y eficiente los procesos productivos agropecuarios y de extracción así como del uso de recursos y sistemas naturales.

El Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2000-2006, propuso un cambio en la política ambiental incorporando programas operativos de los órganos desconcentrados de la ahora SEMARNAT, y agregó conceptos de gestión avanzada considerados como base de la reestructuración del sector ambiental federal, estatal y municipal que permitan la coordinación e integralidad de acciones, el cumplimiento armonizado de compromisos, incentivando la prevención, mitigación y restauración, tomando en cuenta la valoración económica de recursos, ecosistemas y funciones ecológicas, mejorando y adecuando el marco legal, promoviendo la participación pública y fortaleciendo el proceso de toma de decisiones, optimizando la transparencia y acceso a la información, y la institucionalización de acciones ambientales.

Sin embargo, en la práctica se observó que se quedaron cortos los intentos por incorporar la variable ambiental en los programas de otras dependencias del gobierno federal. En este punto es importante señalar el peso político y presupuestal que tiene la SEMARNAT frente a las demás secretarías para poder influir en ese sentido. No hay que perder de vista que las tareas de la SEMARNAT son de carácter normativo, de fomento y de gestión y sus objetivos están orientados a la conservación de la biodiversidad, la protección del ambiente y los recursos naturales y la promoción del desarrollo sustentable.

Actualmente el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006-2012 aborda los siguientes retos: Conservar el capital natural del país, conservar y aprovechar sustentablemente la biodiversidad, detener la deforestación, realizar actividades de reforestación, manejo sustentable del agua, ordenamiento ecológico del territorio, reducir la generación de residuos y asegurar su manejo integral, mitigar la emisión de gases de efecto invernadero e implementar medidas efectivas de adaptación al cambio climático.

En un análisis hecho por el actual secretario de la SEMARNAT, Juan Rafael Elvira Quesada, los retos de la política ambiental para esta administración son los siguientes:

- Desacoplamiento del crecimiento económico y la degradación ambiental.
- Reducción de la tasa neta de deforestación.
- Reducción de la Intensidad energética (Energía/PIB) e intensidad de bióxido de carbono e/PIB.
- Que los Estados cuenten con leyes ambientales y de residuos .
- Obligatoriedad (LGEEPA, Ley de Adquisiciones, Ley de Obras Públicas, Ley Gestión de Residuos) del uso racional y eficiente de la energía y el agua, así como “compras verdes” en instalaciones de la Administración Pública Federal (APF).
- Reforzar al estado y al Estado de Derecho.
- Transversalidad de las políticas públicas. Todas las instituciones de la APF deben ser corresponsables de la política ambiental.
- Mayor descentralización de la agenda ambiental (Estados y Municipios).
- Mejorar el acceso y mejorar la justicia ambiental. Más recursos a vigilancia y a la aplicación de las leyes (PROFEPA). Mayor participación de la PGR.
- Balancear mejor las diferentes agendas de la SEMARNAT (verde, azul, café y gris).
- Análisis económico de largo plazo. Contabilización de los costos de la inacción.
- Incremento del uso de instrumentos económicos.
- Desarrollo de negocios, fondos, competitividad y mercados ambientales.
- Apoyar más las decisiones de política ambiental en la investigación científica.
- Reforzar e insistir en el desarrollo de una cultura ambiental.
- Empoderar a la sociedad civil a través de la información y participación pública.
- Ordenamiento de océanos y costas.
- Producción y consumo sustentable.
- Promover energías renovables.
- Patrón de distribución y consumo sustentable.



ANÁLISIS DEL MARCO JURÍDICO INSTITUCIONAL DE CAMPECHE

En el Estado de Campeche la LIX Legislatura contó con las siguientes Comisiones Ordinarias relacionadas con recursos naturales y ambiente: **a) Fomento y Desarrollo Agropecuario y Forestal; b) Salud, Preservación del Medio Ambiente y Recursos Naturales; y c) Fomento y Desarrollo Pesquero.** Durante el Tercer Año de Ejercicio Constitucional, la Legislatura celebró 104 Sesiones, 83 Ordinarias, 8 Extraordinarias, 6 Solemnes, 6 Reservadas y una Previa. De acuerdo con su tercer Informe de Actividades (presentado el 27 de mayo del 2009), se tuvo el propósito de actualizar el Marco Jurídico Constitucional del Estado, durante este período se aprobaron la siguiente reforma a la Constitución Política del Estado relacionadas con el manejo de los recursos naturales: Adicionar un artículo 101 Bis, para incorporar al texto constitucional local la figura de responsabilidad patrimonial del Estado y los Municipios, en acatamiento a disposiciones de la Constitución General de la República. Esta última, se encuentra actualmente en trámite para dictamen en las Comisiones de Puntos Constitucionales y Gobernación y de Finanzas, Hacienda Pública, Control Presupuestal y Contable y patrimonio del Estado. Asimismo, se aprobaron por la LVIII legislatura las siguientes leyes: **Ley de Turismo para el Estado de Campeche**, promovida por el Ejecutivo Estatal y que responde al propósito de establecer el marco normativo adecuado que permita impulsar el crecimiento y aprovechamiento turístico con orden y equilibrio, acorde a los estándares internacionales del sector, **Ley de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica del Estado de Campeche**, que viene a llenar un vacío normativo y cuyo objetivo es fijar normas que fomenten, impulsen, fortalezcan y coordinen las acciones públicas y privadas orientadas a desarrollar la investigación científica y la innovación tecnológica, al tiempo que

permite que el Estado pueda tener acceso a recursos presupuestales que la Federación destina a éstos programas, así como las siguientes leyes en materia de medio ambiente y aprovechamiento sustentable aprobadas por la LIX Legislatura: Ley de Vida Silvestre, Ley de Educación Ambiental, Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos, Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable, las cuales serán abordadas en el capítulo de la Legislación Estatal.

De acuerdo con estudios del Centro de Estudios Económico del Sector Privado (CEESP), Campeche ocupa el lugar número 32 a nivel nacional en lo referente a la instrumentación de buenas prácticas dentro del a) marco jurídico e institucional (referente a la operación de: la Oficina Estatal de Mejora Regional, el Consejo de Mejora Regulatoria, y la presencia de Acuerdos Estado-Municipios); b) los instrumentos administrativos (considera la existencia de un catálogo de trámites, acceso y uso de trámites en Internet, implantación de: un Sistema de Apertura Rápida, y una ventanilla única de gestión); c) Desregulación y trámite de proyectos (relativo al avance en el Proceso de desregulación, la revisión permanente de proyectos, el uso de Análisis Costo-Beneficio, y la implantación de Disposiciones de Mejora Regulatoria en Ley de Fomento); resultando en un grado de instrumentación del 39.1% comparado con la media nacional del 66.9% en el 2004. En su análisis, el CEESP (2005)² considera que los principales retos en materia de mejora del marco jurídico institucional son: a) homologación de los avances en la esfera federal, estatal y municipal, b) coordinación y articulación sectorial, c) disminución de costos, d) evitar duplicidad, e) impacto regulatorio en iniciativas presentadas al Congreso a nivel federal y local.

² Presentación de J.L. Barraza González, Presidente del CEESP “Doing Business en 12 estados y ciudades de México”, 2005.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Legislación nacional

*Evelia Rivera Arriaga,
Gladys Borges Souza,
Teresa Saavedra,
Luis Herrera Gómez
y Miguel Angel Chuc Lopez*

BASES CONSTITUCIONALES

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el ordenamiento básico de toda la estructura jurídica estatal; por lo tanto, es la cimentación sobre el que se erige el sistema normativo de derecho en su integridad y, al mismo tiempo, es fuente de validez formal de todas las normas secundarias e instituciones que componen el derecho positivo de nuestro país. Razón por la cual, el derecho que tutela la protección, conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, tiene sus bases en nuestra Carta Magna.

Así, el artículo 4º, párrafo cuarto del ordenamiento fundamental, consagra el derecho subjetivo que toda persona tiene a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, por lo que su protección es de vital importancia para el colectivo social.

También, el artículo 25, párrafo sexto instauro como deber del Estado, apoyar e impulsar a las empresas de los sectores social y privado con sujeción a las modalidades que dicte el interés público, pero cuidando y conservando el medio ambiente.

El artículo 27, párrafo tercero, establece que corresponde a la Nación, fijar los mecanismos, principios y normas para la ordenada planeación de asentamientos humanos como elemento ineludible para lograr una mejor calidad de vida, a partir de la optimización de los servicios públicos, tendiente a la disminución en el impacto de la población sobre los recursos naturales (tierra, aguas y bosques), así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Igualmente, el párrafo cuarto del mismo artículo 27 dispone, que pertenece a la Nación el dominio directo de todo tipo de recursos naturales, tanto de ríos y aguas, como recursos del suelo y subsuelo, entre otros.

* La fuente en la cual el lector puede consultar la legislación federal mexicana es la biblioteca virtual de la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (<http://www.cddhcu.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>)

El artículo 73, fracción XXIX-G, establece expresamente la facultad del congreso de la Unión para expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico en las que se establezcan la concurrencia y competencias de la Federación, Estados y Municipios.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEPA)

Esta ley fue publicada en el diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, iniciando su vigencia el 1° de marzo del mismo año. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que hacen referencia a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus normas son de orden público e interés social y estructuran los conceptos básicos de política ecológica, manejo de recursos naturales, protección al ambiente, participación social y el desarrollo sustentable. Su contenido se agrupa en seis títulos con sus respectivos capítulos:

Título Primero, que incluye Disposiciones Generales, la distribución de competencias y coordinación entre Federación, Estados y Municipios en materia de preservación y restauración del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Política y Planeación Ambientales, Ordenamiento Ecológico Territorial, Regulación Ambiental de Asentamientos Humanos, Evaluación de Impacto Ambiental, NOM en Materia Ambiental, Autorregulación y Auditorías Ambientales, Investigación y Educación Ecológicas.

► **Bases constitucionales de la responsabilidad del Estado**

El Estado es responsable de los daños que cause con motivo de su administración irregular, de conformidad con lo establecido por el artículo 113, párrafo segundo de la Carta Magna. Esto es, que el derecho a desarrollarse en un medio ambiente sano, es una garantía social de todos los mexicanos, por lo tanto cualquier menoscabo a ese derecho en la que tenga que ver una acción u omisión de la autoridad del Estado, se traduce en una responsabilidad para el mismo.

► **Leyes generales, federales y nacionales**



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Título Segundo, relativo a la Biodiversidad e integrado por tres capítulos que regulan todo lo referente a Áreas Naturales Protegidas.

Título Tercero, concerniente a los Aprovechamientos Sustentables de los Elementos Naturales, con tres capítulos sobre la preservación y aprovechamiento sustentable del agua, suelo y los recursos no renovables en el equilibrio ecológico.

Título Cuarto, referente a la Protección al Ambiente e integrado por ocho capítulos, que determinan la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, del agua y de los ecosistemas acuáticos, del suelo, de las actividades altamente riesgosas, los materiales y residuos peligrosos, la energía nuclear, el ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, los olores y la contaminación visual.

Título Quinto, regula la Participación Social e Información Ambiental en dos capítulos.

Título Sexto, cuyo contenido de ocho capítulos, son relativos a la Inspección y vigilancia, las medidas de Seguridad, las Sanciones Administrativas, Delitos y Denuncia Popular.

Los reglamentos que derivan de este ordenamiento son:

- Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Auditoría Ambiental.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico.

- Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Esta Ley³ expedida por decreto num. 261 es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente, conforme a las facultades que se derivan de la LGEEPA y disposiciones que de la misma emanen.

En lo relacionado con la protección y manejo de la biodiversidad en la entidad, destacan las contenidas en el Título II. De la Política Ecológica Estatal, Capítulo I de la formulación y conducción de la Política Ambiental; Capítulo II “De los Instrumentos de la Política Ecológica”, secciones IV. De la Evaluación del Impacto Ambiental y VI. Medidas de Protección de Áreas Naturales”, así como el Título Tercero Áreas Naturales Protegidas, que en su totalidad se avoca a este tema. Bastida Aguilar (2007) señala los principales elementos que permiten que se apliquen regulaciones en materias relacionadas con la biodiversidad a nivel estatal.

Con excepción del recurso agua, la función de inspección y fiscalización del cumplimiento de la LGEEPA recae en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

³ Decreto num. 190 de fecha 29 de mayo de 1965. Expedido por la XLIV Legislatura entro en vigor el 10 de julio de 1965. Última reforma expedida por decreto num. 261, P.O. 22 de junio de 1994. LIV Legislatura.

LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD PATRIMONIAL DEL ESTADO

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2004. Reglamentaria del segundo párrafo del artículo 113 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y cuyas disposiciones son de orden público e interés general; tiene por objeto fijar las bases y procedimientos para reconocer el Derecho a la indemnización a quienes, sin obligación jurídica de soportarlo, sufran daños en cualquiera de sus bienes y Derechos como consecuencia de la actividad administrativa irregular del Estado. La responsabilidad extracontractual a cargo del Estado es objetiva y directa, y la indemnización deberá ajustarse a los términos y condiciones señalados en esta Ley y en las demás disposiciones legales a que la misma hace referencia. Se entenderá por actividad administrativa irregular, aquella que cause daño a los bienes y Derechos de los particulares que no tengan la obligación jurídica de soportar, en virtud de no existir fundamento legal o causa jurídica de justificación para legitimar el daño de que se trate.

LEY DE AGUAS NACIONALES

Publicada el primero de diciembre de 1992, es reglamentaria del artículo 27 constitucional y de observancia general en todo el territorio nacional, siendo sus disposiciones de orden público e interés social. Esta ley regula la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Esta ley se compone de diez títulos y sus respectivos capítulos. Se mencionan los más relevantes:

El **Título Segundo** es relativo a la Administración del Agua, la Comisión Nacional del Agua y sus facultades y los Consejos de Cuenca, sus atribuciones,

El **Título Tercero** habla de la Programación Hidráulica, y se integra de un Capítulo único en el cual se precisa a quien corresponde la formulación, aplicación y vigilancia de los programas hidráulicos.

El **Título Cuarto** es el relativo a los Derechos de uso o aprovechamiento de Aguas Nacionales, habla de las Concesiones y Asignaciones para la explotación de las aguas, los Derechos y obligaciones de concesiones o asignatarios, el Registro Público de Derecho de Agua, y la Transmisión de Títulos.

El **Título Quinto** que habla de las Zonas Reglamentadas, de veda o de reserva..

El **Título Sexto** que habla de los Usos del agua: público urbano; Agrícola, en la Generación de Energía Eléctrica; en otras Actividades Productivas el Control de Avenidas y Protección contra Inundaciones.

En el **Título Séptimo**, habla de la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas.

En el **Título Octavo**, habla de la Inversión en Infraestructura Hidráulica.

El **Título Noveno** relativo a los Bienes Nacionales a cargo de la CNA.

Finalmente en el **Título Décimo** habla de las Infracciones, Sanciones y Recursos en materia del agua.

Por lo que se refiere al Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, se compone de los mismos títulos y capítulos que la ley, con las mismas denominaciones, con la salvedad de que se agrega un último Título décimo primero, relativo a la Conciliación y el Arbitraje, integrado de un Capítulo único, en donde se establece en forma clara el procedimiento que se lleva a cabo y sus diferentes etapas.

LEY FEDERAL DE DERECHOS EN MATERIA DE AGUA (LFDMA)

La LFDMA publicada en el Diario Oficial de la Federación en julio de 1991 es el apartado de la Ley Federal de Derechos que se refiere a aguas y bienes que son propiedad de la nación y que, por tanto, ésta puede exigir el pago de un “derecho” por el uso y usufructo de los mismos. Las modificaciones a las tarifas de los derechos se realizan cada seis meses y se publican en la Ley de Ingresos. La última modificación se realizó el 31 de diciembre de 2001.

La Ley de Derechos en Materia de Agua y la norma sobre descargas de agua residual a la cual está vinculada, son expresiones del esquema regulatorio o de “comando y control” que se utiliza en la mayor parte del mundo con la finalidad de internalizar el costo ambiental⁴. La importancia de esta ley es fundamental porque es el instrumento principal para regular el acceso al recurso agua, ordenar su disponibilidad y controlar su contaminación. Aunque el discurso político plantea que la ley tiene como objetivo fundamental mejorar la calidad del agua, su

⁴ Los cambios que se producen en el medio ambiente, como consecuencia de los efectos de los impactos ambientales sobre el entorno natural, se manifiestan en daños (degradación y/o agotamiento) que pueden ser previstos (en forma directa o indirecta) o imprevistos. Esos daños, en término de efectos pueden ser mitigados, para ello se hace necesario implementar medidas para reducirlos a un nivel inferior del umbral crítico considerado significativo. Esas acciones generan costos que forman parte de los costos totales de cualquier proyecto o programa. Esos costos ambientales deben ser considerados (internalizados) dentro del proceso de ese programa o proyecto y reflejarse en el producto final obtenido. Cuando se internaliza el costo ambiental, se tiene un activo que debe ser usado para resarcir el daño ambiental ocasionado. Los costos ambientales deben ser comparados con los beneficios atribuibles a las medidas adoptadas, tendientes a recuperar el nivel perdido, lo que es lo mismo que decir que el costo ambiental debe ser comparado con la reducción total en los daños ambientales, hacia los cuales se han orientado las acciones o actividades.

articulado contiene un conjunto de obstáculos y barreras que impide que los recursos recaudados se reutilicen para promover la protección y mejoramiento de este recurso. El carácter de esta Ley y su práctica son eminentemente recaudatorios.

LEY GENERAL DE SALUD

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de julio de 1984, aunque en diferentes años, ha sido sometida a reformas, adiciones y modificaciones. La ley cuenta con seis reglamentos en: 1) Insumos para la salud, 2) Control sanitario de productos y servicios, 3) Prestación de servicios de atención médica, 4) Control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y cadáveres de humanos, 5) Sanidad internacional, 6) Publicidad. La prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud humana, es uno de veintiocho temas que el artículo 3° de esta ley incluye como materia de salubridad general. Estos temas constituyen el cuerpo de la ley y sus diferentes Reglamentos.

En el caso de Campeche, la Secretaría de Salud ha respondido creando la Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de Campeche (COPRISCAM) en la que ha asumido las responsabilidades de prevención y regulación de eventos y vectores que potencialmente pueden generar un daño a la salud humana y ambiental.

LEY FORESTAL

La política nacional de administración de los recursos forestales ha sufrido grandes cambios desde la creación del primer Departamento de Bosques en 1908, su modificación a Dirección Forestal y de Caza y Pesca en 1920, y a Departamento Forestal en 1929 (Borgo, 1998). Posteriormente, este Departamento evolucionó a Dirección General Forestal y de Caza en 1940 y a Subsecretaría Forestal y de la Fauna en 1960; independientemente de su jerarquía administrativa, durante

más de 50 años se mantuvo dentro de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Durante todo ese periodo, el enfoque fundamental de la administración de los recursos forestales fue hacia el aprovechamiento maderable de las masas naturales. La conservación *in situ* se favoreció a través de la exclusión de algunas regiones al aprovechamiento forestal, mediante vedas temporales, y mediante el establecimiento de parques nacionales y áreas de reserva ecológica (Vargas Hernández, 2003).

De acuerdo con Borgo (1998), la primera Ley Forestal de México se publicó en 1926. Esta ley forestal se ha venido actualizando periódicamente, hasta la expedición de la sexta ley forestal en 1992, que se encuentra vigente con las adiciones y modificaciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Mayo de 1997. En opinión de algunos profesionales forestales, la ley forestal vigente se ha simplificado bastante con respecto a las anteriores, pero el texto es poco explícito y confuso (*op cit.*).

En forma paralela a la ley forestal, se han actualizado o promulgado otras leyes y reglamentos federales que también inciden directa o indirectamente con los recursos forestales, como la LGEEPA, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre, y la Ley Federal de Sanidad Vegetal. Cada una de estas leyes tiene su propio reglamento y en algunos aspectos contienen disposiciones confusas o contradictorias entre sí. Adicionalmente se han expedido al menos 17 NOM relacionadas con los recursos forestales, como por ejemplo:

1. **NOM-004-RECNAT-1996**, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal. (DOF 24 de junio de 1996).

2. **NOM-005-RECNAT-1997**, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. (DOF 20 de mayo de 1997).

3. **NOM-007-RECNAT-1997**, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. (DOF 30 de mayo de 1997).

4. **NOM-012-RECNAT-1996**, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico. (DOF. 26 de junio de 1996).

5. **NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997**, que regula el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y que establece las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y el combate de los incendios forestales.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

6. **NOM-059-ECOL-1994**, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. (DOF 16 de mayo de 1994).

6a. **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.

7. **NOM-061-ECOL-1994**, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. (DOF 13 de mayo de 1994).

8. **NOM-062-ECOL-1994**, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios. (DOF. 13 de mayo de 1994).

9. **NOM-126-ECOL-1999**, que establece las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica sobre material biológico de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional (DOF 28 de diciembre de 1999).

10. **PROY-NOM025-RECNAT-2001**, que establece los procedimientos y especificaciones para la recolección y distribución del germoplasma forestal con fines comerciales o de investigación, que tenga como destino la forestación o reforestación. (Proyecto de NOM).

LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Publicada el 18 de marzo de 2005 (DOF), la presente Ley es de orden público y de interés social, y tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola.

LEY DE PRODUCTOS ORGÁNICOS

La presente ley es de orden público y de interés social y tiene por objeto entre otros:

1. Promover y regular los criterios y/o requisitos para la conversión, producción, procesamiento, elaboración, preparación, acondicionamiento, almacenamiento, identificación, empaque, etiquetado,

distribución, transporte, comercialización, verificación y certificación de productos producidos orgánicamente;

2. Establecer las prácticas a que deberán sujetarse las materias primas, productos intermedios, productos terminados y subproductos en estado natural, semiprocesados o procesados que hayan sido obtenidos con respeto al medio ambiente y cumpliendo con criterios de sustentabilidad;

3. Promover los sistemas de producción bajo métodos orgánicos, en especial en aquellas regiones donde las condiciones ambientales y socioeconómicas sean propicias para la actividad o hagan necesaria la reconversión productiva para que contribuyan a la recuperación y/o preservación de los ecosistemas y alcanzar el cumplimiento con los criterios de sustentabilidad.

Consta de 8 títulos divididos en 50 artículos y cinco transitorios. La ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 2006.

LEY DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DE LOS BIOENERGÉTICOS

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de febrero de 2008, la presente Ley es reglamentaria de los artículos 25 y 27 fracción XX de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es de observancia general en toda la República Mexicana y tiene por objeto la promoción y desarrollo de los Bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo.

Consta de 31 artículos y cuarto transitorios agrupados en cuatro títulos: Disposiciones Generales, de las Autoridades y la Coordinación entre los Gobiernos Federal, Estatales y Municipales, De los Instrumentos para el Desarrollo y Promoción de los Bioenergéticos, de los Procedimientos, Infracciones y Sanciones.



Foto: Centro EPOMEX-UAC.

LEY GENERAL DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

La Ley es de orden público e interés social, reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; del 73 fracción XXIX-L para establecer las bases para el ejercicio de las atribuciones que en la materia corresponden a la federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia y con la participación de los productores pesqueros, así como de las demás disposiciones previstas en la propia Constitución que tienen como fin propiciar el desarrollo integral y sustentable de la pesca y la acuicultura, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007, consta de 150 artículos en trece títulos.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, la Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Consta de 125 artículos en siete títulos.

LEY PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008, la Ley es de orden público e interés social. Tiene como objeto propiciar un aprovechamiento sustentable de la energía mediante el uso óptimo de la misma en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo. Consta de seis títulos, 33 artículos y trece transitorios.

LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, la presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Consta de 130 artículos en ocho títulos.



Foto: Jorge Borrero, ECOSUR

Legislación estatal en materia ambiental

*Evelia Rivera Arriaga,
Gladys Borges Souza,
Teresa Saavedra,
Luis Herrera Gómez
y Miguel Angel Chuc Lopez*

La fuente en donde el lector puede consultar la legislación del Estado de Campeche se encuentra en la Biblioteca virtual del Congreso del Estado (http://congresocam.gob.mx/LX/index.php?option=com_jdownloads).

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE CAMPECHE

En su Capítulo IV, artículo 7 establece que se debe respetar el derecho de los pueblos indígenas a desarrollar y fortalecer el control y disfrute de los recursos naturales. En particular los recursos naturales debe ser objeto de protección por las comunidades y pueblos indígenas. Este mismo artículo establece que se debe formular el Programa Anual de Gobierno, mediante una adecuada planificación y aprovechamiento de los recursos naturales del Estado a fin de promover el desarrollo social, económico, industrial, turístico y agropecuario de la entidad.

LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Este ordenamiento es de orden público e interés social; sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable; establecer las bases para la preservación, conservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección y mejoramiento del ambiente, conforme a las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y disposiciones que de la misma emanen. Las atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente serán ejercidas de manera concurrente por el Estado y los Municipios, quienes en todo caso respetarán lo dispuesto en la Ley General y demás ordenamientos que de

la misma se deriven, aplicándose las normas oficiales mexicanas que expida al respecto la Secretaría Federal. Con base en las disposiciones que para la distribución de competencia en las materias que regula la presente Ley Estatal expida el Congreso Local, fundado en la Constitución del Estado, los Ayuntamientos expedirán los Reglamentos que correspondan, a efecto de que en sus respectivas circunscripciones se cumplan las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento. En el ejercicio de sus atribuciones, en su caso, los Ayuntamientos, observarán las disposiciones de esta Ley, así como los demás ordenamientos que de ella se deriven y aplicarán los criterios ecológicos particulares que expida la Secretaría Estatal. La Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente cuenta con 194 artículos contenidos en siete títulos, los cuales abarcan las disposiciones generales de la ley, la política ecológica estatal, las áreas naturales protegidas, la protección al ambiente, el aprovechamiento sustentable, la participación social, y las sanciones y procedimientos. Esta ley está vigente desde junio de 1994 y las autoras de esta sección consideran que necesita ser revisada para actualizarse.

LEY DE OBRAS PÚBLICAS

Esta ley dentro de su contenido establece la relación entre la obra pública y los recursos naturales. Su artículo 2, párrafo I, considera obra pública *“La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes a que se refiere este artículo, incluidos los que tiendan a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios del Estado, así como los trabajos que tengan por objeto la explotación y desarrollo de sus recursos naturales...”*. Mientras que el artículo 54, párrafo II establece la protección y seguridad del ambiente en caso de desastres naturales o de causa mayor.

LEY DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

Esta Ley tiene por objeto regular el “Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Estado”; la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, la organización y funcionamiento de los organismos operadores del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, la recuperación de los gastos y costos de inversión, operación, conservación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, el servicio al público de conducción, suministro, potabilización, distribución o transporte de agua que presen particulares.

LEY DE PROTECCIÓN CIVIL

Esta ley considera las actividades, programas y disposiciones en materia de protección civil son de carácter obligatorio para los particulares y personas morales de carácter privado, autoridades, organizaciones, dependencias, entidades e instituciones de los sectores público y social, estatales y municipales, y, en general, para todos los habitantes del Estado de Campeche. Para su aplicación se coordinan con los delegados, representantes, agentes y demás autoridades de las dependencias y entidades del Gobierno Federal que tengan oficinas en la Entidad.

LEY DE SALUD

En su Capítulo I, artículo 6 dispone que el sistema estatal de salud debe *“Apoyar el mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida”*.

LEY DE TURISMO

La relación de la actividad turística con los recursos naturales se encuentra en esta ley en su artículo 3, que considera a la actividad turística sustentable como aquella que “*se lleva a cabo en el territorio del Estado, basada en el uso, estudio y apreciación de los recursos naturales, incluyendo las manifestaciones culturales que en ellos se encuentren*”, y de igual manera el Artículo 5 establece que “*la planeación del desarrollo turístico, así como en el Programa Estatal de Turismo, se tomarán en cuenta ...el aprovechamiento eficiente y racional de los recursos naturales y culturales, salvaguardando el equilibrio ecológico y el patrimonio histórico de conformidad con las disposiciones legales aplicables*”. Mientras que el Artículo 19 establece que “*la actividad turística sustentable, promoverá la preservación conservación y restauración de los recursos naturales, garantizando la permanencia de los procesos biológicos y ecológicos, así como las diversas expresiones históricas, artísticas y culturales.*” Igualmente el artículo 22 propone que “*La Secretaría , promoverá ante los sectores público, social y privado, la creación de empresas dedicadas a la actividad turística, identificando las posibilidades de factibilidad económica y financiera para nuevos centros de desarrollo, buscando un balance con las necesidades específicas de la zona y la protección y conservación de los recursos naturales y culturales.*”

LEY DE PLANEACIÓN

A pesar de que esta ley establece las normas y principios básicos conforme a los cuales se planeará el desarrollo integral de la entidad y se encauzarán, en función de la misma, las actividades de la Administración Pública estatal y municipal; ninguno de sus artículos contempla el ambiente, los recursos naturales ni el tema de la conservación ambiental.

