

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

*CIENCIAS AGROPECUARIAS, CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS, CIENCIAS DE LA SALUD,
INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS, Y CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES Y HUMANIDADES*



NÚMERO ESPECIAL MONOGRÁFICO: ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas de México

Manejo del Área Natural Protegida Sierra Fría,
Aguascalientes: Situación actual y desafíos

México país megadiverso y la relevancia
de las áreas naturales protegidas

Conservación en la Reserva de la Biósfera
Sierra La Laguna, Baja California Sur:
logros y retos

Diversidad de algas en la Reserva de
la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo

El conocimiento de la fauna del Desierto
de Vizcaíno: una herramienta
de conservación

Deterioro en áreas naturales protegidas
del centro de México y del Eje
Neovolcánico Transversal

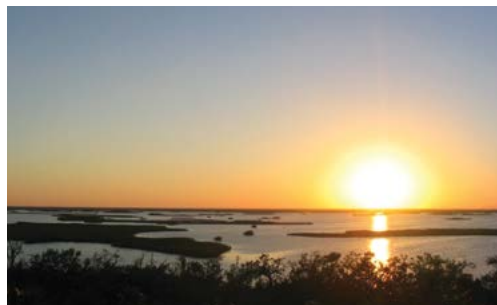
Regiones prioritarias de atención para
las áreas naturales protegidas de México

Revisión de la problemática socioambiental
de la Reserva de la Biósfera Pantanos de
Centla, Tabasco

Recomendaciones para el manejo
sustentable en las áreas naturales
protegidas de México

Problemática ambiental y socioeconómica
del Parque Nacional Sistema Arrecifal
Veracruzano

Categorías de las áreas naturales protegidas
en México y una propuesta para la
evaluación de su efectividad



EDICIÓN CUATRIMESTRAL AÑO 22 MARZO DE 2014
60
ISSN: 1665-4412



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DIRECCIÓN GENERAL
DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Departamento de Apoyo
a la Investigación

INVESTIGACIÓN y CIENCIA

DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES, año 22, núm. 60: Especial Monográfico (4), periodo Marzo 2014. Es una publicación periódica, cuatrimestral, multidisciplinaria, editada y distribuida por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., Tel. Fax. 449 910-7442, www.uaa.mx/investigacion/revista, revistaiyc@correo.uaa.mx. Editor responsable: Rosa del Carmen Zapata. Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2002-042412342500-102, ISSN: 1665-4412. Número de Certificado de Licitud de Título: 12284, Número de Certificado de Licitud de Contenido: 8497, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro Postal en SEPOMEX No. PP01-0003. Diseñada e impresa en el Departamento de Procesos Gráficos de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. Este número se terminó de imprimir el 31 de marzo 2014 con un tiraje de 1,000 ejemplares. Precio por ejemplar \$60.00 (pesos). Costo por suscripción anual \$160.00 (pesos).

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

La revista **Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes** está citada en los siguientes índices:

- **Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT**, <http://www.conacyt.gob.mx>
- **Índice Internacional "Actualidad Iberoamericana"** ISSN 0717-3636. Centro de Información Tecnológica-CII, La Serrana, Chile. <http://www.citchile.cl>
- **IRESIE** (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa) <http://iresie.unam.mx>
- **LATINDEX** (Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) <http://www.latindex.org>
- **PERIÓDICA** (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) <http://www.dgb.unam.mx/periodica.html>
- **REDALYC** (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal) <http://www.redalyc.org>

BASES DE DATOS:

- **DIALNET** (Hemeroteca de artículos científicos hispanos en internet) <http://dialnet.uniroja.es>
- **DOAJ** (Directory of Open Access Journals) <http://www.doaj.org>
- **HELA** (Catálogo de Hemeroteca Latinoamericana) <http://www.dgb.unam.mx/hela.html>
- **ULRICH'S** Periodicals Directory, <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>
- **Informe Académico**, www.gale-la.com/galeiberoweb/products/db/informe-academico.php



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

FOTOGRAFÍAS DE PORTADA:

- Panorámica de la Sierra la Laguna • Principales actividades económicas: portuaria, turismo, pesca, que se desarrollan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano • Panorámica de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur.
- Atardecer en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo.

DIRECTORIO

M. en Admón. Mario Andrade Cervantes
Rector

Dr. en C. Francisco Javier Avelar González
Secretario General

Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar
Directora General de Investigación y Posgrado

M. en C. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias

M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos
Decano del Centro de Ciencias Básicas

M. en C. Luis Enrique Arámbula Miranda
Decano del Centro de Ciencias de la Ingeniería

Dr. Raúl Franco Díaz de León
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

Dr. Mario Eduardo Zermeño de León
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Dra. en Admón. Sandra Yesenia Pinzón Castro
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

M.I. José Jorge Saavedra González
Decano del Centro de Ciencias Empresariales

Dr. Daniel Eudave Muñoz
Decano del Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

M. en RSM José Luis García Ruvalcaba
Decano del Centro de las Artes y la Cultura

CONSEJO EDITORIAL

- Dr. Francisco Cervantes Pérez
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
- Dr. Alfredo Fera Velasco
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
- Dr. Luis Miguel García Segura
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Frank Marcano Requena
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
- Dr. Javier de Felipe Oroquieta
INSTITUTO CAJAL
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
MADRID, ESPAÑA
- Dr. Philippe Poujeol
UNIVERSIDAD DE NIZA-SOPHIA, ANTIPOLIS FRANCESA
LABORATORIO DE FISIOLÓGIA CELULAR Y MOLECULAR
- Dr. José Luis Reyes Sánchez
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
DEPTO. DE FISIOLÓGIA, BIOFÍSICA Y NEUROCIENCIAS

COMITÉ EDITORIAL

- Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
 - Dr. Juan Carlos A. Jáuregui Correa
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 - Dra. Edith R. Jiménez Huerta
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO
ADMINISTRATIVAS
 - Dra. María J. Rodríguez-Shadow
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA
DIRECCIÓN DE ETNOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA SOCIAL
 - Dr. Óscar Alejandro Viramontes Olivas
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOCIAL Y ADMINISTRATIVO
Y SUSTENTABLE
 - Dra. Mineko Shibayama
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE INFECTÓMICA Y PATOGÉNESIS MOLECULAR
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
- Mtra. Rosa del Carmen Zapata
DEPARTAMENTO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN
• Editor
- Lic. Sandra Margarita Ruiz Guerra
• Asistente

CONTENIDO

ARTÍCULOS	Pág.	
<ul style="list-style-type: none"> Las áreas naturales protegidas de México Héctor A. González Ocampo Patricia Cortés-Calva Luis Ignacio Íñiguez Dávalos Alfredo Ortega-Rubio 	7-15	
<ul style="list-style-type: none"> México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas Cecilia Leonor Jiménez Sierra Joaquín Sosa Ramírez Patricia Cortés-Calva Aurora Breceda Solís Cámara Luis Ignacio Íñiguez Dávalos Alfredo Ortega-Rubio 	16-22	
<ul style="list-style-type: none"> Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo Francisco Valadez Cruz Gabriela Rosiles González Alfredo Ortega-Rubio 	23-36	
<ul style="list-style-type: none"> Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal Víctor Javier Arriola Padilla Emma Estrada Martínez Alfredo Ortega-Rubio Ramiro Pérez Miranda Adriana Rosalía Gijón Hernández 	37-49	
<ul style="list-style-type: none"> Revisión de la problemática socioambiental de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco Everardo Barba Macías Francisco Valadez Cruz Miguel Ángel Pinkus Rendón Manuel Jesús Pinkus Rendón 	50-57	
<ul style="list-style-type: none"> Problemática ambiental y socioeconómica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano María de Lourdes Jiménez Badillo Selene Cruz Rodas Miguel Ángel Lozano Aburto Gerardo Rodríguez Quiroz 	58-64	
<ul style="list-style-type: none"> Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad Luis Ignacio Íñiguez Dávalos Cecilia Leonor Jiménez Sierra Joaquín Sosa Ramírez Alfredo Ortega-Rubio 	65-70	
<ul style="list-style-type: none"> Manejo del Área Natural Protegida Sierra Fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos Joaquín Sosa Ramírez Aurora Breceda Solís Cámara Cecilia Leonor Jiménez Sierra Luis Ignacio Íñiguez Dávalos Alfredo Ortega-Rubio 	71-77	

<ul style="list-style-type: none"> Conservación en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: logros y retos Aurora Breceda Solís Cámara Joaquín Sosa Ramírez Cecilia Leonor Jiménez Sierra Alfredo Ortega-Rubio 	78-84	
<ul style="list-style-type: none"> El conocimiento de la fauna del Desierto de Vizcaíno: una herramienta de conservación Patricia Cortés-Calva Alfredo Ortega-Rubio Cecilia Leonor Jiménez Sierra Ana Gatica Colima Irma González López 	85-91	
<ul style="list-style-type: none"> Regiones prioritarias de atención para las áreas naturales protegidas de México Alfredo Ortega-Rubio Everardo Barba Macías Francisco Valadez Cruz Aurora Breceda Solís Cámara Cristina Espitia Moreno Cecilia Leonor Jiménez Sierra 	92-101	
<ul style="list-style-type: none"> Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas de México Manuel Jesús Pinkus Rendón Miguel Ángel Pinkus Rendón Alfredo Ortega-Rubio 	102-110	

Editorial

La riqueza natural de México es incuestionable, en el contexto internacional ocupa lugares sobresalientes en cuanto a su variedad de especies animales y vegetales. La OCDE señala que el país alberga entre el 10 y 12% de la biodiversidad del planeta. ¿En dónde se encuentra esa riqueza?, ¿cómo preservar los diversos ecosistemas?, ¿cuál es su problemática?, ¿a qué desafíos se enfrentan?, ¿cómo mejorar su manejo y cuidado? Estas son las premisas que orientan el trabajo principal de los estudiosos del tema.

La **Subred de Áreas Naturales Protegidas (ANP) de las Redes Temáticas ACORED y REMAS del CONACYT**, integrada por especialistas de diversas instituciones del país, a partir del 2009 de manera colegiada contribuye con el desarrollo de investigaciones y análisis para dar respuesta a las demandas y necesidades del conocimiento ambiental, económico y social de las ANP, a través de los programas de manejo de nueve áreas protegidas de México, bajo el liderazgo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio.

La revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, con la finalidad de contribuir a la difusión y divulgación del tema, presenta este número especial monográfico con 12 contribuciones de la Subred Áreas Naturales Protegidas, derivadas del proyecto: "Investigación integral de las necesidades, problemáticas y oportunidades ambientales, económicas y sociales de las áreas naturales protegidas de México: un enfoque integral, multiinstitucional e interdisciplinario para el desarrollo sustentable", que exponen un diagnóstico general de la biodiversidad mexicana, la situación particular de algunas áreas de estudio de la red en el país y recomendaciones para su manejo.

A manera de introducción se ofrecen dos artículos: "Las áreas naturales protegidas de México" que expone aspectos conceptuales y su contexto general: cuántas son, dónde están y cómo están sectorizadas; y por otra parte, en "México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas" se destaca la diversidad biológica mexicana y su trascendencia a nivel mundial con datos sobre el crecimiento poblacional y de las transformaciones que las actividades humanas han ocasionado en los ecosistemas naturales.

Particularmente se analizan siete reservas con revisiones y explicaciones de su importancia, sus problemáticas, amenazas y algunas recomendaciones o propuestas para su solución:

"Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo", presenta una lista de algas de la Reserva basada en un análisis bibliográfico.

"Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal", se sintetizan y analizan los principales problemas que conllevan al deterioro de los ecosistemas de 35 áreas naturales protegidas de la zona. Valora y estima los alcances y repercusiones de cada conflicto con el propósito de diseñar estrategias específicas de atención y solución de los mismos.

"Revisión de la problemática socioambiental de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco" ofrece una revisión y descripción de la problemática del área, la cual constituye un conjunto de hábitats críticos que son refugio de numerosas poblaciones de aves acuáticas, peces e invertebrados acuáticos y es la principal reserva de plantas acuáticas de México.

"Problemática ambiental y socioeconómica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano", señala la amenaza que tiene debido a la ampliación de la zona portuaria y los impactos antropogénicos propios de una gran ciudad. Se realiza un análisis de las

denominaciones a las que está sujeto como Parque Nacional, Sitio Ramsar, Reserva de la Biósfera y se presentan algunas reflexiones sobre la versión 2010 del Programa de Manejo del Parque.

“Manejo del Área Natural Protegida Sierra Fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos”, describe la amenaza del área por la falta de un programa de conservación y manejo que coordine y ordene las acciones realizadas por los diferentes actores que intervienen en la región. El estudio recomienda un protocolo de manejo de ecosistemas colaborativo y adaptable que proponga estrategias y acciones para enfrentar las amenazas a la conservación y el aprovechamiento sustentable.

“Conservación en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: logros y retos”, discute la importancia de la declaración de la Sierra la Laguna como Reserva de Biósfera; se analizan los logros, carencias y retos de esta Reserva, cuya principal amenaza son los proyectos de explotación minera a cielo abierto, los cuales deberían estar explícitamente prohibidos en la legislación vigente de las áreas naturales protegidas.

“El conocimiento de la fauna del Desierto de Vizcaíno: una herramienta de conservación”, describe el área natural protegida más extensa de México. Se analiza como estudio de caso la importancia y relevancia del conocimiento sobre los vertebrados de la reserva y el sentido de apropiación por parte de los pobladores como herramienta en la promoción del ecoturismo.

Asimismo, se presentan tres contribuciones para el manejo de las ANP: “Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad”, en la cual se describen las categorías de manejo de áreas protegidas que son vigentes en México, sus objetivos, zonificación y su vinculación con los procesos de evaluación.

“Regiones prioritarias de atención para las áreas naturales protegidas de México” propone recomendaciones sobre las prioridades geográficas y de atención que son requeridas para que de una manera dirigida sean canalizados recursos económicos y humanos a las ANP de nuestro país, de forma priorizada y por regiones administrativas. Este artículo resume algunas de las aportaciones de las Redes Temáticas del CONACyT y sus especialistas para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP de México.

Finalmente, en “Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas de México” se analizan los factores base que determinan las problemáticas que se suscitan en el manejo de los recursos naturales en las áreas naturales protegidas de México y ofrece propuestas de solución. Se analizaron los aspectos fundamentales de los principales procesos que involucran su adecuado manejo, desde su declaratoria hasta las complejidades que se dan en la relación sociedad, culturas y ambiente.

Esperamos que este número especial monográfico contribuya al conocimiento del área y sea referencia obligada para aquéllos que están interesados en el estudio y manejo de la conservación de la biodiversidad de México.

Mtra. Rosa del Carmen Zapata

Editora

Las áreas naturales protegidas de México

Natural protected areas of Mexico

Héctor A. González Ocampo¹ *, Patricia Cortés-Calva², Luis Ignacio Íñiguez Dávalos³,
Alfredo Ortega-Rubio²

González Ocampo H. A.; Cortés-Calva, P.; Íñiguez Dávalos, L. I.; Ortega-Rubio, A., Las áreas naturales protegidas de México.
Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. 60, 7-15, 2014.

RESUMEN

En este ensayo se ofrece un panorama general de los aspectos conceptuales de las áreas naturales protegidas de México, describiendo cuántas son, dónde están y como están sectorizadas. Se describe, asimismo, la historia de su creación en nuestro país y la evolución de su administración a la fecha. Este ensayo permite al lector de este número especial contar con los elementos generales básicos que lo ubican en el contexto y dan fluidez a las siguientes aportaciones.

ABSTRACT

This essay provides an overview of the conceptual aspects of the protected natural areas (NPAs) of Mexico, describing how many they are, where they are and how they are sectorized. It describes the history of their creation in our country, and the evolution of its administration up to date. This essay allows the reader to have basic general elements that contextualizes and gives fluidity to the following contributions.

Palabras clave: áreas naturales protegidas (ANP), historia, administración, ubicación.

Keywords: natural protected areas (NPAs), history, administration, location.

Recibido: 21 de noviembre de 2013, aceptado: 10 de febrero de 2014

¹ CIIDIR Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional.

² Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

³ Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECIBIO, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

* Autor para correspondencia: hgocampo@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La historia de la administración de las áreas naturales protegidas (ANP) en México surge desde finales del Siglo XIX, cuando se protege el Desierto de los Leones para asegurar el abastecimiento de agua mediante la conservación de 14 manantiales localizados en esta zona (Vargas Márquez, 1997). Después de 23 años se decreta el Reglamento de Bosques con el objeto de permitir al gobierno federal establecer reservas forestales (Figueroa y Sánchez Cordero, 2008). Cuatro años después, el presidente Porfirio Díaz declara por primera vez un bosque nacional para la protección de recursos forestales (Simonian, 1995), pero fue hasta el periodo del presidente Lázaro Cárdenas que se establece de forma oficial el Sistema Nacional de Reservas Forestales y de Parques Nacionales en nuestro país (SEMARNAT-CONANP-Ramsar, 2013). Este Sistema se administró bajo la Sección de Reservas y Parques Nacionales del Departamento Autónomo Forestal de Caza y Pesca (Chinchilla y Management, 2000). Es precisamente durante el sexenio del presidente Lázaro Cárdenas cuando se decretan la mayoría de los parques nacionales existentes en la actualidad con una extensión de 800 mil ha (SEMARNAT-CONANP, 2007).

La administración de los parques nacionales pasó durante varios decenios de un sector institucional a otro, se asignó a una unidad administrativa de nivel departamental que presentaba serias limitaciones para su gestión. En el mismo sexenio del presidente Lázaro Cárdenas, el Departamento Forestal se convirtió en la Oficina de Bosques Nacionales, se redujo su importancia

en la estructura administrativa hasta que se retomó en el sexenio del presidente López Portillo en 1977 cuando esta administración ascendió al rango de Dirección General, dependiente de la Subsecretaría de Recursos Forestales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Este cambio no pareció tener efectos notorios sobre la calidad de la gestión de las áreas protegidas. La adscripción sectorial de los parques nacionales, como áreas naturales protegidas, siguió cambiante y azarosa, pasó de la Secretaría de Agricultura a la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) en la década de 1970, después a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) a principios de la década de 1980, para volver a la SARH en 1992, y ubicarse finalmente en 1995 en la entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), a cargo del Instituto Nacional de Ecología (INE) (Ibarra Sarlat, 2003).

Antes de ser Dirección, en 1971 se decreta la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental bajo la responsabilidad de la entonces Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA); en 1972 se crea la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, a la que se le da el carácter de rectora en materia de prevención y control de la contaminación ambiental (Gil Corrales, 2009).

La adscripción sectorial de los parques nacionales como áreas naturales protegidas pasó a la SAHOP. Dentro de esta Secretaría se establece en 1976 la Dirección General de Ecología Urbana, quedaron bajo su jurisdicción en 1978 los parques nacionales destinados para cumplir funciones de recreación, mientras que la SARH se quedó con los parques nacionales con funciones de conservación de ecosistemas y de protección de cuencas hidrológicas (INE-SEMARNAP, 2000).