LEY DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

La regulación de este cuerpo normativo en materia de conservación ecológica se plasma en el artículo 9, el cual establece que son atribuciones del ayuntamiento “*Participar en la creación, manejo y administración de las reservas territoriales para el crecimiento urbano y de las zonas sujetas a conservación ecológica, de conformidad con esta ley, los Programas de Desarrollo Urbano y de Ecología, declaratorias y demás disposiciones aplicables*”. El artículo 15 establece lo que el Programa Estatal Sectorial de Desarrollo Urbano debe contener, entre otros “*Las acciones necesarias para mantener el equilibrio ecológico, el mejoramiento del medio ambiente y la reducción de la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera*”, Mientras que el Artículo 19 establece que los Programa Directores Urbanos deben considerar al ordenamiento ecológico, como el instrumento indispensable para “*el mejoramiento del medio ambiente y la reducción de la contaminación del agua, suelo y atmósfera*”. Por su parte el artículo 80 establece que las acciones en materia de vivienda a cargo de las dependencias y entidades de las administraciones públicas estatal y municipal, se dirigirán hacia la obtención de objetivos entre los que está “*La integración de la vivienda a su entorno ecológico y la preservación de los recursos y características del ambiente*”. Por su parte el artículo 88 considera que “*Los programas de las entidades de las administraciones públicas Estatal y Municipales que lleven a cabo acciones para la vivienda rural, se ajustarán en lo conducente a la política sectorial de desarrollo rural integral y tenderán al mejoramiento y construcción de viviendas que fomenten el arraigo de los campesinos a su medio, a la utilización preferente de materiales regionales, a la utilización de procedimientos de conservación y desarrollo ecológico, al uso de tecnología apropiada y de sistemas constructivos locales que coadyuven a elevar los niveles de bienestar, mejorando las condiciones sanitarias y de habitabilidad. Estas accio-*

nes deberán comprender también, medidas para el desarrollo de los anexos a la vivienda destinados a las actividades productivas.”

LEY GANADERA, APÍCOLA Y AVÍCOLA

Esta ley en su artículo 20, fracción XI, dispone que de acuerdo con la dependencia designada por el Ejecutivo Estatal acorde a lo establecido por la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y su Reglamento, determina que una de sus funciones es la de *“aplicar las medidas tendientes a resolver en forma congruente e integral los problemas que se deriven de la explotación racional de los recursos naturales agropecuarios.”*

LEY PARA HACER LAS QUEMAS

Esta Ley tiene por objeto establecer y regular en el estado de Campeche, el uso del fuego en las actividades relacionadas con la explotación de la tierra para fines agrícolas, ganaderos o de otra índole y evitar la destrucción de las masas arboladas, del renuevo de las especies forestales, de los cultivos y plantíos, de la fauna silvestre, de la apicultura y la ganadería, recursos cuya preservación, conservación y fomento son de interés público. El artículo 4 divide al territorio del estado en cinco regiones en las que se encuentran localizadas diez zonas críticas de incendios forestales distribuidas de la manera que se expone en la figura 1.

LEY GANADERA

Este dispositivo en su artículo 10 establece que una de las obligaciones de la Secretaría de Desarrollo Rural es la de orientar a los ganaderos en el aprovechamiento integral de los recursos naturales.

REGIÓN	ZONA CRÍTICA	UBICACIÓN MUNICIPAL
I CAMINO REAL	1. Calkiní-Hecelchakán 2. Tenabo	Calkiní - Tenabo
II LOS CHENES	3. Dzilbalchén-Xcanhá	Hopelchén
III MACIZO FORESTAL	4. Xpujil-Reg. Front. Sur 5. Centenario-Xbonil 6. Calakmul	Hopelchén Champotón Champotón
IV COSTA CENTRO	7. Champotón-Yohaltún 8. Chuíná-Revolución	Champotón Champotón
V LOS RÍOS	9. Región Escárcega 10. Candelaria-Colonias	Escárcega Carmen

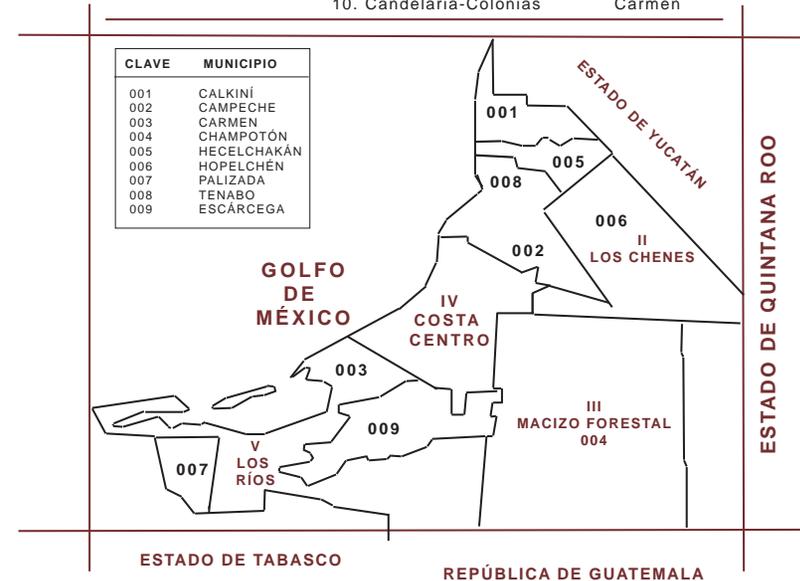


Figura 1. Regiones en donde se encuentran localizadas las diez zonas críticas de incendios forestales.

LEY AGRÍCOLA

Las disposiciones de esta ley son de orden público y de observancia general; y tienen como propósito establecer los lineamientos para el fomento de las actividades agrícolas y el impulso de un desarrollo sustentable de las mismas, con el fin de incrementar su eficiencia, productividad y competitividad, mediante un aprovechamiento ambientalmente racional de los recursos naturales, la aplicación de la tecnología y el desarrollo de la investigación, para mejorar las condiciones socioeconómicas de los productores.

LEY DE EDUCACIÓN

Dentro de los objetivos de la educación en Campeche el artículo 11 establece que se debe “*Hacer conciencia de la necesidad de un mejor aprovechamiento social de los recursos naturales y contribuir a preservar el equilibrio ecológico*”. Mientras que el artículo 43 establece que se debe proporcionar a los futuros maestros un conocimiento amplio sobre contenidos básicos de la ecología, para que puedan orientar a las comunidades en el mejoramiento del ambiente.

LEY DE PROTECCIÓN A LOS ANIMALES

Las disposiciones de esta ley tienen por objeto: a) Proteger la vida y el crecimiento natural de las especies animales domésticas, de cría y silvestres mantenidas en cautiverio; b) Favorecer el aprovechamiento y uso racional de los mismos, así como su debido trato humanitario; c) Erradicar y sancionar el mal trato y los actos de crueldad para con los animales; d) Propiciar el respeto y consideración benéfica a los seres animales; y e) Contribuir a la formación del individuo y a su superación personal, familiar y social, al inculcarle actitudes responsables y humanitarias hacia los animales.

LEY SOBRE POBLACIONES TÍPICAS Y LUGARES DE BELLEZA NATURAL

El objetivo de este ordenamiento se enfoca a la protección, conservación, restauración y recuperación, en el Estado, de las poblaciones típicas y de los lugares de belleza natural existentes, entendiéndose por éstos, el área geográfica o conjunto de elementos naturales, en donde se unen la flora y la fauna silvestre, así como la biodiversidad de organismos de cualquier fuente, como los ecosistemas terrestres, marinos y todas aquellas formaciones naturales como ríos, lagos y lagunas, que por su propia naturaleza caracterizan el medio ambiente y forman parte de la belleza natural.

LEY DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Esta Ley norma la política forestal en el Estado, en coordinación con la Federación y los Municipios y da impulso al desarrollo social, económico y ambiental del sector forestal del Estado, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, incluyendo las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo establecido en la normatividad aplicable, Establecer las bases para generar un aprovechamiento responsable de los recursos forestales procurando la conservación de la biodiversidad.

LEY DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Esta Ley pretende asegurar que la educación ambiental a través de sus diferentes modalidades contribuya al desarrollo sustentable por medio de procesos de información, comunicación, capacitación y la participación organizada de las personas, para llevar a cabo las acciones relativas a la protección del ambiente, la conservación y restauración de los recursos naturales, así como en la prevención y combate contra la contaminación, en forma individual o colectiva.

LEY DE PESCA Y ACUACULTURA SUSTENTABLES

La Ley establece y define los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura en el Estado, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales. Además promueve el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del Estado, a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola. Y establece las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como coadyuvar con las autoridades competentes en la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos.

LEY DE VIDA SILVESTRE

Su objeto es establecer la concurrencia del Estado y la de sus municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, en el aprovechamiento sustentable de las especies de vida silvestre, así como la protección y conservación de las mismas y su hábitat.

LEY PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSO

Este ordenamiento aplica a los Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligroso en el ámbito estatal que se generen, dispongan y depositen en el territorio del estado de Campeche, así como a los suelos que se contaminan por el contacto con dichos residuos y a todas las personas físicas o morales que se encuentren en el territorio del estado de Campeche que generen o hayan generado, dispuesto, tratado, acopiado, almacenado, reutilizados, transformado, remanufacturado o depositado hasta su disposición final residuos, o contaminado

suelos en el territorio del Estado. Esta Ley tiene por objeto regular la prevención, generación, gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, los de manejo especial y los que sean considerados como peligrosos que no estén expresamente atribuidos a la competencia de la Federación; así como la prevención de la contaminación de suelos con residuos, y su remediación.

ACUERDO DEL EJECUTIVO POR EL QUE SE EXPIDE EL CRITERIO ECOLÓGICO CEP-SE-001-2003, QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES PARA LA LOCALIZACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES PÉTREOS EN EL ESTADO DE CAMPECHE. ASÍ COMO SUS PARÁMETROS DE DISEÑO, APROVECHAMIENTO Y MEDIDAS MITIGATORIAS EN MATERIA AMBIENTAL

Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Campeche, el día 27 de noviembre del año 2003, éste criterio ecológico particular, establece las condiciones necesarias para la localización de bancos de materiales pétreos tales como sascab, piedra, arena, barro o arcilla y conchuela en el Estado. Así como sus parámetros de diseño, explotación y medidas de regeneración ambiental.

ACUERDO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE DICTAN LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA REGULAR LA MOVILIZACIÓN DE COLMENAS, PRODUCCIÓN DE MIEL Y SUS SUBPRODUCTOS DENTRO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE CAMPECHE

Fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Campeche, el día 7 de julio del año 2010. El presente ordenamiento tiene por objeto establecer las medidas de seguridad necesarias para controlar y regular la movilización y comercialización de la miel den-



tro del territorio del estado de Campeche, con el propósito de detectar miel contaminada con medicamentos y productos no autorizados para la apicultura con la finalidad que ese producto contaminado llegue al mercado local o al exportación nacional e internacional.

ACUERDO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE CREA EL FONDO AMBIENTAL PARA EL ESTADO DE CAMPECHE

El Fondo Ambiental, es un instrumento económico para la conservación de los recursos naturales, así como para facilitar y apoyar la gestión ambiental en el estado de Campeche. Fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Campeche, el día 13 de agosto del año 2010.

LEY DE FOMENTO DE LAS ACTIVIDADES ARTESANALES DEL ESTADO DE CAMPECHE

Esta Ley es de orden público y de interés social, sus disposiciones se aplican en todo el territorio del Estado y tiene por objeto preservar, fomentar, promover, rescatar e impulsar el desarrollo de la actividad artesanal en lo económico y lo cultural; facilitar la organización y operación de unidades de producción; reconocer al artesano como productor y proteger las artesanías como patrimonio cultural.

La ley tiene como uno de sus objetos promover la protección, rehabilitación y racionalización de las fuentes de recursos naturales que se utilizan en la elaboración de las artesanías, para procurar que esta actividad sea sustentable.

La ley igual contempla la orientación y apoyo que deberían recibir los artesanos en sus gestiones ante las dependencias que correspondan, para adquirir o disponer de materias primas nacionales o importadas, así como para implantar acciones de cuidado al medio ambiente, al uso racional y a la rehabilitación de los recursos naturales que utilicen en la elaboración de sus productos artesanales así como la obligación de las instituciones oficiales o privadas, los organismos sociales y los particulares, previo cumplimiento de la normatividad correspondiente, para establecer talleres o centros de capacitación o escuelas donde se requieran, a fin de promover la investigación en materia de rescate, producción, comercialización, el ensayo de nuevas técnicas, el intercambio de experiencias y todos aquellos conocimientos que sirvan al artesano para alcanzar la excelencia en la producción artesanal, asimismo para proteger y rehabilitar los recursos naturales que se utilizan en la elaboración de artesanías. Esta ley fue publicada en el órgano oficial el 10 de diciembre de 1999.

MARCO INSTITUCIONAL

La ausencia de instituciones ambientales consolidadas en el país en los tres niveles, ocasiona dificultades que resultan en la falta de atención a la gestión de la biodiversidad (Ibarra Colado, 2007). El diseño institucional de México no ha sido capaz, hasta ahora, de garantizar la operación de mecanismos de regulación que propicien transparencia, equidad y confianza, a la vez de un desarrollo económico y social más justo y amigable con el ambiente. Para el caso de la conservación de la biodiversidad, hasta la década pasada, todo era decidido y manejado a través de un arreglo institucional centralizado, que no tenía en cuenta la noción de daño y extinción de especies y ecosistemas de manera tan dramática, sino que se basaba en la idea de la abundancia de los recursos y la resiliencia de los ecosistemas. Esta percepción tenía un cierto fundamento en la época en que la presión demográfica y la urbanización no tenían las características que presentan ahora, ni la problemática del ambiente y el calentamiento global habían alcanzado los niveles que hoy conocemos. Sin embargo, en el 2002 México es reconocido como un país megadiverso⁵ por lo que el tema, sobre todo a nivel federal, se reconoce como de importancia nacional.

En Campeche el arreglo institucional está compuesto por el conjunto de reglas e incentivos que establecen quienes pueden participar en el sector ambiental, así como qué es lo que los diferentes participantes pueden o no llevar a cabo. Esto es aplicable a sectores en particular como el caso del agua (Amaya Ventura, 2007).

⁵ El 18 de febrero del 2002, los ministros del ambiente y los delegados de Brasil, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela se reunieron en Cancún para declararse y conformarse como el Grupo de Países Megadiversos, estableciendo un mecanismo de consulta y cooperación que permita alcanzar sus intereses y prioridades relacionadas con la preservación y uso sostenible de la biodiversidad.

A nivel estatal, sin embargo, el tema del ambiente no es visto con la importancia que reviste. Las instituciones estatales y municipales encargadas del ambiente en Campeche no cuentan con la fortaleza necesaria para encargarse de la tarea con propiedad. La tendencia nacional para descentralizar las decisiones, acciones y procesos de gestión y política ambiental, ejerce una presión excesiva en las instancias gubernamentales de esos dos niveles, las cuales carecen del presupuesto, personal capacitado e infraestructura necesarias para manejar adecuadamente la biodiversidad campechana.

Por esta razón, es importante considerar la realización posterior de un análisis institucional que permita apreciar el papel que juegan las estructuras y reglas de la sociedad, para favorecer comportamientos colectivos que se sustenten en la cooperación, el consenso y la gobernanza en materia de conservación de la biodiversidad.

LA PROCURADURÍA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO

La Procuraduría de Protección al Ambiente estatal fue creada a partir del acuerdo del Gobernador Constitucional del Estado de Campeche, Licenciado Fernando Ortega Bernés, de fecha 5 de junio de 2010, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Campeche el 13 de julio del mismo año, mediante el cual se emitió el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS) de la Administración Pública del Estado de Campeche. Este órgano adjunto en la estructura de la citada Secretaría, tiene como principales atribuciones: atender, dirigir y supervisar los asuntos jurídicos de la SMAAS; dar trámite y dictar resolución, en su caso, a las denuncias que se interpongan conforme al Capítulo III del Título Sexto de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Campeche; realizar los actos de inspección y vigilancia, ejecución de medidas de seguridad y

sanciones, así como los procedimientos y recursos administrativos en materia de medio ambiente en el ámbito de competencia estatal regulados por la legislación respectiva; emitir recomendaciones a las autoridades competentes para la debida aplicación y observancia de la normatividad ambiental, así como para conciliar los intereses entre particulares y las autoridades respectivas en los asuntos derivados de la aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de medio ambiente y recursos naturales en el ámbito de competencia estatal. Con su creación la Procuraduría Ambiental de Campeche es la décima en el país y el inicio de su funcionamiento tiene como base dos importantes programas a desarrollar durante el 2011, con financiamiento federal y aportación estatal, que son el “Programa de Procuración y Acceso a la Justicia Ambiental como Medida de Prevención ante los Efectos del Cambio Climático y Fortalecimiento del Marco Jurídico”, cuyo objetivo es garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental como estrategia que contribuya a la mitigación del cambio climático en el estado de Campeche, y dentro de un contexto de mayor coordinación y coadyuvancia con la Federación y los Municipios, lograr con éxito atender lo establecido en el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015, en materia de protección al ambiente, acceso a la justicia y crecimiento económico. Así como llevar a cabo la modificación, actualización o elaboración de los instrumentos legales que rigen el funcionamiento, las facultades y atribuciones de la dependencia, a fin de contar con un marco normativo dinámico, flexible y acorde para el desarrollo económico y social del estado, sin detrimento del patrimonio natural. Y el “Programa de Fortalecimiento del Marco Jurídico y Capacitación en Materia de Recursos Naturales y Aprovechamiento Sustentable como medida de Prevención ante los Efectos del Cambio Climático”, que tiene como objetivo modificar, actualizar o elaborar los instrumentos legales que rigen el funcionamiento, las facultades y atribuciones de la dependencia con la finalidad de contar con un marco normativo dinámico, flexible y acorde para el desarrollo económico y social del

Estado, así como difundir entre la ciudadanía y los usuarios los criterios técnicos para la ejecución de actividades públicas o privadas a fin de brindar espacios públicos que procuren a la ciudadanía el derecho a un medio ambiente sano, coadyuvando así a la protección de los recursos naturales y, al mismo tiempo, fortalecer el actuar de las entidades públicas y privadas que realicen acciones relativas al equipamiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas.

La eficacia en los resultados de la labor de esta Procuraduría, ayudará a consolidarla como una institución pública especializada en la procuración de la justicia ambiental, promotora del respeto a los derechos ambientales de la población y con capacidad para ofrecer servicios confiables y de calidad.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2009 - 2015

Tiene su base en la Ley Estatal de Planeación y es el instrumento rector a través del cual el gobierno, con el cumplimiento de objetivos y líneas de acción, debe garantizar las mejores condiciones políticas, económicas y sociales para el desarrollo de la entidad.

La protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de recursos naturales, encuentran atención en el contenido del Plan. Así en el Eje 2, relativo al crecimiento económico, el objetivo general es impulsar una economía más dinámica, que se traduzca en mejores oportunidades para todas las regiones del Estado, con la responsabilidad organizada y compartida del gobierno, la iniciativa privada y los sectores sociales.



Foto: Wendy Matú Moreno, SMAAS-Gob. Edo. Campeche.

Estrategias y líneas de acción

Impulso a los sectores productivos

- d) Alentar la producción de miel de calidad a través de la promoción de mejores técnicas entre los productores.
 - Impulsar de la reforestación de plantas nectaropoliníferas y promoción de la renovación anual de las abejas reinas en las colmenas para aumentar la productividad.
 - Fomentar la apicultura en zonas nectaropoliníferas.
- e) Fomentar la conservación y protección de los recursos forestales en coordinación con las autoridades competentes, así como con los sectores social y privado.
 - Impulsar el programa estratégico Campeche Verde.
 - Diseñar políticas para la planificación del ordenamiento de las actividades productivas en materia forestal y de suelos.
 - Promover y aplicar técnicas apropiadas de restauración, conservación y aprovechamiento integral de los recursos forestales.
 - Impulsar programas para la certificación del buen manejo forestal y la promoción de la tecnificación de los viveros actuales para elevar su productividad.

Aprovechamiento sustentable

- a) Instrumentar políticas que promuevan el desarrollo sustentable del Estado.
 - Promover la creación y aplicación de instrumentos legales que regulen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
 - Concertar acciones de coordinación para la supervisión y fomento del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
 - Fomentar el desarrollo de estudios para la reducción de contaminantes y promover el uso de tecnología limpia.

- Diseñar e implementar instrumentos de política transversal que promuevan el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- b) Promover el ordenamiento ecológico del territorio estatal.
 - Publicar el programa de ordenamiento ecológico territorial y los programas municipales de ordenamiento ecológico.
 - Implementar el Sistema Estatal de Información Ambiental para el diagnóstico, monitoreo y evaluación de tendencias en interacción de los sectores ambiental, económico y social.
 - Diseñar e implementar el Plan Estatal para la Mitigación y Adaptación del Cambio Climático.
 - Realizar acciones de educación ambiental y construcción de capacidades.
 - Realizar estudios y acciones para conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos del Estado.

COMITÉ DE PLANEACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTADO DE CAMPECHE (COPLADECAM)

El COPLADECAM es un organismo técnico administrativo, auxiliar del Titular del Poder Ejecutivo del Estado de Campeche, que se encarga de la promoción y coadyuvancia en la formulación, actualización, instrumentación y evaluación del Plan Estatal de Desarrollo. También funge como la instancia de coordinación permanente y eficaz entre los tres órdenes de gobierno para el desarrollo integral del Estado. Conforma su estructura, la Comisión Permanente, presidida por el Gobernador del Estado, misma que cuenta con un Coordinador General, Secretarios Ejecutivo y Técnico, así como con los Subcomités Sectoriales, Especiales y Regionales. Dentro de los Comités Regionales está el “Comité de la Región de la Selva”, en el cual se ubica el Grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable.

El grupo de Trabajo de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable, desarrolla su labor a partir de los siguientes Acciones, Agendas conjuntas y Políticas Ambientales:

Agendas transversales

Libro Blanco del Cambio Climático para el Estado de Campeche.

Cuenta con dos objetivos, el primero es instrumentar la estrategia estatal de cambio climático, a través de la ejecución de la estrategia consistente en proponer líneas de acción, políticas y estrategias que sirvan de base para la elaboración del Plan Estatal de Adaptación y Mitigación de Cambio Climático.

El segundo es el Ordenamiento Ecológico Territorial y Sistema de Información Geográfica, a través de dos estrategias que son: a) decretar, publicar e implementar los programas de Ordenamiento Ecológico Municipales; y b) la creación del Sistema Estatal de Información Ambiental.

Procuración y Acceso a la Justicia Ambiental

Su objetivo primordial es garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental en un contexto de mayor y mejor coordinación y coadyuvancia con la Federación y los Municipios que permita el crecimiento económico de Campeche. Cuenta con dos estrategias: a) el desarrollo del Programa de Auditoría Estatal Ambiental; y b) mejorar y fortalecer las acciones de inspección y vigilancia.

Agenda Verde: conservación y vida silvestre

Su objetivo principal es conservar los ecosistemas y su biodiversidad. A través de dos estrategias: a) incrementar las acciones tendientes a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; y b) recuperación de especies en riesgo.

Agenda Gris: prevención de la contaminación

El objetivo de esta agenda consiste en la prevención y control de la contaminación ambiental. Para lo cual se tienen cuatro estrategias: a) asegurar el cumplimiento de la Legislación Ambiental, mediante la aplicación de los instrumentos de política ambiental, involucrando a la sociedad civil; b) promover iniciativas de los tres niveles de gobierno orientadas a la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial; c) fortalecimiento de las acciones de protección ambiental; y d) promover la implementación de tecnologías limpias.

Agenda Café: aprovechamiento forestal sustentable

El desarrollo de esta agenda tiene como objetivo contribuir a la conservación y protección de los recursos forestales. Para lo cual se basa en cuatro estrategias: a) desarrollo de acciones específicas en materia forestal; b) fomento de actividades productivas en material forestal; c) incremento de plantaciones forestales comerciales; y d) prevención y combate de incendios.

Agenda Azul: recursos hídricos

El objetivo substancial de esta agenda es la preservación y conservación de recursos hídricos. Para lo cual su estrategia será la promoción de la gestión integrada del recurso hídrico.

Agenda Amarilla: apicultura

El objetivo esencial de esta agenda es el fomento de la actividad apícola. Para lo cual sus principales estrategias son: a) el impulso a los grupos productivos; b) el control de calidad e inocuidad de la miel; y c) el fomento de la apicultura en zonas con potencial nectaropolífero.

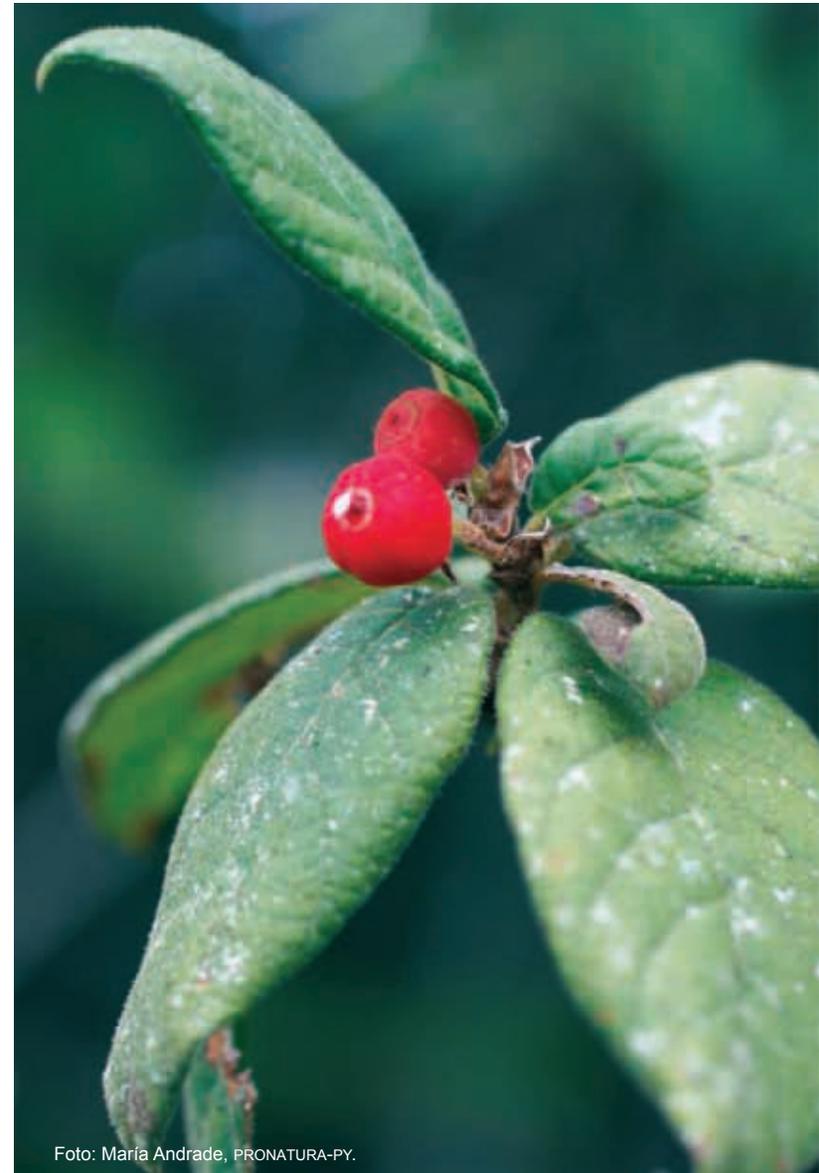


Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

PROGRAMA ESTRATÉGICO CAMPECHE VERDE (PROGRAMA SECTORIAL 2009-2015)

Con el propósito de contar con una premisa de sustentabilidad para las políticas públicas del estado de Campeche, se creó el Programa Estratégico denominado Campeche Verde. Este programa tiene como objetivo principal, identificar, diseñar e implantar de manera sistemática, una serie de acciones y políticas que permitan alcanzar la sustentabilidad en el Estado.

La política que se promoverá a partir de Campeche Verde se basa en un proceso continuo y adaptativo, que garantice su actualidad y permanencia ante un ambiente y condiciones socioeconómicas cambiantes. Es por ello que Campeche Verde, basa su estrategia en una visión de futuro, así como en un determinante de planificación sistemática, como parte de una integral en el rumbo que el gobierno del Estado se ha propuesto transitar hacia la sustentabilidad, considerando además acciones de educación ambiental en cada uno de los proyectos que se desarrollen al interior del programa.

Campeche Verde comprende tres estrategias estatales: a) la estrategia estatal para la mitigación y adaptación al cambio climático; b) la estrategia estatal de conservación de ecosistemas y biodiversidad; y c) la estrategia estatal para el desarrollo sustentable de las comunidades locales. Cada una de las cuales contemplan proyectos y acciones específicos que constituyen la base del quehacer de la SMAAS.

1. Estrategia estatal para la mitigación y adaptación al cambio climático

- Diseño e implementación del Plan Estatal de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.
- Disminución de fuentes y volúmenes de emisiones de gases de efecto invernadero con el cambio por focos ahorradores, la producción de biocombustibles, el incentivar el uso de energías al-



Foto: Centro EPOMEX-UAC

ternativas, y el enverdecimiento de edificios gubernamentales e industrias.

- Fortalecimiento de capacidades y transversalización de la prevención de desastres climáticos en el desarrollo sustentable en el estado de Campeche.
- Identificación de estrategias de adaptación para la disminución de riesgos y vulnerabilidades ante inundaciones por efecto del cambio climático.
- Identificación y acreditación de las “Tierras Kioto” para la captura y secuestro de emisiones.
- Identificación de oportunidades de desarrollar el programa REDD+ a través de plantaciones comerciales, acciones de reforestación, y la reconversión de actividades productivas para la conservación de servicios ambientales y la disminución de la degradación y la deforestación.
- Identificación e implantación de esquemas de financiamiento dirigidas a áreas forestales con aptitud para la captación de emisiones de CO₂.
- Manejo integral de residuos sólidos en el estado y aprovechamiento de biogás.
- Fomento para el uso de fuentes de energía alternativa.
- Educación ambiental para el cambio climático.

2. Estrategia estatal de conservación de ecosistemas y biodiversidad

- Análisis económico de externalidades para la toma de decisiones y la generación de políticas en materia de sustentabilidad.
- Procuración de Justicia Ambiental a través del fortalecimiento del marco regulatorio ambiental; la creación de la Procuraduría del Ambiente y la Agencia del Ministerio Público Especializada en Delitos Ambientales; y la implantación de programas de inspección y vigilancia.

- Promoción del decreto de los ordenamientos ecológicos territoriales municipales para la planeación regional sustentable.
- Fortalecimiento del sistema estatal de áreas protegidas.
- Manejo sustentable y conservación de especies prioritarias en el estado de Campeche.
- Conservar las áreas identificadas para la recarga de acuíferos.
- Promover el mejoramiento de la calidad de las aguas costeras a través del saneamiento integral de la Bahía de San Francisco de Campeche.
- Restauración de condiciones hidrológicas de ecosistemas de humedales y manglares.
- Identificación e implantación de acciones de control de erosión y pérdida de hábitats en la costa.

3. Estrategia estatal para el desarrollo sustentable de las comunidades locales

- Diseño e implementación de proyectos de desarrollo sostenible con comunidades locales a través de la reconversión de actividades productivas.
- Promoción de acciones comunitarias para el manejo forestal sustentable en el estado de Campeche a través de la adopción de buenas prácticas y la explotación de recursos no maderables.
- Fomento a la apicultura en el estado de Campeche que al mismo tiempo aseguren servicios ambientales por polinización y garanticen la seguridad alimentaria de la entidad.

Conclusiones

*Evelia Rivera Arriaga,
Gladys Borges Souza,
Teresa Saavedra,
Luis Herrera Gómez
y Miguel Angel Chuc Lopez*

- 1) La política ambiental en Campeche ha tenido un ámbito de acción limitado y los instrumentos promovidos, tales como los ordenamientos territoriales, tienen poca efectividad para modificar las principales tendencias de degradación del ambiente y de los recursos naturales debido principalmente a intereses y agendas políticas y sectoriales, y al presupuesto relativamente escaso dedicado a los asuntos ambientales.
- 2) No obstante el desarrollo institucional observado, la cuestión ambiental ha continuado al margen de la toma de decisiones de la política económica y de los principales sectores productivos de la entidad.
- 3) Las políticas de desarrollo urbano, agropecuaria y agraria, así como de los sectores turismo y portuario, han inducido procesos que favorecen la deforestación, erosión y el uso no adecuado del suelo. Asimismo, el diseño de políticas carentes de la visión ambiental, resultan en acciones que resultan en el aumento del riesgo y vulnerabilidad.
- 4) Después de treinta años de gestión ambiental en México, aún existen sectores productivos completos que continúan desregulados o no contemplados por la normatividad y la política ambiental. Este es el caso de la ganadería, la agricultura, la actividad forestal, la pesca, la extracción de crudo y gas y las empresas de servicios, especialmente las dedicadas a la construcción y al turismo. De manera parcial, también ocurre con actividades de competencia local como el crecimiento urbano o el manejo de residuos municipales.
- 5) No se han implantado acciones ni mecanismos tendientes a regular de manera más eficiente, eficaz y efectiva el uso, extracción y mitigación de recursos tales como el agua, ni actividades como la pesca, la extracción de arena o de rocas y materiales kársticos

- 6) No se han diseñado instrumentos de fomento para la aplicación de tecnologías limpias.
- 7) La política ambiental se ha restringido a regulaciones de carácter coercitivo, lo que impone obligaciones, restricciones, sanciones y gran cantidad de trámites. Sin embargo, la pobre capacidad de las instituciones ambientales en los tres niveles de gobierno, ha fomentado la discrecionalidad en la aplicación de la ley.
- 8) Existen compromisos internacionales que aún no se aplican, o algunos que a pesar de estar comprometidos, la entidad no asume con la propiedad necesaria para el caso.
- 9) La debilidad del marco legal estatal es complementada con procesos lentos en el diseño, revisión y aprobación de adecuaciones o bien de nuevas leyes ambientales necesarias para el estado. A esto es necesario agregarle la carencia de reglamentos que permitan la aplicación de esas leyes o el incumplimiento de los mismos, aún cuando estos ya existen y están vigentes.
- 10) Ante todo, Campeche debe decidir qué es lo que desea para su ambiente y biodiversidad y actuar en consecuencia.

REFERENCIAS

- Amaya Ventura, M.L., 2007. La importancia de las instituciones en la gestión del agua, *Gaceta Ide@s CONCYTEG*, Año 2, Núm. 28
- Bastida Aguilar, A., 2007. La Responsabilidad del Estado frente al Daño Ambiental. Tesis de Maestría en Derecho Judicial, Escuela Judicial del Estado de México. (<http://www.bibliotecasvirtuales.com/biblioteca/Articulos/AbrahamBastidaAguilar/derechoambiental/index.asp>)
- Borgo, G., 1998. México forestal visto por trece profesionales del ramo. ISBN 970-9056-09-3, 318 p.
- Ibarra Colado, E., 2007. Los Estudios Institucionales en México: campo emergente y estratégico para el desarrollo del país. Nota Editorial, *Gaceta Ide@s CONCYTEG*, Año 2, Núm. 28
- INE/Semarnap, 1997. Economía Ambiental: Lecciones de América Latina. 297 p.
- Reporte LEAD, 2002. Integración por zonas de la ganadería y de la agricultura especializadas (AWI): opciones para el manejo de efluentes de ganjas porcícolas de la zona centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Universidad Nacional Autónoma de México (México), Swiss College of Agriculture (Switzerland) y Coordinado por la FAO. 253 p. (<http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s00.HTM>)
- Vargas Hernández, J.J. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Norte de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/60S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. (Inédito). (<http://www.fao.org/docrep/007/j0529s/j0529s00.htm>)

Anexo 1. Programas estatales, regionales o locales para la protección de especies.

Nombre del programa	Objetivos	Instituciones involucradas	Nivel	Municipios involucrados	Departamento de la institución gestora	Dirección internet
Programa de Conservación del Jaguar.	Generar pautas para el manejo, protección y conservación del jaguar (<i>Panthera onca</i>) en áreas prioritarias en el Estado de Campeche.	SMAAS	Estatal	Todos	Subdirección de ANP y Vida Silvestre.	www.smaas.campeche.gob.mx
Programa de Protección y Conservación de la Tortuga Marina.	Cuidar y preservar a las tortugas Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), Blanca (<i>Chelonia mydas</i>) y Lora (<i>Lepidochelone kempi</i>) que anidan en las playas campechanas.	SMAAS SEMARNAT Comité Estatal de Tortuga Marina	Municipal	Campeche, Calkiní, Carmen, Champotón	Subdirección de ANP y Vida Silvestre.	www.smaas.campeche.gob.mx
Programa Adopta una Playa.	Involucrar a la población de comunidades para la conservación y limpieza de playas y ríos del Estado.	SMAAS API COPRISCAM BEPENSA CONAGUA SEMARNAT	Estatal	Todos	Subdirección de Educación Ambiental.	www.smaas.campeche.gob.mx
Programa de Inspección y Vigilancia.	Implementar acciones de vigilancia y coadyuvancia de protección de los recursos naturales.	SMAAS PROFEPA	Estatal	Todos	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Campeche.	www.smaas.campeche.gob.mx
Reverificación de Manifiesto de Impacto Ambiental de Proyectos autorizados.	Verificar las recomendaciones y obligaciones en materia de impacto ambiental.	SMAAS	Estatal	Todos	Subdirección de Protección Ambiental.	www.smaas.campeche.gob.mx
Restauración del ecosistema productivo con plantas melíferas	Restaurar el ecosistema productivo en 1 950 hectáreas de terreno en suelos no forestales, degradados y con características de Acahual.	SMAAS	Municipal	Calkiní, Hecelchakán y Tenabo	Dirección de Apicultura.	www.smaas.campeche.gob.mx
Programa de Apoyo a Sequía (Azúcar).	Apoyar la alimentación de colmenas en período crítico de floración.	SMAAS Organizaciones apícolas Productores independientes	Estatal	Todos	Dirección de Apicultura.	www.smaas.campeche.gob.mx

Anexo 1 (continuación). Programas estatales, regionales o locales para la protección de especies

Nombre del programa	Objetivos	Instituciones involucradas	Nivel	Municipios involucrados	Departamento de la institución gestora	Dirección internet
Programa Estatal de Reforestación.	Fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable. Recuperar áreas forestales, así mismo contribuir a mejorar el medio ambiente. Coordinar la participación institucional de las distintas órdenes de gobierno y la sociedad en general en la planeación y ejecución de los programas de reforestación. Contribuir a incrementar las oportunidades de empleo e ingreso que apoyen al mejoramiento de la calidad de vida de la población participante.	SMAAS	Estatal	Todos	Subdirección de Desarrollo Forestal.	www.smaas.campeche.gob.mx
Adquisición de acaricidas.	Controlar el ácaro de Varroa en las colmenas debido a que impacta negativamente la producción de miel.	SMAAS Productores independientes	Estatal	Todos	Dirección de Apicultura.	www.smaas.campeche.gob.mx
Sistema de Información Ambiental (SISEIA).	Sistematizar la Información multiusuario basado en web de recursos naturales	SMAAS SEMARNAT	Estatal	Todos	Coordinación de informática y estrategias de información.	



Foto: José del C. Puc Cabrera, ECOSUR.

GESTIÓN AMBIENTAL

X

Alberto Escamilla Nava
Coordinador

En el estado de Campeche, como en la mayoría de los 31 estados de la Federación, la gestión ambiental como política pública del desarrollo sustentable, va rezagada con respecto a la celeridad de los desarrollos de las actividades productivas. No obstante, en las tres últimas administraciones federales se ha fortalecido la gestión ambiental con elementos normativos y acciones de coordinación entre los tres órdenes de gobierno y los sectores involucrados.

En esta sección se plantea de forma sintética, esta gestión ambiental para el Sector Público, Privado, Académico y sociedad civil, sus avances y sus retos, para fortalecer el impacto de la gestión ambiental sobre la sustentabilidad de la biodiversidad presente en el estado de Campeche y sus aguas marinas e interiores.

Sector público

*Alberto Escamilla Nava,
Víctor Manuel Kú Quej
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

En nuestro país, la Ley de Planeación federal y las correspondientes estatales, establecen las normas y principios básicos, de cómo se llevará a cabo la planeación del desarrollo nacional, estatal y municipal. Entendiendo por planeación del desarrollo, como la ordenación racional y sistemática de acciones que en base al ejercicio de las atribuciones de cada orden de gobierno, en materia de regulación y promoción de la actividad económica, social, política, cultural, de protección al ambiente y aprovechamiento racional de los recursos naturales, tiene como propósito la transformación de la realidad del país (DOF, 1983).

Mediante la planeación se fijan objetivos, metas, estrategias y prioridades; se asignan recursos, responsabilidades y tiempos de ejecución, se coordinan acciones y se evalúan los resultados.

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable; entendido como el proceso permanente de ampliación de capacidades y libertades que permita a todos los mexicanos tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras (DOF, 2007).

En su eje 4, el PND establece que la sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras, siendo imprescindible contar con la participación de los tres órdenes de gobierno. Es mediante este eje que México enfrenta grandes retos en todos los aspectos de la agenda ambiental.

La agenda ambiental comprende temas fundamentales como la conciliación de la protección del medio ambiente (*e.g.* la adaptación y mitigación del cambio climático, la reforestación de bosques y selvas, la conservación y uso del agua y del suelo, la preservación de la biodiversidad, el ordenamiento ecológico y la gestión ambiental) con la competitividad de los sectores productivos y con el desarrollo social. Estos temas pueden atenderse desde tres grandes líneas de acción: a)

aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, b) protección del medio ambiente, y c) educación y conocimiento para la sustentabilidad ambiental.

Es en los programas sectoriales, como el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (DOF, 2008), en donde se registran objetivos, indicadores, metas, estrategias y líneas de acción que se aplican en los programas anuales de trabajo.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 (Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, 2010), en el eje 2, Crecimiento Económico, el ejecutivo estatal establece como estrategias el impulso a los sectores productivos y el aprovechamiento sustentable; considerando como líneas de acción fomentar la conservación y protección de los recursos forestales, instrumentar políticas que promuevan el desarrollo sustentable del estado y promover el ordenamiento ecológico del territorio estatal.

GOBIERNO FEDERAL

En nuestra entidad el gobierno federal tiene la representatividad de diversas instituciones relacionadas con la gestión de los recursos naturales.

La Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es responsable de aplicar la normatividad ambiental en materia de autorizaciones de programas de manejo forestal y plantaciones forestales comerciales; aprovechamiento de productos forestales no maderables y lo relacionado a la operación de la industria forestal. En materia de vida silvestre realiza el registro de Unidades de Manejo Ambiental y Conservación de Vida Silvestre (UMA), la expedición de licencias de caza y el control de cintillos otorgados a las UMA para el aprovechamiento de flora y fauna.

En materia de impacto ambiental regula la ejecución de obras y proyectos de atribución federal, mediante la dictaminación de mani-

festos de impacto ambiental que formulan los promoventes. En relación con la administración de la zona federal marítima terrestre se tramitan los permisos y concesiones para su uso y aprovechamiento. Por otra parte en materia de educación ambiental, se realizan acciones diversas, contenidas en el Programa Estatal de Educación Ambiental, Capacitación y Comunicación Educativa, mismo que se encuentra en revisión para integrar el Programa de Educación Ambiental, Comunicación Educativa y Capacitación para la Sustentabilidad en Condiciones de Cambio Climático.

Es de distinguir la participación del sector académico, empresarial, jóvenes, mujeres, organismo no gubernamentales, pueblos indígenas, sector social, poderes ejecutivo y legislativo del estado, en el actual Núcleo Estatal del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable, así como en los correspondientes regional y nacional, que se encuentran en su quinta generación de consejeros (DOF, 2008).

La Dirección Local adscrita a la Región XII Península de Yucatán de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es un órgano desconcentrado de la SEMARNAT, cuya misión es administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso. La CONAGUA realiza un papel fundamental en Campeche, es responsable de otorgar concesiones para el aprovechamiento de agua y de la zona federal y es la principal promotora para el desarrollo de la infraestructura hidráulica en materia de agua potable, así como hidroagrícola en áreas rurales productivas. La CONAGUA garantiza también una amplia participación ciudadana de los diversos sectores de usuarios a través del Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán.

La **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas** (CONANP) es el órgano desconcentrado de la SEMARNAT, encargado de la administración de las Áreas Naturales Protegidas de régimen federal, cuyo objetivo es conservar el patrimonio natural de México mediante las



Foto: Centro EPOMEX-UAC

áreas protegidas y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno (CONANP, 2007).

En su organización administrativa, la CONANP se divide en regiones, dos de las cuales tienen cobertura en el estado de Campeche: Regional Golfo de México Planicie Costera, a la que pertenece el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, y la Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, a la que pertenecen la Reserva de la Biosfera de Calakmul, la Reserva de la Biosfera Los Petenes, y una porción de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún. Todas las reservas federales cuentan con una estructura operativa de direcciones responsables de aplicar los Planes de Conservación y Manejo, formulados para cada una de las áreas protegidas. (<http://www.conanp.gob.mx/regionales/>)

Participa también en la coordinación y operación de los Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), como el jaguar (*Panthera onca*), las tortugas marinas: de carey (*Eretmochelys imbricata*) blanca (*Chelonia mydas*) y lora (*Lepidochelys kempi*) que aplican en el estado de Campeche. (http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/especies_priori.php)

Adicionalmente la CONANP es responsable de la atención de los tres sitios RAMSAR del estado, el Área Natural Protegida de Flora y Fauna Laguna de Términos; la Reserva de la Biosfera Los Petenes y la Playa Tortuguera de Chenkán, con una cobertura de 897 937 ha de humedales, principalmente de zonas de manglar, reconocidos desde el año 2004. (http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/humedales1.php)

Administra el programa de conservación y protección de la tortuga marina, en coordinación con el denominado Comité Estatal de Protección y Conservación de la Tortuga Marina; en el que participan representantes de los 11 campamentos tortugueros de la entidad, con la participación de organizaciones de la sociedad civil, universidades, autoridades militares, municipales, estatales y federales.

La gerencia estatal adscrita a la Región 12 Península de Yucatán de la **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)** es un organismo público descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal. Además participa en la formulación de planes, programas, y aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. Es responsable de operar el PROARBOL, programa federal de apoyo al sector forestal que otorga estímulos a los poseedores y propietarios de terrenos, para realizar acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos forestales.

El PROARBOL en Campeche aplica principalmente en tres de sus cuatro categorías: desarrollo forestal, plantaciones forestales comerciales, conservación y restauración; destacando los apoyos en plantaciones forestales comerciales, estudios de aprovechamiento maderable, no maderable; de vida silvestre y servicios ambientales.

La CONAFOR aplica también en Campeche el Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PRO-CYMAF), a través de su gerencia de silvicultura comunitaria.

La **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad** (CONABIO) es responsable de la operación de la estrategia denominada **Corredor Biológico Mesoamericano** (CBM), proyecto en el que se trabaja para mantener unidos los ecosistemas de Norteamérica y Sudamérica a través del Istmo Centroamericano. Incluye a México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá; el esfuerzo de este grupo de países se orienta a garantizar la conectividad entre zonas protegidas y áreas con alta diversidad biológica, evitando la fragmentación del hábitat natural e impidiendo el deterioro, de los ecosistemas. Actualmente los corredores biológicos son propuestos como una herramienta estratégica fundamental para promover la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. (http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/TEM/DOC/11/11_001.htm).

Tabla 1. Corredores del CBM-M.

Selva Maya Zoque (norte de Chiapas)
Sierra Madre del sur (sur de Chiapas)
Sian Ka'an - Calakmul (Campeche)
Sian Ka'an - Calakmul (Quintana Roo)
Costa Norte de Yucatán)
Fuente: CONABIO. http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/TEM/11.htm .

En su componente Corredor Biológico Mesoamericano México (CBM-M), opera desde el 2001 en cinco corredores ubicados en los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán (tabla 1). Su estructura operativa se compone de la Unidad Técnica Nacional, Unidad Técnica Regional Chiapas, y Unidad Técnica Regional Península; teniendo la subdirección del corredor Sian Ka'an-Calakmul sede en Campeche. (<http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/TEM/11.htm>)

La **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)** es un órgano desconcentrado de la SEMARNAT, con autonomía técnica y operativa, tiene como tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes en materia ambiental.

La Delegación Campeche desarrolla acciones en el marco de cinco programas fundamentales: a) inspección y vigilancia para el aprovechamiento de los recursos naturales, b) inspección y vigilancia para fuentes de contaminación de competencia federal, c) instrumentos y mecanismos voluntarios para el cumplimiento de la normatividad ambiental, d) justicia ambiental administrativa, civil y penal y e) atención a la denuncia popular en materia ambiental.

La **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)**, tiene entre sus principales objetivos propiciar una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector en el Plan Nacional de Desarrollo. <http://sagarpa/quienesomos/Paginas/default.aspx>.

La Delegación de la SAGARPA, tiene cuatro Distritos de Desarrollo Rural en las cabeceras municipales de Campeche, Hecelchakán, Champotón y Escárcega, con su correspondiente estructura de Centros de Apoyo al Desarrollo Rural. En la entidad es responsable de las medidas de sanidad vegetal y animal que aplica el Servicio Nacional Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), con la participación de organismos civiles como el Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESAVECAM) y el Comité Estatal para el Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Campeche (COFOPECAM).

Sus estructuras de participación ciudadana son el Consejo Estatal para el Desarrollo Rural Sustentable y los correspondientes para cada distrito de desarrollo rural y cada uno de los 11 municipios. Dentro de sus responsabilidades destacan el otorgamiento de permisos de pesca ribereña y de pesca de altura, así como de la regulación sanitaria agrícola y ganadera.

La **Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA)**, es un órgano desconcentrado de la SAGARPA, comprometido con la legalidad, la calidad y la transparencia del sector pesquero y acuícola; encargado de fomentar y desarrollar mecanismos de coordinación con diferentes instancias para implementar políticas, programas y normatividad que conduzcan y faciliten el desarrollo competitivo y sustentable del país, para incrementar el bienestar de los mexicanos. Su representación en Campeche es a través de la Delegación de la SAGARPA.

GOBIERNO ESTATAL

La gestión ambiental es instituida en Campeche como una responsabilidad gubernamental a finales de diciembre de 1991, con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA), ocho años después de que la Administración Pública Federal (APF) hubiese creado la desaparecida Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Desde entonces la administración estatal ha tenido diversos ajustes acompañados con las estructuras administrativas ambientales del ámbito federal.

En 1992, cuando la SEDUE se integra en la SEDESOL como Subsecretaría y se crea la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, el gobierno de Campeche recategorizó la SEDUMA como una subsecretaría (SUBSEDUMA) de la entonces recién creada Secretaría de Desarrollo Social estatal.



Foto: Centro EPOMEX-UAC

La creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) por el gobierno federal (1994), origina un nuevo ajuste en la estructura orgánica del gobierno del Estado mediante la creación, en marzo de 1995, de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Pesquero (SEMARNYD) a través de la fusión de la SUBSEDUMA y la Secretaría de Desarrollo Pesquero.

Durante la administración estatal 1998-2003, y con objeto de fortalecer la gestión de la actividad pesquera la SEMARNYD fue dividida en dos nuevas instancias: la Secretaría de Pesca (SEPESCA) y la Secretaría de Ecología (SECOL). Es apropiado mencionar que el proyecto original de creación de la autoridad ambiental contemplaba para ésta el nivel de Coordinación (inferior incluso al de Subsecretaría), pero al someterse esta iniciativa al Congreso Estatal para su aprobación, la fracción parlamentaria del Partido de la Revolución Democrática (PRD) recomendó y presionó para que se le diera el nivel de Secretaría.

En septiembre de 2009, la administración estatal se reestructura nuevamente, creándose la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS), integrando las actividades de fomento forestal y apicultura.

El gobierno del Estado ha operado en cinco ámbitos de gestión claramente definidos: a) modernización de marco legal y normatividad Ambiental, b) Ordenamiento Ecológico Territorial (OET), c) educación ambiental, d) protección ambiental y preservación de recursos naturales y e) promoción del desarrollo sustentable.

Fortalezas

Uno de los aspectos relevantes de la gestión ambiental en Campeche es la amplitud de miras con la que se desarrolla. Ello ha llevado a la entidad a encabezar procesos y enfoques de gestión novedosos o avanzados con respecto al resto del país. Como ejemplo, puede citarse

la elevada proporción del territorio estatal sujeto a alguno de los regímenes de protección ambiental vigentes, 41.2% de todo el territorio; lo que equivale al 9.3% de la superficie nacional protegida. (tabla 2)

Otro ejemplo ilustrativo es la conciliación de las visiones de Ordenamiento Territorial (OT) y Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) en un marco único de política territorial, lo cual se logró cinco años antes de que esto tuviera lugar en el gobierno federal, cuando SEDESOL y SEMARNAT (responsables de OT y OET, respectivamente) finalmente lograron establecer los términos de referencia conjuntos en 2005. A la fecha, Campeche es de las pocas entidades federativas del país que tienen procesos de OET en todos sus municipios, además de contar con un esquema de ordenamiento general para todo el estado y uno específico para su zona costera.

Desafíos

Sin duda, la mayor debilidad que enfrenta la gestión ambiental en la entidad es la reducida capacidad institucional de la autoridad estatal competente. La actual SMAAS es la dependencia con la estructura orgánica más reducida (poco más de 20 plazas y 40 contratos de régimen eventual) y con el menor presupuesto de todo el gobierno estatal. Sin embargo, con el apoyo del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental (PDIA) de la SEMARNAT, se ha logrado fortalecerla en aspectos tan relevantes como equipamiento y capacitación.

Otro aspecto deficitario en la gestión ambiental es la escasa vinculación entre las instancias estatales que operan programas relacionados con aspectos ambientales. Por ejemplo: la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado (CAPAE), únicamente se dedica a promover la extensión de la cobertura del servicio de agua potable (e.g. extracción, distribución), promoviendo sólo marginalmente obras y programas de saneamiento; dejando de lado cuestiones tan relevantes como la promoción en el uso eficiente del recurso hídrico. Por últi-

Tabla 2. Áreas protegidas en el estado de Campeche. Fuente: Elaboración propia con datos de la CONANP y SMAAS.

ANP	Categoría	Administración	Superficie (ha)	Fecha de creación	% de superficie estatal
Calakmul	Reserva de la biosfera	Federal	723 185.00	23/05/1989	12.96
Laguna de Términos	Área de protección de flora y fauna	Federal	706 147.00	06/06/1994	12.65
Los Petenes	Reserva de la biosfera	Federal	282 857.62	24/05/1999	5.07
Balam Kin	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estatad	110 990.00	15/12/1999	1.99
Ría Celestún	Reserva de la biosfera	Federal	81 482.00	27/11/2000	0.58
Balam Kú	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	Estatad	409 200.00	14/08/2003	7.33
Salto Grande	Parque Urbano	Municipal Candelaria	1 569.89	28/08/2006	0.03
Laguna Ik	Jardín de regeneración y conservación de especies	Municipal Hopelchén	28 819.63	09/06/2009	0.52

mo, la inexistencia de una instancia específicamente encargada de la vigilancia ambiental (esto es, una Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente*), constituye una debilidad de la gestión ambiental en la entidad. Estas situaciones han llevado a la SMAAS a diseñar programas que puedan incidir —aun cuando sea parcialmente— en estos temas deficitarios de la gestión ambiental del estado de Campeche.

Es importante consolidar el proceso de descentralización, del cual el PDIA es únicamente una primera etapa. Para el gobierno del Estado la regulación de los aprovechamientos forestales, de los cambios de usos de suelo, la evaluación de impacto ambiental, la regulación de la actividad cinegética y la administración integral de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), son aspectos claves de la gestión ambiental, en donde existe interés para transferirlos de la autoridad federal hacia la correspondiente estatal.

Gobierno Municipal

En la entidad existen 11 municipios (Calakmul, Calkiní, Campeche, Candelaria, Carmen, Champotón, Escárcega, Hecelchakán, Hopelchén, Palizada y Tenabo), que conforme a sus estructuras administrativas atienden los aspectos ambientales de diversas formas y prioridades. En general el nivel de organigrama se ubica en Coordinaciones o Jefaturas de Departamento de Ecología, adscritas a las áreas de Dirección de Desarrollo Social, Servicios Públicos, Desarrollo Rural, Desarrollo Urbano y solo el caso del municipio de Palizada tiene una Dirección de Pesca y Ecología; el resto genera Departamentos, Oficinas y Subdirecciones de menor presupuesto, personal y nivel de influencia en la planeación de los municipios. Las acciones principales de estas áreas municipales se circunscriben a aspectos de educación ambiental, atención de manejo de residuos sólidos urbanos y a la coordinación con las áreas estatales y federales.

* A finales del 2010, fue creada dicha Procuraduría.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Sector privado

*Alberto Escamilla Nava,
Víctor Manuel Kú Quej
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

Campeche es un estado privilegiado por la biodiversidad y riqueza de sus ecosistemas marinos y terrestres. Los recursos naturales de Campeche han constituido desde siempre, la base de su desarrollo, proporcionando productos, insumos, servicios y espacios para las actividades económicas y la generación de riqueza.

Históricamente, el desarrollo económico de la entidad se ha sustentado en la extracción de sus recursos naturales, las pesquerías de camarón, escama y pulpo en su zona marina; el palo de tinte, el chicle del chicozapote, las maderas preciosas de Cedro y Caoba, la madera de Guayacán y las especies tropicales usadas para la fabricación de durmientes para ferrocarril. El uso de la fauna silvestre para autoconsumo y actividades de cacería, en los ecosistemas terrestres; así como en la transformación de sus espacios y recursos naturales para fomentar el desarrollo petrolero, agropecuario, los asentamientos humanos y recientemente el desarrollo turístico.

En todas las actividades económicas, el sector privado ha tenido una participación importante; actualmente en el estado de Campeche existen dos organismos que representan y coordinan a las cámaras y asociaciones empresariales, y colegios de profesionistas:

- El Consejo Coordinador Empresarial de Ciudad del Carmen AC; con sede en Ciudad del Carmen, en donde se concentra la actividad industrial y de servicios asociada a la industria petrolera de la sonda de Campeche.
- El Consejo Coordinador Empresarial de Campeche AC, que agrupa al resto del sector empresarial del estado, con sede en la ciudad de San Francisco de Campeche.

Para el año 2007, el sector pesquero registró una población de más de 11 mil personas dedicadas a la actividad, 48% de las cuales se desempeña en el sector privado, contando con 1 387 embarcaciones inscritas en Registro Nacional de Pesca, equivalente al 39.2% de las embarcaciones registradas en la pesca de altura, mediana altura y pesca ribereña. Durante ese mismo año, el sector privado aportó el 58.4%

de la producción pesquera, con 18 726.5 toneladas Las principales especies capturadas son pulpo, camarón, jaiba, sierra, robalo, bandera, raya, caracol, corvina, charal y ostión. (SAGARPA, 2007).

En la actividad acuícola, el sector privado registró una aportación de 165 toneladas de producción de camarón, corvina roja y esmedregal, equivalente al 34.5% del total producido. (INEGI, 2008).

En materia forestal, la industria del estado está integrada por 32 empresas, predomina la industria primaria con un registro de 23 aserraderos, en 6 de ellos se cuenta también con fábricas de chapa; operan 3 fábricas de chapa y triplay; 2 fabricas de muebles; 2 plantas impregnadoras y una fábrica de extractos. Aun cuando el 90% de los terrenos forestales son de propiedad ejidal, solo el ejido Álvaro Obregón del municipio de Calakmul, tiene un aserradero. Actualmente operan diez aserraderos, mientras que en chapa y triplay, son tres, lo que refleja que la industria forestal se administra con una estrategia de retirada ante los problemas de abastecimiento y los altos costos de trámites burocráticos, extracción y transformación que los hace poco competitivos.

La capacidad industrial instalada es del orden de 200 mil m³r (metros cúbicos de madera en rollo); y durante el año 2006 se transformó un volumen estimado de 16 mil m³r; es decir, el 26% de la producción primaria pasó a proceso de transformación en la industria local, el 84% de la producción se comercializó como materia prima a otras entidades del país.