A fines de la década de los 70 se introducen nuevos elementos conceptuales y de manejo para las áreas naturales protegidas, destacó la fórmula de reserva de la biósfera. Este concepto, en el que se va centrando cada vez más la política de ANP de México, aparece en el marco del programa El Hombre y la Biósfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (INE-SEMARNAP, 2000). Las primeras reservas de este tipo fueron las Reservas de la Biósfera (RB) de Mapimí y de Michililá (1979).

Con la promulgación de la Ley Federal de Protección al Ambiente en 1982, se da un impulso a las ANP, donde la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) fue la primera dependencia federal en tener a su cargo el resguardo de la política ambiental bajo un marco legal ya establecido (INE-SEMARNAP, 2000). A partir de 1983, con la creación de la SEDUE, empieza un proceso vigoroso de creación de reservas de la biósfera y de otras categorías de áreas naturales protegidas, que se sumaron a los parques nacionales establecidos desde la década de 1930. Destaca en este decenio la creación de 14 nuevas RB destacando Sian Ka'an (1986), Sierra de Manantlán (1987), El Vizcaíno (1988), Calakmul (1989) y El Triunfo (1990) (SEMARNAT-CONANP, 2007; Gil Corrales, 2009).

En materia ambiental en 1987 se introdujeron modificaciones a la Constitución que incorporaron como un deber del Estado la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, lo que permitió la posterior expedición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que especifica en su artículo 44 la existencia de las ANP (DOF, 2007). Esta sustituyó a la Ley Federal de Protección al Ambiente y entró en vigor en 1988, desapareciendo la SEDUE y creándose la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en 1992, que asumió algunas de las principales atribuciones ambientales que detentaba la propia SEDUE y le confirió nuevas funciones de política ambiental, que dieron lugar a la creación del Instituto Nacional de Ecología (INE) (INE-SEMARNAP, 2000). En esta nueva perspectiva la estructura gubernamental para la gestión ambiental fue modificada: la iniciativa de reformas a la LOAPF del 23 de abril de 1992 señala que:

con el propósito de integrar y darle mayor congruencia a todas las políticas en materia social, y de unificar la responsabilidad en este importante ámbito de la administración pública federal, se plantea la transformación de la SEDUE en Secretaría de Desarrollo Social. En consecuencia, a las atribuciones que actualmente tiene conferidas por ley esa dependencia, se sumarían las relativas a la planeación del desarrollo regional que dan sustento a las acciones del Programa Nacional de Solidaridad (Gil Corrales, 2009).

A partir de 1988, en el momento de darle un peso jurídico a las ANP en la LEGEEPA, la legislación sobre este tipo de áreas en la República Mexicana

genera un nuevo impulso para su gestión y administración, cuando en diciembre de 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) (Gil Corrales, 2009). El 30 de noviembre de 2000 se cambió la Ley de la Administración Pública Federal que dio origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (SEMARNAT, 2013). En ese año también destacan la creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y poco después el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), que proyectan y fortalecen a nivel nacional e internacional la imagen del país en la materia, e inciden en las políticas públicas (CONANP, 2011).

La emisión del Reglamento de la LEGEPA en materia de áreas naturales protegidas completa el marco legal para la gestión de las ANP, debido a que en él se estipulan desde su caracterización hasta las funciones y dependencias obligadas en su administración, operación y vigilancia (DOF, 2007); entre las que destaca la CONANP, la cual es el órgano gubernamental desconcentrado encargado de la administración de las ANP. La CONANP se ha mantenido bajo ese perfil jurídico estando bajo el organigrama federal de la SEMARNAP en el sexenio de Vicente Fox y posteriormente en la SEMARNAT (SEMARNAT, 2013).

El eje 4 del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se refiere a la sustentabilidad ambiental, término que adjudica a los recursos naturales la "responsabilidad" del desarrollo sustentable, y agrega el objetivo metafórico de alcanzar un "desarrollo humano sustentable" (Gil Corrales, 2009).

DISCUSIÓN

De acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, por sus siglas en inglés), un área protegida es "un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación" (Gillespie, 2009). En este sentido, las áreas naturales protegidas (ANP) son sitios clave en la preservación de la biodiversidad, y en el caso de México esto es de especial relevancia ya que es uno de los pocos e importantes países megadiversos en el planeta (UNDP, 2005; UNEP, 2009).

La SEMARNAT considera indispensable fomentar, consolidar y aprovechar todos los esfuerzos individuales y colectivos, de instituciones y empresas, a favor de la investigación en materia ambiental. Estos esfuerzos deben complementarse con la investigación científica y técnica aplicada que realizan el INE, el IMTA y la CONABIO para que el país disponga del mejor conocimiento para resolver los problemas ambientales que actualmente enfrenta. De esta forma se podrán prevenir y reducir los impactos futuros y asumir las obligaciones internacionales con el apoyo financiero del fondo sectorial SEMARNAT-CONACYT y el fideicomiso Fondo para la Biodiversidad de la CONABIO (Gil Corrales, 2009).

De esta forma, las áreas naturales protegidas (ANP) en México son sitios de conservación con una historia muy larga en el ámbito mundial. Algunos historiadores afirman que este tipo de áreas se propusieron en la India para la conservación de los recursos hace alrededor de dos mil años (Adams, 2000). En Europa, en el año 680, el monje Cuthbert de Lindisfarne declaró a la Isla Inner Farne en el Mar del Norte en la costa Inglesa como una "reserva natural" para el pato Eider (Jones-Walters y Čivić, 2013). En 1780, el rey de Francia y el príncipe-obispo de Basilea designaron una zona de "jurisprudencia igual y uniforme" que estipulaba la adopción de los principios de Ordenanza Forestal Francés orientada a la conservación de 1669 (Chester, 2008).

En Norteamérica, la extinción de la paloma pasajera (1899 silvestret/1914 cautiverio) y la disminución de las vastas manadas del bisonte americano (1870 y 1880) cercana al punto de la extinción (Hornaday y Walcott, 1914), motivaron que en 1872 se decretara en América la primera ANP. El Parque Nacional de Yellowstone en los Estados Unidos de América fue creado bajo los fundamentos de conservación estricta de la vida silvestre y el principio fundamental de cacería en persecución justa (Jepson y Whittaker, 2002).

Como parte de las ANP también existen zonas marinas protegidas y ellas son una herramienta de gestión de la corriente principal de la conservación de la biodiversidad y de la gestión sustentable de recursos en los océanos y mares del mundo. La primera área marina protegida del mundo fue probablemente el Monumento Nacional Fort Jefferson en la Florida, que abarca 18,850 ha de mar y 35 ha de tierras costeras (Kelleher, 1998).

En la actualidad México tiene establecidas ocho ecorregiones marinas en su zona económica exclusiva, 5 en el Océano Pacífico: Pacífico Centroamericano, Pacífico Sudcaliforniano, Golfo de California, Golfo de México Norte, Pacífico Transicional Mexicano y Pacífico Transicional de Monterrey; y 3 en el Atlántico: Golfo de México Sur, Mar Caribe y Pacífico Transicional de Monterrey (CONABIO, 2009; CCA, 2013).

Por otro lado, la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) clasifica en siete categorías a las áreas naturales protegidas: Categoría Ia Reserva Natural Estricta: área protegida manejada principalmente para la ciencia; Categoría Ib Área Silvestre: área protegida manejada principalmente para la protección de la naturaleza; Categoría II Parque Nacional: área protegida manejada principalmente para la protección de los ecosistemas y la recreación; Categoría III Monumento Natural: área protegida manejada principalmente para la conservación de los recursos naturales específicos; Categoría IV Hábitat/Área de Gestión de Especies: área protegida manejada principalmente para la conservación mediante la intervención de gestión; Categoría V Paisaje Terrestre/ Marino Protegido: área protegida manejada principalmente para el paisaje terrestre/marino y la conservación de la zona de recreo de la tierra, con costas y mares y Categoría VI Gestionando Recursos de Áreas Protegidas: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales (Chape et al., 2003; Dudley, 2008).

Desde 1911, cuando existían sólo 13 ANP, el número y extensión de las mismas ha crecido rápidamente; en 2011 se registraron 27,188 ANP (Figura 1), abarcando 24'236,478.69 km² (UNEP, 2009).

México no ha sido diferente en el crecimiento del número y extensión de ANP en su territorio. En el año de 1876 el presidente Sebastián Lerdo de Tejada procedió a la expropiación del Desierto de los Leones por causas de utilidad pública, dando lugar a la primera ANP en nuestro país (Vargas Márquez, 1997); en 1917 fue declarada Parque Nacional (Figueroa y Sánchez Cordero, 2008). A partir de entonces y hasta la fecha, el número de ANP creció de 23 en 1932 (que protegían el 1% del territorio nacional) (Vazquez y Valenzuela Galván, 2009) a 176 con una extensión de 25'387,972 ha

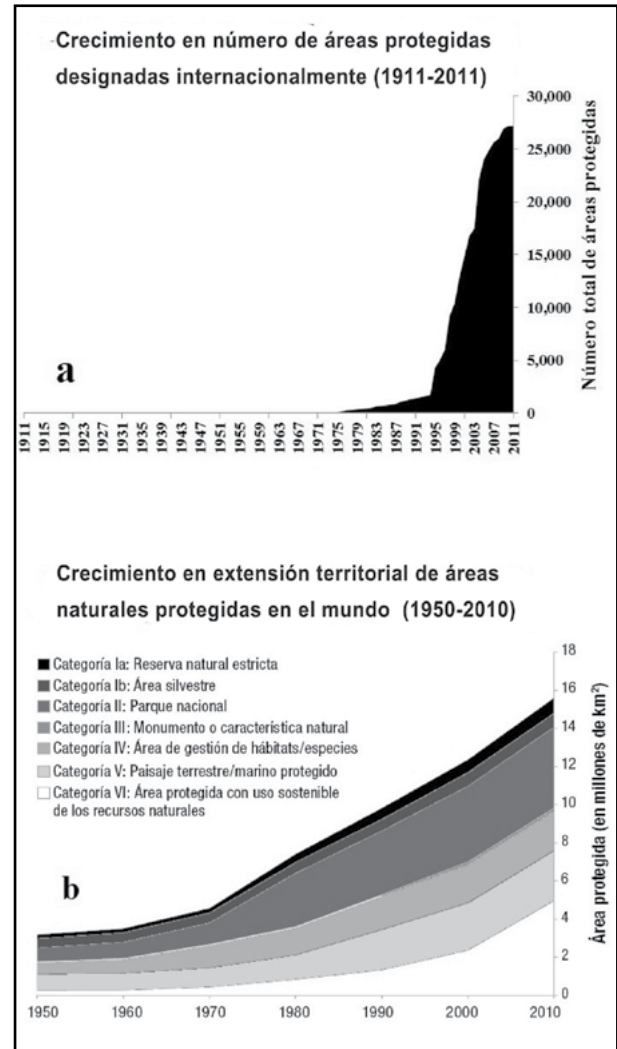


Figura 1. Crecimiento en número de 1911 a 2011 (a) (IUCN-UNEP-WCMC, 2012) y extensión territorial entre 1950 a 2010 (b) (Bertzky et al., 2012) de las ANP en el mundo.

hasta el año 2011 (CONABIO, 2012) que significó un 11.54% del territorio nacional (Figura 2).

De acuerdo con el Artículo 46 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), las ANP federales en México se dividen legalmente en seis categorías (DOF, 2007). De éstas el mayor número lo ocupan los parques nacionales con 67 decretados, pero las que abarcan la mayor extensión territorial son las reservas de la biósfera con un total de 12'652,787 ha decretadas como tales. En 1971 se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el primer tratado moderno de conservación de los recursos naturales con carácter intergubernamental, dedicado a un

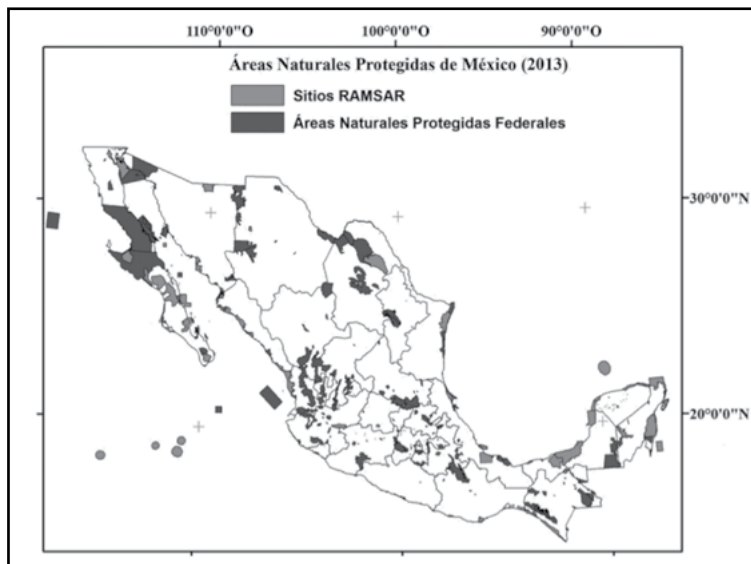


Figura 2. Localización cartográfica de las áreas naturales protegidas federales y sitios Ramsar en México. Tomado de CONANP (2013).

tipo de ecosistema en particular: la Convención de Humedales de Importancia Internacional (Convención Ramsar) (SEMARNAT, 2013).

Negociado en los años 60 por los países y organizaciones no gubernamentales que se preocupaban por la creciente pérdida y degradación de los hábitats de humedales de las aves acuáticas migratorias, el tratado entró en vigor en 1975 (Ramsar, 2013). Es un instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas. México se adhirió a este convenio en 1986. Respecto a los sitios Ramsar, es a través de la CONANP que México atiende 138 sitios en el país (SEMARNAT-CONANP-Ramsar, 2013) con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas y que incluyen, entre otros tipos de humedales; manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas (SEMARNAT, 2013).

Entre el año 2000 y el año 2010 la CONANP había inscrito 130 humedales con 1'938,876 ha (Figura 3) en la Convención Ramsar, lo que ubica al país como el segundo lugar mundial tanto por el número de sitios designados como por la superficie incorporada. La mayoría de los sitios han sido registrados por poseer especies con algún estatus considerado por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y otros más por la Convención

sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), o por ofrecer refugio o ser zonas de alimentación (SEMARNAT, 2013).

En México, a partir de 2002—con el objetivo de lograr una mayor efectividad en la conservación y una mayor cobertura institucional— la CONANP diseñó un proceso de regionalización de las áreas protegidas que dividió al país en nueve regiones para su atención: 1. Región Península de California y Pacífico Norte, 2. Región Norte y Sierra Madre Occidental, 3. Región Noreste y Sierra Madre Oriental, 4. Región Frontera Sur, Istmo, Pacífico Sur, 5. Región Centro y Eje Neovolcánico, 6. Región Occidente y Pacífico Centro, 7. Región Noroeste y Alto Golfo de California, 8. Región Planicie

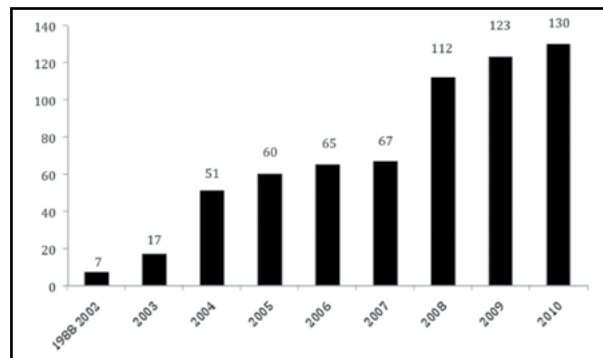


Figura 3. Designación anual de los humedales Ramsar en México (SEMARNAT, 2013).

Costera y Golfo de México, 9. Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano. Con esta iniciativa se reasignaron funciones en oficinas centrales, esto permitió destinar un mayor número de personas y recursos (Figura 4) para realizar las tareas de conservación directa en las ANP e indirecta en las Oficinas Regionales (SEMARNAT-CONANP, 2007).

La estimación más reciente respecto a la situación de la tenencia de la tierra dentro de la superficie terrestre comprendida dentro de las ANP federales, indica que 60% corresponde a propiedad social, 20% corresponde a propiedad pública, 12% a propiedad privada y 8% aún no determinada (Beazury Creel, 2009). Con respecto a los tipos de ecosistemas incluidos en las ANP de México (Tabla 1), Beazury Creel (2009) indica que prácticamente el 50% de la vegetación acuática y subacuática de todo el país está incluido en alguna de ellas. Respecto a los ecosistemas terrestres, los mejor representados en las ANP respecto a su total en el país son la selva perennifolia, el matorral xerófilo y la vegetación semiárida. Por otro lado, los que tienen la menor representación son el pastizal natural, halófilo y gipsófilo, y la selva tropical caducifolia, subcaducifolia y espinosa (Beazury Creel, 2009).

Finalmente, es importante indicar la zonificación de las ANP en México y los usos que les son permitidos de acuerdo a la misma. En este contexto, en sus Artículos 50, 51 y 52 de la LEGEPA se especifica qué subzonas deben incluir en su zoni-

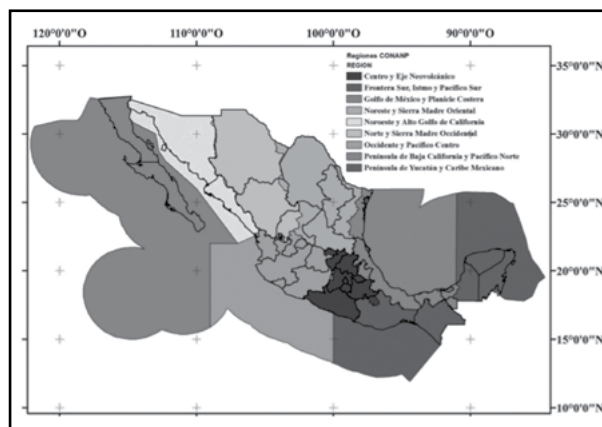


Figura 4. Regionalización de las áreas naturales protegidas en México (CONANP, 2013).

ficación, destacando que las Reservas de la Biósfera en las áreas de protección de recursos naturales y en las áreas de protección de flora y fauna, se podrán establecer todas las subzonas (Tabla 2).