A partir de los 90, la mayor participación del sector empresarial forestal en la generación de empleo en Campeche, han sido los proyectos de plantaciones forestales comerciales, rubro con amplio potencial que identifica a Campeche como líder a nivel nacional; en los 11 municipios de la entidad hay 361 proyectos autorizados, para plantar 48 914 hectáreas, con una superficie ya plantada mayor a 15 mil hectáreas.

Un caso especial es el conjunto de empresas: Aserrío de Campeche, SA de CV; Tecablank Industrial SA de CV y Medacam SA de CV, que conforman una empresa integrada verticalmente con plantaciones propias, que inician su aprovechamiento de aclareos y que en los próximos años se empezará con la cosecha final de 200 hectáreas anuales. El volumen resultante de aproximadamente 30 000 m³ anuales implica un gran reto, desde el punto de vista de la transformación, el financiamiento y la comercialización.

En la entidad existen 125 UMA con más de 756 000 hectáreas, como estrategia complementaria de conservación de recursos naturales de flora y fauna silvestre; 83 UMA son extensivas y 22 de ellas tienen objetivos cinegéticos, el resto tienen objetivos de conservación; 42 son intensivas, para reproducción de especies de flora y fauna nativas e introducidas; con una importante participación del sector empresarial, principalmente relacionadas con actividades cinegéticas.

De reciente creación, la Unión Regional de UMA de Campeche AC (URUMAC), agrupa a 17 representantes de UMA en operación, esta promueve la capacitación en “Cacería Responsable”. La URUMAC participa en la fase operativa del “*Proyecto de repoblación de pavo ocelado*”, con el objetivo de recuperar su área de distribución natural en el estado de Tabasco y en la península de Yucatán.

La Unión Estatal de Silvicultores y Empresarios Forestales de Campeche AC, agrupa a más de 2 mil socios, entre productores, silvicultores, ejidos, industriales y empresarios del ramo forestal. Este organismo tiene como misión unificar y organizar al sector forestal y silvícola, para vincularlo con los programas gubernamentales de apoyo a la silvicultura y para el uso racional de la flora y la fauna del estado. Especial mención merece la iniciativa relacionada con la producción del programa de televisión denominado “*El Silvicultor*”, que se edita y transmite en el Sistema de Televisión y Radio de Campeche, difundiendo diversos tópicos del ámbito forestal.

Estudio de caso: Agropecuaria Santa Genoveva SAPI de CV

Alberto Escamilla Nava

Acorde a la vocación forestal que tiene el estado de Campeche, se ha incrementado el establecimiento de empresas dedicadas a las plantaciones forestales comerciales, las que han venido a sumarse al esfuerzo federal de forestar con más de 250 millones de árboles anuales en el país.

Dentro de estas empresas, hay una que destaca por sus principios ecológicos, los cuales son tan importantes que en el organigrama de la empresa existe una Dirección de Medio Ambiente, cuya finalidad es que se logre trabajar en equilibrio con la naturaleza.

Esta empresa es Agropecuaria Santa Genoveva SAPI de CV, ubicada en el municipio de Campeche, uno de los principales proyectos generadores de empleo del estado de Campeche, siendo la primera en iniciar la emisión de Certificados Bursátiles como medio para financiar el establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales en México. Actualmente es la única unidad forestal certificada conforme a los estándares y criterios de la *Forest Stewardship Council (FSC)* en la península de Yucatán.

Inició actividades en el año 2002. Dentro de su giro comercial se encuentran las plantaciones forestales comerciales, la ganadería de re-

gistro de la raza lechera AFS (cruza de Holstein con Cebú africano), la ganadería intensiva para la engorda de ganado bovino, la agricultura con riego y la apicultura, entre otros.

Esta empresa es la primera agropecuaria en el país en recibir un Certificado de Cumplimiento Ambiental otorgado por la PROFEPA. Para ello tuvo que establecer un sistema de administración ambiental, un programa de capacitación intensivo y hacer inversión en infraestructura para cumplir con la normatividad ambiental vigente. Cuentan con una Unidad de Manejo Ambiental de 300 ha, sin embargo, aplican los principios de fomento y conservación para toda la propiedad; han logrado reforestar más de 5 000 ha con especies como la Teca (*Tectona grandis* L.), Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Caoba (*Swietenia macrophylla* King).

Con gran éxito se ha logrado el cultivo de uva de mesa en condiciones del estado de Campeche; actualmente se tiene cultivado 16 ha., con dos variedades: verde sin semilla y Red Globe. En su segundo año de cosecha, los rendimientos y la calidad de la fruta son excelentes, por lo que se pretende incrementar la superficie a 100 ha.

Están sustituyendo los plaguicidas por medio de insectos benéficos y de hongos entomopatógenos; así como a los fertilizantes químicos por lombricomposta, utilizando estiércol del ganado bovino y demás desechos orgánicos generados en el mismo rancho.

La empresa está en proceso de crear un Área Natural Protegida Privada con más de 16 000 hectáreas, con el objetivo de incrementar la fauna y flora al prohibir la cacería y la tala clandestina a través de una vigilancia intensiva. Dentro de este recinto ecológico se ha iniciado también el desarrollo de apicultura orgánica.

Otros proyectos de investigación que se están llevando a cabo, incluyen los siguientes objetivos:

- 1) Evaluar el potencial de especies forestales nativas de la región para desarrollar plantaciones comerciales como tzalam (*Lysiloma bahamensis*), jabin (*Piscidia piscipula*), pich (*Enterolobium cyclo-*

carpum), entre otras. Para ello, se han establecido parcelas experimentales en diferentes tipos de suelo, adaptando los programas de manejo que se vienen utilizando con especies, que ya están probadas en plantaciones forestales comerciales.

- 2) Llevar a cabo un programa anual de monitoreo en suelo, agua y planta para prevenir la salinidad por aplicar riego a los cultivos y las plantaciones.
- 3) Identificación y manejo de plagas y enfermedades detectadas en plantaciones forestales comerciales de teca y cedro en el estado de Campeche.

Agropecuaria Santa Genoveva ha estado en permanente contacto con centros de investigación, universidades e institutos nacionales e internacionales, donde ha existido un intercambio de experiencias, así como de estudiantes que realizan sus prácticas profesionales.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

Organizaciones no gubernamentales

*Alberto Escamilla Nava,
Víctor Manuel Kú Quej
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

En Campeche, al igual que en el resto del país, existe un evidente incremento y participación de organizaciones no gubernamentales (ONG) en diferentes ámbitos del quehacer institucional; el sector medio ambiente y recursos naturales no es ajeno a este fenómeno.

Se ha identificado que el incremento de ONG ha respondido a los requerimientos de reglas de operación de programas gubernamentales, así como los requerimientos de organismos internacionales para la asignación de fondos económicos, lo cual genera una presencia y acción intermitente de la mayoría de las ONG de reciente creación.

El Consejo de Organizaciones de la Sociedad Civil del Estado de Campeche, AC (COSCAM) se integró con el objetivo de coordinar la acción de las ONG, sin embargo, no ha logrado la afiliación de la mayoría existente ni la incorporación de nuevas organizaciones.

Derivado de ello, en el sector medio ambiente y recursos naturales existe un escaso número de ONG en operación permanente, distinguiéndose la participación de las siguientes:

- PRONATURA Península de Yucatán AC.
- Marea Azul AC.
- Amigos de Hampolol AC.
- Enlaces con tu entorno AC.
- Consejo Forestal de la Montaña AC.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

Sistemas de información

*Alberto Escamilla Nava,
Víctor Manuel Kú Quej
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

La importancia de la organización, síntesis y análisis de la información estadística y geográfica es cada vez más valorada y reconocida, ya que generalmente los datos existentes no se encuentran organizados ni sistematizados.

En lo referente a la organización y regulación de los sistemas de información estatales, es necesario comentar que en diciembre de 1985, mediante el decreto Núm. 328, emitido por la H. LI Legislatura del Estado Libre y Soberano de Campeche, y publicado en la edición del Periódico Oficial el día 13 del citado mes y año, se dio a conocer la Ley de Planeación del Estado de Campeche, que en su capítulo segundo, artículo 17 fracc. VII, atribuye a la Coordinación General del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Campeche (COPLADECAM) la facultad de “Coordinar los servicios estatales de Estadística e Información Geográfica”. Este constituye el antecedente y fundamento legal de la creación del Sistema Estatal de Información y Estadística, el cual empezó a funcionar desde ese año en el seno del COPLADECAM. De esa manera, entre 1985 y 1992 el Sistema Estatal de Estadística existía como una institución y desde 1992, se crea el Sistema Estatal de Información Estadística, Geográfica y Socioeconómica (SEIEGS, adscrito a la actual Secretaría de Desarrollo Social y Regional (SEDESORE).

Destaca en particular el trabajo de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) como pionera en materia informática en el estado; a través de su Centro Universitario de Enseñanza por Computación (CUNIVEC), que además de ser un centro de enseñanza, fungió como el primer proveedor de servicio de acceso a Internet en el estado.

Uno de los aspectos más problemáticos en materia informática y fuente de multitud de inconvenientes ha sido la reiterada inexistencia de un marco de normas y procedimientos homogéneos para el manejo de la información en el seno del gobierno estatal. Un ejemplo típico lo constituyen los sistemas de Base de Datos (BD). Aunque existe una notable compatibilidad en cuanto a las herramientas de desarrollo em-

pleadas para ellos, al no disponerse de una referencia instituida, las variables de las BD suelen poseer distintos nombres aunque se trate del mismo parámetro (e.g. el parámetro “Nombre de Localidad” puede aparecer entre otras formas como: NOM LOC, NOM_LOC, NOMLOC, NOM LOCAL, etc.), esto ocasiona la imposibilidad de comunicar entre sí los diversos sistemas de información que están en servicio en las diferentes dependencias estatales, disminuyendo la eficiencia y la eficacia de todo el sistema.

Los principales productos generados por el Sistema Estatal de Información y Estadística son:

- Anexos Estadísticos.
- Anuarios Estadísticos.
- Cuadernos Estadísticos Municipales.
- Serie Histórica 1994-2005.
- Los Municipios en Cifras, edición 2006.
- Catálogo de Localidades.
- Monografía del estado de Campeche.
- Cartografía Estatal.

Los sistemas de información más integrales lo representan los programas de ordenamiento ecológico territorial que en sus niveles nacional, regional, estatal y municipal se encuentran disponibles a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable; de igual manera que los Planes de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas ubicadas en la entidad.

Los centros académicos y dependencias públicas han generado diversos sistemas de información especializada que no se encuentran disponibles de manera abierta a un público general.

Por otra parte, existen manifiestos de impacto ambiental y programas de manejo y monitoreo del aprovechamiento y uso de flora y fauna, exigido en las leyes correspondientes, que no son sujetos a un análisis y sistematización de su información. Todo esto genera una aparente falta de información, pues no existe un organismo con la capacidad para recopilar la investigación e información generada en el territorio estatal, propiciando la duplicidad de trabajos y el uso ineficiente de los escasos recursos económicos.

Existen también aportaciones de organismos de la sociedad civil como son el caso de PRONATURA Península de Yucatán que ha desarrollado su “Programa Centro Pronatura de Información para la Conservación (CPIC)”. En él, se integra la información de los diversos proyectos que ejecuta en la región, destacando el referido a la Planeación Eco-regional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca. Esta se define como una agenda de conservación, que propone una red de áreas de interés para la conservación o portafolio de sitios estratégicos. Se han formulado también planes de conservación en la región de Calakmul y en los humedales de la laguna de Términos y los pantanos de Centla.

Las perspectivas de la informática para la entidad son buenas en general. Existe recurso humano adecuadamente calificado y, con todo, la actualización tecnológica ha sido continua. Sin embargo, es preciso solventar cuestiones de fondo como promover una regularización legal de todo el software utilizado en instituciones públicas y privadas.

Conclusiones

*Alberto Escamilla Nava,
Víctor Manuel Kú Quej
y Guillermo J. Villalobos-Zapata*

Una de las principales debilidades de la gestión ambiental en el estado de Campeche, como ocurre lamentablemente en varios de los estados mexicanos, es su dependencia a planes de desarrollo sexenal. No se cuenta con un plan transexenal, las autoridades en turno de los tres órdenes de gobierno, son las encargadas de programar actividades, diseñar programas y proyectos, que pueden ser de impacto positivo; sin embargo, con la llegada de un nuevo Presidente Municipal, Delegado o Secretario, los programas y prioridades e incluso competencias cambian y, excepción de la SEMARNAT que tiene a los Consejos Consultivos de Desarrollo Sustentable, no se deja mucha interacción con la sociedad civil.

Por otro lado, es evidente la falta de comunicación permanente y en tiempo real entre dependencias de los tres órdenes de gobierno, siendo los casos más críticos los de las denuncias ante la Delegación de la PROFEPA en Campeche.

Cada día es menos, pero aún existe la duplicidad de apoyos, la generación de información e investigación en temáticas ya trabajadas; la autoridad municipal no tiene la coordinación deseable con las autoridades estatales y federales, generando duplicidad de funciones y, por tanto mayor burocracia y retraso en los apoyos y acciones.

Afortunadamente esta tendencia está cambiando con la actual administración estatal (2009-2015), que busca desarrollar programas y acciones transexenales, por ejemplo el Plan Estatal de Acción contra el Cambio Climático, que esta por iniciar y que tiene como finalidad diseñar estrategias y planes de acción a corto, mediano y largo plazo, en el orden local, pero también regional en materia de mitigación y adaptación. Un ejemplo fue llevado a cabo dentro de las actividades paralelas de la COP 16 celebrada en Cancún en noviembre de 2010,

donde los tres estados de la península de Yucatán, firmaron un convenio de cooperación para enfrentar el fenómeno del cambio climático de manera regional, al igual que su Agenda del Agua 2030, dentro del respeto a sus prioridades locales.

Se concluye que es importante seguir construyendo por parte de los tres órdenes de gobierno, ejes de empoderamiento de la sociedad civil para fortalecer y acompañar su participación dentro de la gestión ambiental.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

REFERENCIAS

- CONAGUA; Acerca de CONAGUA (en línea), México. <http://www.conagua.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=627017f9-7e2f-44ba-ba8c-25e28baf085d|ACERCA DE CONAGUA|1|0|0|0> (consulta 12 de octubre de 2009).
- CONANP; Quienes somos (en línea), México. http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/ (consulta 12 de octubre de 2009).
- CONANP; Quienes somos (en línea), México. <http://www.conanp.gob.mx/regionales/> (consulta 12 de octubre de 2009).
- CONANP; La Convención Ramsar en México (en línea), México. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/humedales1.php (consulta 12 de octubre de 2009).
- CONAFOR; ¿Que es CONAFOR? (en línea), México. http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=_content&task=vie&id=439&Itemid=454. (consulta 12 de octubre de 2009).
- CONABIO; Corredor Biológico Mesoamericano México (en línea), México. http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/TEM/DOC/11/11_001.htm (consulta 20 de octubre de 2009).
- CONABIO; Corredor Biológico Mesoamericano México; Directorio (en línea), México. <http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/SER/01.htm>. (Consulta 20 de octubre de 2009).
- CONABIO; Corredor Biológico Mesoamericano México; Directorio (en línea), México. <http://www.cbmm.gob.mx/CBMM/TEM/11.htm>. (Consulta 20 de octubre de 2009).
- CONANP, 2007. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. México. 50 p.
- DOF, 1983. Ley de planeación. Texto vigente, última reforma publicada DOF 13-06-2003. 5 de enero de 1983.
- DOF, 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. 31 de mayo de 2007.
- DOF 2008. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012. 21 de mayo de 2008.
- DOF, 2008. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo mediante el cual se crean el Consejo Consultivo Nacional, seis Consejos Consultivos Regionales y treinta y dos Consejos Consultivos Núcleo para el Desarrollo Sustentable. 14 de marzo de 2008.
- Gobierno Constitucional del Estado de Campeche, 2010. Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015. Primera edición, marzo de 2010.
- INEGI, 2008. Anuario estadístico Campeche 2008 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno del Estado de Campeche.
- Informe de Gobierno; Cuarto Informe De Gobierno (en línea). http://www.informe.gob.mx/pdf/Informe_de_Gobierno/4_3.pdf. (consulta 20 de septiembre de 2010)
- PROFEPA; Inspección y Vigilancia; (en línea). http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/22/1/mx/inspeccion_y_vigilancia.html (consulta 2 de septiembre de 2010).
- PND, 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. 321 p.
- SAGARPA, 2007. Anuario Estadístico de acuacultura y pesca 2007. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. 255 p.
- SAGARPA; Conoce la SAGARPA; (en línea). <http://sagarpa/quienesomos/Paginas/default.aspx> (consulta 30 de agosto de 2010)
- SEMARNAT, 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Planes estatales de educación, capacitación y comunicación ambientales (compilación volumen 2). Primera edición 2006.
- SEMARNAT; Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable (en línea), México. http://consejos.semarnat.gob.mx/main_page.html (consulta 5 de octubre de 2009).



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.



Foto: María Andrade, PRONATURA-PY.

HACIA LA ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE CAMPECHE

XI

*Guillermo J. Villalobos Zapata, Jorge Mendoza Vega,
Andrea Cruz Angón y Eduardo Martínez Romero*

Entre los estados que conforman la península de Yucatán, Campeche, presenta el mayor número de ecosistemas y la mayor superficie bajo alguna categoría de protección (áreas protegidas federales, estatales, municipales, entre otras). Paradójicamente, es el Estado con el menor número de estudios tanto de su flora, como de su fauna y sus ecosistemas. Si bien, para la elaboración de este Estudio se contó con una nutrida participación de científicos y expertos locales, regionales, nacionales e incluso internacionales, también debemos señalar que como resultado del mismo ha quedado clara la necesidad de incrementar y fortalecer el trabajo trans-disciplinario que permita articular la conservación con el uso sustentable de la biodiversidad en el estado de Campeche.

Toda obra de esta dimensión y características, deberá actualizarse tomando en cuenta las lecciones aprendidas que permitan sobrepasar obstáculos como: a) la coordinación de diversos autores para integrar la visión de cada sección, b) la falta de información, por diferentes motivos como no contar con la colaboración de un experto o de una institución que abordara el tema en cuestión, o que aportara la información correspondiente cuando así se les solicitó, así como la falta simple y llana de investigaciones al respecto, c) la ausencia de un sistema estatal de información ambiental actualizado, d) la falta de una estrategia que permitiera identificar y registrar la mayor información proveniente de publicaciones “grises” posible (tesis de licenciatura, maestría y doctorado) y e) la participación de los expertos limitada por la cantidad de trabajo que cada uno realiza en sus instituciones, lo que retraso significativamente la compilación y revisión de las aportaciones.

El análisis de las diez partes que componen esta obra, deja de manifiesto que las demandas futuras para el conocimiento de la biodiversidad de Campeche, si bien deben incrementarse sustantivamente, también deben considerar una orientación hacia la resolución de problemas, así como una planificación y priorización acordes tanto con la realidad del país, como con la del Estado, tomando en cuenta que los recursos financieros y las capacidades son limitados, particularmente en lo que se refiere a número de instituciones e investigadores, si bien los existentes son de alto nivel.

En el presente capítulo se resaltan las principales conclusiones derivadas de cada sección de este libro y las principales necesidades de intervención, tanto de las instancias de gobierno, como de la academia, el sector privado y la sociedad civil, que se considera deben ser tomadas en cuenta en la elaboración de la Estrategia de Conservación y Uso Sustentable de Campeche.

MEDIO FÍSICO

El medio físico de Campeche, determinado por su contexto biogeográfico neotropical, relieve y evolución geológica de sedimentos de origen calcáreo, ha propiciado el desarrollo de una alta diversidad biológica y de ecosistemas. Otro factor importante de la alta biodiversidad en el Estado es el clima de la región, que en gran parte es determinado por la posición geográfica de la península de Yucatán y la interacción de las corrientes del Mar Caribe y del Golfo de México. Asimismo, la heterogeneidad de ambientes condiciona, en gran medida, el éxito del establecimiento de poblaciones humanas y de los medios de producción primarios. En la medida que los sistemas agropecuarios y silvícolas sean sustentables, menor impacto tendrán en la biodiversidad.

Las principales conclusiones de la Sección Medio Físico son las siguientes:

- 1. Hidrología.** Se requiere definir con mayor detalle las cuencas hidrológicas, haciendo el registro de los diferentes cuerpos de agua, incluyendo las corrientes subterráneas, que por su ocurrencia en el estado son más importantes, que las superficiales, debido a la naturaleza kárstica de la Península.
- 2. Relieve.** Es necesario identificar las áreas con drenaje deficiente y en consecuencia con mayores riesgos de inundación, como lo son las planicies subhorizontales palustres y las costeras, estas últimas, zonas de alta importancia ecológica, y de riesgo debido a la amenaza de la elevación del nivel del mar a causa del cambio climático.
- 3. Clima.** Existen estudios sobre el clima de la península de Yucatán sin embargo, no se encontraron referencias particulares para el estado de Campeche. El cambio climático ha sido identificado como una de las principales amenazas a la biodiversidad, por lo que se

recomienda elaborar el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, integrando acciones de mitigación y adaptación que contribuyan a la conservación de los distintos ecosistemas de Campeche. Para esto, será necesario contar con una mejor cobertura de datos climatológicos (mayor número de estaciones climatológicas, estratégicamente distribuidas en el territorio estatal).

4. Suelos y cobertura vegetal. Se recomienda que las instituciones que colectan información sobre recursos naturales, como INEGI y CONAFOR, tomen las muestras y analicen los datos de manera integral; relacionando el suelo, la vegetación/cultivos, relieve y clima. Con la ayuda de esta información se recomienda realizar un ordenamiento territorial que permita hacer una distinción de las tierras a partir de su aptitud de uso.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Las transformaciones socioeconómicas del estado de Campeche durante el siglo pasado han tenido un fuerte impacto en su diversidad biológica. La dinámica poblacional, los procesos de migración, los

altos niveles de marginación, las actividades económicas primarias basadas en la extracción de materias primas y en las actividades agropecuarias, así como los bajos niveles de salud y educación son factores que han impactado de manera directa o indirecta al capital natural del territorio campechano. Uno de los principales retos de la política poblacional y ambiental para el estado de Campeche es la distribución espacial de la población rural y urbana, la alta heterogeneidad sociocultural y la dependencia substancial de actividades primarias y extractivas. En cuanto a la distribución espacial durante el siglo pasado la población urbana aumentó del 34% al 74% y la población rural disminuyó del 66% al 26% manteniendo un alto índice de dispersión. El 20% de la población del estado proviene de los estados de Tabasco, Yucatán, Veracruz y Chiapas; Sin embargo hay migrantes de 28 estados del país. Los municipios con mayor porcentaje de población que habla alguna lengua indígena son: Calkiní (57.9%), Hopelchén (50.2%), Hecelchakán (46.1%), Calakmul (31.9%), Tenabo (20.7%) y Champotón (11.1%). La principal lengua indígena que se habla en el estado es el maya (77.7%) seguida del chol (10 %) y en menor proporción el tzeltal, kanjobal y mame. Desde la perspectiva



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

socioeconómica el estado de Campeche se caracteriza por: 1) la baja densidad poblacional y alta dispersión de las comunidades rurales, 2) el crecimiento acelerado de las áreas urbanas, 3) una alta heterogeneidad sociocultural debido a la inmigración de personas de diferentes etnias y estados del país y 4) alta dependencia de la economía rural de actividades primarias y secundarias.

1. Es fundamental tomar en cuenta estos cuatro factores socioeconómicos y culturales para el diseño de políticas públicas intersectoriales en materia de medio ambiente, particularmente para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad.
2. En el estado de Campeche, existe la paradoja de que los municipios con el índice de desarrollo humano más bajo, son los de mayor riqueza biológica y cultural. Se recomienda desarrollar políticas públicas que promuevan la utilización sustentable de los recursos biológicos que contribuyan a conservarlos y a mitigar las condiciones de pobreza en el campo.
3. La capacidad de organización social debe ser utilizada; el éxito de toda acción que se quiera emprender hacia la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, depende no sólo de la oportuna intervención de las autoridades, sino del apoyo y cooperación de la sociedad. Es importante que el presente estudio llegue a las comunidades poseedoras de los recursos y se les involucre en la identificación de los problemas y en las propuestas de solución relacionadas.

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El estado de Campeche tiene una superficie total de 57 924 km² (INEGI, 2005) y un clima cálido a muy cálido con lluvias en verano, una temperatura media anual de 26.2° C y una precipitación media anual de 1 272.8 mm, características que propician condiciones ideales para albergar una gran cantidad de especies. La heterogeneidad del estado de Campeche se debe a los regímenes climáticos con gradientes pluviométricos y de temperatura (norte-sur), a los paisajes geomorfológicos diversos, la presencia de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas, así como la topo secuencia leptosoles – vertisoles – gleysoles (este-oeste), lo que permite en su conjunto una diversidad ecosistémica, de especies y genética muy importante. En la entidad se han registrado 20% de los 49 tipos de vegetación reportados a nivel nacional que caracterizan a una alta diversidad de ecosistemas terrestres (selvas altas, medianas y bajas, vegetación acuática, sabanas y palmares), costeros (dunas, manglares y petenes), insulares y zonas arrecifales. La diversidad a nivel de especies del estado es de 4 379 especies registradas lo que representa el 4% de la diversidad reportada a nivel nacional (CONABIO, 2008)¹. Se han identificado 88 diferentes microorganismos, 154 especies de hongos, 103 de foraminíferos y 90 de ostrácodos, 242 de macroalgas, y 1 250 de plantas vasculares. De las familias de plantas registradas, las mejor representadas son: Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae y Orchidaceae, y en menor medida: Rubiaceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Malvaceae, Verbenaceae y Acanthaceae. En lo que respecta a fauna; se han registrado 240 crustáceos, 660 moluscos, 74 equinodermos, 322 poliquetos, 356 peces marinos, 61 peces de ambiente dulceacuícolas, 25 anfibios, 91 reptiles, 489 aves, 15 mamíferos acuáticos y 105 mamíferos terrestres.

¹ <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantasesp.html>

Las prioridades para impulsar o fortalecer el conocimiento de la biodiversidad del estado son:

1. Realizar inventarios biológicos en regiones del estado sin información sistematizada. La mayor parte de los registros y colectas se han realizado en la región de Calakmul y laguna de Términos, existen regiones como Palizada, la Montaña-Chenes y el noroeste del Estado donde se requieren realizar colectas biológicas.
2. Realizar una regionalización integral del estado con escalas de mayor detalle (1:50000) con fines de ordenamiento ecológico, impacto ambiental y conocimiento y uso sustentable de la diversidad biológica del territorio campechano.
3. Desarrollar un sistema estatal de información ambiental que apoye la toma de decisiones de los sectores gubernamental, social y privado en materia de conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.
4. Se sugiere que la bioprospección desarrolle un papel central en la caracterización de los recursos genéticos del Estado con acciones y programas tanto de la sociedad civil, como de las autoridades gubernamentales con el objetivo de desarrollar planes de conservación y de aprovechamiento sustentable. La bioprospección de la diversidad biológica del estado de Campeche está sumamente limitada en la mayor parte de los grupos de flora, fauna y microbiota. Esta carencia no sólo limita los programas de conservación y uso sustentable de la diversidad biológica, también impacta en los sectores económicos y sociales al evitar el desarrollo de patentes biotecnológicas y la innovación de productos comerciales que generen una derrama económica en el estado.



Foto: Jorge Borroto, ECOSUR.

USOS DE LA BIODIVERSIDAD

Es innegable la gran riqueza de flora y fauna con potencial para su aprovechamiento en el Estado. Existen especies (e.g. Guayacán-*Guaiacum sanctum*, Caoba-*Swietenia microphylla* King, Cedro-*Cedrella odorata*, Palma camedor-*Chamaeora* sp., Venado-*Odocoileus virginianus*, Ocofaisan-*Crax rubra*, Loros y pericos-*Aratinga* sp, Tucán-*Ramphasto* sp) con un alto valor comercial, que se están extrayendo de las selvas campechanas, ya sea legal o ilegalmente. Sin embargo, para muchas de estas especies no existe información científica de calidad, que pueda indicar las tasas sustentables de aprovechamiento. El conocimiento sobre el uso de la biodiversidad se han generado principalmente en el contexto de las zonas protegidas del estado y existen regiones poco estudiadas como: (la región norte de los Chenes, la Montaña, municipio de Candelaria, zona de humedales periférica del APFF Laguna de Términos, región de Silvituc, porción norte del Estado). Esta sección concluye que:

1. Se deberán fortalecer los mecanismos de obtención, intercambio, manejo y acceso de información a nivel estatal, nacional e internacional.
2. Es necesario mayor detalle en regiones poco estudiadas, para tener mayor claridad de la riqueza biológica, su estado de conservación y tasas de extracción.
3. Sobre servicios ambientales, queda demostrado el alto potencial del estado, pero aún éste no se ha aprovechado, por lo que deberán buscarse los mecanismos necesarios que permitan acceder a los mercados.

AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD

Los principales procesos asociados a la pérdida de biodiversidad a nivel ecosistémico, de especie y genético en el estado de Campeche son: 1) la transformación del hábitat por cambio de uso de suelo, 2) la sobreexplotación de los recursos naturales tanto terrestres como costeros y marinos y 3) la contaminación por fuentes agropecuarias, acuícolas, urbanas y por extracción petrolera. En el caso de la introducción de especies invasoras y del cambio climático no existen estudios que evalúen su impacto en la diversidad biológica del estado.

La pérdida de hábitat se debe principalmente al cambio de uso de suelo asociado con la quema de terrenos para la preparación de áreas de cultivo y pastizales, así como a los incendios forestales. La transformación del hábitat por cambio de uso de suelo se inició a partir de la década de 1960 con la reactivación del reparto agrario por parte de gobierno federal. De 1960 a 1980 migraron habitantes de todo el país a colonizar y establecer ejidos en los terrenos nacionales de Campeche para realizar actividades agropecuarias y forestales en las regiones de Palizada, Escárcega, Calakmul y la zona centro; deforestando y transformando los ecosistemas naturales (selvas altas, medianas y bajas) en pastizales para la ganadería y zonas agrícolas. Históricamente el estado de Campeche ha dependido de forma intensa de sus recursos naturales, de la flora, como el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), el chicle o resina de Chiczapote (*Manilkara zapota*) y de la extracción de maderas preciosas como la Caoba (*Swietenia macrophylla*) y el Cedro (*Cedrella odorata*). Actualmente existen plantaciones de especies comerciales maderables como el Guayacán (*Guaiacum sanctum*). En el caso de la fauna las comunidades indígenas y mestizas han dependido para su alimentación y comercio principalmente de la cacería de diversas especies como el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*) y los cardenales (*Cardinalis cardinalis*).

Con respecto a las especies invasoras se ha identificado la introducción de organismos usados en la acuicultura en cuerpos de agua dulce y, tal vez, a posibles descuidos como es el caso del pez diablo (*Plecotomu sp.*).

Una de las amenazas que más impacta a la biodiversidad, pero también a la economía del Estado, es la sobreexplotación pesquera y, en el caso de las selvas, la cacería de especies amenazadas tales como el jaguar (*Panthera onca*). Durante varias décadas del siglo pasado la actividad pesquera fue importante fuente de divisas para el estado de Campeche, actualmente la captura de varias especies de camarón (*Farfantepenaeus duorarum*, *F. aztecus*, *Litopenaeus setiferus* y *Xiphopenaeus kroyeri*), la pesca de tiburón y las principales especies comerciales de peces teleósteos ha disminuido sustancialmente. Actualmente la principal actividad pesquera del estado depende del pulpo rojo (*Octopus maya*) el cual es endémico de la bahía de Campeche y la costa norte de Yucatán.

En las últimas tres décadas la explotación petrolera en la sonda de Campeche se incrementó significativamente y ha sido la principal fuente de extracción de crudo del país. En el mismo periodo la capital (San Francisco de Campeche) y Ciudad del Carmen crecieron sustancialmente captando la mayor parte de la población del Estado (aproximadamente el 70%). Estos procesos han ocasionado la contaminación de laguna de Términos, la sobreexplotación y contaminación de mantos freáticos y la generación de desechos municipales sin capacidad de tratamiento (plantas procesadoras aguas y rellenos sanitarios).

Por último, aunque poco estudiado se concluye en relación a los posibles impactos negativos a la biodiversidad asociados al cambio climático y al calentamiento global, lo siguiente:

1. La estrategia estatal deberá considerar la consolidación de las ANP y la verdadera aplicación del contenido en sus programas de conservación y manejo. De lo contrario la amenaza de cambio de uso de suelo y la pérdida de biodiversidad se intensificará en zonas

protegidas que tienen en sus áreas de influencia a comunidades con necesidades de alternativas de trabajo o en zonas de proyectos turísticos masivos no articulados con la conservación y uso de la biodiversidad.

2. Los efectos del cambio climático y calentamiento global deberán ser uno de los ejes a atender con programas de monitoreo tanto a nivel de ecosistemas, como de especies amenazadas o de importancia comercial. Por ejemplo, el cambio en los niveles de las aguadas de Calakmul, fuente de vida para los organismos que habitan esta gran reserva, deben ser estudiadas desde su ciclo hidrológico para entender las amenazas a los ecosistemas y maneras de prevenir o mitigar su deterioro.
3. Las amenazas a la diversidad biológica del Estado no se pueden explicar por relaciones directas, son procesos complejos que es necesario entender desde una perspectiva histórica que incluya los aspectos económicos, sociales, de implementación de políticas públicas y a escalas geográficas diversas. Los procesos de degradación del capital natural del estado podrán ser revertidos a partir de políticas públicas integrales que tomen en cuenta los factores indirectos (sociales, culturales, económicos y políticos) que impulsan la transformación del hábitat, la sobre explotación de los recursos naturales y la contaminación. El diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad requieren necesariamente de la participación de la sociedad que incluya organizaciones no gubernamentales, comunidades indígenas y rurales, perspectiva de género, jóvenes, sectores productivos, entre otros, con el objetivo de incluir transversalidad en la toma de decisiones con criterios de sustentabilidad.

ACCIONES DE CONSERVACIÓN

El 40% del territorio del estado de Campeche se encuentra bajo esquemas de protección ya sea federal o estatal. Sin embargo, la mayor parte de estas áreas protegidas presentan deficiencias en su presupuesto y su capacidad operativa, lo que impide implementar de manera eficaz sus planes de manejo y realizar gestiones productivas con las comunidades locales habitantes de las áreas protegidas y sus áreas de influencia. Otra acción de conservación que no depende directamente del gobierno del estado pero que tiene impacto en el territorio es la desarrollada por el Corredor Biológico Mesoamericano-México (CBM-M), una iniciativa que tiene como objetivo vincular y mantener las conexiones entre las distintas áreas protegidas del sur-sureste mexicano desde las perspectivas biológica, social y económica.

1. Es fundamental diseñar una política pública que desarrolle y consolide un sistema estatal de áreas naturales protegidas que permita la generación e implantación de planes y programas de forma articulada y coordinada en el territorio del estado.
2. Tres acciones de conservación caracterizan al estado de Campeche: a) la restauración y el manejo sustentable de los bosques de manglar, b) estudios sobre el potencial agropecuario y forestal aplicando criterios de sustentabilidad y c) programas de reforestación y restauración ecológica. Es fundamental que estas acciones de conservación se mantengan en el largo plazo y se generen las sinergias necesarias entre los diversos sectores que permitan realizar acciones de conservación integrales.
3. Actualmente la restauración ecológica se concentra en los bosques de mangle, es importante considerar la implementación de proyectos de restauración en otros ecosistemas como las selvas altas del sureste y las selvas bajas del centro y noroeste del Estado.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

4. Es importante evaluar la posible integración de las áreas estatales y federales que actualmente no forman parte al CBM. Esta acción permitirá sumar esfuerzos con una visión integral y de largo plazo que permitan la consolidación del sistema estatal de áreas naturales protegidas y generar planes regionales de conservación.
5. El avance en el cambio de uso de suelo y la sustitución o degradación de la vegetación natural, así como la pérdida de selvas por tala, aunados a los procesos naturales e inducidos de incendios, llevan a establecer que dentro de la estrategia estatal de conservación y uso sustentable de la biodiversidad, es urgente el rediseño, actualización y articulación operativa de los programas de conservación y manejo de las ANP, los programas de ordenamientos ecológicos territoriales municipales y la continuidad de iniciativas como el Corredor Biológico Mesoamericano.
5. Por último, se recomienda poner en la mesa de trabajo de la sociedad el tema de la viabilidad, factibilidad ambiental y social de una Comisión Estatal de Biodiversidad cuya misión sea apoyar los procesos de toma de decisión a través de la generación de inteligencia en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Por otro lado, es importante impulsar la actualización periódica de los inventarios biológicos en las ANP; articular entre las instituciones académicas del Estado, acciones para incrementar y mantener debidamente los especímenes colectados en ANP y dentro del Corredor Biológico Mesoamericano integrando la información en un Sistema Estatal de Información Ambiental. Se debe avanzar en la conformación y operación de un Comité Estatal de ANP que pueda dar seguimiento y evaluación al avance y consolidación de cada una de las áreas protegidas decretadas en el estado de Campeche y en su caso apuntalar su consolidación. Particularmente en las ANP costeras y marinas la estrategia estatal deberá considerar proyectos y acciones que atiendan la adaptación de los ecosistemas y su biodiversidad frente a los efectos del calentamiento global y

el cambio climático y articularlas con el Programa Estatal para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de Campeche.

MARCO JURÍDICO

Hasta 2009 el marco jurídico relativo a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad del estado de Campeche tenía instrumentos desactualizados, como en la mayoría de los estados mexicanos, y en otros casos faltan de capacidad para acciones de vigilancia y sanción. Esta realidad hace que ante la presión e influencia de usuarios, se realice obra pública o privada que de forma directa o indirecta impactan negativamente la biodiversidad. No existe una forma inmediata de vincularse con el aspecto penal para que se sancione de forma significativa a quien dañe, altere o desaparezca un ecosistema o especies de flora y fauna. Esta situación ya se está trabajando por parte del nuevo gobierno estatal con la creación y funcionamiento de la Procuraduría Ambiental del Estado. El marco normativo del estado de Campeche que regula la conservación y uso de los recursos naturales en su territorio, presenta problemas de concordancia en cuanto a delimitar áreas de responsabilidades, obligaciones y derechos entre la sociedad, el gobierno y los particulares. El problema más grave del marco normativo es una visión sectorizada del medio ambiente en particular por parte de sector gubernamental, del sector privado y de la sociedad en general. El estado de Campeche tiene al menos una docena de leyes que regulan las actividades privadas y gubernamentales relacionadas con el manejo de los recursos naturales; no obstante la falta de capacidad operativa en la vigilancia y las sanciones, así como el conocimiento integral del marco normativo del Estado hace muy difícil que el Gobierno del Estado y sus instituciones puedan aplicar las leyes.

1. Es de vital importancia que se logre una mejor cooperación, comunicación e interrelación entre las diferentes instituciones federales y estatales (SEMARNAT, INE, PROFEPA, CONANP, CONAGUA,

SAGARPA, SMAAS, SEPESCA, diputados federales, Congreso del estado de Campeche, entre otros).

2. Es necesario redefinir el papel de las instituciones ambientales y simplificar el entramado de leyes y normas para hacer más eficiente su aplicación. Se propone la creación de un Código Ambiental General para el estado de Campeche donde se articulen de forma armonizada todas las leyes y reglamentos en la materia, de tal forma que no existan contradicciones, vacíos de responsabilidades y se regulen todas las actividades que impacten el capital natural del estado.

GESTIÓN AMBIENTAL

La actualización, la aplicación irrestricta del marco jurídico y la optimización de la interacción transversal de las instituciones de los tres órdenes de gobierno en materia de la gestión ambiental para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad será un reto clave a desarrollar en materia de política pública ambiental en el estado de Campeche para esta década (2010-2020).

La evolución de la gestión ambiental en el estado de Campeche en las últimas dos décadas ha sido sustancial. El diseño institucional ha permitido mayor capacidad de gestión para el diseño e implementación de la política ambiental y la aplicación del marco normativo. Con base en el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 se está implementando el Programa Estratégico Campeche Verde con tres líneas de acción: 1) conservación de ecosistemas y biodiversidad, 2) mitigación y cambio climático y 3) desarrollo sustentable de comunidades locales. El Programa Estratégico desarrolla una política ambiental transversal con base en cinco agendas: Verde (conservación y vida silvestre), Gris (prevención de la contaminación), Café (aprovechamiento forestal sustentable), Azul (recursos hídricos) y Agenda Amarilla (apicultura). El Programa se desarrolla en colaboración con un

grupo intergubernamental, denominado Comité de Planeación para el Desarrollo de Campeche (COPLADECAM) dentro del subcomité de la Región de la Selva. Actualmente la Secretaría del Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS) tiene una presencia ampliamente reconocida a nivel de estado y en la federación, su estructura orgánica le ha permitido regular en materia de recursos forestales, en la actividad apícola, en el acceso a la justicia ambiental con la creación de la Procuraduría Ambiental de Estado, en la participación de recursos financieros del ramo 16 a nivel federal (SEMARNAT). La SMAAS tuvo además una participación importante a nivel regional en la Conferencia de la Partes (16) en el marco de la Reunión de Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en Cancún, Quintana Roo. A nivel federal la SMAAS ha trabajado intensamente con la SEMARNAT y sus órganos descentralizados como Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). La SMAAS ha comenzado la elaboración de la Estrategia Estatal de Biodiversidad y el Programa Estatal de Cambio Climático en colaboración con la CONABIO y el INE respectivamente. Sin embargo, la SMAAS tiene retos importantes, por un lado su capacidad de negociación efectiva frente a los sectores agrícola, ganadero, forestal, pesquero, turístico e industrial es limitada. La marcada sectorización y la falta de una visión integral por parte de los sectores productivos y de servicios impiden sustancialmente el diseño y la implementación de una política pública con criterios de sustentabilidad en materia de medio ambiente y en el conocimiento y uso sustentable de la diversidad biológica del estado de Campeche. Por otra parte en términos de distribución de presupuesto, esta Secretaría es la penúltima en las prioridades del poder legislativo, lo que se traduce en un presupuesto muy por debajo de sus requerimientos para poder hacer una gestión

eficaz en el ámbito de sus atribuciones y reduce el ámbito de acción de sus programas y acciones en política ambiental y en la regulación del uso de los recursos naturales en el territorio.

Es importante la participación de la academia en la gestión ambiental, existen grupos académicos en el Estado como: El Colegio de la Frontera Sur, El Colegio de Posgraduados y la Universidad Autónoma de Campeche (Centro EPOMEX y CEDESU) que han desarrollado proyectos que han permitido ampliar la base de conocimiento del capital natural del estado. Sin embargo, no hay una vinculación entre el conocimiento científico y su aplicación en la toma de decisiones de los sectores públicos, privados y sociales. El diseño de las políticas públicas, su implementación y la toma de decisiones en materia de medio ambiente y manejo sustentable de recursos naturales debe tener como base la información científica y tecnológica que se genera en las instituciones académicas estatales y nacionales.

Los esfuerzos para impulsar procesos de educación y cultura ambiental en el estado han permitido una mayor conciencia sobre la importancia de su capital natural sus procesos de deterioro y amenazas. Un avance sustancial en la materia fue la publicación de la Ley de Educación Ambiental para el Estado de Campeche (2008), la cual tiene por objetivo incorporar en todos los niveles, modalidades y sistemas educativos la enseñanza de la educación ambiental para el desarrollo sustentable. En la ley se define a la educación ambiental como *“...al conjunto de procesos por medio de los cuales un individuo o una sociedad construyen y adquieren valores, conocimientos, habilidades y actitudes de respeto, cuidado, conservación y de buen uso de los recursos naturales como una medida de preservación de los mismos.”* Sin embargo, el impacto de esta ley ha sido parcial en la incorporación en los planes de estudio de la educación formal de temas de medio ambiente y sustentabilidad. Es importante mencionar que el último año la SMAAS ha planteado una estrategia concreta y activa en la materia impulsando el Programa de Educación Ambiental del Es-

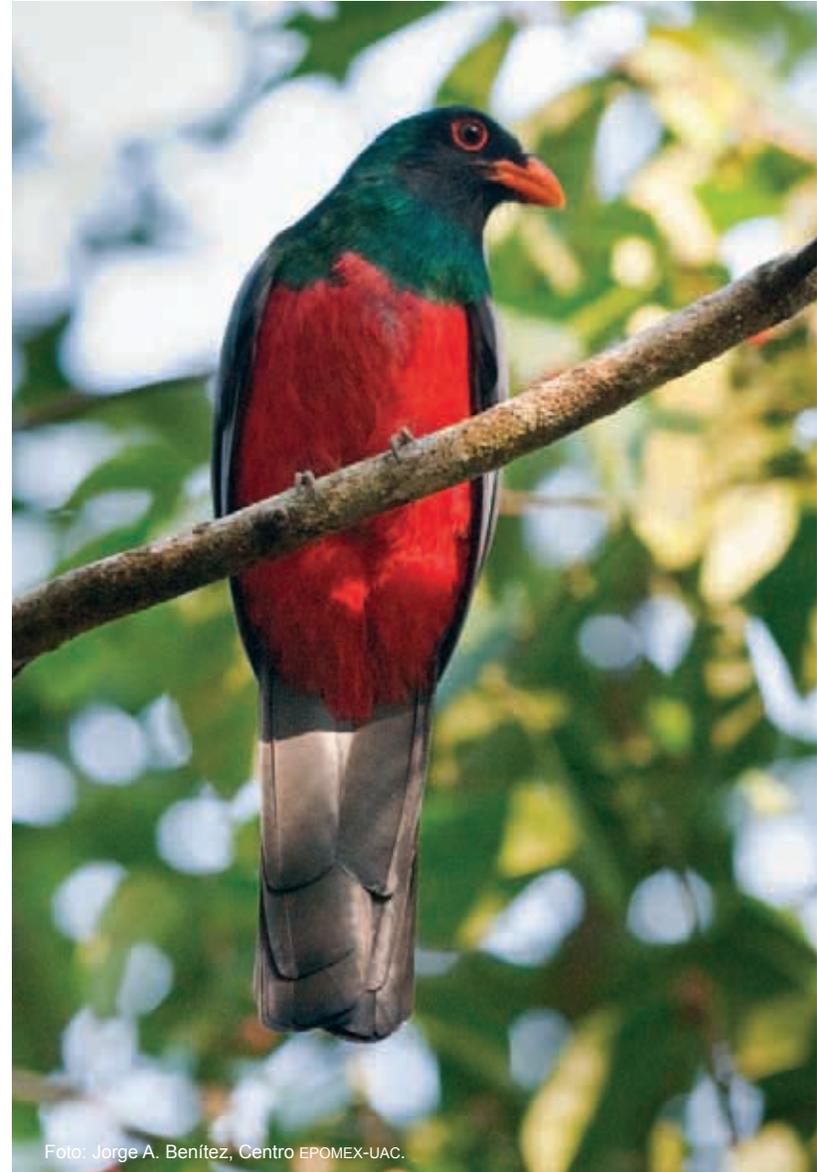


Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.

tado y el Programa de Difusión Ambiental. Un avance sustancial fue la instalación del Comité de Educación y Comunicación Ambiental del estado de Campeche el cual congrega a instancias gubernamentales estatales y federales en vías de desarrollar una estrategia en la materia. Sin embargo, aún no se ha desarrollado el Programa Estatal de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable señalado en la Ley, el cual debería ser formulado en conjunto por el Gobierno del Estado, la Secretaría de Educación y La Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS).

Por otro lado, la participación de la sociedad civil y del sector privado en la gestión ambiental es incipiente en el estado de Campeche. La gestión ambiental por parte de las organizaciones de la sociedad civil (OSC) y la participación de la sociedad en el estado de Campeche han sido muy limitadas. Las principales son organizaciones de corte ambientalista como: PRONATURA-Península de Yucatán AC, Marea Azul AC, Amigos de Hampolol AC y Enlaces con tu entorno AC. Actualmente el 75% del PIB del Estado depende de la extracción petrolera y las actividades agrícolas, pesqueras, ganaderas y forestales. El sector privado no ha asumido las externalidades negativas al ambiente como resultado de sus actividades productivas, son muy pocas las empresas privadas que incorporan criterios de sustentabilidad en sus procesos de extracción y transformación.

Finalmente, el proceso de elaboración de la “Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica del Estado de Campeche” requiere del análisis de las instituciones públicas y el marco normativo que regulan el aprovechamiento y la conservación de la diversidad biológica en el estado, lo cual es fundamental para identificar las áreas y huecos de responsabilidad (figura 1). Es necesario identificar a los actores de la sociedad, como la iniciativa privada y las organizaciones no gubernamentales, que están relacionadas con el uso y conservación de la diversidad biológica del estado debido a que la incorporación de criterios de sustentabilidad en las

políticas públicas y en la toma de decisiones para la conservación y uso de la diversidad biológica del territorio dependerá de éstos.

Es importante mencionar que la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del estado de Campeche (SMAAS) ha tomado el liderazgo estatal para la elaboración e implementación de la Estrategia Estatal de Conservación de Especies y Ecosistemas en el contexto del Programa Estratégico Campeche Verde. En este contexto se sugiere que la Estrategia tome en cuenta los siguientes puntos:

1. Deberá asegurarse que la implementación de las nuevas estrategias de corte ambiental desarrolladas por el gobierno estatal sea efectiva, para lograr resultados positivos que disminuyan la alteración de los ecosistemas naturales y disminuyan las amenazas a la biodiversidad.
2. La gestión deberá evitar estancamientos burocráticos, e incorporar la participación corresponsable de la sociedad civil en cuanto al seguimiento de las estrategias y las denuncias ciudadanas ante hechos que atenten contra la biodiversidad del estado de Campeche.
3. Es muy importante que la elaboración de instrumentos de gestión tome en cuenta la participación de los municipios y la creación y fortalecimiento de sus capacidades para atender temas de esta índole y evitar las autorizaciones de cambios de uso de suelo a zonas establecidas con prioridades de conservación. Por ejemplo, es necesario detener el cambio de uso de suelo desordenando que se da principalmente en los municipios de El Carmen, Calakmul y Campeche.
4. Con respecto al sector académico, es necesario continuar la colaboración entre las instituciones académicas y de investigación y las dependencias gubernamentales de los tres órdenes de gobierno, a través de convocatorias con demandas específicas que permitan financiar el desarrollo de investigación en ecosistemas y biodiversidad que sustenten la toma de decisiones, así como el desarrollo de proyectos que propicien el uso sustentable de la biodiversidad en

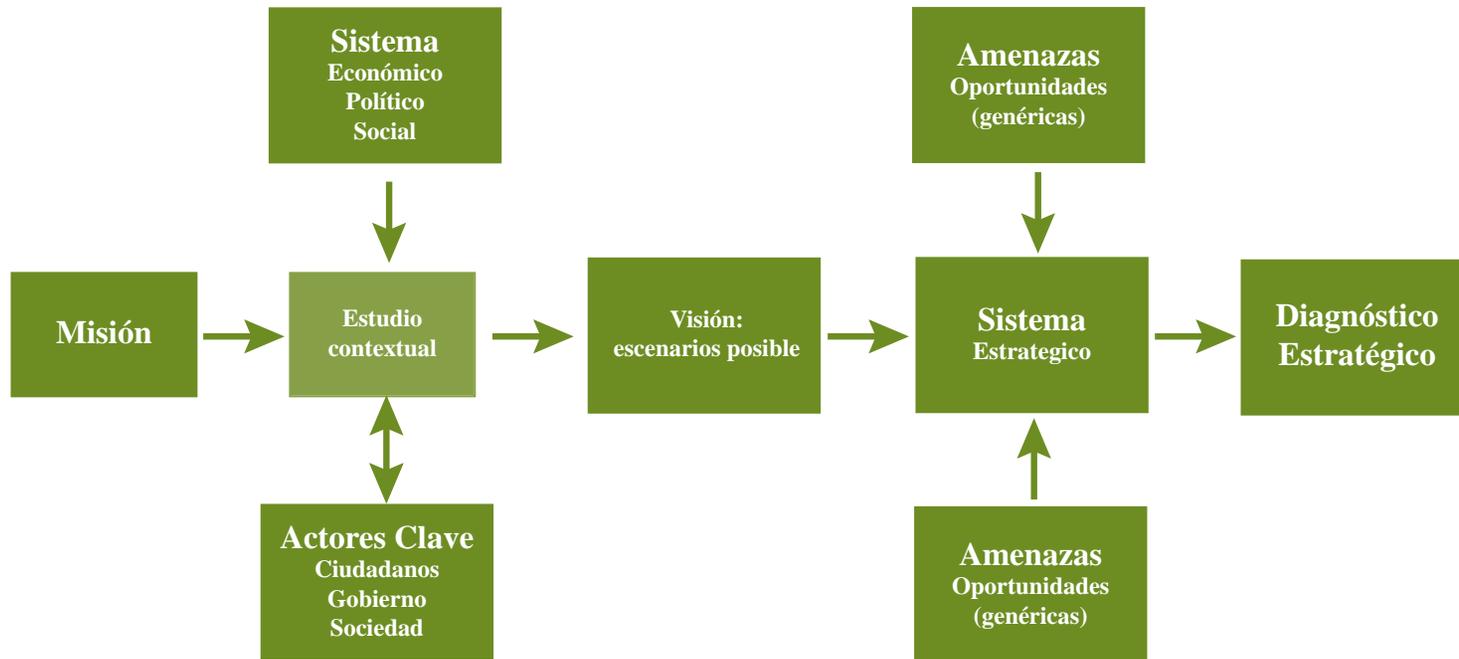


Figura 1. Primera fase para la elaboración y posterior implementación de la Estrategia Estatal.

Campeche. Estos proyectos deberán tomar en cuenta el beneficio de las comunidades locales; mantener esquemas de colaboración en la gestión para que las instituciones educativas puedan identificar nuevas necesidades de perfiles de técnicos o profesionales; y establecer puentes de comunicación entre los científicos y los manejadores y usuarios que impactan al capital natural de estado.

5. Es fundamental implementar un mecanismo de participación social en el diseño, implementación y evaluación de impacto de las políticas públicas en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en particular.

6. Con el sector privado se debe trabajar fuertemente, ya que su participación en la gestión ambiental es prácticamente nula o en el mejor de los casos intermitente en cuanto a su gestión. La autoridad ambiental estatal deberá de iniciar un trabajo a mediano plazo para incorporarlos junto con la autoridad ambiental federal y lograr que sean proactivos con acciones dentro de sus proyectos que aporten a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Es necesario desarrollar incentivos económicos y fiscales para que las empresas del sector privado incorporen en sus procesos productivos criterios de sustentabilidad ambiental.

8. Es importante que la Secretaría de Educación del Estado participe activamente en la formulación de la estrategia de educación ambiental de Campeche y que fortalezca la perspectiva ambiental en sus planes, así como la importancia de la diversidad biológica.

En las tablas 1 y 2 se identifican algunos de los obstáculos que se considera deben superarse en el desarrollo y la implementación de la “Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica del Estado de Campeche” que será la columna vertebral de una política pública intersectorial que integre criterios de sustentabilidad en materia de conocimiento y uso la diversidad biológica. También reconocemos algunos factores o condiciones habilitadoras con las que cuenta el estado y que igualmente deberán tomarse en cuenta.



Foto: Wendy Matú Moreno, SMAAS-Gob. Edo. Campeche.

Tabla 1. Identificación de los principales obstáculos en cada categoría de análisis que deberían ser superados para garantizar la adecuada implementación de las políticas públicas en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el estado de Campeche.

Categoría	Características de los obstáculos	Acciones para superar los obstáculos	Institución responsable
Marco Normativo.	Falta de articulación y armonización entre leyes a nivel Estatal y Federal. Ausencia de reglamentos a nivel municipal. Capacidades reducidas a nivel estatal para la vigilancia y aplicación del marco normativo.	Promover en el legislativo un código ambiental o ley estatal que evite contradicciones y permita la vigilancia y la aplicación de la ley. Este instrumento deberá estar plenamente articulado y homologado con las leyes federales correspondientes y facilitar la elaboración de reglamentos municipales.	El Ejecutivo y Legislativo estatal con apoyo de las instituciones como la SEMARNAT y las comisiones de medio ambiente del poder Legislativo a nivel federal.
Arreglo e interacciones institucionales.	La Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS) con presupuestos históricamente limitados. No hay una política pública transversal con criterios de sustentabilidad para el uso de la diversidad biológica del estado.	Aumento sustancial en el presupuesto de la SMAAS, que le permita incrementar sus capacidades operativas y de gestión. Habilitar la capacidad operativa de la SMAAS para la aplicación del marco normativo, en el ámbito de sus competencias, en particular en actividades agropecuarias que impacten negativamente la diversidad biológica del estado.	El gobierno federal. A nivel estatal: el ejecutivo, el legislativo y la SMAAS.
Participación Social.	Sociedad civil con bajo grado de participación. Solo algunas OSC con alto nivel de profesionalización tienen presencia en el Estado (e.g. PRONATURA, TNC).	Impulsar procesos de participación ciudadana en el diseño, aplicación e impacto de políticas públicas en materia conservación y manejo sustentable de los recursos naturales.	Las organizaciones de la sociedad civil.
Estado del conocimiento y avance en la investigación científica y técnica.	Falta de estudios ecológicos, genéticos, de bio-prospección y desarrollos tecnológicos para el manejo sustentable de la diversidad biológica. Bajos recursos financieros para la investigación científica y aplicada en materia de biodiversidad.	Aumentar el apoyo financiero de las instituciones científicas dedicadas al estudio de la biodiversidad del estado. Apoyo en la difusión de la importancia de los recursos naturales del estado en la sociedad campechana. Coordinación entre las instituciones científicas y la SMAAS en la generación de proyectos de investigación aplicados.	Gobierno estatal (ejecutivo y legislativo). Gobierno Federal (SEMARNAT y CONACYT). El Colegio de la Frontera Sur, El Colegio de Posgraduados y la Universidad Autónoma de Campeche.
Diseño, promoción, instrumentación y evaluación de proyectos.	Limitaciones para la generación de proyectos y programas gubernamentales con criterios de sustentabilidad. Falta de coordinación entre el sector social, público, privado y científico en la gestión de proyectos para el conocimiento y aprovechamiento sustentable de la diversidad biológica. Formulación de proyectos con un alto nivel de sectorización.	Promover la generación de proyectos interdisciplinarios e inter-sectoriales, para el conocimiento y conservación de la diversidad biológica así como en su aprovechamiento sustentable para la realización de actividades productivas, que respondan a las demandas y prioridades de los sectores. social, público, privado y científico	Ejecutivo, legislativo, SMAAS, sector empresarial, OSC e instituciones científicas.
Equidad en la perspectiva de género y la atención a los comunidades locales y pueblos indígenas.	Falta de políticas públicas en materia de perspectiva de género y de las comunidades locales y pueblos indígenas con la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica.	Impulsar políticas públicas que promuevan planes y estrategias para impulsar un cambio que permita una mayor participación de las mujeres en la toma de decisiones, en condiciones equitativas para ambos géneros en la conservación y uso sustentable de sus recursos biológicos. Asegurar la conservación del conocimiento tradicional relacionado con los recursos biológicos que utilizan las comunidades locales y los pueblos indígenas.	Federación, Gobierno del Estado, municipios y organizaciones de la sociedad civil.