También de acuerdo con su categoría pueden establecerse una o más zonas núcleo y de amortiguamiento. En los parques nacionales se podrán establecer subzonas de protección y de uso restringido, dentro de las zonas núcleo; subzonas de uso tradicional, uso público, asentamientos humanos y de recuperación, en las zonas de amortiguamiento. Excepcionalmente se establecerán subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en superficies de extensión reducida, siempre y cuando se

Tabla 1. Tipos de vegetación que las ANP de las nueve regiones de la CONANP protegen dentro de sus límites territoriales

Tipo de vegetación	Total tipo de vegetación en México (ha)	Total tipo de vegetación en ANP federales (ha)	Total tipo de vegetación dentro de las ANP
Bosque de coníferas	16'781,747	1'029,220	6.13
Bosque de encino	15'549,092	999,301	6.43
Bosque mesófilo de montaña	1'825,205	188,247	10.31
Selva perennifolia	9'465,901	1'392,294	14.71
Selva tropical caducifolia, subcaducifolia y espinosa	23'636,061	1'238,562	5.24
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	12'543,943	245,544	1.96
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	57'969,440	6'768,178	11.68
Vegetación acuática y subacuática	2'601,064	1'165,078	44.79
Total	140'372,453	13'026,424	-

contemple en la declaratoria correspondiente (Tabla 2). Por lo mismo, en México los esquemas de zonificación deben tener un enfoque ecosistémico, que se puede establecer fácilmente una subzonificación donde los aspectos sociales y económicos relacionados con las áreas bajo protección se puedan incorporar integrando la heterogeneidad ambiental y los aspectos estructurales y funcionales (Ortiz Lozano et al., 2009). La zonificación adecuada de las áreas naturales demuestra que los servicios obtenidos

por conservación de los recursos naturales son sumamente beneficiosos, tanto para las comunidades que hacen uso de ella, como para los ecosistemas protagonistas del proceso (Nepal, 2002). No obstante, en México deben plantearse programas de compensación por pérdidas que podrían ser apoyados por los ingresos recaudados a través de ecoturismo, recibos de la puerta de las áreas protegidas y los planes de utilización de la vida silvestre (Newmark et al., 1994).

Tabla 2. Subzonas de zonificación para las áreas naturales protegidas en México y actividades permitidas en ellas

ZONA/Subzona	ACTIVIDADES													
	Investigación científica	Monitoreo del ambiente	Educación ambiental	Turismo de bajo impacto	Aprovechamiento sin modificación de ecosistemas	Aprovechamiento de recursos naturales para autoconsumo	Uso de recursos naturales sustentable y regulado y beneficios locales	Actividades turísticas	Actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad	Agroforestería y silvopastoril compatibles	Infraestructura o explotación de recursos naturales con beneficio público	Infraestructura apoyo turismo, investigación, monitoreo al ambiente y educación ambiental	Asentamientos humanos	Introducción de especies locales
NÚCLEO														
Protección	*	*												
Uso restringido	*	*			*							*		
AMORTIGUAMIENTO														
Uso tradicional	*			*		*								
Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	*		*			*	*							
Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas								*	*					
Aprovechamiento especial										*				
Uso público												*		
Asentamientos humanos													*	
Recuperación														*

* Actividad permitida

CONCLUSIONES

En México los esquemas de zonificación deben tener un enfoque ecosistémico establecido mediante una subzonificación donde los aspectos sociales y económicos se puedan incorporar integrando la heterogeneidad ambiental. Esta zonificación adecuada de las áreas naturales incrementará aún más los beneficios por los servicios obtenidos por la conservación de los recursos naturales. Por supuesto, cada ANP podrá dividirse en una o más zonas núcleo y de amortiguamiento. Finalmente, deben plantearse

programas de compensación por pérdidas que podrían ser apoyados por los ingresos recaudados a través de ecoturismo legislado y controlado en cada ANP especificada en cada declaratoria.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente estudio. Asimismo, desean agradecer el tiempo y esfuerzo que los revisores anónimos y la Mtra. Rosa del Carmen Zapata dedicaron para efectuar las recomendaciones a la versión inicial de nuestro documento.

LITERATURA CITADA

- BEAZURY CREEL, J. E. *El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos*. México, D.F.: The Nature Conservancy Programa México-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2009.
- BERTZKY, B., COLLEEN, C., KEMSEY, J., KENNEY, S., RAVILIOUS, C., BESANÇON, C., NEIL, B. *Protected planet report 2012: Seguimiento del progreso de las metas globales de las áreas protegidas*. Gland, Suiza & Cambridge, Reino Unido: UICN-UNEP-WCMC, 2012.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Áreas protegidas decretadas de México*. SEMARNAT-CONANP, 2012.
- CHAPE, S. S., FISH, B. L., FOX, P., SPALDING, M. *United Nations list of protected areas*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and UNEP-WCMC, Cambridge, UK, 2003.
- CHINCHILLA, A., W. G. O. C. I. I. F. Management. *Communities and forest management in Mesoamerica: Executive summary*. UICN, 2000.
- DUDLEY, N. (Ed.) *Guidelines for applying protected area management categories*. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2008.
- GIL CORRALES, M. A. La subsecretaría del mejoramiento del ambiente. En: *Crónica del Instituto Nacional de Ecología*. México, D.F.: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, pp.: 216, 2009.
- GILLESPIE, A. Defining internationally protected areas. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 229-247, 2009.
- HORNADAY, W. T., WALCOTT, F. C. *Wild life conservation in theory and practice: Lectures delivered before the forest school of yale university, 1914*. Yale University Press, 1914.
- IBARRA SARLAT, R. Marco jurídico nacional. En: I. d. I. Jurídicas (Ed.), *La explotación petrolera mexicana frente a la conservación de la biodiversidad en el régimen jurídico internacional*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA)-SEMARNAP (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA) (Ed.) *¿Qué es el INE?* México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP, 2000.
- JEPSON, P., WHITTAKER, R. J., Histories of protected areas: Internationalisation of conservationist values and their adoption in the Netherlands Indies (Indonesia). *Environment and History*, 8: 129-172, 2002.
- KELLEHER, G. A global representative system of marine protected areas. *Protected Areas: Making the Global Connection*, 15(3): 17-24, 1998.
- SEDUE (SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA). Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. *Diario Oficial de la Federación*: Sección Primera: 24-57, 2007.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)-CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Programa nacional de áreas naturales protegidas 2007-2012*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pp.: 50, 2007.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). *Estrategia mexicana de comunicación, educación, concienciación y participación (CECOP) en humedales 2010-2015*. Primera: 2010. Ed. 2013.
- SIMONIAN, L. *Defending the land of the jaguar: A history of conservation in Mexico*. University of Texas Press, 1995.
- UNDP (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME). *Proposal for a megadiverse cooperation fund*. United Nations Development Programme, 2005.

- VARGAS MÁRQUEZ, F. *Parques Nacionales de México: Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México*. Mexico, D. F.: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 1997.
- VÁZQUEZ, L. B., VALENZUELA GALVAN, D. ¿Qué tan bien representados están los mamíferos mexicanos en la red federal de áreas naturales protegidas del país? | [How well represented are Mexican mammals in the natural protected area network?] *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1): 248-258, 2009.

De páginas electrónicas

- ADAMS, W. M. The green web: A union for world conservation. Martin Holdgate, Earthscan, London, 1999. ISBN 1-85383-595-1. £17.50 (paperback). 308 pp. *Journal of Environmental Policy and Planning*, 2(3): 261-262. DOI 10.1002/1522-7200(200007/09)2:3<261::aid-jepp51>3.0.co;2-h. 2000. De: [http://dx.doi.org/10.1002/1522-7200\(200007/09\)2:3<261::AID-JEPP51>3.0.CO;2-H](http://dx.doi.org/10.1002/1522-7200(200007/09)2:3<261::AID-JEPP51>3.0.CO;2-H)
- CCA (COMISIÓN PARA LA COMISIÓN AMBIENTAL). *Ecorregiones marinas*, 2008. Comisión para la Comisión Ambiental. De: http://www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=1324&SiteNodeID=1295&BL_ExpandID=, 2013.
- CHESTER, C. Transboundary protected areas. *The Encyclopedia of Earth*. De: <http://www.eoearth.org/view/article/156688>, 2008.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Ecorregiones marinas*. Comisión Nacional para la Diversidad. De: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones1.html>, 2009.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Regiones de áreas naturales protegidas de México*. De: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>, 2013.
- FIGUEROA, F., SÁNCHEZ CORDERO, V. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 17(13): 3223-3240. DOI 10.1007/s10531-008-9423-3. 2008.
- JONES-WALTERS, L., ČIVIĆ, K. European protected areas: Past, present and future. *Journal for Nature Conservation*, 21(2): 122-124. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2012.11.006>. 2013. De: <http://www.sciencedirect.com/science/ARTICLE/pii/S161713811200115X>
- NEPAL, S. K. Linking parks and people: Nepal's experience in resolving conflicts in parks and protected areas. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 9(1): 75-90. De: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504500209470104> [Accessed 2011/09/07]. DOI 10.1080/13504500209470104. 2002.
- NEWMARK, W. D., MANYANZA, D. N., GAMASSA, D. M., H. I., S. The conflict between wildlife and local people living adjacent to protected areas in Tanzania: Human density as a predictor. *Conservation Biology*, 8(1): 249-255. DOI 10.1046/j.1523-1739.1994.08010249.x. 1994. De: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08010249>.
- ORTIZ LOZANO, L., GRANADOS BARBA, A., ESPEJEL, I., Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 52(6): 317-323. DOI 10.1016/j.ocecoaman.2009.03.004. 2009.
- RAMSAR. La convención de Ramsar. *The Ramsar Convention on Wetlands*. De: http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_2, 2013.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)-CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-RAMSAR. *Humedales de México*. CONANP. De: http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php, 2013.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). *Agenda internacional: Ramsar semarnat*. De: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/RAMSAR.aspx>, 2013.
- UNEP, I. A. *The world database on protected areas*. UNEP-WCMC. De: <http://www.wdpa.org/Statistics.aspx>. 2009.

México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas

Mexico a megadiverse country and the importance of natural protected areas

Cecilia Leonor Jiménez Sierra^{1*}, Joaquín Sosa Ramírez², Patricia Cortés-Calva³,
Aurora Breceda Solís Cámara³, Luis Ignacio Íñiguez Dávalos⁴, Alfredo Ortega-Rubio³

Jiménez Sierra, C. L.; Sosa Ramírez, J.; Cortés-Calva, P.; Solís Cámara, A. B.; Íñiguez Dávalos L. I.; Ortega-Rubio, A., México país megadiverso y la relevancia de las áreas naturales protegidas. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 16-22, 2014.

RESUMEN

Este trabajo destaca la diversidad biológica de México y su trascendencia a nivel mundial. Presenta datos sobre el crecimiento poblacional, también de las transformaciones que las actividades humanas han ocasionado en los ecosistemas naturales. Esto ha propiciado la pérdida de servicios ecosistémicos, que ha puesto en riesgo tanto la riqueza biológica como el bienestar humano. Las áreas naturales protegidas (ANP) son una alternativa para promover el uso sustentable de los recursos, favorecer la prevalencia de los servicios ecosistémicos y permitir la conservación de la diversidad cultural y biológica de México.

ABSTRACT

This paper highlights the biological diversity of Mexico and its global significance. It presents

Palabras clave: biodiversidad, país megadiverso, áreas naturales protegidas, servicios ecosistémicos.

Keywords: biodiversity, megadiversity country, natural protected areas (NPAs), ecosystem services.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Departamento de Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

² Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

³ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

⁴ Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECBIO CUCSUR, Universidad de Guadalajara.

* Autor para correspondencia: ceci@xanum.uam.mx

data on population growth, as well as the changes that have caused human activities on natural ecosystems. This has led to the loss of ecosystem services, jeopardizing both the biological diversity and human welfare. Natural Protected Areas (NPAs) are an alternative to promote the sustainable use of resources, encourage the prevalence of ecosystem services and the conservation of cultural and biological diversity of Mexico.

INTRODUCCIÓN

La psique humana tiene una atracción especial hacia la naturaleza (*biofilia*). Sin embargo, en las últimas décadas la ignorancia y el obstinado interés de la humanidad en sí misma, ha llevado a la desaparición de numerosas comunidades biológicas conformadas por gran cantidad de especies, cuya evolución tardó millones de años. De continuar esta tendencia, miles de especies desaparecerán en los próximos años (Smith et al., 1993). Afortunadamente, aún tenemos tiempo para asumir nuestra responsabilidad con la naturaleza y con las futuras generaciones (Wilson, 1984; 2006). Debemos pues, explorar y poner en marcha diversas alternativas, ya que al conservar la diversidad de nuestro mundo, estamos garantizando nuestro bienestar. El establecimiento de áreas naturales protegidas es una alternativa viable para nuestro país, la cual debe ser fortalecida a fin de conservar nuestra riqueza biológica y cultural.



Figura 1. Jardín Botánico Helia Bravo en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (Puebla-Oaxaca), donde se observan cactáceas columnares endémicas: viejitos (*Cephalocereus columna-trajani*) y tetechos (*Neobuxbaumia tetelzo*) en un matorral xerófito. Fotografía de M.L. Matías Palafox.

Biodiversidad

El término *biodiversidad* o *diversidad biológica* se refiere a la variedad de formas de vida, que pueden manifestarse como genes, individuos, poblaciones, especies y comunidades hasta ecosistemas y paisajes, incluyendo los procesos que se desarrollan entre estos niveles (Wilson, 1999; Primack, 2010). La distribución de la diversidad biológica en la Tierra no es homogénea. A nivel mundial se reconocen 12 países que conforman el 10% de la superficie terrestre y albergan casi el 70% de las especies del planeta, a estos países se les ha denominado *megadiversos*, ellos son: Australia, Brasil, Costa Rica, Colombia, China, Ecuador, Nueva Guinea, México, Indonesia, Kenia, Papúa y Perú (CONABIO, 2006; Sarukhán et al., 2009).

México país megadiverso

México es un país privilegiado por su biodiversidad, ya que es el cuarto país megadiverso después de Brasil, Colombia e Indonesia. Aunque el territorio nacional es tan sólo el 1.4% de la superficie de la Tierra, alberga entre el 10% y el 12% de todas las especies del planeta. A continuación se presentan algunos datos que revelan la riqueza del capital biológico de México: nuestro país es el cuarto país en biodiversidad de vertebrados terrestres, con 535 especies de mamíferos (30% endémicas); 1,050 especies de aves (9-25% endémicas); 1,100 especies de reptiles y anfibios conjuntamente (50% y 64% endémicas, respectivamente) y 2,695 especies de peces (10% endémicas). En

variedad de insectos, México posee cerca de 48 mil especies y se estima que esta cifra ascenderá a cerca de 100 mil (Sarukhán et al., 2009).

En México se han registrado cerca de 25 mil especies de plantas vasculares, se estima que la lista llegará a 30 mil y casi la mitad de las especies son endémicas del país (Rzedowski, 1991a, 1991b; Toledo 1993; Villaseñor 2003, 2004; Llorente Bousquets y Ocegueda, 2008). Además, nuestro territorio ha sido un centro de diversificación de muchos grupos de plantas y es donde se encuentra el mayor número de especies de algunos grupos de vegetales como la de pinos y encinos (Nixon, 1993; Styles, 1993; Challenger, 2003; Koleff et al., 2004; Challenger y Soberón, 2008) magueyes (Gentry, 1998) y cactáceas (Arias, 1993) como se observa en las Figuras 1 a 4.



Figura 2. Pequeña cactácea "cholla" (*Cylindropuntia echinocarpa*), creciendo sobre el suelo volcánico de la Reserva de la Biósfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar, el cual se localiza al noreste del estado de Sonora. Fotografía de M.L. Matías Palafox.

La asombrosa biodiversidad de México se debe tanto a su posición biogeográfica —gran parte de su territorio se encuentra dentro de la zona tropical—, como a que en su territorio se traslapan las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. Además, otros factores que incrementan su biodiversidad son su intrincado relieve, la variedad climática y su compleja historia geológica (Ramamoorthy et al., 1998; Sarukhán et al., 2009).

De México al mundo

Paralelamente a la gran diversidad de ecosistemas y especies, en México se presenta una

importante diversidad cultural, la cual se ve reflejada en la variedad de etnias y lenguas registradas (291 lenguas vivas). México es el principal centro de domesticación de vegetales de Mesoamérica (con cerca de 120 especies de plantas domesticadas). Los procesos evolutivos de domesticación son graduales y continuos, donde las poblaciones autóctonas han tenido especial relevancia (Bellon et al., 2009).

Alrededor del 15% de las especies alimenticias que se consumen hoy día en el mundo son originarias de nuestro territorio, entre ellas: maíz, frijol, calabaza, algunas variedades de chile, aguacate, guayaba, jícama, jitomate, tomate, tejocote, tuna, nopal y cacao. También son originarias de esta región una gran variedad de plantas aprovechadas con diversos fines como algodón, tabaco, especies maderables y medicinales. La mayoría de los animales nativos de México no han sido domesticados (a excepción del perro y del guajolote), pero proporcionan recursos alimenticios importantes a las poblaciones locales, ya que su dieta es complementada con la cacería de peces, mamíferos, aves y reptiles, así como de una gran variedad de insectos como escamoles, gusanos de maguey, chapulines y jumiles, entre otros (Perales y Rivera, 2008).

Pérdida de la cubierta vegetal

Para 1976, México había perdido el 38% de su cubierta vegetal natural y para 1993 el 46% (Challenger y Dirzo, 2009). Entre 1993 y 2002 alrededor de 2.8 millones de ha, cambiaron de bosques, selvas, matorrales y pastizales a sistemas agropecuarios. Las entidades más alteradas fueron: Veracruz (con una pérdida del 19%), Tabasco (11%) y Chiapas (8%). Para el 2002, se estimaba que sólo el 38% de la superficie arbolada aún se conservaba, aunque la vegetación remanente se encuentra muy fragmentada y presenta predominio de vegetación secundaria. Aunado a esto, las grandes extensiones destinadas a usos agropecuarios presentan degradación de suelos debido a sobrepastoreo, exceso de riego, quema de labranza, labranza excesiva y prácticas inadecuadas de conservación (SEMARNAT, 2006).

Consecuencias de la transformación de los ecosistemas

La transformación de los ecosistemas naturales para la obtención de bienes y servicios genera costos ambientales y económicos, los cuales a



Figura 3. El saguaro (*Carnegiea gigantea*) es una gigantesca cactácea columnar cuyos frutos y flores son importantes recursos para murciélagos y aves. El saguaro habita en la Reserva de la Biósfera de el Pinacate y Gran Desierto de Altar. La Reserva fue decretada en 1993, para proteger la diversidad vegetal y animal presente en la zona.

Fotografía de M.L. Matías Palafox.

veces se manifiestan a largo plazo (Primack et al., 2001; Primack, 2010). Se ha estimado que en el 2010 los costos económicos para México por la degradación ambiental y por el agotamiento de sus recursos naturales fueron equivalentes al 7% del PIB de ese año (OCDE, 2013).

Entre los costos biológicos generados por la pérdida de ecosistemas en México, se pueden mencionar la desaparición de al menos 127 especies de animales (58.2% endémicas), entre ellas: el oso gris, la nutria marina, el carpintero imperial, el cisne trompetero, el cóndor de California y el caracará de Guadalupe (Sarukhán et al., 2009). Además, 2,600 especies de plantas y animales de nuestro país se encuentran en alguna categoría de riesgo de desaparecer (SEMARNAT, 2010).