Categorías retomadas del documento Ponce, Chapela, Fuentes y Aldama. 2006. Capacidades y Sinergias. El Desafío Ambiental en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Fondo para el Medio Ambiente Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Tabla 2. Identificación de los factores facilitadores en cada categoría de análisis que deberían ser reforzados para garantizar la adecuada implementación de las políticas públicas en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en el estado de Campeche..

Categoría	Características de los factores habilitadores	Acciones para reforzar los factores facilitadores	Institución responsable
Marco Normativo.	En el último año se han decretado varias leyes que permiten la regulación y fomentan el uso sustentable de la diversidad biológica.	Es necesario que la Procuraduría de Medio Ambiente del Estado de Campeche sea operativa lo más pronto posible.	SMAAS.
Arreglo e interacciones institucionales.	Diseño e implementación del Programa estratégico Campeche Verde por parte de la SMAAS: Comité de Planeación para el Desarrollo de Campeche (COPLADECAM) Subcomité de la Región Selva. Conformación de un grupo de trabajo de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable.	Fortalecer el trabajo de la SMAAS en la construcción de una política transversal e intersectorial con varias agendas: - Verde (conservación y vida silvestre). - Gris (prevención de la contaminación). - Café (aprovechamiento forestal sustentable). - Azul (recursos hídricos). - Amarilla (apicultura).	Poder Ejecutivo, Poder Legislativo, SMAAS y en la medida de sus responsabilidades todos los sectores que impactan la diversidad biológica (SEDICO, SDR, SETUR, SEPESCA, SEDESORE)
Participación social.	Conformación reciente de OSC en material de conservación y uso sustentable de recursos naturales del estado (Amigos de Hampolol y Marea Azul).	Promover la participación de las OSC de reciente creación y establecer mecanismos eficientes y eficaces de participación ciudadana en la planeación de políticas públicas en materia de biodiversidad.	SMAAS
Estado del conocimiento y avance en la investigación científica y técnica.	Investigadores de instituciones científicas con un alto nivel de preparación académica y experiencia en la región para abordar temas relacionadas con el conocimiento de los recursos biológicos y altas capacidades para generar proyectos de investigación basados en las demandas de los sectores público, privado y productivos.	Elevar los financiamientos para la investigación básica y aplicada, enfocada en la resolución de problemas relacionados con la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. Promover la incorporación de investigadores en áreas emergentes como cambio climático. Creación de redes de investigación con otros centros científicos del país y del extranjero con el objetivo de generar sinergias y proyectos de colaboración enfocados a solucionar los problemas ambientales del estado.	Centros de investigación (El Colegio de la Frontera Sur, El Colegio de Posgraduados) Universidades y Tecnológicos estatales Poder Ejecutivo, Poder Legislativo
Diseño, promoción, instrumentación y evaluación de proyectos.	Los Fondos Mixtos (FOMIX) del Estado de Campeche han apoyado durante seis años la gestión de proyectos en materia de diversidad biológica.	Aumentar los recursos financieros de los FOMIX tanto del gobierno del Estado como de la Federación (vía CONACYT). Generar un comité inter-sectorial para la definición de criterios y demandas de los FOMIX.	Poder Ejecutivo, CONACYT, el Consejo Estatal de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COESICYDET) y Poder Legislativo.
Equidad en la perspectiva de género y la atención a los pueblos indígenas.	Decreto y publicación de leyes relacionadas con los pueblos indígenas y el uso sustentable de sus recursos naturales.	Instrumentar políticas públicas para la generación de programas y planes de acción que la ley define como prioritarias la Ley de Derechos, Cultura y Organización de los Pueblos y Comunidades Indígenas del Estado de Campeche.	Poder Ejecutivo y Poder Legislativo.



Foto: Jorge A. Benítez, Centro EPOMEX-UAC.



Foto: Wendy Matú, SMAAS-Gob. Edo. Campeche.

RESÚMENES CURRICULARES

Claudia Maricusa Agraz Hernández. Es doctora en ecología acuática por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente labora en Centro EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche. Investigadora nacional del Sistema Nacional de Investigadores. Área de estudio: Ecología de manglares. Apoya como profesora a tres programas de licenciatura y dos de posgrado tanto de la Universidad Autónoma de Campeche, como de la UNAM y, ha formado a seis estudiantes de licenciatura y cinco de posgrado. Es evaluador de proyectos nacionales e internacionales, revisor de convocatorias de SEMARNAT, CONABIO y CONAFOR. Responsable de 36 proyectos de investigación sobre la diagnosis e impacto, restauración y manejo de los ecosistemas de manglar, 10 en colaboración. Ha participado en la elaboración y modificación de la NOM-022 y 60TER. Asesor de la Cámara de Diputados y el Senado, PROFEPA y SEMARNAT. Invitado a el Marine Sciences Laboratory in Sequim, Washington, Estados Unidos. Para desarrollar el modelo conceptual sobre el desarrollo de la restauración de los sistemas como parte del programa de la NASA GOMRC y como expositor de los proyectos de restauración desarrollados en el Golfo de México. Ha publicado 15 artículos, 11 libros y siete capítulos de libros tanto a nivel nacional como internacional.

Guadalupe del Carmen Álvarez-Gordillo. Doctora en Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana, México, DF. Ha trabajado de manera multidisciplinaria el tema de la tuberculosis en Chiapas; como problema de salud pública, la descripción epidemiológica, la comprensión del proceso salud-enfermedad-atención, y la evaluación estrategias de intervención educativa y de participación comunitaria hacia el control de la enfermedad. Sus temas de interés incluyen: enfermedades infecciosas consideradas problemas de salud pública, la adherencia al tratamiento de enfermedades crónicas y envejecimiento y calidad de vida.

Hernán Álvarez Guillén. Biólogo de formación, actualmente Técnico Académico de la UNAM en Cd. del Carmen, Campeche. Su área de estudio es la ecología de sistemas costeros tropicales. Ha participado en 37 proyectos de investigación, ha sido autor/coautor de 7 publicaciones de divulgación, de 5 capítulos de libros, de 6 artículos arbitrados o indizados, de 33 informes de investigación y participado como autor y coautor en 7 trabajos expuestos en congresos internacionales y en 13 nacionales.

Ligia Ancona Méndez. Universidad Autónoma de Yucatán. Adscrita al Cuerpo Académico, Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Responsable del área de Micología desde 1989 a la fecha. Tiene a su cargo la colección de hongos Fungi-Yuc en el Herbario Alfredo Barrera Marín, y el Cepario de Hongos Comestibles. Imparte diversas materias relacionadas con el reino fungi en la licenciatura en biología. Actualmente participa y tiene a su cargo los proyectos de investigación: Evaluación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas del estado de Yucatán usando grupos indicadores, propuestas de nuevas áreas y estrategias de manejo y conservación; Utilización del subproducto del coco fruta para la producción de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella volvacea*; Uso de la cáscara de mamey para la producción de vermicomposta. Ha publicado 6 artículos científicos, 4 de divulgación, 2 libros y 1 capítulo de libro

Hugo Manuel Ángeles Cruz. Candidato a Doctor en Ciencias Sociales con especialidad en Estudios de Población por El Colegio de México. Su temas de interés es la migración internacional en la frontera sur.

Diana M. Antochiw Alonzo. Sus estudios de licenciatura los realizó en la Universidad Autónoma de Yucatán, y su posgrado en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, donde obtuvo la Maestría en Ciencias en Biología Marina. Sus líneas de investigación son: ecología, conservación, atención a varamientos de mamíferos marinos y mitigación de impactos ambientales. Ha realizado distintos cursos en México y en el extranjero, relacionados con la atención a fauna marina varada y necropsia, y ha impartido diversos talleres y pláticas especializados en mamíferos marinos. Es fundadora, en 1998, de la Red de Varamientos de Yucatán AC (REVAY), dirigiendo desde entonces el área de investigación y asesorando a distintos grupos en México y otros países. Ha participado en proyectos de investigación con la Secretaría de Marina – Armada de México, documentando y realizado el primer listado de especies de mamíferos marinos presentes en la plataforma de Yucatán. Actualmente se desempeña como consultor independiente para proyectos en el extranjero para la mitigación de impacto de ruido oceánico y protección de fauna marina y como instructora en la atención a varamientos y en la implementación de medidas de mitigación de impactos en mamíferos marinos.

Pedro Luis Ardisson Herrera. Fundó en 1993 el Laboratorio de Bentos del CINVESTAV-IPN, unidad Mérida. En él desarrolla estudios sobre asentamiento, reclutamiento y selección del hábitat de invertebrados bentónicos marinos. Su investigación se sustenta en la teoría ecología y contribuye al esclarecimiento de los mecanismos y procesos que regulan la estructuración de las comunidades. Ha graduado a 11 estudiantes de posgrado y dirigido 7 proyectos financiados. Es autor de 13 publicaciones indizadas al Current Contents-ISI, 2 artículos en memorias de congresos, un capítulo de libro, 2 publicaciones de difusión, 23 reportes de investigación y 52 presentaciones en congresos. Es miembro nivel 1 del SNI.

María Leticia Arena Ortiz. Egresada de Biología y de la Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos de la Facultad de Ciencias de la UNAM realizó su Doctorado en Evolución Molecular en el EPHE de la Sorbona en Francia. Actualmente es responsable del área de Biología Molecular en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación-Sisal-UNAM. Trabaja en el estudio poblaciones naturales, en la identificación de genes con expresión diferencial relacionados con la respuesta al alimento y al crecimiento en camarones y pulpos. Está interesada en el estudio del componente microbio de organismos marinos con técnicas independientes del cultivo. Dirige proyectos con financiamiento CONACYT Y PAPIIT. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con nivel 1.

Luis Alfredo Arriola Vega. Tiene formación en Antropología cultural, sus temas de interés abarcan las distintas dimensiones del fenómeno migratorio, la relación fronteras políticas-estado y la ecología política de la movilidad humana. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, Departamento Sociedad, Cultura y Salud: Investigador de la línea de Migraciones en la Frontera Sur de México. Ha trabajado en Guatemala, México y Estados Unidos en diversidad de proyectos académicos y aplicados, principalmente en zonas rurales.

Marco Antonio Arteaga Aguilar. Biólogo por la Facultad de Ciencias, UNAM. Es candidato a Maestro en Estudios Urbanos y Regionales por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente es Profesor Investigador Asociado en el Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU), Universidad Autónoma de

Campeche. A su vez es catedrático de la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, en las carreras de Biología e Ingeniería Bioquímica Ambiental. Sus líneas de investigación incluyen análisis territorial, planeación ambiental, ordenamiento y conservación de la biodiversidad.

Gerardo Alfonso Avilés Ramírez. Licenciatura en Biología Marina en la Universidad Autónoma de Campeche. Maestría en Ciencias en Biología Marina, por el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida siendo la línea de investigación el estudio de la meiofauna presente en arrecifes de coral. Actualmente labora en la Delegación Federal en el estado de Campeche de la SEMARNAT como enlace de Vida Silvestre y posteriormente como Jefe de Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales. Consultor Ambiental durante 6 años en la ciudad de Mérida trabajando en proyectos de elaboración de manifestaciones de impacto ambiental, programas de prevención de accidentes y estudios de riesgo. Responsable del proyecto de rescate de coral en la zona marina de Playa del Carmen bajo la manifestación de impacto ambiental para la construcción de un muelle de altura en Playa del Carmen. Participó como Investigador por proyectos en el CINVESTAV IPN-Mérida, dentro del Departamento de Ecología Humana en el Laboratorio de Hidrobiología, bajo la dirección del Dr. Eduardo Batllori, siendo co-responsable de 4 proyectos de investigación. Asesor de la Secretaría de Pesca perteneciente al Gobierno del Estado de Campeche, en materia de impacto ambiental en la instalación de tinas de cultivo de mojarra nativa.

Luis Amado Ayala-Pérez. Biólogo de formación, con estudios de Maestría en Ciencias del Mar por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM y Doctorado en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma Metropolitana. Actualmente es Profesor-Investigador Titular de la UAM-Xochimilco, Profesor de los módulos Análisis de Sistemas Ecológicos y Análisis y Planeación Ambiental de la Licenciatura en Biología de la UAM-Xochimilco y Profesor de la asignatura de oceanografía del programa de biólogo de la Universidad Autónoma de Campeche. Director o miembro del Comité Asesor de Maestría de 5 estudiantes en el Instituto Politécnico Nacional, Facultad de Ciencias UNAM y UAM-Iztapalapa. Su área de estudio incluye la ecología y dinámica poblacional de peces en sistemas costeros tropicales. Responsable y/o asesor en 20 proyectos tanto de investigación como productivos, autor

y/o coautor de 30 documentos científicos publicados en revistas arbitradas de carácter nacional e internacional. Participación como ponente en 85 eventos científicos especializados de carácter nacional e internacional. Director de 50 proyectos de servicio social y tesis de licenciatura. Miembro del Comité Acreditador de Escuelas de Biología (CACEB). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Francisco Bautista Zúñiga. Biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias por la Facultad de Ciencias, UNAM. Con dos diplomados uno en Química Analítica Ambiental y otro en Integrative Assessment and Planning Methods for Sustainable Land Use. Actualmente labora en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. Sus líneas de investigación incluyen: etnopedología, inventarios de suelo y agua, evaluación de tierras, diseño y mejoramiento de agroecosistemas y manejo de desechos orgánicos y regionalización agroecológica. Autor de 13 artículos científicos indizados, 5 libros, 24 capítulos en libros, 35 artículos in extenso en memorias de congresos, dos mapas, 17 artículos de divulgación, tres videos de difusión, ocho proyectos con financiamiento externo, más de 15 años de experiencia docente a nivel profesional y de posgrado, 11 direcciones de tesis de licenciatura y 11 de maestría, ocho distinciones nacionales y dos internacionales.

Carmen Bazúa Durán. Ingeniera Química (Facultad de Química, UNAM), Maestra en Ciencias del Mar (UACPYP-CCH, UNAM) y Doctora en Oceanografía (Universidad de Hawaii). Actualmente, es profesora de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde se encuentra formando un grupo de investigación en bioacústica, participa activamente en la docencia a nivel licenciatura y posgrado y es responsable de varios proyectos de investigación. Cuenta con publicaciones científicas y de divulgación, ha participado en reuniones nacionales e internacionales y ha obtenido reconocimientos a nivel nacional e internacional. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Joshua Ben-Arie. Biólogo de la Universidad de Guelph, Canadá y Maestría en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Calgary, Canadá. Adscrito al Área de Contaminación e Impacto Ambiental del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, de la Universidad Autónoma de Campeche. Sus líneas de interés son en el análisis cuantitativo

del paisaje, especialmente la evaluación de biomasa de selvas tropicales mediante la integración de datos vectoriales espaciales, imágenes de satélite y LIDAR, así como en políticas y conservación de los recursos naturales.

Jorge Arturo Benitez Torres. Es biólogo egresado de la Universidad Veracruzana, con maestría en ciencias de la Universidad Autónoma de México y Doctorado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Maryland, EUA. Es profesor de tiempo completo del Área de Contaminación e Impacto Ambiental del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, de la Universidad Autónoma de Campeche. Sus líneas de interés son la evaluación de fuentes de contaminación dispersas, cambio del uso del suelo y su efecto en la calidad del agua e hidrología de cuencas y Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a diagnóstico ambiental.

Jorge Berzunza Chio. Biólogo Marino egresado de la Universidad Autónoma de Campeche. A la fecha, está a cargo de la Subdirección de Áreas Naturales Protegidas y Vida Silvestre en la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Gobierno del Estado de Campeche. En 1991 inicia su participación en el Programa de Conservación de Tortugas Marinas y en el año de 1993, participa como miembro fundador del grupo Quelonios A.C. De, participa como técnico en el Laboratorio de Moluscos del Centro Regional de Investigación Pesquera de Lerma (1997 a 1998). En 1999, ingresa a la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de Campeche en el cargo de Coordinador del Campamento Tortuguero de Isla Arena, Calkiní, Cam. En donde del 2000 al 2009, funge como responsable del Programa de Protección y Conservación de la Tortuga Marina en la Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de Campeche y durante este periodo participa como autor y colaborador en diversos proyectos de investigación en el tema de tortugas marinas. Ha participado como ponente y expositor en Foros, Ferias, Cursos, Talleres y Congresos con los temas de tortugas marinas, vida silvestre, educación ambiental y Áreas Naturales Protegidas.

Nidélvia del Jesús Bolívar Fernández. Licenciatura en Ingeniería Bioquímica. Especialidad en Administración de la Calidad en la Industria Alimentaria. Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Doctorado en Ingeniería Bioquímica. Actualmente trabaja en la Universidad Autónoma de Campeche. Su área de estudio incluye la ingeniería bioquímica en alimen-

tos con énfasis en conservación poscosecha y conservación del patrimonio natural. A lo largo de su trayectoria profesional a ostentado los siguientes nombramientos: Presidente regional de la zona Puebla – Yucatán del Colegio Mexicano de Ingenieros Bioquímicos. Representante Institucional de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, Delegación, Yucatán. Secretaria de la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2003 – 2005). Consejero Técnico de los EGEL de las carreras de Ingeniería Bioquímica e Ingeniería en Alimentos del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL) (2004 a 2007). Consejero Científico del COPRISCAM, SSA del Gobierno del estado de Campeche, en el área de Alimentos (2004 a la fecha). Presidente de la Sociedad Mexicana de Anonáceas (SOCMEXAN) (2004 a 15/09/2006). Presidente de la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (2008 a la fecha). Actualmente es coordinadora del Posgrado en Patrimonio y Desarrollo Sustentable.

Gladys Borges Souza. Egresada de la carrera de Biología de la Universidad Autónoma de Campeche. Realizó sus practicas profesionales, así como estancia de investigación en el centro EPOMEX de la UAC.

Romel René Calderón Mandujano. Biólogo por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), realizó su maestría en Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo Rural en ECOSUR-Unidad Chetumal. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, Chetumal (Q. Roo). Ha participado en cerca de 20 proyectos de los cuales ha dirigido seis, enfocados principalmente a la herpetología en el sureste mexicano. Miembro de la Sociedad Herpetológica Mexicana A. C. y Asesor de la IUCN. Ha publicado tres libros y cerca de 100 escritos entre capítulos de libros, publicaciones en línea, trabajos de difusión, artículos arbitrados y notas científicas sobre la herpetofauna del sureste mexicano, principalmente de la península de Yucatán.

Sophie Calmé. El Colegio de la Frontera Sur. A partir de 2009 está adscrita a la Université de Sherbrooke, Québec, Canadá. Su área de trabajo es la biología de la conservación, con enfoque en los cambios estructurales y colaterales de origen humano sobre la fauna, apoyándose en la biogeografía y la ecología del paisaje como marcos teóricos. Adicionalmente, se interesa a los procesos sociales relacionados con el uso y acceso a los recursos naturales.

María Goreti Campos Ríos. Egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM. Realizó estudios de Maestría y Doctorado en la UNAM. Desde 1987 es Técnico Académico en la Unidad de Recursos Naturales del CICY. Sus áreas de interés incluyen botánica, taxonomía y florística. Actualmente es responsable del proyecto “Inventario florístico de la familia Boraginaceae en México” con financiamiento de la CONABIO. Cuenta con artículos de investigación y difusión, ha impartido clases en diversos programas e instituciones y ha participado en congresos nacionales e internacionales y eventos académicos.

Wendy Cantarell Jiménez. Ingeniero en Agronomía por el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5, Chiná, Campeche. En la actualidad, se desempeña como Especialista en Edafología del Departamento de Actualización Temática del INEGI, contando con 7 años de laborar en el Instituto. Ha participado en la actualización de la carta edafológica 1:250 000, de los conjuntos F1607, F1610, F1604, F1506, F1511, F1508, F1509, F1512 y E1505; así como también en la generación de manuales de procedimientos para el desarrollo de la actividad. Cuenta con diversos cursos de capacitación sobre percepción remota y manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con enfoque en la edafología.

Mauricio Cantún Caamal. Egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, Facultad de Humanidades en la licenciatura en Historia. Realizó la Maestría en Estudios Regionales en el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, actualmente realiza el Doctorado en Geografía, impartido por el Instituto de Geografía de la UNAM, México.

Germán Carnevali Fernández-Concha. Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. Maestría y Doctorado en el programa “Ecology, Evolution, and Systematics” de la University of Missouri-St. Louis y el Missouri Botanical Garden. Desde 1996 es Profesor-Investigador Titular y curador del herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Su área de estudio incluye: sistemática filogenética y florística de las Orchidaceae neotropicales; florística de la península de Yucatán, de la región Guayana y de Venezuela. Es Investigador Nacional Nivel 2. Imparte cátedras de Sistemática, de Biogeografía y de Florística a nivel de posgrado. Es y ha sido responsable de varios proyectos financiados. Ha sido autor o coautor de 144 publicaciones entre artículos indizados, artículos

arbitrados, libros y capítulos de libro. Ha presentado múltiples ponencias en congresos nacionales e internacionales y ha dirigido 5 tesis de licenciatura, y 5 de postgrado, además de participar en comités tutorales y exámenes de grado etc. En este momento es director de siete proyectos de postgrado entre maestría y doctorado.

Martha Yasmín Carrillo Medina. Es contadora pública egresada de la Universidad Autónoma de Campeche, con estudios de Maestría en Gestión de Turismo Sostenible, de la Universidad para la Cooperación Internacional de Costa Rica y Capacitación Internacional en Diseño e Implementación de Pago por Servicios Ecosistémicos (CATIE, Costa Rica), con Diplomado Internacional en Manejo Integrado de Zona Costera (PNUMA-UDG, México), y un Diplomado en Patrimonio y Desarrollo Sustentable (UAC). Esta adscrita al Área de Contaminación e Impacto Ambiental del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, de la Universidad Autónoma de Campeche.

Guillermo E. Castillo Vela. Biólogo egresado de Central College, Pella, Iowa, Estados Unidos (1995), con Maestría en Ciencias realizada en Fort Hays State University, Hays, Kansas, Estados Unidos (1998). A partir de 2008 labora en El Colegio de la Frontera Sur como Técnico Académico en la Unidad Campeche en la línea de investigación de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, en donde participa en proyectos con aves, mamíferos y medicina de la conservación. Ha trabajado en colecciones científicas de vertebrados y durante su posgrado fue curador de mamíferos en el Museo de Historia Natural Sternberg. Sus intereses incluyen historia natural de vertebrados (particularmente murciélagos y mamíferos), manejo de fauna silvestre y aprovechamiento cinegético. Originario de Yucatán ha laborado en varias instituciones gubernamentales y no gubernamentales en la península de Yucatán, lo cual le ha llevado a la Reserva de la Biosfera de Calakmul y a trabajar con aves acuáticas, humedales y manejo de recursos naturales.

José Rogelio Cedeño Vázquez. Egresado de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en El Colegio de la Frontera Sur. Desde agosto de 2008 es Profesor-Investigador Titular C en el Dpto. de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Chetumal donde imparte diversas

cátedras a estudiantes de la Licenciatura en Biología; también ha impartido cursos a nivel posgrado en El Colegio de la Frontera Sur. Su área de estudio es la conservación de la biodiversidad, con énfasis en la herpetofauna. Ha participado en diversos proyectos de investigación sobre la herpetofauna de la península de Yucatán y actualmente es responsable del proyecto “Monitoreo de la población del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en el río Hondo”. Cuenta con cinco artículos de investigación en revistas indizadas, siete en revistas arbitradas, 10 de divulgación, varias notas científicas, un libro y siete capítulos de libro. Ha presentado seis ponencias en congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido dos tesis de licenciatura y una de maestría, además de participar en comités tutorales y exámenes de grado estudiantes de licenciatura y maestría.

Gloria Cetz Zapata. Integrante del Cuerpo Académico Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Actualmente participa y en proyectos de investigación: evaluación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas del estado de Yucatán usando grupos indicadores, propuestas de nuevas áreas y estrategias de manejo y conservación, Utilización del subproducto del coco fruta para la producción de *Pleurotus djamor*, *Pleurotus ostreatus* y *Volvariella volvacea*. Uso de la cáscara de mamey para la producción de vermicomposta. Ha publicado 3 artículos científicos, 2 de divulgación, 2 libros y 1 capítulo de libro.

Miguel Angel Chuc López. Licenciado en Derecho por la Universidad Autónoma de Campeche. Doctorado en Ciencias Penales y Política Criminal por el Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE). Actualmente es Procurador de Protección al Ambiente del Estado de Campeche.

Juan Alfredo Corbalá Bermejo. Biólogo de formación, Maestro en Ciencias del CINVESTAV-Mérida. Actualmente es Profesor Investigador Asociado “C” adscrito a la Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma Campeche campus Escárcega, desarrollando proyectos de investigación en el área de aprovechamiento de recursos naturales e imparte las Cátedras de Acuicultura, Genética, Diversidad Animal y Sistemas de Información Geográfica. Fue profesor fundador de las licenciaturas en Biología Marina y Desarrollo Sustentable. Como servidor público se ha desempe-

ñado, en la Secretaría de Desarrollo Social del estado de Campeche; como Jefe del Departamento de Saneamiento Ambiental, en la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Desarrollo Pesquero del estado de Campeche como jefe del Departamento de Protección y Restauración Ambiental, y en la Secretaría de Ecología del estado de Campeche como Subdirector de Ecología.

Jorge Correa Sandoval. Biólogo de la Universidad Autónoma Metropolitana, Maestro en Ciencias en Manejo Costero por la University of Newcastle upon Tyne (Inglaterra, 1992), es pasante de Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, Chetumal (Q. Roo). Durante 26 años ha trabajado en institutos de investigación en el sureste de México. Participó en la exploración, propuesta y establecimiento de varias áreas naturales protegidas en Tabasco y la península de Yucatán. Ha trabajado para conocer el estatus y los ambientes críticos de las aves acuáticas y playeras en los humedales. En la actualidad estudia las aves playeras migratorias y residentes. Fue miembro del Comité para el Plan de Manejo de las Aves de Norteamérica (NAWMP) y Coordinador para la Región Sur-Sureste del Proyecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Actualmente es miembro del grupo de especialistas en flamencos de la UICN y del Subcomité Científico del Comité Nacional de Humedales Prioritarios.

Andrea Cruz Angón. Bióloga de la Universidad Michoacana. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por parte del Instituto de Ecología A.C. Trabajó como asistente y coordinador de proyectos de investigación del Centro de Aves Migratorias del Smithsonian Institution (SI) en Chiapas, Xalapa y Guatemala. Participó como evaluadora ambiental de programas de certificación de buen manejo forestal en comunidades y ejidos forestales de México. Trabajó en la Gerencia de Protección Ambiental de la Dirección Corporativa de Operaciones de Pemex. Actualmente se desempeña como Coordinadora de Enlace y Estrategias de Biodiversidad de la Conabio. Ha publicado cerca de una decena de artículos en revistas científicas internacionales arbitradas y algunos de divulgación. Fue Coordinadora y Editora General de Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado.

Susana del Carmen de la Rosa García. Químico Biólogo Agropecuario de la Universidad Autónoma de Yucatán. Adquirió el grado de Maestro en Ciencias en Microbiología con orientación en Microbiología médica en la Benemérita Universidad de Puebla y su Doctorado en Biotecnología de Plantas en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Actualmente labora en la Universidad Autónoma de Campeche en el Departamento de Microbiología Ambiental y Biotecnología. Es Profesora con Perfil PROMEP y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Candidato). Su área de estudio: microbiología ambiental (identificación y conservación de microorganismos de origen ambiental) y en metabolismo microbiano (evaluación y caracterización de la actividad antimicrobiana, antifúngica, biosurfactante de microorganismos marinos). Ha publicado 2 artículos y dirigido 1 tesis, 2 capítulos de libro, así mismo ha sido responsable de 1 proyectos y ha participado en 13 congresos nacionales y 4 internacionales.

Nelly Diego Pérez. Egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM, realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la UNAM, desde 1980 es profesor de carrera del Departamento de Biología de la UNAM, donde su área de estudio es la taxonomía de plantas vasculares; actualmente imparte la cátedra de Biología de Plantas II, ha impartido cursos a nivel de posgrado de Taxonomía, Taxonomía de Monocotiledóneas Mexicanas, Morfología y Desarrollo del Polen. Es responsable del proyecto Flora de Guerrero. Cuenta con 16 artículos de investigación en revistas arbitradas y 9 libros arbitrados. Ha presentado ponencias en Congresos Nacionales e Internacionales y ha dirigido más de 25 tesis de licenciatura, 5 de maestría, además de participar en comités tutorales y exámenes de grado.

José Eugenio Dorantes-Jiménez. Médico con Maestría en Salud Pública y Diplomado en Epidemiología. Actualmente es coordinador del Programa de Emergencias Epidemiológicas y Desastres en la Jurisdicción Sanitaria III en Comitán del Instituto de Salud del Estado de Chiapas. Tiene experiencia en vigilancia epidemiológica de cólera y enfermedades transmitidas por vector como dengue y paludismo, además ha realizado investigación y publicado sobre la prevención y control de la tuberculosis en Chiapas.

Kurt M. Dreckmann. Egresado de la Facultad de Ciencias, UNAM. En esa misma institución realizó sus estudios de Maestría y el Doctorado en la UAM-

Iztapalapa. Es Profesor-Investigador del Departamento de Hidrobiología de la UAM-Iztapalapa e imparte cátedras de Botánica (Algas), Organismos Bentónicos Vegetales y Taxonomía. Su área de estudio incluye ficología marina, florística, sistemática, biogeografía. Cuenta con 30 artículos de investigación en revistas indizadas. Es autor del libro Clasificación y Nomenclatura de las Algas Marinas Bentónicas del Atlántico mexicano, editado por la CONABIO. Ha presentado 20 ponencias en congresos nacionales e internacionales y ha dirigido 7 tesis de licenciatura. Ha participado en los Talleres sobre las Áreas Protegidas y Reservas Naturales Marinas organizados por la CONABIO.