Otros costos ambientales causados por la pérdida de los servicios ecosistémicos son los relacionados con el balance del carbono en la atmósfera, los cambios en el ciclo del agua y las alteraciones de los ciclos biogeoquímicos. México ocupa el decimotercer lugar en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y al mismo tiempo ha sido señalado como uno de los países más vulnerables al impacto directo del cambio climático, por lo cual el gobierno se ha propuesto la meta de reducir la tendencia actual en la emisión de GEI en un 30% para 2020 (OCDE, 2013).



Figura 4. Nopal (*Opuntia* sp.) creciendo en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hgo. Esta barranca sobresale por la gran cantidad de cactáceas endémicas, así como por su río que riega la vega, su laguna y por el encantador pueblito colonial de Metztlán.
Fotografía de M.L. Matías Palafox.

Presiones demográficas

La conservación de la biodiversidad es hoy día una carrera contra el tiempo, pues los problemas de conservación se agravarán con el crecimiento demográfico y las múltiples presiones que éste ejerce sobre los ambientes naturales por la ampliación de manchas urbanas y el incremento de demanda de recursos (Ehrlich y Ceballos, 1997; Challenger y Dirzo, 2009).

México, con cerca de 120.5 millones de habitantes es el undécimo país más poblado del mundo (1.6% de la población mundial). La tasa de crecimiento poblacional de México en la última década se estimó en 1.4%, con un promedio de 2.24 hijos por mujer en edad reproductiva y las proyecciones demográficas indican que para el 2018 seremos 7.57 millones más (CONAPO, 2011). La estructura poblacional se encuentra en transición (ya que la mitad de su población es menor a los 26 años), y se espera que en las siguientes décadas la población continúe en aumento, lo cual incrementará la demanda de bienes y servicios en deterioro de los ecosistemas naturales (Challenger y Dirzo, 2009; CONAPO, 2011).

Contrasta con la riqueza natural el hecho de que México es un país importador neto de productos agrícolas y forestales y además muestra niveles altos de pobreza y desigualdad social, donde son los grupos indígenas los más afectados (OCDE,

2013). Ante este panorama, la conservación de los ecosistemas naturales cobra mayor relevancia, ya que un 20% de la población del país (entre ellos muchas comunidades indígenas) viven en una economía de autoconsumo, donde la naturaleza les brinda alimento, forraje, madera y productos medicinales (OCDE, 2013). Algunas de estas áreas poseen una alta diversidad y conforman cuencas para la captación de agua, recurso que ha sido fuertemente afectado en nuestro país, ya que se calcula que alrededor de 15% de las extracciones actuales de este líquido provienen de fuentes no sustentables (CONAGUA, 2011).

Las áreas naturales protegidas

En la última década la sustentabilidad ambiental ha sido reconocida a nivel federal como un factor clave para el desarrollo de México y se han dado avances significativos en la integración de políticas ambientales (CONANP, 2007). En su condición de país megadiverso, el avance de México en sus esfuerzos por proteger la biodiversidad y sus recursos forestales cobra importancia a nivel global (OCDE, 2013). El fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas parece ser una opción viable para México, ya que a través de éste, se propiciaría un uso sustentable de los recursos, la conservación de la gran diversidad biológica y cultural, así como la continuidad de los servicios ecosistémicos (Bezaury Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009).

Las ANP incluyen regiones acuáticas, costeras o terrestres del territorio nacional que contienen especies prioritarias para la conservación de la diversidad biológica nacional, en las cuales no ha sido significativamente alterado el entorno natural original y que además son representativas de los ecosistemas más ampliamente distribuidos (González Montagut, 2009; Halffter, 2011). Éstas son creadas mediante decretos presidenciales y las actividades que en ellas pueden llevarse a cabo se establecen en programas de manejo específicos (CONANP, 2007).

La administración de las ANP en México está a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (CONANP, 2007). México posee 174 ANP de carácter federal que abarcan una superficie total de 25,384,818 ha y representan el 12.85% del territorio nacional (Tabla 1).

Tabla 1. Áreas naturales protegidas existentes en México (CONANP, 2007)

Cantidad	Categoría	Superficie (ha)	Superficie del territorio nacional (%)
41	Reservas de la Biósfera	12,652,787	6.44
67	Parques Nacionales	1,482,489	0.75
5	Monumentos Naturales	16,268	0.01
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4,440,078	2.26
35	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6,646,942	3.38
18	Santuarios	146,254	0.07
174	Total	25,384,818	12.92

Debido a que en la mayor parte de las ANP federales se encuentran asentamientos humanos poseedores de las tierras, los planes de manejo de dichas áreas deben contener programas de educación ambiental y de compensaciones económicas encaminadas a estimular el uso sustentable de los recursos naturales (CONANP, 2007).

DISCUSIÓN

A pesar de que las ANP ofrecen una excelente alternativa para la conservación de la diversidad cultural y biológica de nuestro territorio —al mismo tiempo que favorecen la prevalencia de los servicios ecosistémicos—, existen aún enormes retos que México deberá superar, en una carrera

frente a la presión ocasionada por el crecimiento poblacional y la transformación de los ecosistemas para cubrir las demandas cada vez mayores de espacio y recursos. Un reto de especial relevancia se refiere al logro de la representatividad dentro de las ANP de todas las ecorregiones y de las áreas prioritarias para la conservación de nuestro país (Ortega Rubio et al., 2014), donde la ampliación de la cobertura de las áreas naturales del 12.9% al 17% del territorio nacional para el 2020, conforme al Convenio sobre la Diversidad Biológica, ofrece una excelente oportunidad (Fueyo, 2013). Aunado a esto, los programas de educación ambiental deben convertirse en prioritarios, ya que las modificaciones de los hábitos de consumo de los recursos de cada individuo ejercen impactos sobre el ambiente (Ehrlich y Ceballos, 1997).



Figura 5. El Palmar es una pequeña comunidad de alrededor de 70 familias que viven en la parte alta de la barranca de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán (Hgo.). Algunos de sus pobladores viven de la colecta de hojas de palma. Fotografía de Cecilia Leonor Jiménez Sierra.

CONCLUSIONES

El establecimiento de ANP ha sido empleado para la conservación de la biodiversidad en la mayoría de los países. El fortalecimiento del Sistema Nacional de ANP de México permitirá no sólo salvaguardar el patrimonio biológico de México, sino que favorecerá la continuidad de los procesos de interacción entre pobladores-recursos locales y permitirá la permanencia de los procesos ecosistémicos, lo que asegura el bienestar de la nación. Ya que existe la inminente amenaza de cambio climático, es imperativo impulsar —paralelamente al establecimiento de ANP—, la conformación de corredores biológicos

que permitan la conectividad biológica entre las áreas protegidas. El camino por recorrer aún es largo y la integración de los diversos sectores (económico, social, gubernamental y científico) de la sociedad en un marco de conciencia ecológica y social será de especial importancia para lograr la conservación del capital cultural y natural con el cual nuestra nación ha sido privilegiada.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARIAS, S. Cactáceas: conservación y diversidad en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 109-115, 1993.
- BELLON, M. R.; BARRIENTOS PRIEGO, A. F., COLUNGA GARCÁMARIN, P., PERALES, H., REYES AGÜERO, J. A., ROSALES SERNA, R., SISUMBO VILLARREAL, D. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. En: *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 355-382, México: CONABIO, 2009.
- BEZAURY CREEL, J., GUTIÉRREZ CARBONELL, D. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 385-431, México: CONABIO, 2009.
- CHALLENGER, A. Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña de México y su estado de conservación. En: *Conservación de los ecosistemas templados de montaña en México*, pp. 17-44, México: INE-SEMARNAP, 2003.
- CHALLENGER, A., DIRZO, R. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*, pp. 37-73, México: CONABIO, 2009.
- CHALLENGER, A., SOBERÓN, J. Los ecosistemas terrestres. En: *Capital Natural de México. Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad*, pp. 87-108, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2008.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México: Autor, 2006.
- EHRlich, P., CEBALLOS, G. Población y medio ambiente: ¿Qué nos espera? *Revista Ciencias*, Facultad de Ciencias, UNAM, 48: 19-30, 1997.
- GENTRY, H. S. *Agaves of Continental North America*. Tucson: The University of Arizona Press, 661pp., 1998.
- GONZALEZ MONTAGUT, R. ¿Funcionan las Reservas de la Biósfera? La experiencia del Fondo para Áreas Naturales Protegidas. En: *Capital Natural de México. Vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 411-412, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009.
- HALFFTER, G. Reservas de la Biósfera: Problemas y Oportunidades en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(1): 11-20, 2011.
- KOLEFF, P., SOBERON, J., SMITH, A. *Madrean pine oak woodland, en Hotspots (Biodiversidad amenazada II): Nuevas ecorregiones terrestres prioritarias del mundo*. México: Cemex-Agrupación Sierra Madre, 2004.
- LLORENTE BOUSQUETS, J., OCEGUEDA, S. Estado del conocimiento de la biota. En: *Capital Natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad*, pp. 283-322, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2008.
- NIXON, K. C. The genus *Quercus* in Mexico. En: *Biological Diversity of Mexico: Origins and distribution*, pp. 447-458, USA: Oxford University Press, 1993.

- ORTEGA-RUBIO, A., BARBA MACÍAS, E., VALADEZ CRUZ, F., BRECEDA SOLÍS CÁMARA, A., ESPITIA MORENO, C., JIMÉNEZ SIERRA, C. Regiones prioritarias de atención para las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60: 92-101. 2014.
 - PRIMACK, R. B. *Essentials of Conservation Biology*. 5 ed., USA: Sinauer Associates, Inc., 601 pp., 2010.
 - PRIMACK, R., ROZZI, R., FEINSINGER, P., DIRZO, R., MASSARDO, F. *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica, p. 797, 2001.
 - RAMAMOORTHY, T. P., BYE, R., LOT, A., FA, J. *Diversidad Biológica de México: Orígenes y distribución*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 792 pp., 1998.
 - RZEDOWSKI, J. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14: 3-21, 1991a.
 - RZEDOWSKI, J. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15: 47-64, 1991b.
 - SARUKHÁN, J., KOLEFF, P., CARABIAS, J., SOBERÓN, J., DIRZO, R., LLORENTE BOUSQUETS, J., HALFFTER, G., GONZÁLEZ, R., MARCH, I., MOHAR, A., ANTA, S., DE LA MAZA, J. *Capital Natural de México: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de Sustentabilidad. Síntesis*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 100 pp., 2009.
 - SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES) 2010. NOM-059-ECOL-2010-Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. México: *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010.
 - SMITH, E. D. M., MAY, R. M., PELLEW, R., JOHNSON, T. H., WALTER, K. R. How much do we know about the current extinction rate? *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 375-378, 1993.
 - STYLES, B. Genus Pinus: A Mexican purview. *In Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. USA: Oxford University Press, pp. 397-420, 1993.
 - TOLEDO, V. M. La riqueza florística de México: un análisis para conservacionistas. En: *Logros y perspectivas del conocimiento de los recursos vegetales de México en vísperas del siglo XXI*, pp. 109-123, México: Instituto de Ecología, A. C.-Sociedad Botánica de México, 1993.
 - VILLASEÑOR, J. L. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28: 160-167, 2003.
 - VILLASEÑOR, J.L. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75: 105-135, 2004.
 - WILSON, E. O. *Biophilia*. USA: Harvard University Press, 1984.
 - WILSON, E. O. *La creación: salvemos la vida en la Tierra*. Argentina: Katz Editores, 252 pp., 2006.
 - WILSON, E. O. *The Diversity of Life*. 2 ed., USA: N. W. Norton and Company, 422 pp., 1999.
- De páginas electrónicas**
- CONAGUA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA) 2011. *Estadísticas del agua en México*. De: www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF, 3 oct. 2013.
 - CONAPO (CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN) 2011. *La situación demográfica de México*. De: www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Publicacion_Completa_SDM2011, 3 oct. 2013.
 - CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS) 2007. *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012*. De: www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07-012.pdf, 13 may. 2013.
 - FUEYO, L. (Entrevista). Publicado el 07/08/2013. De: www.youtube.com/watch?v=eAcDK0r62N4, 3 nov. 2013.
 - OCDE (ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS) 2013. *Evaluaciones de la OCDE sobre el desempeño ambiental: México 2013*, OECD Publishing. De: www.oecd.org/env/country-reviews/mexico2013.htm, 3 nov. 2013.
 - SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES) 2006. *El medio ambiente en México 2005*. De: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/01_poblacion/cap1.html#5, 3 nov. 2013.

Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo

Sian Ka'an Biosphere Reserve algae diversity, Quintana Roo

Francisco Valadez Cruz^{1,2*}, Gabriela Rosiles González², Alfredo Ortega-Rubio³

Valadez Cruz, F.; Rosiles González, G.; Ortega-Rubio, A., Diversidad de algas en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 23-36, 2014.

RESUMEN

Se presenta la lista de algas de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, basada en el análisis bibliográfico. Se registró un total de 466 taxa: 172 Rhodophyta, 114 Chlorophyta, 99 Bacillariophyta, 42 Ochrophyta, 30 Dinophyta, 6 Euglenophyta y 3 Cyanoprokaryota.

ABSTRACT

A checklist of algae from Sian Ka'an Biosphere Reserve, based on literature, is given. A total of 466 taxa were recorded: 172 Rhodophyta, 114 Chlorophyta, 99 Bacillariophyta, 42 Ochrophyta, 30 Dinophyta, 6 Euglenophyta and 3 Cyanoprokaryota.

Palabras clave: algas, diversidad, sistemas acuáticos cársticos, Sian Ka'an, México.

Keywords: algae, diversity, karst aquatic systems, Sian Ka'an, Mexico.

Recibido: 9 de Julio de 2013, aceptado: 23 de Enero de 2014

¹ Laboratorio de Humedales, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

² Unidad de Ciencias del Agua, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.

³ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

* Autor para correspondencia: fvc_2001@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biósfera Sian Ka'an (RBSK) se localiza a 150 km de Cancún, Quintana Roo (19°05' y 20°06' N, 87°23' y 88°03' O), comprende una superficie total de 528,000 ha y cuenta con tres zonas núcleo: Muyil, Cayo Culebras y Uaimil (Figura 1). El clima es cálido subhúmedo y los principales fenómenos meteorológicos se relacionan con la época del año. De junio a octubre se presenta la época de lluvias, de noviembre a febrero la de nortes y de marzo a mayo un periodo relativamente seco. La temperatura media anual es de 27 °C y la precipitación media anual es de 1,300 mm (SMN, 2010). Sian Ka'an se sitúa en la planicie costera cárstica parcialmente sumergida, donde se desarrollan una amplia variedad de ecosistemas terrestres (408,000 ha), costeros y marinos (120,000 ha) conectados por un sistema hidrológico único (CONANP, 2007).

El nivel freático en este sistema hidrológico no supera los 8 m de profundidad, lo que favorece que durante la época de secas la superficie terrestre permanezca inundada hasta un 50%, mientras que durante la temporada de lluvias se inunde hasta el 70% (Olmsted y Durán, 1986). Lo anterior resalta la importancia ecológica y biológica de los sistemas acuáticos dulceacuícolas y marinos de esta área natural protegida (Figura 2), entre los que destacan las bahías de la Ascensión y Espíritu Santo; manglares, lagos, cenotes y numerosas áreas inundadas (CONANP, 2007).

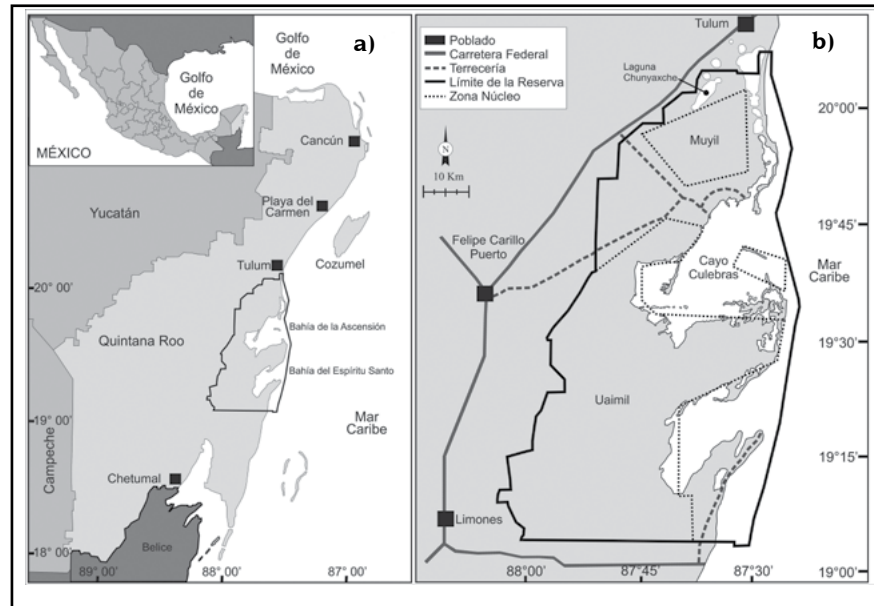


Figura 1. Área de estudio. **a).** Ubicación de la RBSK, Quintana Roo, México.
b). Vías de acceso a las zonas núcleo.

Actualmente los ecosistemas acuáticos de la RBSK se encuentran seriamente amenazados por el manejo inadecuado de los recursos y el acelerado desarrollo en sus principales zonas de influencia: Felipe Carrillo Puerto y Tulum (Ramsar, 2003). En respuesta a estas amenazas, como medida preventiva y de protección, el Análisis de Integridad Ecológica de Sian Ka'an contempla el uso de algas como parte esencial en el monitoreo de dichos sistemas; sin embargo, su implementación permanece pendiente dada la carencia de un inventario confiable y actualizado (Cepeda González et al., 2007).

Principales referencias de estudios de algas en la Reserva

Las principales referencias de macroalgas marinas son los trabajos de Taylor (1972), Inclán (1989), Aguilar Rosas (1990), Aguilar Rosas et al. (1992, 1998), Keeney (1999), Díaz Martín y Espinoza Ávalos (2000), Fikes et al. (2007) y Acosta (2011); mientras que para las microalgas marinas son los estudios de Gómez Aguirre (1998), Almazán y Hernández Beceril (2002), Hernández Beceril y Almazán (2004) y Almazán et al. (2012). En cuanto a las algas dulceacuícolas, la única referencia es el trabajo de La Hee y Gaiser (2012). Al considerar lo anterior, el objetivo de la presente revisión es proporcionar un listado confiable sobre la diversidad y distribución de algas en 40 sitios de la Reserva, que sirvan como línea base para los

programas de monitoreo, estudios taxonómicos y ecológicos en Sian Ka'an.

Se revisó y analizó retrospectivamente la flora ficológica de la RBSK, tomando en cuenta publicaciones periódicas, tesis e informes técnicos. La nomenclatura se uniformizó con el objetivo de reducir la duplicidad de nombres, para lo cual se consultó literatura especializada. La lista se organizó por grupo taxonómico de acuerdo con las propuestas de Anagnostidis y Komárek (1988) y Komárek y Anagnostidis (1999) para Cyanoprokaryota; Gury y Gury (2013) para Rhodophyta, Ochrophyta y Chlorophyta; Round et al. (1990) para Bacillariophyta; Fensome et al. (1993) para Dinophyta, y Marín et al. (2003) para Euglenophyta; e incluye la distribución de las especies en 40 sitios de la Reserva, tipo de ambiente y referencias bibliográficas.

Ficoflora de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an

Se documenta un total de 466 especies (Tabla 1): 172 Rhodophyta (la mayoría Florideophyceae: 120 taxa), 114 Chlorophyta (la mayoría Ulvophyceae: 105 taxa), 99 Bacillariophyta (la mayoría Bacillariophyceae: 85 taxa), 42 Ochrophyta (la mayoría Phaeophyceae: 40 taxa), 30 Dinophyta (la mayoría Procentrales: 14 taxa), 6 Euglenophyta y 3 Cyanoprokaryota. También se encuentra que 317 especies (64%) fueron macroalgas bentónicas marinas, 119

(25.5%) microalgas perifíticas dulceacuícolas y 30 (6.4%) microalgas planctónicas marinas. En relación con la riqueza por sitio (36 marinos y 4 continentales, Figura 3), 11 localidades presentaron una riqueza menor a 10 taxa (27.5%), 8 entre 11-20 taxa (20%), 9 entre 21-60 especies (22.5%), 7 entre 61-100 taxa (17.5%) y 5 una diversidad mayor a 101 especies (12.5%).

Tabla 1. Lista de especies, sitios, referencias y tipo de ambiente

Grupo/Especie	TA	Referencia	Grupo/Especie	TA	Referencia
CYANOPROKARYOTA (3)			<i>Bostrychia tenella</i> (Lamour.) Ag. ¹¹	M	c
Cyanophyceae – Chroococcales			<i>Bryothamnion triquetrum</i> (Gmel.) Howe ^{7,8,10,11}	M	a,c,e
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm. ^{2,4}	D	I	<i>Caloglossa leprieuri</i> (Mont.) Martens ¹³	M	c
<i>Synechocystis pevalekii</i> Erceg. ^{2,4}	D	I	<i>Centroceras clavulatum</i> (Ag.) Mont. ^{7,8,11,13}	M	c,e
Oscillatoriales			<i>C. micracanthum</i> Kütz. ^{25,29,31}	M	m
<i>Phormidium kuetzingianum</i> (Kirchn.) Anag. et Kom. ^{2,4}	D	I	<i>Ceramium brevizonatum</i> var. <i>caraicum</i> Peter. et Børg. ^{25,29}	M	m
RHODOPHYTA (160)			<i>C. cimbricum</i> Peter. in Rosenv. ^{13,25}	M	m
EURHODOPHYTINA – Florideophyceae			<i>C. cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i> (Peter.) Furnari et Serio ^{13,29}	M	m
Nemaliophycidae – Nemaliales			<i>C. cruciatum</i> Coll. et Harv. ^{18,25,35}	M	m
<i>Galaxaura rugosa</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ^{7,13,14,24}	M	a,c,m	<i>C. leutezburgii</i> Schm. ^{15,17,18,25,29,40}	M	m
<i>Ganonema dendroideum</i> (Crouan et Crouan) Ballant. et Aponte ¹¹	M	c	<i>C. nitens</i> (Ag.) Ag. ^{7,8,11,18,25,31}	M	c,e,m
<i>G. farinosum</i> (Lamour.) Fan et Wang ^{7,8,11}	M	c,e	<i>C. subtile</i> Ag. ^{11,13}	M	e,m
<i>Liagora ceranoides</i> Lamour. ⁷	M	e	<i>C. virgatum</i> Roth ¹³	M	m
<i>Trichogloeopsis pedicellata</i> (Howe) Abbott et Doty ¹³	M	g	<i>Ceramium</i> sp. ^{13,17,18,36,37}	M	b
<i>Tricleocarpa fragilis</i> (L.) Huisman et Tows. ¹³	M	g	<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq ^{7,11}	M	c
Rhodymeniophycidae – Bonnemaisoniales			<i>C. teedii</i> (Mert. ex Roth) Kütz. ¹¹	M	c,e
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis. ^{6,8,11,21}	M	c,e,k	<i>Chondria baileyana</i> (Mont.) Harv. ^{11,13}	M	c,e
Colaconematales			<i>C. cnicophylla</i> (Melvill) De Toni ^{15,18,23,25}	M	m
<i>Colaconema daviesii</i> (Dillw.) Stegenga ^{25,29}	M	m	<i>C. collinsiana</i> Howe ^{15,35}	M	m
Ceramiales			<i>C. curvilineata</i> Coll. et Herv. ^{18,24,25}	M	m
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børg. ^{7,8,11,13,18,29,37}	M	a,b,c,e,m	<i>C. dasyphylla</i> (Woodw.) Ag. ^{15,17,40}	M	m
<i>Aglaothamnion cordatum</i> (Børg.) Feldm.-Maz. ¹¹	M	c	<i>C. littoralis</i> Herv. ^{7,8,11,13,23,25,29,31}	M	c,e,m
<i>A. halliae</i> (Coll.) Aponte, Ballant. et Norris ⁷	M	c,e	<i>C. platyramea</i> Jol. et Ugadim ^{11,13}	M	c,e,m
<i>Amansia multifida</i> Lamour. ¹¹	M	c	<i>C. polyrhiza</i> Coll. et Herv. ^{7,11,18,25}	M	c,e,m
<i>Anotrichum tenue</i> (Ag.) Näg. ^{7,8,11,17,18,29,31}	M	c,e,m	<i>Chondrophycus corallopsis</i> (Mont.) Nam ²⁵	M	I
<i>Bostrychia montagnei</i> Harv. ^{13,14}	M	a,c	<i>C. flagelliferus</i> (Ag.) Nam ¹³	M	I
			<i>C. papillosus</i> (Ag.) Garbary et Harper ¹³	M	m
			<i>Crouania attenuata</i> (Ag.) Ag. ^{11,13}	M	c,e
			<i>C. plepnospora</i> Taylor ^{24,25}	M	m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>Crouanophycus latiaxis</i> (Abbott) Athanas. ^{15,17,18,24,25,29,31,35}	M	m
<i>Dasya baillouviana</i> (Gmel.) Mont. ^{7,25}	M	c,m
<i>D. caraibica</i> Børg. ⁷	M	c
<i>D. corymbifera</i> Ag. ^{7,8,11}	M	c,e
<i>D. mollis</i> Harv. ¹³	M	c,e
<i>D. rigidula</i> (Kütz.) Ardiss. ^{8,11,35}	M	c,e,m
<i>Digenea simplex</i> Ag. ^{6-8,11,14,15,17,18,31,35}	M	a,c,e,k,m
<i>Dipterosiphonia dendritica</i> (Ag.) Schm. ^{7,8,11}	M	c,e
<i>Gayliella flaccida</i> (Harv. ex Kütz.) Cho et Fredericq ^{15,18,25,29,31,35}	M	m
<i>G. transversalis</i> (Coll. et Herv.) Cho et Fredericq ^{15,17,29,35}	M	m
<i>Grallatoria reptans</i> Howe ¹¹	M	c,e
<i>Griffithsia globulifera</i> Harv. ex Kütz. ^{7,8,11,13}	M	c,e,m
<i>G. heteromorpha</i> Kütz. ^{17,18,25}	M	m
<i>G. radicans</i> Kütz. ^{11,13,25}	M	e,m
<i>Haloplegma duperreyi</i> Mont. ¹³	M	g
<i>Heterodasya mucronata</i> (Harv.) Wynne ^{7,8,11}	M	c
<i>Heterosiphonia bipinnata</i> Howe ^{18,24,25,29}	M	m
<i>H. crispella</i> (Ag.) Wynne ^{18,25,35}	M	c,e,m
<i>H. crispella</i> var. <i>laxa</i> (Børg.) Wynne ^{17,18,25,29,35}	M	m
<i>H. gibbesii</i> (Harv.) Falkenb. ^{7,8,11,13,14}	M	a,c,m
<i>H. pecten-veneris</i> (Harv.) Falkenb. ^{7,8,11,15,25,35}	M	c,e,m
<i>Herposiphonia secunda</i> (Ag.) Ambr. ^{7,8,11}	M	e
<i>H. secunda</i> f. <i>tenella</i> (Ag.) Wynne ^{7,8,11,15,17,18,24,29,31,35}	M	e,m
<i>H. tenella</i> (Ag.) Ambr. ^{13,14}	M	a
<i>Laurencia filiformis</i> (Ag.) Mont. ^{7,8,11,15,17,18,25,35}	M	e,m
<i>L. intricata</i> Lamour. ^{7,8,11,14,15,17,18,23- 25,29,31,35}	M	a,e,m
<i>L. microcladia</i> Kütz. ^{7,8,11}	M	e,l
<i>L. minuta</i> Vandermeulen, Garbary et Guiry ^{17,25}	M	m
<i>L. obtusa</i> (Huds.) Lamour. ^{11,13,15,23,25,29,35}	M	a,e,m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>L. papillosa</i> (Ag.) Grev. ^{7,8,10,11,13,14}	M	a,c,e
<i>L. poiteaui</i> (Lamour.) Howe ^{7,8,13}	M	c,e
<i>Laurencia</i> sp. ^{13,17,18,37}	M	b
<i>Lophocladia trichoclados</i> (Ag.) Ag. ^{7,8,11,13}	M	c,e
<i>Lophosiphonia cristata</i> Falkenb. ^{8,29}	M	c,e,m
<i>Martensia fragilis</i> Harv. ¹³	M	g
<i>Meridiocolax polysiphoniae</i> (Oliveira et Ugadim) Morril ²⁴	M	m
<i>Murrayella pericladus</i> (Ag.) Schm. ¹³	M	c
<i>Neosiphonia ferulacea</i> (Suhr ex Ag.) Guim. et Fuji ^{7,8,11,18,25,31,35}	M	c,e,m
<i>N. gorgoniae</i> (Harv.) Guim. et Fuji ^{11,13,15,25}	M	c,e,m
<i>N. harveryi</i> (Bail.) Kim, Choi, Guiry et Saunders ^{13,15}	M	m
<i>N. hawaiiensis</i> (Hollenb.) Kim et Abbott ^{18,25,35}	M	m
<i>N. sertularioides</i> (Gratel.) Nam et Kang ¹³	M	c
<i>N. tongatensis</i> (Harv. ex Kütz.) Kim et Lee ^{7,8,11}	M	c,e
<i>Palisada flagellifera</i> (Ag.) Nam ^{7,15,17,25}	M	a,c,e,m
<i>P. perforata</i> (Bory) Nam ^{15,18,35}	M	m
<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun et Norris ^{18,23,25,29}	M	m
<i>P. binneyi</i> Harv. ^{15,17,18,25,29,31,35}	M	m
<i>P. breviarticulata</i> (Ag.) Zanard. ^{13,16,17,36,37,38}	M	c,d
<i>P. denudata</i> (Dillw.) Grev. ex Harv. ^{8,13,25}	M	c,e
<i>P. havanensis</i> Mont. ¹³	M	g
<i>P. howei</i> Hollenb. in Taylor ^{7,8,11,15,25}	M	c,e,m
<i>P. opaca</i> (Ag.) Moris et De Not. ^{7,8,11}	M	c,e
<i>P. pseudovillum</i> Hollenb. ¹⁵	M	m
<i>P. scopolorum</i> Harv. ¹³	M	c
<i>P. scopolorum</i> var. <i>villum</i> (Ag.) Hollenb. ^{8,18,36,40}	M	d,e,m
<i>P. sertularioides</i> (Gratel.) Ag. ^{11,17,29}	M	e,m
<i>P. sphaerocarpa</i> Børg. ^{7,8,11,15,17,18}	M	e,m
<i>P. subtilissima</i> Mont. ¹³	M	c
<i>Polysiphonia</i> sp. ^{13,18,37}	M	b

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>Ptilothamnion speluncarum</i> (Coll. et Herv.) Ballant. et Wynne ¹¹	M	e
<i>Spermathamnion gymnocarpum</i> Howe ¹³	M	c
<i>S. investiens</i> (Crouan et Crouan) Vicjers ¹¹	M	c,e
<i>Spermothamnion</i> sp. ¹⁸	M	b
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulf.) Harv. 7,8,13,14,37	M	a,b,c,e
<i>S. hypnoides</i> (Bory) Peperf. ^{13,25}	M	c
<i>Taenioma nanum</i> (Kütz.) Peperf. 7,11,18,29	M	c,e,m
<i>Tiffaniella gorgonea</i> (Mont.) Doty et Meñez ¹¹	M	e
<i>Wrangelia argus</i> (Mont.) Mont. ^{8,11}	M	c,e
<i>W. bicuspidata</i> Børg. ¹¹	M	c,e
<i>W. penicillata</i> (Ag.) Ag. ^{7,8}	M	c,e
<i>Wrighiella blodgettii</i> (Harv.) Schm. 11	M	c,e
<i>Yuzura poiteaui</i> (Lamour.) Martin-Lescanne ^{15,17,18,24,25,29,31,35}	M	m
<i>Y. poiteaui</i> var. <i>gemmifera</i> (Harv.) Wynne ^{14,15,17,18,23,25,35}	M	a,m
Nemastomateles		
<i>Platoma cyclocolpum</i> (Mont.) Schm. ¹³	M	g
Peryssonneliales		
<i>Peryssonnellia armorica</i> (Crouan et Crouan) Web. Bosse ^{25,35}	M	m
<i>P. conchicola</i> Picconne et Grun. 17,25	M	m
<i>P. simulans</i> Web. van Bosee in Børg. ⁴⁰	M	m
Corallinophycidae – Corallinales		
<i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) Lamour. 7,8,11,13,14,15,35	M	a,c,e,m
<i>A. rigida</i> Lamour. ^{7,11,25}	M	c,e,m
<i>A. tribulus</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ¹³	M	c
<i>Hydrolithom farinosum</i> (Lamour.) Penrose et Chamb. ^{14,15,17,18,25,29,31,35}	M	a,m
<i>Jania adhaerens</i> Lamour. 7,8,11,14,18,25,29,31,37,40	M	a,b,c,e,m
<i>J. capillaceae</i> Harv. ^{10,13,14,24,30}	M	a,m
<i>J. cubensis</i> Mont. ex Kütz. ^{11,15}	M	c,m
<i>J. pumila</i> Lamour. ^{7,13}	M	e

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>J. rubens</i> (L.) Lamour. ¹¹	M	e
<i>J. subuluta</i> (Ellis et Sol.) Sond. ¹¹	M	c,e
<i>J. tenella</i> (Kütz.) Grun. ^{13,25}	M	e
<i>Lithophyllym pustulatum</i> (Lamour.) Näg. ²⁹	M	m
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) Lamour. ^{14,17,29,35}	M	m
<i>Mesophyllum incertum</i> (Fosl.) Lemoine ^{11,13,25}	M	e
<i>Neogoniolithon spectabile</i> (Fosl.) Setch. et Mason ¹⁷	M	m
<i>N. strictum</i> (Fosl.) Setch. et Manson ^{11,25}	M	c,e,m
<i>N. trichotomum</i> (Heydr.) Setch. et Manson ¹³	M	m
<i>Pneophyllum confervicola</i> (Kütz.) Chamb. ^{17,19}	M	m
<i>P. fragile</i> Kütz. ^{17,19,25}	M	m
Gelidiales		
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldm. et Hamel ^{6-8,11,13,25}	M	c,e,k,m
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackh.) Lejolis ⁷	M	c
<i>Pterocliadiella sanctarum</i> (Feldm. et Hamel) Santel. ¹⁵	M	e,m
Gigartinales		
<i>Catenella caespitosa</i> (With.) Irvine ^{11,13}	M	c,e
<i>Chondracanthus acicularis</i> (Roth) Fredericq ^{7,11}	M	c,e
<i>Eucheuma isiforme</i> (Ag.) Ag. ¹³	M	g
<i>Hypnea cervicornis</i> Ag. ^{10,13}	M	a,c
<i>H. musciformis</i> (Wulf.) Lamour. 8,10,11,13,17,18	M	a,b,c,e
<i>H. spinella</i> (Ag.) Kütz. ^{11,13,18,25,29,31}	M	b,c,e,m
<i>Hypneocolax stellaris</i> Børg. ^{13,17}	M	c,d
<i>Kallymenia limminghei</i> Mont. ¹³	M	g
<i>Ochtodes secundiramea</i> (Mont.) Howe ⁷	M	c,e
<i>Wurdemannia miniata</i> (Spreng.) Feldm. et Hamel ^{8,11}	M	e
Gracilariales		
<i>Gracilaria armata</i> (Ag.) Grev. ¹³	M	g
<i>G. cervocronis</i> (Turn.) Ag. ¹³	M	c
<i>G. debilis</i> (Forssk.) Børg. ²⁹	M	m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>G. tickavahiae</i> MacLachlan ^{18,29}	M	m
<i>Gracilaria</i> sp. ⁶	M	k
<i>Hydropuntia cornea</i> (Ag.) Wynne ¹³	M	g
<i>H. crassissima</i> (Crouan et Crouan) Wynne ^{6,7}	M	c,e,k
Halymeniales		
<i>Corynomorpha clavata</i> (Harv.) Ag. ¹³	M	c
<i>Grateloupia gibbesi</i> Harv. ^{13,17}	M	m
<i>Halymenia duchassaingnii</i> (Ag.) Ktlin ¹¹	M	c,e
Rhodymeniales		
<i>Botryocladia pyriformis</i> (Børg.) Klin ⁶	M	g,m
<i>Champia parvula</i> (Ag.) Harv. ^{7,11,17,18}	M	c,e,m
<i>C. parvula</i> var. <i>postrata</i> Williams ^{15,17,18,24,25,29,35}	M	m
<i>C. salicornioides</i> Harv. ^{11,13,25}	M	e,m
<i>Chrysomenia planifrons</i> (Melvil) Ag. ^{13,14}	M	a,m
<i>Coelothrix irregularis</i> (Harv.) Børg. ¹⁵	M	c,m
<i>Gastroclonium parvum</i> (Hollenb.) Chang et Xia ^{7,8,11,13,17-19,36,38}	M	c,d,e
<i>Gelidiopsis</i> sp. ³⁷	M	b
METARHODOPHYTINA – Compsopogonophyceae		
Erythropeltidales		
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) Ag. ^{15,17,18,25,29,31,35}	M	m
RHODOPHYTINA Stylonematophyceae		
Stylonematales		
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanard.) Drew ^{8,15,17,18,23,25,29,35}	M	c,e,m
OCHROPHYTA (42)		
Chrysophyceae Chromulinales		
<i>Chromulina fusiformis</i> Conr. ^{1,2,4}	D	l
Phaeophyceae – Dictyotales		
<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kütz.) De Paula et De Clerck ^{18,25,29}	M	m
<i>Dictyota bartayresiana</i> Lamour. ^{7,12,13,16,17,19,25,38}	M	b,c,e,h,m
<i>D. caribaea</i> Hör. et Sch. ^{15,18,35}	M	m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>D. cervicornis</i> Kütz. ^{7-12,16,18,19,25,36}	M	a,c,e,h
<i>D. ciliolata</i> Sond. ex Kütz. ^{7,8,11,20}	M	c,e,h,m
<i>D. dicothoma</i> ((Huds.) Lamour. ^{7,8,11,12,16,18,19,25}	M	c,e
<i>D. dicothoma</i> var. <i>intricata</i> (Ag.) Grev. ^{7,8}	M	a,c,e
<i>D. guineensis</i> (Kütz.) Crouan et Crouan ^{7,8,11,20,22,25,32}	M	c,e,h,m
<i>D. jamaicensis</i> Taylor ^{8,19}	M	c,e,h
<i>D. menstrualis</i> (Hoyt) Sch., Hör. et W.P. ^{16,19,20,22,26-29,32,33,36,39}	M	h,m
<i>D. mertensii</i> (Mart.) Kütz. ^{8,9,11,16,25}	M	c,e,h,m
<i>D. pinnatifida</i> Kütz. ^{7,8,11,20,25}	M	c,m
<i>D. pulchella</i> Hör. et Sch. ^{9,11,16-20,22,25,27,28,32,35}	M	h,m
<i>Dictyota</i> sp. ⁶	M	k
<i>Dictyopteris delicatula</i> Lamour. ^{11,16,20,26,28}	M	e
<i>D. justii</i> Lamour. ^{11,14}	M	a,c
<i>Lobophora variegata</i> (Lamour.) Womers. ex Oliveira ^{6-9,11,13,16,18,20,24,25,27-29}	M	c,e,h,k,m
<i>Padina boergesenii</i> Allender et Kraft ²⁷	M	h
<i>P. gymnspora</i> (Kütz.) Sond. ¹¹	M	c,e
<i>P. haitiensis</i> Thivy ²⁵	M	m
<i>Padina sanctae-crucis</i> Børg. ^{6-11,16,19,20,22,25}	M	a,c,e,h,k,m
<i>Spatoglossum schroederi</i> (Ag.) Kütz. ^{18,25,29,31}	M	m
<i>Sytopodium zonale</i> (Lamour.) Popenf. ^{8-10,16,18,22,25,26,28}	M	a,c,e,h,k,m
Ectocarpales		
<i>Cladosiphon occidentalis</i> Kylin ¹¹	M	c,e,m,l
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Hamel ^{22,26,29}	M	h,m
<i>Hinckesia mitchelliae</i> (Harv.) Silva ^{20,28}	M	h
<i>Kuetzingiella elachistaeformis</i> (Heydr.) Balakri. et Kinkar ²⁹	M	m
Fucales		
<i>Sargassum buxifolium</i> (Chauv.) Wynne ¹¹	M	e
<i>S. filipendula</i> Ag. ²⁵	M	m
<i>S. fluitans</i> (Børg.) Børg. ^{6,7,11,22}	M	c,e,k