Rafael Durán García. Biólogo, por la Facultad de Ciencias, UNAM,. Realizó estudios de Doctorado en Ecología en el Centro de Ecología, UNAM. Actualmente es Director de la Unidad de Recursos Naturales del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Su líneas de investigación son la ecología de poblaciones, ecología de comunidades vegetales y biogeografía. Es autor de 23 artículos de investigación, 19 capítulos de libros, 11 libros y a graduado a 16 alumnos de licenciatura y 6 de posgrado. Es miembro del SNI nivel I.

Griselda Escalona Segura. Realizó la licenciatura en Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (1989), obtuvo el grado de Maestra en Ciencias (Biología Animal) por la Universidad Nacional Autónoma de México (1995) y de Doctora en Ecología y Biología Evolutiva por la Universidad de Kansas (1999). Colabora como investigadora en el Colegio de la Frontera Sur campus Campeche. Sus investigaciones se han enfocado a la ecología de aves y mamíferos, aunque también ha desarrollado temas sobre sistemática, biogeografía y conservación de recursos naturales. Su línea de investigación es la ecología y conservación de fauna silvestre donde evalúa: el efecto de los cambios de la vegetación en la producción de sonidos por las aves (hipótesis de adaptación acústica), los patrones de anidación de aves tanto en los Petenes como en la región de Calakmul, patrones de construcción de madrigueras para mamíferos y disponibilidad de recurso alimenticio para aves y mamíferos. Ha participado en el posgrado impartiendo cursos como de biología de la conservación, seminario de tesis y ecología.

Alberto Escamilla Nava. Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo Ingeniería Forestal, orientación en Silvicultura y Ecología. Actualmente se

desempeña como Gerente Estatal de la Comisión Nacional Forestal en Quintana Roo. Ha ocupado diversos cargos en la administración federal y estatal en diversas dependencias. Participo en junio de 1994 participo en el grupo mexicano que visito la República de Indonesia para conocer el Proyecto Nacional de Plantaciones y Reforestación con viveros de alta productividad, así como en 1996 en el grupo mexicano que visito la República de Venezuela para conocer las experiencias en plantaciones forestales comerciales, del grupo SMURFIT y del gobierno venezolano. Ha sido docente invitado en el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 5 de China, Campeche, para impartir la materia de silvicultura de la especialidad forestal.

Ligia Guadalupe Esparza Olguín. Egresada del doctorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias de la UNAM con una estancia posdoctoral en el Programa de Botánica del Colegio de Postgraduados, Unidad Montecillo. A partir de 2008, investigadora de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, donde actualmente es Coordinadora de Posgrado. Su especialidad es la Ecología Vegetal con especial interés en la demografía de especies raras, el análisis de la sucesión ecológica-historias de uso, análisis de deforestación y cambio de uso de suelo de suelo (analizando causas y efectos) en ecosistemas tropicales. Actualmente tiene a su cargo el proyecto “Análisis del impacto del cambio de uso de suelo y la deforestación en la biodiversidad del comunidades vegetales en el estado de Campeche”. Además colabora en otros cuatro proyectos de investigación con temas muy diversos desde el análisis de huertos familiares y su impacto en la conservación *in situ*, hasta la generación e implementación del programa de monitoreo de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Ha publicado seis artículos y un capítulo de libro.

José Salvador Flores Guido. Realizó su licenciatura en Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, su Maestría en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) y el Doctorado en Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente es Jefe del Departamento de Botánica del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Miembro del Cuerpo Académico Diversidad de los Recursos Florísticos de Mesoamérica. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1987; Miembro Honorario hasta 2020. Director del Programa Etnoflora Yucatanense (Con 27 Fascículos Publicados). Evaluador Titular del Comité Interinstitucional para la Evaluación

de la Educación Superior (CIEES) de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Fue Coordinador de la Licenciatura en Biología durante 14 años. En los últimos 24 años, ha realizado estudios florísticos y etnobotánicos sobre el uso y manejo de las plantas en las comunidades Mayas. A la fecha lleva publicados más de 50 trabajos científicos en revistas nacionales y extranjeras.

Domingo C. Flores Hernández. Biólogo de Formación, con estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad d'Aix-Marsella II, Francia. Actualmente Profesor-Investigador del Centro EPOMEX y docente en la Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. Su área de estudio es la ecología y evaluación de recursos pesqueros. Ha impartido 27 cursos a nivel licenciatura, maestría y diplomados, ha participado como investigador responsable y/o participante en 18 proyectos, ha sido autor y/o coautor de 25 publicaciones de divulgación, 9 capítulos de libro, 10 artículos arbitrados o indizados, 2 libros, 6 memorias en extenso y participado en como autor y coautor en 33 trabajos expuestos en congresos internacionales y 20 nacionales, participado en la organización de 2 congresos internacionales

Margarita Elizabeth Gallegos Martínez. Es Dra. en Biología por la Facultad de Ciencias, UNAM. Profesora en la Licenciatura en Hidrobiología de la División de CBS en la UAM-Iztapalapa desde 1985 a la fecha. Profesora en los Posgrados de la Maestría y Doctorado en Biología, Biología Experimental y Biotecnología de la División de CBS de las Unidades Iztapalapa y Xochimilco de la UAM. 1996 a la fecha. Miembro del cuerpo de tutores y asesores del posgrado de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. 1996 a la fecha. Sus líneas de investigación son: biología y ecología de plantas vasculares acuáticas. Aplicación de las mismas en el estudio de las condiciones ecológicas y los procesos demográficos en las comunidades de pastos marinos, pantanos y manglares, así como en procesos de Fitorremediación en plantas de humedales. Es Miembro del SIN: desde 1995. Ha publicado 2 libros y 23 artículos en las áreas de su especialidad, y ha dirigido 16 tesis entre licenciatura, Maestría y Doctorado.

Gabriela García Marmolejo. Maestra en Ciencias por ECOSUR con orientación en manejo y conservación de los recursos naturales, actualmente postu-

la como alumna para doctorado en la Universidad de Freiburg en Alemania. Su área de estudio es la conservación de recursos naturales, manejo sustentable y desarrollo rural. Ha publicado siete trabajos en el área de conservación de la fauna, presentado dos en congresos y participado en dos reuniones académicas.

Pamela Garma Báez. Estudiante de la Universidad Autónoma de Yucatán. Es tesista y participa en el proyecto de investigación: evaluación de la biodiversidad de las áreas naturales protegidas del estado de Yucatán usando grupos indicadores, propuestas de nuevas áreas y estrategias de manejo y conservación.

Frank Raúl Gío-Argáez. Biólogo, Maestro y Doctor en Ciencias por la UNAM. Actualmente es Secretario Académico y Coordinador de Vinculación y Docencia del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Decano de los profesores de Paleontología en la Facultad de Ciencias. Su especialidad es la Micropaleontología Marina, labora en el Departamento de Geología Marina y Ambiental del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, ha ofrecido cursos en el bachillerato, licenciatura y posgrado tanto en Ciencias de la Tierra como de la vida y desde 1968 ha colaborado en los Institutos de Biología, Geología y Ciencias del Mar y Limnología. Preside la Sociedad Mexicana de Historia Natural y fue beneficiario del Diploma y medalla “Alfonso L. Herrera” al mérito en Ecología y Recursos Naturales que otorga el Instituto. Mexicano de Recursos Naturales Renovables AC (1992). Beneficiario de la “Cátedra Enrique Beltrán Castillo”, en la UAM-Xochimilco. Socio Honorario de la Real Sociedad Española de Historia Natural, en reconocimiento a sus contribuciones a las Ciencias de la Naturaleza. Ha publicado 120 artículos en su área de especialidad y 3 libros sobre los recursos naturales y el poblamiento de su tierra natal: Campeche.

Javier Omar Gómez Duarte. Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, es responsable del proyecto cocodrilo del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 2, en Campeche.

Ricardo Efraín Góngora Chín. Biólogo de formación, egresado de la Universidad Autónoma de Campeche. Ha trabajado con la vegetación y florística de Campeche, especialmente de las selvas bajas caducifolias, sus resultados

se han publicado en revistas y libros especializados. También ha participado con el Gobierno del Estado en la elaboración del Atlas de Ordenamiento Territorial del estado de Campeche y en el libro Arte Popular en Campeche; así como en congresos nacionales e internacionales. Actualmente es Técnico Académico del Jardín Botánico de Hampolol (CIVS-Hm) y del Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche.

Mauricio González Jáuregui. Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, con estudios de Maestría en Ciencias en Manejo de Vida Silvestre, se desempeña como profesor en el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 2, en Campeche.

Alicia González Solís. Egresada de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN realizó una Maestría y Doctorado en arrecifes coralinos, este último en la Universidad de Barcelona, España. Actualmente es investigadora del CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida donde estudia la conservación y manejo de arrecifes coralinos y el litoral costero. Ha trabajado 63 áreas litorales y 37 arrecifales a diferentes profundidades en Veracruz, la península de Yucatán y Belice. Ha integrado el estudio de 943 especies de flora y fauna de las regiones mencionadas. En la investigación ha colaborado en 30 proyectos del CINVESTAV-IPN y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Sus publicaciones reúnen un total de 30 artículos, 2 libros, 28 reportes de investigación, 3 manuales, 3 memorias de tesis, 52 Congresos y 12 Talleres. Entre otros estudios tiene 8 cursos de actualización y diplomados en evaluación de ecosistemas, dinámica costera, impacto ambiental y manejo costero.

Alejandro Granados Barba. Egresado de la Licenciatura de Biología de la ENEP Iztacala (UNAM), cursó la Maestría en Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos, y el Doctorado en Biología, ambos en la Facultad de Ciencias, UNAM. Actualmente labora en Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, de la Universidad Veracruzana donde desarrolla estudios sobre la ecología de ambientes costeros de la región petrolera del sur del Golfo de México y del Sistema Arrecifal Veracruzano. Su área de estudio incluye la taxonomía y ecología de invertebrados bentónicos costeros y marinos, especialmente de anélidos poliquetos. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Cuenta con 27 publicaciones, ha dirigido 12 tesis de licenciatura y posgrado.

Celso Gutiérrez Báez. Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de Universidad Veracruzana. Es Profesor e investigador del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la UAC. Sus líneas de investigación son: Sistemática de las Familias Icacinaceas y Heliconiaceas así como la Florística y Ecología de las Comunidades Vegetales de la península de Yucatán, cuenta con 13 artículos de investigación en revistas arbitradas. Ha participado en 5 congresos nacionales e internacionales, además ha participado en comités tutorales y exámenes de grado.

Daniela Guzmán Soriano. Bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Campeche. Su área de interés es la sistemática de mamíferos terrestres. Ha participado en el trabajo curatorial de la colección mastozoológica del CEDESU de la Universidad Autónoma de Campeche, así como en la organización de talleres y cursos sobre manejo de fauna silvestre y preparación de especímenes zoológicos para colección científica. Colaboro en la elaboración del Manual de Prácticas de Laboratorio “Cordados” y en la publicación del artículo de difusión “Quirópteros del Campus Universitario”.

Jorge Luis Hernández Aguilera. Egresado de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Iztacala. Realizó la Maestría y el Doctorado en Biología en la Facultad de Ciencias (UNAM). Actualmente es Profesionista Ejecutivo de Servicios Especiales en la Secretaría de Marina-Armada de México y profesor de asignatura en la FC-UNAM donde ha impartido las cátedras de Oceanografía, Sistemas Arrecifales, y Crustáceos. Ha presentado 17 ponencias en congresos, y ha dirigido 8 tesis de licenciatura y 1 de maestría. Su producción científica incluye 13 artículos en revistas, 7 capítulos de libros y la edición de 4 libros.

Lucia Alejandra Hernández Herrejón. Egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia Michoacán, México. Actualmente realiza sus estudio de Maestría en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología del la UNAM. Su área de estudio es la taxonomía de Ofiuroideos. Presenta una publicación la revista Biología tropical que tiene un factor de impacto de 0. 274 y una coautoría con el Dr. Francisco Solís experto en equinodermos en el libro titulado “Ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México” patrocinado por Conabio y por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM).

Luis Herrera Gómez. Es licenciado en derecho (Universidad Autónoma de Campeche), realizó estudios de Doctorado en Derecho Ambiental en el programa tripartito Universidad de Alicante (España), la UAM y el Instituto Mexicano de Investigaciones en Derecho Ambiental. Actualmente se desempeña como Director Jurídico de la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Gobierno del estado de Campeche. Ha publicado a nivel nacional e internacional diversos artículos en materia ambiental.

Laura Huicochea Gómez. Doctora en Antropología por el Instituto de Investigaciones Antropológicas y la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, campus Campeche. Su área de estudio abarcar la Antropología Física y Antropología Médica. Sus temas interés incluye la interculturalidad en salud (medicina tradicional, doméstica y alopática); Estudia las estrategias curativas que desarrollan grupos, sectores y comunidades urbanas y rurales. La relación entre las creencias, prácticas y percepciones de la enfermedad y el cuerpo con las condiciones de vida que experimentan las poblaciones humanas. Ha presentado varias publicaciones de artículos arbitrados con el tema de las creencias y percepciones de la enfermedad y su atención en comunidades rurales de Calakmul, Campeche. Dirige actualmente 3 tesis de investigación de maestría y doctorado. Es responsable de un proyecto aprobado por los FOMIX CONACYT 2007.

Carlos Illescas Monterroso. Biólogo de formación. Técnico Académico del Laboratorio de Ecología del Bentos del ICMYL, UNAM desde 1981. Su campo de especialidad es la Oceanografía Biológica con énfasis en Biología Pesquera de organismos bénticos marinos y estuarinos, principalmente crustáceos, además de las colecciones de referencia de macrocrustáceos de los mares de México y su difusión científica (radio, TV y cine). Ha participado en más de 30 campañas oceanográficas realizadas en los buques oceanográficos de la UNAM y en embarcaciones extranjeras. Su producción científica incluye 5 publicaciones en revistas, 15 reportes técnicos, un capítulo de libro, 40 reconocimientos en trabajos publicados y 2 escritos de difusión sobre temas de su especialidad y de educación.

Víctor Manuel Kú Quej. Ingeniero en Agroecología por la Universidad Autónoma Chapingo, México, con Maestría en Agroecología y Agricultura

Sostenible por la Universidad Agraria de la Habana, Cuba. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Su área de estudio incluye los sistemas de producción alternativos y la agroecología. Tiene experiencia laboral en organizaciones no gubernamentales, iniciativa privada, instancias gubernamentales; así como con equipos de investigación multidisciplinarios, le ha permitido desarrollarse en la formulación, evaluación y puesta en marcha de proyectos productivos en el estado de Campeche, en temáticas como agricultura orgánica, Sistemas agroforestales y en general sistemas de producción alternativos.

Alfredo Laguarda Figueras. Estudió su Licenciatura, Maestría y Doctorado en la Facultad de Ciencias UNAM. Actualmente es Decano del ICMYL-UNAM, trabaja como responsable del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos. Su área de estudio es la sistemática (alfa y molecular) y ecología de equinodermos. Ha publicado a la fecha 82 trabajos científicos en revistas arbitradas nacionales e internacionales, 3 capítulos de libros, 2 libros y/o manuales, 24 trabajos de divulgación. Ha descrito nuevas taxas de quetognatos, crustáceos y equinodermos para México, ha presentado 101 trabajos en congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura y una de maestría y es responsable de proyectos de investigación apoyados por CONABIO, UNAM, etc.

Joel Lara Reyna. Realizó sus estudios de licenciatura en Biología en la UNAM y posteriormente la Maestría y Doctorado en Biotecnología de Plantas en el CINVESTAV-Irapuato. Cofundador del Laboratorio de Biología Molecular y Biotecnología en el campus Campeche del COLPOS donde actualmente labora. Sus líneas de investigación son: producción y evaluación de bioinsecticidas; caracterización molecular de virus y hongos entomopatógenos; control microbiano de plagas. Ha dirigido proyectos financiados por Fondos Sectoriales (SAGARPA-CONACYT), Fondos Mixtos (Campeche-CONACYT), Fundación Produce Campeche (FUPROCAM), y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Campeche (CESAVECAM). Tiene un total de 16 artículos nacionales e internacionales y cuatro capítulos en libros. Ha graduado estudiantes de maestría y licenciatura. Actualmente es Profesor Investigador Asociado y Subdirector de Vinculación del campus. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Fernando Limón Aguirre. Licenciado en Sociología por la UNAM; Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por ECOSUR, Doctor en Sociología por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Sus áreas de interés incluyen los pueblos indígenas, territorio e identidades (particularmente los pueblos mayas: tojolabal y chuj). Sus proyectos de investigación incluyen: conocimientos culturales entre los chuj de México y Guatemala, educación con base en conocimientos culturales e investigaciones participantes que colaboren en los procesos de transformación estructural y cuidado de la naturaleza, hermenéutica y teoría crítica.

Leonel López Toledo. Estudió la carrera de Biología y la Maestría en Ciencias Biológicas, en la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Ecología Vegetal en la Universidad de Aberdeen, Reino Unido evaluando la abundancia, distribución y estado de conservación de *Guaiacum sanctum* en México. Ha colaborado en diversos proyectos de ecología, conservación y aprovechamiento de recursos en las Reserva Montes Azules y en la Reserva Calakmul apoyados por la CONABIO, CONACYT y el Gobierno del Estado de Campeche. Ha colaborado como especialista-asesor de la Autoridad Científica CITES de México.

María Luisa Machain Castillo. Bióloga de origen, obtuvo la Maestría y el Doctorado en Geología en la Universidad de Louisiana, EUA con Posdoctorado en Paleocronología y Micropaleontología Marina en la UNAM. Es investigadora del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, profesora desde 1985 de la Universidad Nacional Autónoma de México. En el campo de la investigación, ha publicado 33 artículos científicos, ha colaborado en nueve capítulos de libros y sus trabajos han recibido más de 265 citas. Ha dirigido once tesis de licenciatura, tres de maestría y un doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y pertenece a diversos comités científicos como son el International Research Group on Ostracoda. Miembro del Comité Mexicano del Proyecto LOICZ (Land Ocean International in the Coastal Zone) del Programa Internacional Geoesfera-Biosfera, y es representante científico por México del Comité Ejecutivo del Programa IMAGEN IGBP.

Unai Markaida. Actualmente trabaja en ECOSUR-Campeche, su área de estudio son las pesquerías artesanales. Tiene 13 años estudiando la biología

(edad y crecimiento, reproducción y fecundidad, alimentación, migraciones, comportamiento) del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, con 17 publicaciones internacionales. Cinco años trabajando con el pulpo *Octopus maya* en el litoral de Campeche.

Aída Martínez Hernández. Químico Farmacéutico Industrial de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, obtuvo su Maestría y Doctorado en Biotecnología de Plantas en el CINVESTAV-IPN, Unidad Irapuato. Actualmente es Profesor Investigador Asociado y Subdirectora de Investigación del campus Campeche del Colegio de Postgraduados (COLPOS) campus Campeche, donde ofrece cursos de posgrado. Su línea de investigación es la identificación de genes relevantes para la fisiología y metabolismo de los Agaves, aplicando herramientas genómicas; así como la caracterización y prospección de genes con potencial biotecnológico. Sus trabajos han sido publicados en revistas científicas internacionales arbitradas y congresos nacionales e internacionales. Dirige proyectos de investigación CONACYT Ciencia Básica y FOMIX-Campeche; dirige y ha graduado tesis de licenciatura y maestría, y dirige tesis de doctorado. Es candidata del Sistema Nacional de Investigadores (2004-2008).

Mariana Martínez Morales. Estudió la carrera de Biología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Actualmente colabora en el Laboratorio de Biogeografía y Conservación del Centro de Investigaciones en Ecosistemas-UNAM, en el proyecto “Semillas de la Selva Tropical de los Tuxtlas: una guía de identificación”, a cargo del Dr. Guillermo Ibarra Manríquez. Ha participado en las propuestas de cambio de categoría de dos especies de árboles en peligro de extinción para la NOM-ECOL-SEMARNAT-2001 y en diversos proyectos de ecología, aprovechamiento de recursos y conservación en la Reserva de Montes Azules y Calakmul.

Miguel Martínez Ramos. Doctor en Ecología por la UNAM, graduado con mención honorífica y con la medalla Gabino Barreda. Actualmente es investigador del Centro de Investigaciones en Ecosistemas, CIECO-UNAM, e Investigador Nacional 2 del SNI, reconocido en el campo de ecología tropical. Fue Presidente de la Sociedad Botánica de México y de la Association for Tropical Biology and Conservation. Ha publicado 87 trabajos, la mayoría en revistas líderes en el campo de la ecología, y presentado cerca de 200 traba-

jos en congresos y reuniones académicas. Ha impartido múltiples cursos de ecología y formado a 37 estudiantes de licenciatura y posgrado y estudiantes postdoctorales de México y otros países.

Eduardo Martínez Romero. Doctorado en Investigación en Ciencias Sociales con mención en Sociología por parte de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y Maestro en Ecología y Ciencias Ambientales y Biólogo por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene una amplia experiencia, tanto académica como laboral, en institutos científicos de investigación relacionados con la conservación y uso sustentable de la diversidad biológica, los agrosistemas de maíz y trigo y los sistemas socio ambientales en áreas rurales. He colaborado en prestigiosas instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y como investigador invitado en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Campeche. Actualmente responsable del diagnóstico e implementación de la Estrategia Estatal de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Campeche. Las principales áreas de trabajo son: 1) Investigación básica en eco-fisiología, ecología de poblaciones vegetales y sucesión secundaria. Restauración ecológica. 2) Regionalización biogeográfica y eco-regional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México. 3) Análisis de los patrones de deforestación y su efecto en la biodiversidad. 4) Análisis espacial de la pobreza y agro-ecosistemas de maíz y trigo. 5) Recursos naturales de propiedad común y pública, acción colectiva, capital social en comunidades rurales. 6) Impacto de las políticas públicas en el medio ambiente. 7) Desarrollo regional relacionado con la difusión y adopción de sistemas de información geográfica a nivel local, municipal, regional y estatal.

Luis Roberto Martínez Pérez de Ayala. Licenciado en Ciencias Biológicas de la Universidad del Noreste en Tampico, Tamaulipas, Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Apicultura Tropical en la FMVZ de la Universidad Autónoma de Yucatán, actualmente se encuentra cursando el Doctorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, Cuba. Es Profesor-Investigador adscrito a la Dirección General de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Cam-

peche. Su área de estudio es la producción, manejo, procesamiento y evaluación de la calidad del propóleo, apoyándose en el diagnóstico del paisaje, la microbiología y la química analítica, para establecer el origen biológicos de estas resinas y poder establecer las mejores zonas de producción. A participado en nueve proyectos de investigación de los cuales cinco ha dirigido, participación con el grupo CONOCER, para normar la producción de Jalea Real, Propóleo y Polen. Desde el 2003 es asesor técnico de la Organización Nacional de Apicultores y a partir del 2006 es el coordinador Técnico del Seminario Americano de Apicultura. En el 2008 participo en la elaboración y revisión de dos propuestas de Ley (Ley de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley Apícola las dos para el estado de Campeche), con la LIX Legislatura del Estado de Campeche.

Brenda Berenice Martínez Villa. Estudiante de Biología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, realizo su Servicio Social en el Laboratorio de Micropaleontología Ambiental del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, actualmente realiza su Tesis de Licenciatura en el Instituto de Química

Jorge Mendoza Vega. Agrónomo, Maestría en Ciencias en Manejo y Fertilidad de Suelos, y Doctor en Ciencias en Suelos de Bosques por la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas. Investigador de la línea Manejo y Fertilidad de Suelos, departamento Agroecología, área Sistemas de Producción Alternativos de El Colegio de la Frontera Sur. Director de 2 tesis, 1 de maestría y 1 de licenciatura, responsable de 2 cursos de maestría y profesor en diversos cursos a nivel posgrado con 12 años de experiencia; responsable de 6 proyectos con financiamiento externo, 6 informes en extenso, 6 ponencias en eventos internacionales, 5 ponencias en eventos nacionales; puestos administrativos y de dirección: coordinador de posgrado en ECOSUR durante 2 años y actualmente director de ECOSUR-Unidad Campeche.

Rodolfo Mondragón Ríos. Es etnólogo egresado de la ENAH; estudió la Maestría en Antropología Social en el CIESAS y es candidato a Doctor por la Universidad Rovira i Virgili, en Tarragona (España). Es Técnico Académico adscrito a la línea de investigación: Culturas y Educación en ECOSUR. Su área de estudio incluye cosmovisión, saberes y prácticas médicas tradicionales.

Eduardo Morteo Ortíz. Oceanólogo (Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California). Realizó la Maestría en Ecología Marina en el CICESE y estudió el Doctorado en la UIEP. Actualmente, es investigador de la Universidad Veracruzana. Fundador del Laboratorio de Mamíferos Marinos de esta institución, donde estudia aspectos relacionados con la ecología poblacional de estas especies y los efectos derivados de la actividad humana. Cuenta con varias publicaciones científicas y de divulgación, y ha participado en reuniones internacionales, obteniendo varios reconocimientos. Ha dirigido tesis de licenciatura y maestría, y actualmente es responsable de tres proyectos de investigación con financiamiento federal y fondos privados.

Rodolfo Noriega Trejo. Biólogo de formación, egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Es profesor-investigador de tiempo completo y curador del herbario del Laboratorio de la Vida Silvestre del Centro de Estudios en Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche. Ha publicado los resultados de su investigación en revistas y libros especializados, en capítulos de libros y de difusión sobre florística, vegetación y el uso tradicional de la flora. También ha participado en congresos nacionales e internacionales. Actualmente es el responsable del proyecto del Jardín Botánico de Hampolol (CIVS-Hm).

Benjamín Otto Ortega Morales. Biólogo Marina de la Universidad Autónoma de Campeche. Adquirió el grado de Maestro en Ciencias en Oceanología Biológica y Ambiente Marino y Doctor en Microbiología por el Instituto Europeo del Mar, Universidad de Brest (Francia). Actualmente es el Director de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Campeche. Su área de estudio se centra en la microbiología biofilms ambientales y su caracterización en ambientes marinos y terrestres, biocorrosión, metabolitos secundarios bioactivos, polisacáridos, glicoproteínas y biosurfactantes de origen microbiano. Es Profesor Perfil PROMEP y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel 2). Ha publicado 20 artículos indizados y dirigido 13 tesis de licenciatura y 3 de nivel maestría tesis, así mismo ha sido responsable de 5 proyectos y participado en 6 con financiamiento externo. Funge como revisor de 6 revistas internacionales y es evaluador de agencias internacionales de investigación de EUA, Colombia, Argentina y Chile.

Juan Javier Ortiz Díaz. Biólogo de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtuvo la maestría en Ciencias en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), México y el doctorado en The University of Reading (Reino Unido). Actualmente labora en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, además de fungir como Jefe del Herbario “Alfredo Barrera Marín” (UADY). Es profesor titular de las asignaturas Diversidad Vegetal, Sistemática y Taxonomía y Botánica Forestal. La líneas de investigación que cultiva son: sistemática de la Familia Poaceae (=Gramineae), así como también florística y ecología de las comunidades vegetales de la península de Yucatán.

Mario Arturo Ortiz Pérez. Geógrafo, Maestro y Doctor en Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Actualmente labora en el Instituto de Geografía, UNAM. Sus líneas de investigación incluyen el análisis e integración de los estudios de geografía física en los sistemas terrestres y costeros. Reúne 15 artículos científicos indizados, 5 libros, 30 capítulos en libros, 10 artículos in extenso en memorias de congresos, 4 mapas arbitrados, 40 artículos de divulgación, 15 proyectos con financiamiento externo, y más de 25 años de experiencia docente a nivel profesional y de posgrado, 10 direcciones de tesis de licenciatura, 8 de maestría y 3 de doctorado.

Sergio Eduardo Padilla Paz. Biólogo Marino egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, con estudios de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Se desempeña como coordinador del Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre-Hampolol, del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre, de la Universidad Autónoma de Campeche.

Álvaro Gerardo Palacio Aponte. Geógrafo, Maestro y Doctor en Geografía Ambiental de la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. Actualmente labora en la Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP. Sus líneas de investigación incluyen feomorfología ambiental, morfopedología, ecología del paisaje y zonificación de riesgos naturales. Autor de 2 artículos científicos indizados, 3 libros, 5 capítulos en libros, 3 artículos en memorias de congresos, 4 mapas arbitrados, 10 artículos de divulgación, 4 proyectos con financiamiento externo, más de 15 años de experiencia docente a nivel profesional y de posgrado, 3 direcciones de tesis de licenciatura y 2 de maestría.

Juan Manuel Pat Fernández. Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Realizó el Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola. Actualmente es Profesor-investigador de El Colegio de la Frontera Sur e imparte cátedras de Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Regional. Ha dirigido tesis de licenciatura, y maestría, así como, proyectos de investigación de CONACYT, Semarnat y otras. Actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Daniel Pech. Biólogo por la Universidad Autónoma de Yucatán, Maestro en Ciencias por el CINVESTAV-IPN y Doctorado por la Universidad de Laval, Canadá. Actualmente se desempeña como Profesor Investigador en el Centro EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche. Su investigación actual se centra en conocer las escalas espaciales y temporales en la que los factores físicos y procesos biológicos actúan para estructurar la biodiversidad marino-costera. Ha publicado 6 artículos en revistas indexadas, 2 de divulgación y participado en una veintena de congresos Internacionales. Es candidato a investigador nacional.

Ernesto Eduardo Perera Trejo. Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Campeche. Actualmente es personal académico de la misma universidad. Ha participado como organizador e instructor de cursos y talleres sobre manejo de fauna silvestre y preparación de especímenes para colección científica. Conferencista de temas sobre “Biología y manejo de reptiles” e “Identificación de serpientes del Estado de Campeche,”. Colaborador en la elaboración del Manual de Prácticas de Laboratorio “Cordados” y el artículo de difusión “Herpetofauna del Campus Universitario”, participante en el Estudio Técnico sobre cocodrilo de pantano en la Reserva de la Biósfera Los Petenes.