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>S. furcatum</i> Kütz. ²²	M	m
<i>S. hystrix</i> Ag. ^{6-9,19,20,22}	M	e,h,k
<i>S. natans</i> (L.) Gaillon ^{6,25}	M	k,m
<i>S. platycarpum</i> Mont. ^{7,8,25}	M	e,k,m
<i>S. polyceratium</i> Mont. ^{7-9,11,19,20,22,25}	M	c,h,k,m
<i>S. vulgare</i> Ag. ^{7,9,13,25}	M	e,h,m
<i>Turbinaria tricosata</i> Barton ^{6-8,11,22,38}	M	c,e,h,k
<i>T. turbinata</i> (L.) Kuntze ^{6,8,11,14,22,25}	M	h,k,m
Onslowiales		
<i>Onslowia endofitica</i> Searles et Leister ²⁵	M	m
Sphacelariales		
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Menegh. ¹¹	M	h
Xanthophyceae – Mischococcales		
<i>Characiopsis sphagnicola</i> Pasch. ^{2,4}	D	l
BACILLARIOPHYTA (99)		
Coscynodyscophyceae – Thalassiosirales		
<i>Cyclotella</i> cf. <i>atomus</i> var. <i>gracilis</i> Genkil et Kiss ^{1,4}	D	o
<i>C. litoralis</i> Lange-Bert. et Syvertsen ^{1,4}	D	o
<i>C. meneghiniana</i> Kütz. ^{1,4}	D	o
<i>C. striata</i> (Kütz.) Grun. ^{1,4}	D	o
<i>Cyclotella</i> sp. ^{2,4}	D	o
Melosirales		
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillw.) Ag. ^{1,4}	D	l
Biddulphiales		
<i>Terpsinoe musica</i> Ehren. ^{2,4}	D	l
Fragilariophyceae – Fragilariales		
<i>Fragilaria</i> cf. <i>famelica</i> (Kütz.) Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
<i>F. hialina</i> (Kütz.) Grun. ^{1,4}	D	l
<i>F. nanana</i> Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
<i>F. synegrotasca</i> Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
<i>F. ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitz. Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> Ehren. ^{1,4}	D	o
Licmophorales		
<i>Licmophora hyalina</i> (Kütz.) Grun. ^{1,3}	D	l
Bacillariophyceae – Eunotiales		

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>Eunotia camelus</i> Ehren. ^{1,4}	D	o
<i>E. cf. karenae</i> Metz. et Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
<i>E. flexuosa</i> (Bréb. ex Kütz.) Kütz. ^{1,4}	D	o
<i>E. maior</i> (Sm.) Rabenh. ^{1,4}	D	o
<i>E. monodon</i> Ehren. ^{1,4}	D	o
Mastogloiales		
<i>Mastogloia braunii</i> Grun. ^{1,4}	D	o
<i>M. lanceolata</i> Thw. ex Sm. ^{1,4}	D	o
<i>M. cf. smithii</i> Thw. ex Sm. ^{1,4}	D	o
<i>M. smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grun. ^{1,4}	D	o
<i>Mastogloia</i> sp. ^{1,4}	D	o
Cymbellales		
<i>Anomoneis sphaerophora</i> (Ehren.) Pfitzer ^{1,4}	D	o
<i>Cymbella affinis</i> Kütz. ^{1,4}	D	l
<i>Encyonema elginense</i> (Kramm.) Mann ^{1,4}	D	o
<i>E. evergladianum</i> Kramm. ^{1,4}	D	o
<i>E. silesiacum</i> (Bleisch) Mann ^{1,4}	D	o
<i>Encyonema</i> sp. 1 ^{1,4}	D	o
<i>Encyonema</i> sp. 2 ^{1,4}	D	o
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grun.) Kramm. ^{1,4}	D	o
<i>E. subminuta</i> Kramm. et Reich. ^{1,4}	D	o
<i>Gomphonema affine</i> Kütz. ^{1,4}	D	o
<i>G. angustatum</i> (Kütz.) Rabenh. ^{1,4}	D	o
<i>G. gracile</i> Ehren. ^{1,4}	D	o
<i>G. intricatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehren.) Cleve ^{1,4}	D	o
<i>G. macLaughlinii</i> Reich. ^{1,4}	D	o
<i>G. cf. vibriodes</i> Richardt et Lange-Bert. ^{1,4}	D	o
Achnanthes		
<i>Achnanthes temperei</i> Perag. ^{1,4}	D	l
<i>A. exiguum</i> (Grun.) Czarn. ^{1,4}	D	l,o
<i>A. neomicrocephalum</i> Lange-Bert. et Staab ^{2,4}	D	o
<i>Achnantheidium</i> sp. ^{2,4}	D	o
<i>Cocconeis placentula</i> Ehren. ^{1,4}	D	o
Naviculales		
<i>Brachysira estonarium</i> Witkow., Lange-Bert. et Metz. ^{1,4}	D	o
<i>B. cf. hofmanniae</i> Lange-Bert. ^{1,4}	D	o

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>B. neoexilis</i> Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	o
<i>B. procera</i> Lange-Bert. et Moser ¹⁻⁴	D	o
<i>Caponea caribbea</i> Podz. ¹⁻⁴	D	o
<i>Diploneis</i> cf. <i>elliptica</i> var. <i>tropica</i> Freng. ¹⁻⁴	D	o
<i>D. didyma</i> (Ehren.) Ehren. ¹⁻⁴	D	o
<i>D. oblongella</i> (Näg. ex Kütz.) Cleve-Euler ¹⁻⁴	D	o
<i>D. parma</i> Cleve ¹⁻⁴	D	o
<i>D. puella</i> (Schum.) Cleve ¹⁻⁴	D	o
<i>D. suborbicularis</i> (Greg.) Cleve ¹⁻⁴	D	l
<i>Diploneis</i> sp. 1 ¹⁻⁴	D	o
<i>Diploneis</i> sp. 2 ¹⁻⁴	D	o
<i>Haslea spicula</i> (Hickie) Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	l
<i>Navicella pusilla</i> (Grun.) Kramm. ¹⁻⁴	D	o
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. heimansioides</i> Kramm. et Reich. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. palestinae</i> Gerloff, Natour et Rivera ¹⁻⁴	D	o
<i>N. pseudocrassorostis</i> Hust. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. cf. radiosa</i> Kütz. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. subtilissima</i> Cleve ¹⁻⁴	D	o
<i>Navicula</i> sp. 1 ¹⁻⁴	D	o
<i>Navicula</i> sp. 2 ¹⁻⁴	D	o
<i>Parlibellus</i> sp. ¹⁻⁴	D	o
<i>Pinnularia divergens</i> Sm. ¹⁻⁴	D	o
<i>Pinnularia</i> sp. 1 ¹⁻⁴	D	o
<i>Pinnularia</i> sp. 2 ¹⁻⁴	D	o
<i>Plagiotropis</i> sp. ¹⁻⁴	D	o
<i>Pleurosigma</i> sp. ¹⁻⁴	D	o
<i>Proschkinia</i> sp. ¹⁻⁴	D	o
<i>Sellaphora laevissima</i> (Kütz.) Kramm. ¹⁻⁴	D	o
<i>Seminavis eulensteini</i> (Grun.) Danielidis, Ford et Kennett ¹⁻⁴	D	o
Thalassiophytales		
<i>Amphora corpulenta</i> var. <i>capitata</i> Temp. et Perag. ¹⁻⁴	D	o
<i>A. cymbifera</i> var. <i>heritierarum</i> Wachnicka et Gaiser ¹⁻⁴	D	o

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>A. ovalis</i> (Kütz.) Kütz. ¹⁻⁴	D	o
<i>A. pseudoproteus</i> Wachnicka et Gaiser ¹⁻⁴	D	o
<i>A. sulcata</i> (Bréb.) Cleve ¹⁻⁴	D	o
<i>Amphora</i> sp. 1 ^{2,4}	D	o
<i>Amphora</i> sp. 2 ^{2,4}	D	o
<i>Amphora</i> sp. 3 ^{2,4}	D	o
Bacillariales		
<i>Hantzschia vivacior</i> Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	o
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) Sm. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. denticula</i> Grun. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. lacunarum</i> Hust. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grun.) Hust. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. microcephala</i> Grun. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. palaea</i> (Kütz.) Sm. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. semirobusta</i> Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. serpentiraphe</i> Lange-Bert. ¹⁻⁴	D	o
<i>N. tubicola</i> Grun. ¹⁻⁴	D	o
<i>Nitzschia</i> sp. 1 ¹⁻⁴	D	o
<i>Nitzschia</i> sp. 2 ¹⁻⁴	D	o
<i>Tryblionella scalaris</i> (Ehren.) Siver et Hamilton ¹⁻⁴	D	o
Rhopalodiales		
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehren.) Müll. ¹⁻⁴	D	o
<i>Rhopalodia</i> sp. ^{1,2,3,4}	D	o
DINOPHYTA (30)		
Dinophyceae – Dinophysiales		
<i>Dinophysis siankanensis</i> Almazán et Hernández-Becerril ^{13,25}	M	i
<i>Sinophysis canaliculata</i> Quod et al. ^{5,11-13}	M	n
<i>S. microcephala</i> Nie et Wang ^{5,11-13}	M	n
Gonyaulacales		
<i>Coolia monotis</i> Meun. ^{5,11-13}	M	n
<i>Gambierdiscus belizeanus</i> Faust ^{5,11-13}	M	j,n
<i>G. toxicus</i> Adachi et Fukuyo ^{5,7,8,11-13,25}	M	j
<i>Gambierdiscus yasumotoi</i> Holmes ⁵	M	j
<i>Ostreopsis heptagona</i> Norris, Bomber et Balech ^{5,11-13}	M	n
<i>O. belizeanus</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>O. ovata</i> Fukuyo ^{5,11-13}	M	n

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>O. siamensis</i> Schm. ^{5,11-13}	M	n
<i>Pyrodinium bahamense</i> Plate ⁵	M	f
<i>Plagiodinium belizeanum</i> Faust et Balech ^{5,11-13}	M	n
Gymnodiniales		
<i>Amphidinium operculatum</i> Clap. et Lachm. ^{5,11-13}	M	n
Peridinales		
<i>Bysmatrum caponii</i> Faust et Steid. ^{5,11-13}	M	n
<i>B. subsalsum</i> (Ostenf.) Faust et Steid. ^{5,11-13}	M	n
Procentrales		
<i>Prorocentrum belizeanum</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>P. caribbaeum</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>P. compressum</i> (Bail.) Abé et Dodge ^{5,11-13}	M	n
<i>P. concavum</i> Fukuyo ^{5,11-13}	M	n
<i>P. elegans</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>P. emarginatum</i> Fukuyo ^{5,11-13}	M	n
<i>P. foraminosum</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>P. gracile</i> Schütt ^{5,11-13}	M	n
<i>P. hoffmanianum</i> Faufs ^{5,11-13}	M	n
<i>P. lima</i> (Ehren.) Stein ^{5,11-13}	M	n
<i>P. maculosum</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>P. mexicanum</i> Osorio-Tafall ^{5,11-13}	M	n
<i>P. ruetzlerianum</i> Faust ^{5,11-13}	M	n
<i>Prorocentrum</i> sp. ^{5,11-13}	M	n
EUGLENOPHYTA (6)		
Euglenophyceae – Euglenales		
<i>Euglena gasterosteus</i> Skuja ^{2,4}	D	l
<i>E. pascheri</i> Swirenko ^{2,4}	D	l
<i>E. simulacra</i> Walton ^{2,4}	D	l
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes ^{2,4}	D	l
<i>Trachelomonas abrupta</i> Svirenko ^{2,4}	D	l
<i>T. bernardi</i> Wolosz. ^{2,4}	D	l
CHLOROPHYTA (114)		
Clorophyceae – Chlamydomonadales		
<i>Carteria simplex</i> Pasch. ^{2,4}	D	l
<i>C. stellifera</i> Nygaard ^{2,4}	D	l
<i>Pandorina minodii</i> Chod. ¹⁻⁴	D	l