Sadao Pérez Cortez. Biólogo, ha sido voluntario apoyando diferentes proyectos e instituciones entre los que destacan Flora Fauna y Cultura de México AC, El Colegio de la Frontera Sur, Universidad de Florida, Sociedad de Servicios Técnicos de Calakmul, Universidad de Calgary y Centro EPOMEX. Su área de estudio es la ecología del paisaje y manejo de recursos naturales. Fue integrante del Sistema de Gestión Ambiental en la construcción de la Línea de Transmisión Escárcega-Xpujil llevada a cabo por Construcciones y Líneas los Encinos SA. de CV. Trabajó en la Empresa de Desarrollo y Gestión

de Proyectos Ambientales (DGPA SA. DE CV) y su principal contribución ha sido la publicación: Pérez Cortez S., y R. Reyna Hurtado, 2008. La dieta de los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. *Suiform Soundings*, 8(1): 52-62.

Juan Carlos Pérez Jiménez. Licenciatura en Biología por la Universidad de Guadalajara, Maestría y Doctorado en Ciencias en Ecología Marina, CICESE, Ensenada, Baja California. Actualmente es Investigador Asociado “B” del Departamento de Aprovechamiento y Manejo de Recursos Acuáticos, ECO-SUR, Campeche, desde 2007. Su área de estudio es la biología y pesquería de elasmobranchios. Es parte del grupo de especialistas de tiburones de la IUCN (IUCN/SSC Shark Specialist Group) desde agosto de 2007. Candidato a SNI.

Luciano Pool Novelo. Maestro en Edafología por el Colegio de Postgraduados, en 1997. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Trabaja en el análisis de sistemas agrícolas tradicionales, con énfasis en el manejo y conservación de suelos. Tiene interés en el cambio de uso del suelo en sistemas agrícolas indígenas y campesinos, valorando las prácticas alternativas de manejo propuestas. Todos estos conocimientos y experiencias los integra el curso de postgrado “Evaluación de Tierras” que se imparte en la Unidad Campeche en el verano.

Luciana Porter Bolland. Bióloga de formación por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias en 1995 por la Universidad Estatal de Nueva York, College of Environmental Science and Forestry, en Syracuse, Nueva York y el de doctorado (PhD) en el 2001 por la School of Forest Resources and Conservation de la Universidad de Florida (Estados Unidos). Desde el 2002 trabaja en el INECOL, en el departamento de Ecología Aplicada. Su investigación se relaciona con el manejo y conservación de recursos naturales, principalmente en bosques tropicales, incluyendo el análisis del efecto que ciertas actividades productivas ejercen sobre los procesos de cambio en el uso del suelo. Gran parte de su trabajo lo ha realizado en Campeche, incluyendo la tesis de maestría que trata sobre la descripción del sistema de manejo de recursos naturales en uno de los ejidos de La Montaña, en Hopelchén y la de doctorado que fue sobre apicultura y ecología del paisaje, en el mismo municipio. Posteriormente ha estado involucrada en diversos proyectos que incluyen

el análisis del uso del suelo en Hopelchén y la conservación comunitaria en Hopelchén y Calakmul.

Ivón M. Ramírez Morillo. Egresada de la Universidad Central de Venezuela, realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Missouri-St. Louis (Estados Unidos), en asociación con el Missouri Botanical Garden. Desde 1997 es profesor-investigador titular en la Unidad de Recursos Naturales-Herbario CICY. Su área de estudio: Sistemática, filogenia y biología de la reproducción de Bromeliaceae; actualmente imparte Principios de Sistemática, Sistemática Vegetal Avanzada, Flora y Fitogeografía de la península de Yucatán, Sistemática, taxonomía y biología de la reproducción en Bromeliaceae y Biología de la reproducción de plantas. Participa en proyectos florísticos de la península de Yucatán, ha contribuido con el tratamiento de Bromeliaceae para la Flora de Veracruz y Flora del Bajío y regiones adyacentes. Cuenta con 58 artículos de investigación publicados en revistas arbitradas y/o indizadas, 10 capítulos de libros y 1 libro arbitrado. Ha presentado ponencias en Congresos Nacionales e Internacionales y ha dirigido 4 tesis de licenciatura, 3 de maestría y 5 de doctorado, además de participar en comités tutoriales y exámenes de grado, tanto en el CICY como en otras instituciones de educación superior en el país.

Julia Ramos-Miranda. Bióloga de formación, con estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Bretaña Occidental, Francia. Actualmente Profesor-Investigador del Centro EPOMEX la UAC, docente en la Facultad de Ciencias Químico Biológicas impartiendo 29 cursos a nivel licenciatura, maestría y diplomados, ha participado como investigador responsable y/o participante en 20 proyectos, ha sido autor y/o coautor de 29 publicaciones de divulgación, 5 capítulos de libro, 20 artículos arbitrados o indizados, 2 libros, 7 memorias en extenso y participado como autor y coautor en 27 trabajos expuestos en congresos internacionales y 30 nacionales. Ha participado en la organización de eventos internacionales y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Su área de estudio incluye la ecología y evaluación de Recursos Pesqueros.

Andrea Raz-Guzmán Macbeth. Doctorado en Ciencias del Mar-Oceanografía Biológica y Pesquera, en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL-UNAM). Sus proyectos de investigación se enfocan a la elabora-

ción de catálogos de carcinofauna estuarina y la determinación con base en isotopía estable de la estructura trófica de comunidades macroepibénticas de lagunas costeras. Su producción incluye 29 artículos científicos y 8 de divulgación, 10 informes de proyectos, 36 congresos nacionales y 30 internacionales, y 10 talleres. Imparte clases de biología y ecología estuarinas en la licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM y el posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Pertenece al Coastal and Estuarine Research Federation, Estuarine and Coastal Sciences Association, y World Seagrass Association.

Mario Rebolledo-Vieyra. Oceanólogo por la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California; Maestría en Sismología por el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Doctor en geofísica por el Instituto de Geofísica, UNAM y Posdoctorado por el Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Unité Mixte de Recherche CNRS-CEA, Gif-sur-Yvette, Francia. Actualmente es Director del Centro para el Estudio del Agua, CICY AC. Cuenta con 4 artículos científicos indizados; miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1, de la American Geophysical Union y de la European Geosciences Society. Fue Jefe del Laboratorio de documentación digital del depósito de núcleos del proyecto Chicxulub Scientific Drilling Project., de diciembre 2001 a marzo 2002. Jefe del Laboratorio de documentación digital del depósito de núcleos UNAM Scientific Drilling Project. 2001. Responsable del depósito de núcleos de Chicxulub Shallow Drilling Project, UNAM, 2000 a 2002.

María Martha Reguero Reza. Realizó sus estudios de Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es responsable del Laboratorio de Malacología y miembro permanente de la Sociedad Mexicana de Malacología y del Comité Organizador de Congresos Latinoamericanos de Malacología. Ha participado en diversas campañas oceanográficas, impartido cursos en el área de su especialidad e intervenido como directora o sinodal en tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Jaime Rendón von Osten. QFB de la Universidad Veracruzana y Maestría en Ciencias en Conservación por ECOSUR, San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

Doctorado por la Universidad de Aveiro, Portugal. Actualmente es Profesor Investigador del Centro EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche. Sus líneas de investigación son la toxicología ambiental, ecotoxicología, monitoreo y química ambiental. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1.

Oscar Gustavo Retana Guiascón. Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, con estudios de maestría en Biología Animal y doctorado en Manejo de Recursos Naturales. Es investigador del CEDESU-Universidad Autónoma de Campeche y su línea de investigación comprende el manejo integrado y la conservación de la fauna silvestre al nivel comunitario. Es curador e instructor de colecciones científicas de vertebrados terrestres, ha escrito diversas obras científicas, entre las que destaca la publicación de su libro "Fauna Silvestre de México. Aspectos Históricos de su Gestión y Conservación" por el Fondo de Cultura Económica. Responsable de proyectos y organización de foros, cursos y talleres en materia de vida silvestre y desarrollo rural, imparte docencia a nivel posgrado y licenciatura.

Rafael Reyna-Hurtado. Biólogo de formación, con estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Florida (Estados Unidos). Actualmente es postdoctorante en la Universidad de McGill en Montreal, Quebec, Canadá y trabaja parcialmente para la Sociedad de Conservación de la Vida Silvestre de New York (WCS por sus siglas en inglés). Su área de estudio es la ecología y conservación de mamíferos tropicales. Ha publicado como autor y coautor 7 artículos en revistas indexadas internacionales y 11 más en revistas no-indexadas y de divulgación, 3 capítulos de libro y ha participado en 38 eventos (congresos, talleres y simposios) de los cuales 12 han sido internacionales y ha presentado conferencias en 28 de ellos. Tiene experiencia de 10 años trabajando en la región de Calakmul con diversos proyectos de conservación y estudio de fauna silvestre.

Gerardo Alonso Rivas Hernández. Es egresado de la Universidad Autónoma de Yucatán, Biología. Su Maestría en Ciencias la realizó en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida en la especialidad en Biología Molecular. Sus intereses de investigación se enfocan hacia los mamíferos acuáticos (tursiones y manatíes) que incluye la recuperación de cadáveres, evaluación externa e interna, cen-

sos, registro de conducta radio-telemetría, análisis de distribución espacio temporal de mamíferos acuáticos, análisis de ADN mitocondrial de tursiops, entre otros aspectos. En adición ha desarrollado y participado en programas de educación ambiental, programas de manejo y proyectos de ecoturismo.

Evelia Rivera Arriaga. Bióloga de formación, con estudios de Maestría y Doctorado en la Universidad de Delaware (EUA). Profesor-Investigador del Centro EPOMEX y docente en la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche. Actualmente es la Secretaría del Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Gobierno del Estado de Campeche. Su área de investigación incluye política marina y manejo integrado de costas y mares. Ha participado en la organización de eventos internacionales y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Martha Luz Rojas Wiesner. Candidata a Doctora en Ciencia Social con especialidad en Sociología por el Colegio de México. Es miembro regular de la Sociedad Mexicana de Demografía y miembro del Foro Migraciones. Ha realizado investigaciones sobre mujeres, salud reproductiva, maternidad y migración femenina. En el tema particular de la migración femenina, ha participado en proyectos que tienen como finalidad documentar este proceso en la frontera sur de México, una región que, como el país en su conjunto, cumple un triple papel en la migración internacional. Sus temas de interés incluyen migración internacional, migración femenina, y sociodemografía.

María C. Rosano Hernández. Egresada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; Maestra en Ciencias del Suelo por el Technion-Israel Institute of Technology y Doctora en Ciencias por el CINVESTAV-IPN. Cursó un diplomado en periodismo científico en la Universidad del Claustro de Sor Juana. Actualmente labora en el Instituto Mexicano del Petróleo y su área de estudio es la ecología microbiana de sedimentos marinos. Ha participado en proyectos relacionados con la diversidad genética microbiana de suelos y sedimentos marinos y de conservación biótica. Tiene seis publicaciones en revistas, cuatro de ellas internacionales; ha presentado ponencias en congresos internacionales y nacionales. Realiza actualmente divulgación en la radio cultural sobre las tradiciones indígenas y los recursos naturales del sureste de México.

Carmen Salazar Gómez Varela. Egresada de la Facultad de Ciencias, UNAM. Realizó sus estudios de maestría en la Universidad Autónoma de Yucatán, en donde también estudió la especialización en docencia, actualmente cursa el doctorado en el CICY. Desde hace 17 años es Profesora de carrera en la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Yucatán e imparte los cursos de Patrones de desarrollo en Plantas, Niveles de Organización Biológica y Comunicación Científica. Pertenece al cuerpo académico Diversidad de Recursos Florísticos de Mesoamérica. Cuenta con 8 publicaciones. Ha presentado 19 ponencias en congresos nacionales e internacionales y ha dirigido 2 tesis de licenciatura y 2 de maestría, además de participar en comités tutorales y exámenes de grado.

Teresa Saavedra Vázquez. Licenciatura en Sociología y Maestría en Ciencias Sociales por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales (UNAM). Se desempeña actualmente como Coordinadora Estatal Tabasco del Programa Conjunto de Agua y Saneamiento que lleva a cabo la Organización de Naciones Unidas con ocho Agencias del Sistema, el Gobierno de México y los Estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco. Es Consultora y Asesora. Realiza actividades de gestión ambiental, investigación, docentes y de capacitación. Participó como asesora de la Comisión de Ecología y Medio Ambiente de la H. Cámara de Diputados. LVII Legislatura. Ha impartido cursos de especialización a nivel gerencial en actualización en materia de planeación ambiental, impacto ambiental, y ordenamiento ecológico particularmente en la Universidad Anáhuac, Campus Xalapa; Universidad Autónoma de Guadalajara y Universidad Autónoma de Colima.

Antonio Saldívar Moreno. Estudió Geografía en la UNAM, Maestría en Desarrollo Rural en Chapingo y es candidato a Doctor por la Universidad de Salamanca (España). Es Director de Innovación Educativa (antes Casa de la Ciencia) e investigador de la línea: Culturas y Educación en ecosur. Sus temas de interés incluyen educación, desarrollo comunitario y participación social. Ha publicado sobre estos temas 2 libros, 5 artículos arbitrados y 4 de divulgación y distintas notas periodísticas.

Javier Salgado Ortiz. Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en 1990, curso estudios de postgrado (Maestría y Doctorado) entre 1998-2005 en Biología de la Con-

servación en el Departamento de Biología de la Universidad de Queen's, en Ontario (Canadá). Actualmente labora como Profesor Investigador en el Laboratorio de Investigación en Ornitología de la Facultad de Biología de la UMSNH. Su principal interés de investigación es en ecología de poblaciones y de comunidades de aves, principalmente enfocado a estudios de biología reproductiva, sinecología y conservación de aves. Dentro de las investigaciones que actualmente tiene en proceso están: 1) el estudio de los efectos de factores bióticos (alimento y depredación) y abióticos (clima) sobre el éxito reproductivo de aves; 2) estudio de los efectos de la alteración del hábitat (fragmentación y actividades agropecuarias) en la distribución, abundancia y éxito reproductivo de aves; 3) evaluación de estresores ambientales en la condición física de aves en paisajes antropogénicos y 4) manejo y conservación de fauna silvestre.

Daniel Samarrón. Ingeniero forestal, del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. Tiene cursos de especialización en Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota. Está adscrito al Área de Contaminación e Impacto Ambiental del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México de la Universidad Autónoma de Campeche. Sus líneas de interés es la aplicación de SIG en el manejo forestal y manejo de recursos.

María Consuelo Sánchez González. Realizó estudios a nivel de licenciatura en la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, Colombia, Biología y estudios de Maestría (Biología) en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como estudios de Maestría y Doctorado en Antropología en la Universidad Católica de América (Estados Unidos). Actualmente es profesor investigador del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche. Ha realizado estudios etno-ecológicos sobre el uso y manejo de los recursos naturales vegetales en la zona maya de Yucatán y Campeche, así como en conservación, derechos de propiedad y género. Es fundadora del Herbario UCAM del CIHS. Ha publicado varios artículos y libros sobre estos temas en revistas nacionales como extranjeras.

Mauro Sanvicente López. Estudios en Medicina Veterinaria (UNAM) con especialidad en manejo de fauna silvestre. Posteriormente estudios de maestría en El Colegio de la Frontera Sur, analizando el estado de salud del mana-

ti del Caribe y en la región del Golfo de México. Es responsable del proyecto de la ecología y aspectos de medicina de la conservación del zopilote rey en la zona sur de Calakmul por parte de El Colegio de la Frontera Sur. Sus trabajos se han centrado en la región de Calakmul, analizando los patrones de cacería de subsistencia en ejidos ubicados en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Ha participado en diversos proyectos sobre el uso de hábitat, rango de hogar y medicina de la conservación en especies protegidas, en los estados de Quintana Roo y Campeche.

Juan Jacobo Schmitter-Soto. Doctor en Biología, UNAM, 1998; Maestro en Ciencias Marinas, CICIMAR-IPN; Biólogo, UNAM. Posdoctorado en el Museo de Zoología de la Universidad de Michigan, 2003-2004. Actualmente labora en el Colegio de la Frontera Chetumal, Quintana Roo. Estudia la sistemática, biogeografía y ecología de peces dulceacuícolas y arrecifales. Interesado actualmente en la aplicación de los peces como indicadores de integridad biótica del arrecife de la costa sur de Quintana Roo y de la cuenca del río Hondo. Alrededor de 45 obras científicas, incluidos libros como Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México, así como artículos en revistas especializadas como Aquatic Conservation, Zootaxa, Copeia, Journal of Fish Biology y Bulletin of Marine Science, entre otras.

Abel Senties G. Egresado de la Facultad de Ciencias, realizó sus estudios de Maestría y Doctorado en la UNAM. Desde hace 23 años es Profesor-Investigador del Departamento de Hidrobiología de la UAM-Iztapalapa e imparte cátedras de Botánica (Algas), Organismos Bentónicos Vegetales y Taxonomía. En el extranjero ha impartido cursos a nivel posgrado. Su área de estudio incluye ficología marina, florística, sistemática y filogenia. Es responsable de los proyectos del Laboratorio de Macroalgas Marinas. Actualmente es co-responsable de un convenio-proyecto trinacional (España-Brasil-México) aprobado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España. Cuenta con 30 artículos de investigación en revistas indizadas. Ha presentado 40 ponencias en congresos nacionales e internacionales y ha dirigido 7 tesis de licenciatura 2 de doctorado, además de participar en comités tutorales y exámenes de grado.

Carlos Tomás Silva Duarte. Egresado de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche como licenciado en Economía,

y Maestro en Finanzas por la Universidad del Mayab, ha desarrollado y participado en estudios en las áreas de proyectos y capacitación. Entre 2003 a la fecha he realizado varios cursos de capacitación tales como: Estrategia Empresarial I y II, Planes de Negocios, Técnicas de Negociación, Administración de Empresas para emprendedores, Liderazgo, trabajo en Equipo, Reuniones Efectivas, Gestión de Proyectos, Inglés Proficiency, entre otros. Ha cursado Inicio y Desarrollo Emprendedor, Visualización de Escenarios a Futuro, Planeación Estratégica, Habilidades para el Trabajo en Equipo Eficientes, por mencionar algunos.

Francisco Alonso Solís Marín. Estudió su licenciatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, su maestría en la Facultad de Ciencias UNAM, y su doctorado en la University of Southampton (Inglaterra). Actualmente trabaja en el Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICMYL-UNAM Su área de estudio incluye la sistemática y ecología de equinodermos. Ha publicado a la fecha 42 trabajos científicos en revistas arbitradas nacionales e internacionales, 5 capítulos de libros, 4 libros y/o manuales, 12 trabajos de divulgación. Ha descrito nuevos taxa de equinodermos para distintas áreas del mundo, ha presentado 73 trabajos en congresos nacionales, y 32 trabajos en congresos internacionales. Ha dirigido 11 tesis de licenciatura y dos de maestría, es responsable de varios proyectos de investigación apoyado por CONABIO, PAPIIT, UNAM, etc.

Vivianne Solís Weiss. Egresada de la Licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM, cursó la Maestría en Ciencias del Mar en el ICMYL-UNAM, y el Doctorado en la Universidad de Aix-Marseille II, Francia. Actualmente, es Investigador Titular C del ICMYL-UNAM, jefa del Laboratorio de Ecología y Biodiversidad de los Invertebrados Marinos donde desarrolla estudios sobre taxonomía y ecología de macroinvertebrados y manejo costero. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y a la Academia Mexicana de Ciencias. Cuenta con más de 80 publicaciones, ha dirigido 38 tesis de licenciatura y posgrado.

Luis A. Soto González. Doctorado en Oceanografía, RSMAS, Univ. de Miami. Diplomado en Oceanografía Pesquera, FAO/Inst. Pansoviético de Oceanografía y Pesquerías. Ha realizado estancias de investigación en varios países. Miembro del SNI y de la AMC. Especializado en Ecología Béntica

(plataforma continental del SW del Golfo de México, Estrecho de la Florida y Cuenca de Guaymas-Golfo de California). En su honor han sido designados géneros y especies de crustáceos. Cuenta con 78 publicaciones en revistas indizadas, 6 capítulos de libros y 14 escritos de difusión. Editor en Jefe de dos libros de Oceanografía. Consultor de instituciones gubernamentales e internacionales. Miembro del comité editorial de revistas nacionales y co-editor de la Revista de Investigaciones Marinas.

José Luis Tapia Muñoz. Licenciado en Biología por la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Desde el año 1998 se desempeña como Técnico Académico de Investigación (Asociado “C”) en el CICY. Su área de estudio se centra principalmente en la taxonomía de las familias Asteraceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Capparidaceae y en general de las angiospermas que crecen en la península de Yucatán, la sistemática de la familia Orchidaceae y la florística de la península de Yucatán. Actualmente colabora en los proyectos “Orchidaceae Neotropicales”, “Flora Ilustrada de la Península de Yucatán”, “Flora Digital de la Península de Yucatán” y “Herbario CICY”. Cuenta con 12 artículos de investigación en revistas indizadas, 5 artículos de investigación en revistas nacionales y 5 capítulos de libros. Ha presentado 12 ponencias en congresos y talleres nacionales e internacionales.

Rolando Tinoco Ojanguren. Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Autónoma de México-Unidad Xochimilco. Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de El Colegio de la Frontera Sur. Técnico Titular del Área Académica Sociedad, Cultura y Salud, dentro de la línea de Género y Políticas Públicas en ECOSUR. Sus temas de interés han sido el impacto en la salud humana del uso de agroquímicos y la relación entre la tecnología, la cultura y la salud de los pueblos tojolabales, así como las representaciones sociales de la pobreza, del género, la sustentabilidad, el ambiente y la tecnología desde las metodologías cualitativas y la construcción colectiva del conocimiento.

Liliana Torres Castro. Egresada de la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá y de la Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural de El Colegio de la Frontera Sur. Su área de estudio es la ictiología y ecología de peces. Tiene dos publicaciones en revistas especializadas en relación con los peces de lagunas costeras.

Nuria Torrescano Valle. Investigadora de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Ecóloga vegetal y Paleoecóloga, desarrolla investigaciones sobre los recursos vegetales de Campeche y sobre polen fósil como indicador de la historia de la vegetación y cambio climático del pasado. Cuenta con varias publicaciones sobre estos temas.

Daniel Torruco Gómez. Egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, realizó el doctorado en arrecifes coralinos en la Universidad de Barcelona, España. Actualmente es Investigador Titular del CINVESTAV-IPN, dirige el Laboratorio de Arrecifes de Coral. Miembro del SNI desde 1988. Ha estudiado 45 áreas litorales en la península de Yucatán, tres en Veracruz, dos en Belice, y 56 áreas arrecifales a profundidades entre 0-50 m. Investigador de 19 proyectos con gerencia de 12. Ha impartido siete cursos de licenciatura e imparte dos de posgrado. Ha graduado tres maestros en ciencias, publicado 37 artículos, dos libros, 35 reportes de investigación, 52 presentaciones en congresos, tres manuales, tres memorias de tesis y 12 conferencias. Ha llevado 12 cursos sobre evaluación, dinámica costera, impacto ambiental, manejo y SIG. Es evaluador de proyectos, revisor de revistas nacionales y extranjeras.

Fernando Jesús Tun Dzul. Licenciado en biología, por la Universidad Autónoma de Yucatán. Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural, con orientación en manejo y conservación de recursos naturales por el Colegio de la Frontera Sur. Actualmente se desempeña como Técnico titular B, adscrito al Laboratorio de sistemas de Información Geográfica del CICY. Sus líneas de investigación son: ecología del paisaje, y ecología de comunidades.

Juan Tun Garrido. Licenciado en Biología por la Universidad Autónoma de Yucatán. Maestría en la Universidad de Aberdeen (Escocia). Doctorado en la Universidad de Reading, Inglaterra. Actualmente Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Yucatán. Imparte cursos de botánica en la mencionada institución y participa en la impartición de cursos sobre biogeografía, botánica de plantas superiores y recursos naturales tropicales. Desarrolla actualmente estudios florísticos en comunidades vegetales de la península de Yucatán e investigación sobre aspectos taxonómicos, biogeográficos y ecológicos de plantas de las familias Loranthaceae y Viscaceae. Participa

también en proyectos de aplicación de tecnología botánica y recopilación de información sobre usos tradicionales de plantas en comunidades rurales de Yucatán.

Jorge Albino Vargas Contreras. Realizó su licenciatura en el Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Estudios de posgrado los realizó en la Universidad Nacional Autónoma de México, donde obtuvo la Maestría en Ciencias Biología Animal en la Facultad de Ciencias. Recientemente obtuvo el grado de Doctor en el Instituto de Ecología. Actualmente labora en El Colegio de la Frontera Sur y la Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. Ha participado en varios proyectos de investigación con vertebrados terrestres y flora en Tamaulipas y Campeche. Colabora como profesor en la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de Universidad Autónoma de Campeche desde septiembre 2000 a la fecha donde ha impartido varias materias como seminario de tesis, dinámica de comunidades terrestres y manejo de recursos naturales, entre otras. Además, es investigador invitado en El Colegio de la Frontera Sur Unidad Campeche desde octubre del 2006 a la fecha. Sus líneas de investigación son: ecología de ecología de vertebrados terrestres (particularmente murciélagos), ecología vegetal y conservación.

Jesús Vargas Soriano. Egresado de la Universidad Autónoma de Campeche donde cursó la carrera de Biología Marina; Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural con orientación en Manejo de Recursos Naturales; título otorgado por El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Actualmente es Profesor e Investigador asociado "A" del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la UAC. Su área de estudio es la ornitología principalmente la biología reproductiva. Ha realizado estancias de investigación en Canadá y Ecuador. Ha asistido a congresos nacionales e internacionales. Ha participado en proyecto de investigación como técnico de campo y como responsable de proyecto. Se especializa en la ecología de aves con énfasis en la biología reproductiva. Es catedrático en las carreras de Biología, Ingeniería Bioquímica en Alimentos e Ingeniería Bioquímica Ambiental de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC); donde ha impartido las materias: zoología de vertebrados, zoología general y manejo de vida silvestre.

Ma. Eugenia Vega Cendejas. Es responsable del Laboratorio de Taxonomía y Ecología de Peces del Departamento de Recursos del Mar. CINVESTAV-IPN Mérida, Yucatán. Su línea de investigación esta enfocada al estudio de la taxonomía y ecología de los peces. En los últimos 23 años se ha ampliado el conocimiento de la estructura y función de las comunidades ícticas de la Península de Yucatán y de los Estados de Tabasco y Campeche. Se ha participado y dirigido proyectos financiados por diversas instancias (23) con los objetivos de contribuir al conocimiento de la biodiversidad, evaluar la función y estado de salud de los ecosistemas acuáticos a través de la estructura de la comunidad de peces. Se ha participado en 56 foros nacionales e internacionales y se tienen publicaciones indexadas (11) y de carácter internacional (4), de divulgación (5) así como la elaboración de tres capítulos de libro y tres libros especializados en relación a los peces de Celestún, de la Reserva de Calakmul y sobre los recursos pesqueros del Estado de Yucatán. Se han graduado 12 estudiantes de licenciatura, 13 de maestría y siete de doctorado están en proceso de obtener el grado.

Guillermo Jorge Villalobos Zapata. Estudio Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, tiene estudios de Maestría en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. Es Candidato a Doctor en el CINVESTAV-Unidad Mérida. Actualmente es Director del Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX) de la Universidad Autónoma de Campeche. Es miembro del Programa Internacional de Liderazgo para el Ambiente y el Desarrollo (LEAD Program), es Consejero y Coordinador del Núcleo Campeche en los Consejos Consultivos de Desarrollo Sustentable de SEMARNAT y representante de los centros de investigación de Campeche ante el Consejo de Cuenca Península de Yucatán. También es Coordinador Científico del Plan Estatal de Campeche para la Adaptación a Cambio Climático y Vocal del Comité Golfo de México Sureste de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA) y co-coordinador científico de la presente obra.

Manuel Weber. Ecólogo veterinario, es Médico Veterinario por la UNAM, su Maestría en Ciencias en Salud de Animales Silvestres en la Universidad de Londres. Realizó su doctorado en Ecología Animal en la Universidad de Durham (Reino Unido) y es Investigador en ECOSUR-Campeche desde 1997, del cual fue coordinador general de 1997 a 1999. Sus áreas de interés son la

ecología y salud de poblaciones de vertebrados silvestres. Fue coordinador en México del Centro para la Biología de la Conservación, Universidad de Stanford, California EUA de 1996-1999. Es miembro del sni desde 2006. Tiene más de 20 obras científicas publicadas incluyendo el libro “El venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación” por CONABIO-EDICUSA.

Holger Weissenberger. Es técnico académico titular; responsable del Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística (LAIGE). Tiene casi 6 años trabajando en ECOSUR e imparte en este tiempo como profesor responsable cinco cursos de Maestría en el posgrado con el título “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica”. Participa en varios proyectos de investigación como colaborador y fue asesor de tesis y jurado en el examen de grado. Actualmente asesora otra tesis y es profesor invitado de la Universidad de Quintana Roo, Chetumal para impartir el curso de “Sistemas de Información Geográfica I” dentro de la Maestría de Planeación.

La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado

Se realizó en el Departamento de Difusión y Publicaciones
del Centro EPOMEX-Universidad Autónoma de Campeche.
Composición, diseño y proceso editorial a cargo de Jorge Gutiérrez Lara
Diseño de la cubierta a cargo de Juan Manuel Matú.

Se terminó de imprimir en febrero de 2011
en los talleres gráficos de SyG Editores, SA de CV
Se tiraron 1 000 ejemplares más sobrantes por reposición.



CONABIO



ECOSUR

“ COLECCIÓN BICENTENARIO CAMPECHE SOLIDARIO ”

ISBN 978-607-7887-22-5 (versión impresa)

ISBN 978-607-7887-21-8 (versión electrónica)