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>Polytoma uvella</i> Ehren. ¹⁻⁴	D	l
Sphaeropleales		
<i>Acutodesmus dimorphus</i> (Turp.) Tsarenko ^{2,4}	D	l
<i>Monoraphidium flexuosum</i> Kom. ¹⁻⁴	D	l
Sphaeropleales		
<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Kors. ex Kors. ¹⁻⁴	D	l
Ulvophyceae – Bryopsidales		
<i>Avrainvillea asarifolia</i> Børg. ¹⁹	M	c
<i>A. digitata</i> Littlet et Littler ^{13,25}	M	m
<i>A. levis</i> Howe ^{13,25}	M	m
<i>A. longicaulis</i> (Kütz.) Murr. et Boodle ^{7,8,10-12,14,16-18,25,35,38}	M	a,c,e,m
<i>A. nigricans</i> Dec. ^{7,8,11,12,16-18,25,30,38}	M	a,c,e,m
<i>A. rawsonii</i> (Dickie) Howe ^{7,8,10,11,13}	M	a,c,e
<i>Bryopsis halliae</i> Taylor ¹⁷	M	c,d
<i>Caulerpa cupressoides</i> (West) Ag. ^{7,8,11,13}	M	c,e
<i>C. cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i> Web. Bosse ²⁹	M	m
<i>C. cupressoides</i> var. <i>mamillosa</i> (Mont.) Web. Bosse ^{7,8,11,13}	M	c
<i>C. cupressoides</i> var. <i>turneir</i> Web. Bosse ^{11,13}	M	c
<i>C. mexicana</i> Sond. ex Kütz. ^{8,11,13,18,29}	M	b,c,e,m
<i>C. paspaloides</i> (Bory) Grev. ^{7,8,13,16,25}	M	c,e,m
<i>C. paspaloides</i> var. <i>laxa</i> Web. Bosse ^{18,29,35}	M	m
<i>C. peltata</i> Lamour. ¹³	M	c
<i>C. prolifera</i> (Forssk.) Lamour. ^{8,11,13}	M	c,e
<i>C. prolifera</i> f. <i>obovata</i> (Forssk.) Ag. ^{11,13}	M	c
<i>C. racemosa</i> (Forssk.) Ag. ^{6-8,13,17,18,27}	M	a,b,c,e,k
<i>C. racemosa</i> var. <i>clavigera</i> (Turn.) Web. Bosse ⁷	M	c
<i>C. racemosa</i> var. <i>macrophysa</i> (Sond. ex Kütz.) Taylor ^{7,13}	M	c
<i>C. racemosa</i> var. <i>peltata</i> (Lamour.) Eubank ⁷	M	c
<i>C. sertularioides</i> (Gmel.) Howe ^{7,17,18,25,29}	M	b,c,e,m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>C. sertularioides</i> f. <i>brevipes</i> (Ag.) Sved. ^{13,16,17}	M	c
<i>C. sertularioides</i> f. <i>farlowii</i> (Web. Bosse) Børg. ^{29,35}	M	c,m
<i>C. sertularioides</i> f. <i>longiseta</i> (Bory) Sved. ^{7,13,25}	M	c,e,m
<i>C. verticillata</i> Ag. ^{8,10,11,13}	M	a,c,e
<i>Caulerpa</i> sp. ⁶	M	k
<i>Caulerpella ambigua</i> (Okamura) Prud'Homme et Lokhorst ^{7,13}	M	c,e
<i>Cladocephalus luteofuscus</i> (Crouan et Crouan) Børg. ^{12,19}	M	c
<i>Codium decorticans</i> (Woodw.) M. Howe ⁷	M	c,e
<i>Halimeda gracilis</i> Harv. ex Ag. ¹⁷	M	m
<i>H. incrassata</i> (Ellis) Lamour. ^{7,8,11-13,16-19,25,29-31,35}	M	a,c,e,m
<i>H. monile</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ^{7,8,11-17,19,23,25,31,35}	M	a,c,e,m
<i>H. opuntia</i> (L.) Lamour. ^{7,8,11,13,14,17,19,23,25,29,30,35}	M	a,c,e,m
<i>H. scabra</i> Howe ^{7,8,11,14,15,17-19,25,29}	M	a,c,e,m
<i>H. simulans</i> Howe ¹³	M	l
<i>H. tuna</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ^{8,17,19,29}	M	c,e,m
<i>Halimeda</i> sp. ⁶	M	k
<i>Penicillus capitatus</i> Lam. ^{7,8,11-18,23,25,29-31,34,35,37,40}	M	a,c,e,m
<i>P. dumetosus</i> (Lamour.) Blainv. ^{7,8,11,13,17-19,29,36,38}	M	c,e,m
<i>P. lamourouxii</i> Dec. ^{7,8,10,11,14,15,17-19,25,30,35}	M	a,c,e,m
<i>P. pyriformis</i> Gepp et Gepp ^{8,10,11,15,17,18,23,25,29,31,35}	M	a,c,e,m
<i>Rhipilia tomentosa</i> Kütz. ^{8,11,18,19,25}	M	c,e,m
<i>Rhipocephalus oblongus</i> (Dec.) Kütz. ^{7,8,11,19,25}	M	c,e
<i>R. phoenix</i> (Ellis et Sol.) Kütz. ^{11,18,25,31}	M	e,m
<i>R. phoenix</i> f. <i>brevifolius</i> Gepp et Gepp ^{7,17,25}	M	e,m
<i>R. phoenix</i> f. <i>longifolius</i> Gepp et Gepp ^{7,11,19,25,31}	M	c,e,m
<i>Trichosolen duchassaingii</i> (Ag.) Taylor ¹⁸	M	b
<i>Udotea caribaea</i> Litter et Litter ²³	M	m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>U. conglutinata</i> (Ellis et Sol.) Lamour. ^{7,8,11,18,25}	M	c,e,m
<i>U. cyathiformis</i> Dec. ¹³	M	l
<i>U. cyathiformis</i> f. <i>sublittoralis</i> (Taylor) Litter et Littler ^{8,11-13,18,19}	M	c,e,m
<i>U. dicionii</i> Litter et Litter ¹⁸	M	m
<i>U. flabellum</i> (Ellis et Sol.) Howe ^{7,8,11-13,16-19,29-31}	M	a,c,e,m
<i>U. looensis</i> Litter et Litter ²⁵	M	m
<i>U. luna</i> Litter et Litter ^{25,35}	M	m
<i>U. occidentalis</i> Gepp et Gepp ^{8,29}	M	e,m
<i>U. wilsonii</i> Gepp, Gepp et Howe ^{15,17,18,25,31}	M	m
<i>Udotea</i> sp. ³⁷	M	b
Dasycladales		
<i>Acetabularia caliculus</i> Lamour. ¹³	M	g,m
<i>A. crenulata</i> Lamour. ^{7,10,13-15,18,19,23,25,34-36,38,40}	M	a,b,c,e,g,m
<i>Batophora oerstedii</i> Ag. ^{10,11,13-15,18,19,23,30,34-38,40}	M	a,e,m
<i>B. occidentalis</i> var. <i>largoensis</i> (Prince et Baker) Berger et Kaever ^{15,25,35,40}	M	m
<i>Cymopolia barbata</i> (L.) Lamour. ^{25,29,31}	M	m
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scop.) Krasser ^{6,8,11,15,28,29}	M	c,e,k,m
<i>Neomeris annulata</i> Dickie ^{7,11,29}	M	c,e,m
<i>Parvocaulis pusillus</i> (Howe) Berger et al. ^{13,29}	M	m
Cladophorales		
<i>Aegagropila linnaei</i> Kütz. ¹³	M	e,m
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulf.) Ag. ^{7,8,14,15,25,34,36-38,40}	M	a,c,e,m
<i>Boodlea composita</i> (Harv.) Brand ^{13,14}	M	a,l
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillw.) Kütz. ¹¹	M	c
<i>C. gracilis</i> Kütz. ^{25,29}	M	m
<i>C. linum</i> (Müll.) Kütz. ^{7,8,15}	M	c,e,m
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz. ^{17,18,25,29,35}	M	m
<i>C. catenata</i> (L.) Kütz. ^{7,8,10,11,15,17,18,25,27,29,31,35,40}	M	a,e,m
<i>C. crispula</i> Vickers ²⁵	M	m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>C. jongiorum</i> Hoek ¹³	M	d,e
<i>C. montagneana</i> Kütz. ²⁹	M	m
<i>C. sericea</i> (Huds.) Kütz. ^{11,40}	M	e,m
<i>C. vagabunda</i> (L.) Hoek ^{11,38}	M	a,c,e
<i>Cladophora</i> sp. ⁶	M	k
<i>Cladophoropsis macromeres</i> Taylor ^{6-8,14,17,25,35,40}	M	a,c,e,k,m
<i>C. membranacea</i> (Bang ex Ag.) Børg. ^{7,8,11,25,28,38,40}	M	c,e,m
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Forssk.) Børg. ^{6-8,10-18,25,35,40}	M	a,c,e,k,m
<i>D. ocellata</i> (Howe) Olsen- Stojkovich ^{7,8,11,13,15,17-19,25,27}	M	c,e,m
<i>D. versluysii</i> Web. Bosse ^{11,30}	M	a,e
<i>Ernodesmis verticillata</i> (Kütz.) Børg. ¹¹	M	c,e
<i>Petrosiphon adhaerens</i> Howe ^{7,8,27}	M	c,e
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harv. ^{21,29}	M	c,m
<i>Rhizoclonium</i> sp. ³⁶	M	b
<i>Siphonocladus rigidus</i> Howe ^{11,15,18,27,35,40}	M	c,d,e,m
<i>S. tropicus</i> (Crouan et Crouan) Ag. ³⁷	M	c,d
<i>Valonia aegagropila</i> Ag. ^{8,11,15,18,25}	M	c,e,m

Grupo/Especie	TA	Referencia
<i>V. macrophysa</i> Kütz. ^{6,11,13,16,19,25,35,40}	M	c,e,k,m
<i>V. utricularis</i> (Roth) Ag. ^{11,25,35,40}	M	c,m
<i>V. ventricosa</i> Ag. ^{6-8,10,11,13,14,18,19,25,30,31}	M	a,c,e,k,m
Ulvales		
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Nees ^{13,25}	M	b,c,m
<i>E. flexuosa</i> (Wulf.) Ag. ^{12,13,18,36}	M	b,c
<i>Ulva compressa</i> L. ^{29,31}	M	m
<i>U. fasciata</i> Delile ^{16,17}	M	c
<i>U. lactuca</i> L. ¹⁷	M	c
<i>U. rigida</i> Ag. ¹¹	M	c,m,e
<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) Nielsen, O'Kelly et Wysor ^{17,23,25,40}	M	c,m
<i>Phaeophila dendroides</i> (Crouan et Crouan) Batt. ^{15,18,23,25,29,35}	M	m
Ulotrichales		
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thur. in Le Jol. ²⁹	M	m
Trebouxiophyceae		
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm. ^{2,4}	D	l
<i>C. smithii</i> (Bourr. et Manguin) Kom. ¹⁻⁴	D	l

Los números después de las autoridades taxonómicas indican los sitios de ocurrencia (ver Figura 3). Tipo de ambiente (TA): M= marino, D= agua dulce. Referencia: a. Taylor, 1972; b. Inclán, 1989; c. Aguilar Rosas, 1990; d. Aguilar Rosas et al., 1992; e. Aguilar Rosas et al., 1998; f. Gómez Aguirre, 1998; g. Keeney, 1999; h. Díaz Martín y Espinoza Ávalos, 2000; i. Almazán y Hernández Becerril, 2002; j. Hernández Becerril y Almazán, 2004; k. Fikes et al., 2007; l. Vázquez Lule et al., 2009; m. Acosta, 2011; n. Almazán et al., 2012; o. La Hée y Gaiser, 2012.

La ficoflora de RBSK fue similar a la registrada en otros sistemas acuáticos de Quintana Roo. Representa el 70.0% de las especies de macroalgas conocidas para las costas del Caribe Mexicano (Pedroche y Sentfies, 2003) y el 39.1% de los taxa dulceacuícolas reportados para los sistemas acuáticos epicontinentales de Quintana Roo (Novelo y Tavera, 2011), lo que sugiere que la Reserva es un área extraordinariamente rica en especies de algas.

El dominio de taxa marinos fue reflejo del esfuerzo (ca. 14 estudios) realizado en los sistemas acuáticos marinos de la RBSK en relación con los ambientes continentales (un trabajo). Sin

embargo, en términos de riqueza, los sistemas dulceacuícolas fueron tan o más diversos que los marinos; en este sentido, 2 de 5 sitios con una riqueza mayor a las 100 especies correspondieron a ecosistemas acuáticos continentales. Esto deja de manifiesto que las algas dulceacuícolas demandan mayores esfuerzos para futuras investigaciones, además de que el número de especies de algas verde-azules, verdes, euglenofitas, dinoflagelados y diatomeas está subestimado (Nava Ruiz y Valadez, 2012; Valadez y Hernández, 2012).

De especial utilidad sería la elaboración de monografías taxonómicas de algas de agua



Figura 2. Panorámica de los sistemas acuáticos de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an. Fotografía de Amigos de Sian Ka'an.

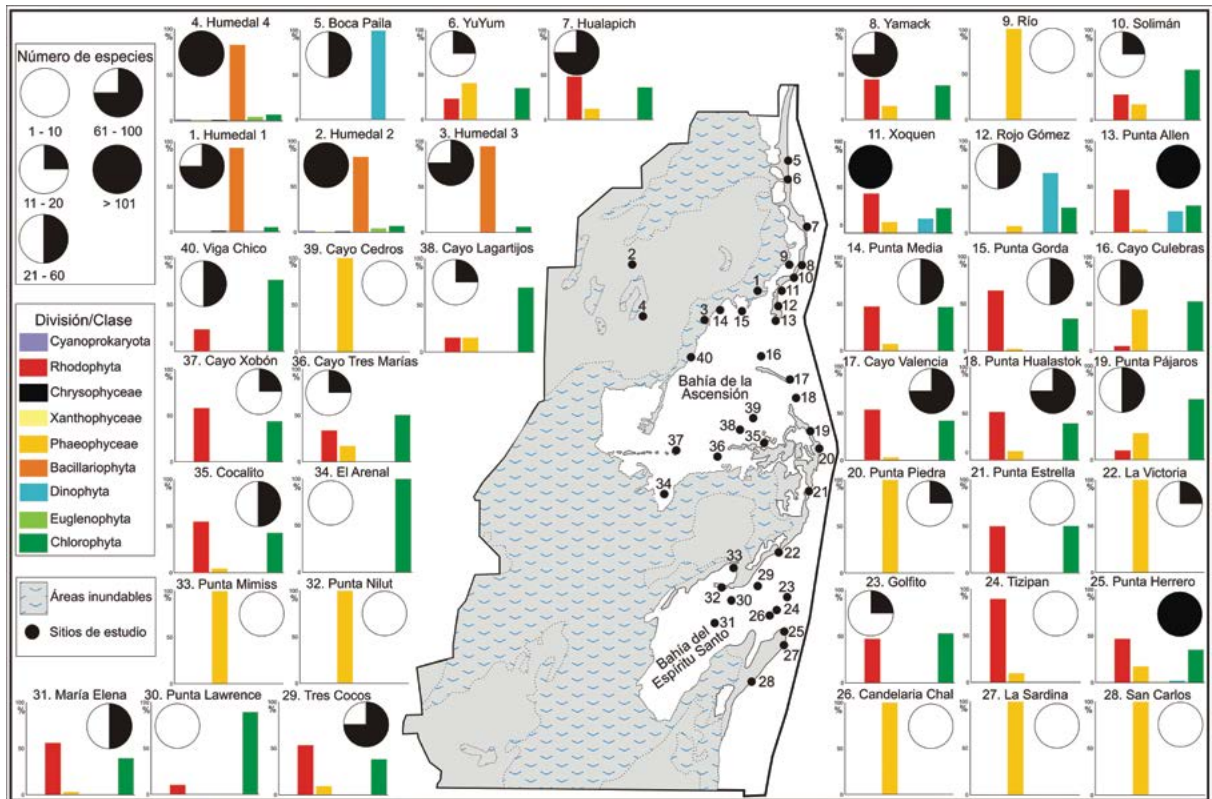


Figura 3. Riqueza y contribución porcentual de los grupos de algas en 40 sitios de la RBSK. Los círculos indican la riqueza de especies y las gráficas la abundancia relativa de cada grupo.

dulce, con particular énfasis en las verde-azules, verdes y diatomeas, dado que muchas de sus especies son potenciales indicadores biológicos del estado de salud de los sistemas acuáticos de la región (La Héé y Gaiser, 2012; Valadez et al., 2013).

CONCLUSIONES

El presente trabajo representa el primer listado actualizado de algas dulceacuícolas y marinas para la RBSK y constituye una referencia útil para el programa de Análisis de Integridad Ecológica, así como para futuros trabajos de carácter ecológico y biogeográfico a escala regional y nacional.

La RBSK mantiene una ficoflora de alta riqueza, con el predominio de las algas rojas (172

especies), verdes (114 especies) y diatomeas (99 especies), de potencial utilidad en: 1) monitoreo de los sistemas acuáticos de la reserva, 2) evolución de los efectos de las actividades humanas sobre dichos sistemas, 3) planificación y manejo sustentable de los ecosistemas acuáticos y 4) conservación de su biodiversidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico de los Proyectos CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 y CONABIO-JF012 para el desarrollo del presente trabajo; a la Sociedad Civil Amigos de Sian Ka'an por la fotografía panorámica de la Reserva; a Felipe Ángel Omar Ortiz, Yadira Gómez y Ángel Moreno de la CONANP, por su disponibilidad y apoyo. Asimismo, a los árbitros anónimos por sus constructivos comentarios que enriquecieron el trabajo.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA CALDERÓN, J. A. *Variación espacio temporal de algas marinas bénticas (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae) durante 2008-2009, en la Bahía Ascensión y Espíritu Santo en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo*. Tesis de Licenciatura. Biología Marina. México: Universidad del Mar, Oaxaca, 2011.
- AGUILAR ROSAS, L. E., AGUILAR ROSAS, M. A., GÓMEZ PEDROSO CEDILLO, A., FERNÁNDEZ PRIETO, J. A. Adiciones a la flora marina del Caribe mexicano. *Acta Botánica Mexicana*, 19: 77-84, 1992.
- AGUILAR ROSAS, M. A. Algas marinas bentónicas de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. En: NAVARRO, D.; ROBINSON, J. G. (Eds.), *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an Quintana Roo*, pp. 13-34, Chetumal, Quintana Roo, México: CIQRO (Centro de Investigaciones de Quintana Roo)-MAB (Programa sobre el Hombre y la Biósfera) de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), 471 pp., 1990.
- AGUILAR ROSAS, M. A., AGUILAR ROSAS, L. E., AGUILAR ROSAS, R. Algas marinas de la región central de Quintana Roo, México. *Polibotánica*, 7: 15-32, 1998.
- ALMAZÁN BECERRIL, A., HERNÁNDEZ BECERRIL, D. U., *Dinophysis siankanensis*, a new species of planktonic dinoflagellate (Dinophyceae) from the Mexican Caribbean Sea. *Phycologia*, 41(4): 374-381, 2002.
- ALMAZÁN BECERRIL, A., ROSILES GONZÁLEZ, G., ESCOBAR MORALES, S., RODRÍGUEZ PALACIOS, M., HERNÁNDEZ BECERRIL, D. U. *Dinoflagelados bentónicos del Arrecife Mesoamericano: Caribe Mexicano*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Unidad de Ciencias del Agua. Informe final. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (SNIB-CONABIO). Proyecto No. HJ033, México, D.F., 2012.
- ANAGNOSTIDIS, K., KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3-Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie/Supplement band 80. Algological Studies*, 50-53: 327-472, 1988.
- CEPEDA GONZÁLEZ, M. F., LASCH, T., ORTIZ, A. O., URSÚA, F. E., MEREDIZ, G., FRANQUESA, A., BERMÚDEZ, D. M., MORALES, J. A., REZA, M. *Programa de Monitoreo del Plan de Conservación del Complejo Sian Ka'an*. Mérida, Yucatán, México: The Nature Conservancy-CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas)-Amigos de Sian Ka'an, A.C.-United States Agency for International Development, 2007.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Reserva de la Biósfera Arrecifes de Sian Ka'an y Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil*. Borrador para consulta pública. México: Autor, 2007.
- DÍAZ MARTÍN, M. A., ESPINOZA ÁVALOS, J. Distribution of brown seaweeds (Phaeophyta) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 66(2): 279-289, 2000.

- FENSOME, R. A., TAYLOR, F. J. R., NORRIS, G., SARJEANT, W. A. S., WHARTON, D. I., WILLIAMS, G. L. *A Classification of Living and Fossil Dinoflagellates*. Hanover, Pennsylvania: Sheridan Press, 351 pp., 1993.
 - FIKES, R. L., SMITH, L. C., LEHMAN, R. L. Characterization of a High Energy Macroalgal Community in Quintana Roo, Mexico Using Digital Image Analysis. *The Texas Journal of Science*, 59(2): 103-112, 2007.
 - GÓMEZ AGUIRRE, S. First record of *Pyrodinium bahamense* (Dinoflagellata) in brackish waters of the Mexican Caribbean coast. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México (UNAM), Serie Zoológica*, 69: 121-123, 1998.
 - HERNÁNDEZ BECERRIL, D. U., ALMÁZAN BECERRIL, A. Especies de dinoflagelados del género *Gambierdiscus* (Dinophyceae) del Mar Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 52(1): 77-87, 2004.
 - INCLÁN RIVADENEYRA, R. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas*, 15(1): 1-20, 1989.
 - KEENEY, T. S. *Coral reef macroalgae in northern Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico*. M. S. Thesis. Biology Program, Texas A&M University-Corpus Christi, 1999.
 - KOMÁREK, J., ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1 Teil: Chroococcales. In: ETTS, H., GÄRTNER, G., HEYNIG, H., MOLLENHAUER, D. (Eds.), *Subwasserflora von Mitteleuropa, 19/1*. Gustav Fischer Verlag Jena, 548 pp., 1999.
 - LA HÉE, J. M., GAISER, E. E. Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in the Everglades and three tropical karstic wetlands. *Freshwater Science*, 31(1): 205-221, 2012.
 - MARÍN, B., PALM, A., KLINGBERG, M., MELKONIAN, M. Phylogeny and taxonomic revision of plastid-containing euglenophytes based on SSU rDNA sequence comparisons and synapomorphic signatures in the SSU rRNA secondary structure. *Protist*, 54: 99-145, 2003.
 - NAVA RUIZ, V. M., VALADEZ, F. Flora planctónica de Laguna Lagartos, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 561-582, 2012.
 - NOVELO, E., TAVERA, R. Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México. *Hidrobiológica*, 21(3): 333-341, 2011.
 - OLMSTED, I., DURÁN, R. Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la reserva Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Biótica*, 11(3): 151-179, 1986.
 - PEDROCHE, F. F., SENTÍES, A. Ficología marina mexicana. Diversidad y problemática actual. *Hidrobiológica*, 13(1): 23-32, 2003.
 - RAMSAR. Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar). Ficha Informativa de los humedales Sian Ka'an. Ramsar, 17 pp., 2003.
 - ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M., MANN, D. G. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, 747 pp., 1990.
 - TAYLOR, W. R. Marine algae of the Smithsonian-Bredin expedition to Yucatan. 1960. *Bulletin of Marine Science*, 22: 34-44, 1972.
 - VALADEZ, F., HERNÁNDEZ, L. M. Diatomeas perifíticas de Laguna Lagartos, Akumal, Quintana Roo. En: Sánchez A. J., Chiappa Carrara, X., Brito Pérez, R. (Eds.), *Recursos Acuáticos Costeros del Sureste. Vol I*, pp. 147-149, México: CONCIYTEY (Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán)-UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), 2012.
 - VALADEZ, F., ROSILES GONZÁLEZ, G., ALMAZÁN BECERRIL, A., MERINO IBARRA, M. Planktonic Cyanobacteria of the tropical karstic lake Lagartos from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2): 971-979, 2013.
 - VÁZQUEZ LULE, A. D., DÍAZ GALLEGOS, J. R., ADAME, M. F. Caracterización del sitio de manglar Sian Ka'an. Anexo 3: Listado de algas, hongos y plantas presentes en Sian Ka'an, Quintana Roo. En: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. México, D. F.: CONABIO, 2009.
- De páginas electrónicas**
- GUIRY, M. D., GUIRY, G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. De: <http://www.algaebase.org>, 10 may. 2013.
 - SMN (Servicio Meteorológico Nacional). *Temperatura y precipitación*. De: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/climatologia.html>, 18 may. 2010.

Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal

Deterioration in natural protected areas of central Mexico
and the Transversal Neo-volcanic Axis

Víctor Javier Arriola Padilla^{1*}, Emma Estrada Martínez², Alfredo Ortega-Rubio³,
Ramiro Pérez Miranda¹, Adriana Rosalía Gijón Hernández¹

Arriola Padilla, V. J.; Estrada Martínez, E.; Ortega-Rubio, A.; Pérez Miranda, R.; Gijón Hernández, A. R., Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 37-49, 2014.

RESUMEN

Las áreas naturales protegidas (ANP) de México han sido seriamente afectadas por diversos factores. En el presente trabajo se sintetizan y analizan los principales problemas que conllevan el deterioro de los ecosistemas de 35 áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal o Eje Volcánico Transmexicano. En las áreas naturales de carácter federal en esta región se detectó que los principales problemas han sido la explotación desmedida de los recursos naturales, contaminación, cambio de uso de suelo, introducción de especies exóticas, incendios, plagas y enfermedades forestales. Debido a lo anterior es indispensable que una vez detectados y enumerados los problemas arriba mencionados que enfrentan las ANP se proceda a valorar y estimar los alcances y repercusiones de cada conflicto con el propósito de contar con los elementos necesarios para diseñar las estrategias específicas de atención y solución de los mismos.

Palabras clave: biodiversidad, bosques, contaminación, incendios forestales, tala.

Keywords: biodiversity, forests, pollution, wildfires, logging.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 27 de enero de 2014

¹ Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

² División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

³ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

* Autor para correspondencia: arriola.victor@inifap.gob.mx

ABSTRACT

Natural protected areas (NPAs) in Mexico have been severely affected by different factors. In this paper we summarize and analyze the major problems that lead to the deterioration of the ecosystems of 35 protected areas of Central Mexico and the Transversal Neo-volcanic Axis or Volcanic Axis. In this region we detected that the main problems are: the excessive use of natural resources, pollution, land use change, introduction of exotic species, fire, pest forest, pests and diseases. Because of this, it is essential that once detected and listed the problems above faced by NPAs, we proceed to evaluate and assess the scope and impact of each conflict in order to have the necessary elements to design specific strategies attention and solving them.

INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas (ANP) que se ubican en el Eje Neovolcánico Transversal o Faja Volcánica Transmexicana se localizan en un conjunto de cordilleras y volcanes de diferentes edades alineados sobre una franja que cruza el territorio mexicano desde el oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) al este (Sierra de Chinconquiaco, Veracruz), alrededor del paralelo 19 °N (Espinosa y Ocegueda, 2007) (Figura 1).

Actualmente en esta zona a la Dirección Regional de Centro y Eje Neovolcánico de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) le corresponden el manejo y, en

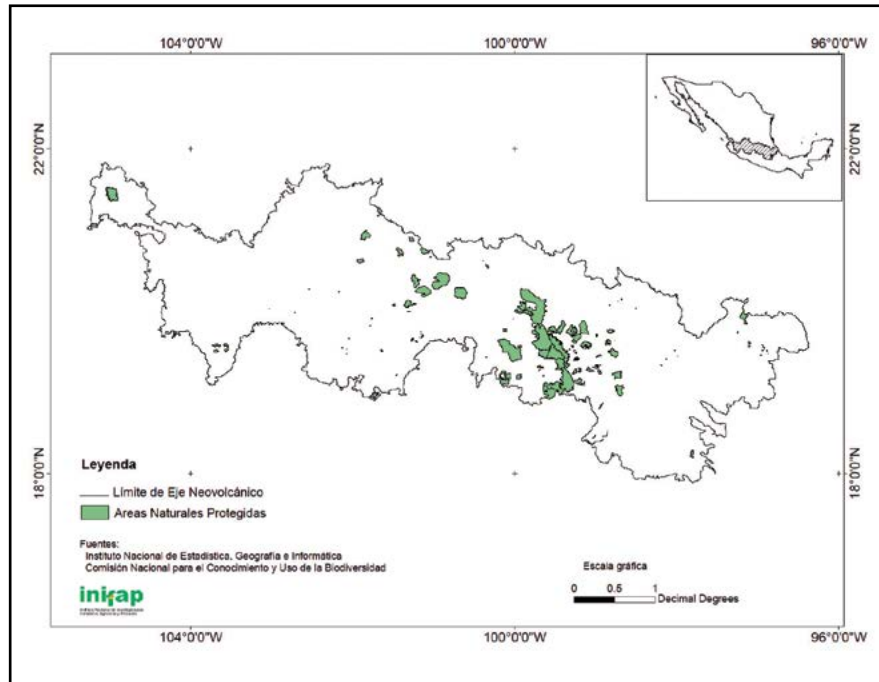


Figura 1. Distribución de las ANP del centro de México y Eje Neovolcánico Transversal.

su caso, la supervisión de cinco reservas de la biósfera, 26 parques nacionales, tres áreas de protección de flora y fauna y un área de protección de recursos naturales (Vargas, 1997; CONANP-SEMARNAT, 2012).

Esta área es muy compleja en origen y ambiente e incluye 30 subtipos climáticos, los cuales varían desde secos a muy húmedos y de muy cálidos a muy fríos, representados en siete grupos: A. Climas cálidos húmedos y subhúmedos; (A) C. Climas semicálidos húmedos y subhúmedos; B. Climas secos; C. Climas templados húmedos y subhúmedos; Cb'. climas semifríos húmedos y subhúmedos; E(T)H. Climas fríos de altura y E(F)H. Climas muy fríos de altura (Hernández y Carrasco, 2007).

Debido a estas condiciones climáticas casi todos los tipos de vegetación están presentes, aunque predominan los bosques de coníferas (31%) y de encino (28%). El resto está conformado por pastizales, matorrales subalpinos, bosques mesófilos (en áreas de cañadas), vegetación ribereña y tierras urbanas y de cultivo (Espinosa y Ocegueda, 2007).

Mittermeier y Goettsch (1992) señalan que los bosques templados de *Pinus-Quercus* de México

son los más diversos del planeta, pues en ellos se puede encontrar la mayor riqueza de pinos (55 especies) y encinos (138 especies), de los cuales el 85% y 70%, respectivamente, son endémicos del país. Aunado a esto, el relieve, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas han colocado a este tipo de ambientes entre los preferidos para el establecimiento y la realización de actividades productivas. En México se estima que entre el 37% y 67% de la superficie original de estos bosques ha sido transformada. Sin embargo, y a pesar de la importancia biológica y económica de esta zona, estos son los ecosistemas que más han sido alterados y por tanto se encuentran entre los más amenazados del país (Rzedowski, 1978; Toledo y Ordóñez, 1993).

En los parques nacionales del centro de México existen condiciones de afectación severa de salud forestal, derivadas principalmente de actividades humanas como aprovechamientos ilegales, cambios de uso de suelo, incendios, sobrepastoreo, exceso de contaminantes atmosféricos y extracción excesiva de suelo y agua (Cibrián y Cibrián, 2007).

Otra de las principales razones del deterioro ecológico rápido de muchas ANP y su entorno es el avance de la frontera agrícola hacia

regiones antaño prácticamente despobladas por condiciones climáticas, edafológicas o geomorfológicas; es decir que por la necesidad se tuvieron que ocupar a pesar de no ser favorables (Torres, 2001).

Por lo anteriormente expuesto y dada la importancia de las ANP el objetivo del presente trabajo es dar a conocer los principales agentes de deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y Eje Neovolcánico Transversal a través de la información disponible de los programas de manejo e información especializada, con el fin de que estas problemáticas sean consideradas en la toma de decisiones de los responsables de las mismas y de la comunidad científica para su conservación.

El presente escrito no pretende ser una revisión exhaustiva del tema, sino presentar la información general accesible y básica acerca de las ANP de México y sus posibles criterios de evaluación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sintetizó la información de programas de manejo, fichas técnicas, información y literatura especializada sobre los principales agentes biológicos, ecológicos y sociales que contribuyen al deterioro de cinco reservas de la biósfera, 26 parques nacionales, tres áreas de protección de flora y fauna y un área de protección de recursos naturales de competencia de la Federación ubicados dentro del centro de México y Eje Neovolcánico Transversal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reservas de la Biósfera:

Barranca de Metztitlán. Ubicada en los municipios de Acatlán, Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Huesca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín de Metzquitlán y Zacualtipán de Ángeles, en el estado de Hidalgo (CONANP-SEMARNAT, 2013a). Dentro de esta zona una de los principales problemas es el uso excesivo de productos agroquímicos, los cuales han reducido la calidad del agua y afectado los ecosistemas acuáticos, como la vegetación ribereña. Entre otros factores que se han detectado destacan el sobrepastoreo, extracción ilegal de cactus, agaves, henos y orquídeas, tala clandestina

de especies arbóreas, aprovechamiento local de plantas y animales, incendios, apertura de caminos y brechas, establecimiento de poblados e introducción de especies (CONANP-SEMARNAT, 2003). La vegetación predominante es bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, mezquitil, selva caducifolia y vegetación inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013a).

Sierra de Huautla. Reserva ubicada en los municipios de Amacuzac, Jojutla, Puente de Ixtla, Tepalcingo, Tlaquiltenango en el estado de Morelos (CONANP-SEMARNAT, 2013b). La Selva baja caducifolia de la reserva ha sufrido una intensa explotación histórica, ya que una docena de comunidades dependen directa o indirectamente del área. Debido a esto se ha detectado tala para la venta de madera o leña y un incremento en la cacería. Otros factores de deterioro han sido el cambio de uso de suelo, la contaminación de suelo y ríos, incendios forestales, expansión de frontera agrícola, ganadería extensiva, erosión y degradación de suelos (CONANP-SEMARNAT, 2005a; CONANP-SEMARNAT, 2013b). Aparte de la selva también se tiene Bosque de encino y vegetación inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013b).

Tehuacán-Cuicatlán. Abarca 31 municipios del estado Oaxaca y 21 en Puebla. En esta zona se priorizan las amenazas a diferentes sistemas ambientales; sin embargo, todas indican que los principales problemas son el cambio de uso de suelo, el saqueo de especies, el crecimiento urbano, desarrollo de infraestructura vial, plagas y enfermedades e incendios forestales, entre otros. La vegetación presente es bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, mezquitil, selva caducifolia e inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013c; CONANP-SEMARNAT, 2013d).

Sierra Gorda. Reserva ubicada en los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Penamiller y Pinal de Amoles, en el estado de Querétaro. Uno de los principales problemas en esta región es la basura generada por cinco municipios de la zona y que se deposita en rellenos que no operan debidamente o en tiraderos a cielo abierto. Por otra parte, la deforestación debida a incendios forestales, los cambios de usos de suelo, plagas y tala clandestina han sido factores para la pérdida

de áreas con vocación forestal (CONANP-SEMARNAT, 1999). Los tipos de vegetación son: bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, selva caducifolia, selva perennifolia y vegetación inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013e).

Sierra Gorda de Guanajuato. Ubicada en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Carina, Victoria y Xichu. La explotación no planificada de los recursos forestales (maderables y no maderables), así como la contaminación del suelo y agua son los principales agentes de deterioro de la zona. La vegetación está constituida por bosque de coníferas, bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal, selva caducifolia e inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013f).

Parques Nacionales:

Cerro de la Estrella. Ubicado al sureste de la Ciudad de México. En la actualidad no presenta ningún ecosistema natural. Los problemas que contribuyen a su deterioro son invasiones (crecimiento de la mancha urbana), litigios, incendios con motivos agrícolas y contaminación (Vargas, 1984). Con una superficie de 1,092.7 hectáreas, solamente 41 hectáreas (3.8%) son de bosque artificial (reforestación) que consiste de *Eucalyptus* y otras especies clásicas de reforestación, como *Pinus patula* o *P. radiata* (Vargas, 1997). Actualmente sólo quedan poco más de 113 ha como remanente de las áreas verdes, menos del 10% de la superficie original (García, 2010).

Cerro de las Campanas. Parque urbano ubicado en el municipio de Querétaro, Querétaro. No se tienen registros sobre la problemática de esta área y a su vez no se cuenta con un programa de conservación y manejo. La vegetación inducida mediante reforestación se encuentra en una superficie mínima de dos ha de las 58 que lo conforman, con 20 especies de árboles y 41 especies de plantas de ornato, entre ellas: eucalipto, casuarina, jacaranda, tepehuaje, mezquite, palma, zapote, fresno, garambullo, thuya dorada, *Ficus* sp., ocotillo, cotoñax, yuca, fraile y aguacate, entre otros (Vargas, 1997).

Cumbres del Ajusco. El Parque Nacional se encuentra ubicado en el Distrito Federal, en la Delegación Tlalpan. Los principales problemas que han causado pérdida del ecosistema son los litigios, incendios, plagas, sobrepastoreo, tala,

erosión y cacería. Otro factor que ha producido un fuerte deterioro en la localidad es el exceso de contaminantes volátiles producidos por las fábricas de la Cuenca de México, así como los gases que despiden los autos y camiones. Su superficie se redujo en 68,830 ha; equivalente al 98.7% del total original que era de 69,750 ha, actualmente se reconoce una superficie de 920 ha (Vargas, 1984).

Desierto de los Leones. Este Parque Nacional se encuentra ubicado en el Distrito Federal; la mayor parte en Cuajimalpa de Morelos y en Álvaro Obregón, y otra en la porción sur oriental (Vargas, 1997). Presenta un severo deterioro de sus recursos naturales, debido principalmente a factores relacionados con su colindancia con la zona urbana de la Ciudad de México, entre ellos la contaminación. Asimismo, la falta de políticas claras y sustentables de protección, restauración y uso del Parque ocasiona una alteración en el ecosistema. Los principales factores del declinamiento de la zona, aparte del antes mencionado, son: la falta de manejo de la vegetación forestal que causa la presencia de un arbolado viejo y sin regeneración (declinación forestal), presencia de incendios forestales, extracción desordenada de agua en las partes altas, falta de atención de procesos erosivos, presencia e incremento de fauna feral, recreación desordenada y creciente práctica de deportes extremos de alto impacto en áreas frágiles del Parque, introducción de especies no nativas de plantas, indefinición de procesos legales respecto a la tenencia de la tierra e inoportuna resolución de los trámites legales para la atención de contingencias. Por otra parte, la construcción y mantenimiento de caminos, la apertura de brechas cortafuego y otras labores de protección han tenido impacto directo sobre la vegetación (CONANP-SEMARNAT, 2006a; Cibrián y Cibrián, 2007). En esta área predomina el bosque de coníferas representado por comunidades de *Abies religiosa* puras o mezcladas y de *Pinus hartwegii* (Vargas, 1997).

Desierto del Carmen. Se encuentra en el Municipio de Tenancingo, Estado de México. Se presentan cambio de uso del suelo, de forestal a agrícola, pastoreo, cacería furtiva, generación de basura por los visitantes, incendios forestales, tala clandestina y carencia de servicios sanitarios cuando llega demasiada gente a la fiesta del convento. Los recursos naturales se encuentran en un proceso de degradación paulatina: uso agrícola, el agua para consumo doméstico,

así como la extracción clandestina de madera (Vargas, 1997). La zona arbolada de este parque está formada por bosques de pino (*Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus*, principalmente), mezclados de diferente manera, de acuerdo con la altitud y la exposición del terreno, con encinos (*Quercus* sp.) y algunas otras latifoliadas como el madroño (*Arbutus glandulosa*) y el fresno (*Fraxinus* sp.); ocasionalmente se encuentra el cedro blanco (*Cupressus benthamii*) y como arbolado de alineación muy antiguo hay cipreses (*Cupressus lindleyi*) (SARH, 1993a).

El Chico. Se encuentra localizado al norte de Pachuca, capital del estado de Hidalgo, en los municipios de Pachuca y Mineral del Chico. Los agentes de su deterioro son la tala clandestina de encinos para producción de carbón, extracción de tierra de monte, sobrepastoreo, incendios forestales provocados, banco de material y cacería furtiva (Vargas, 1984), además de la carencia de un programa para el control de plagas y enfermedades forestales. Aunado a esto, los asentamientos humanos irregulares, la construcción de obras, indefinición de límites y falta de personal para protección y vigilancia, son los principales problemas que comprometen el bienestar del área. En el área existen 146 especies de plantas, que a lo largo del tiempo los habitantes de los asentamientos del área de influencia han dado una utilidad tradicional; ya sea para alimento, medicina, aspectos religiosos o construcción, sin saber el grado de afectación que puede traer consigo su uso. Para satisfacer las necesidades primarias de grupos marginados, el uso de la flora que mayor impacto representa en el Parque Nacional es el del laurel (*Litsea glaucescens*) con fines comerciales y el oyamel (*Abies religiosa*) como especie maderable (CONANP-SEMARNAT, 2005b). Tiene una vegetación sobresaliente representada principalmente por bosques de *Abies*, *Abies religiosa*, *Salix* y *Pinus* sp.; el bosque de *Pinus*, *Pinus rudis* y *Pinus teocote*; Bosque de *Cupressus*; Bosque de *Quercus*, *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Q. affinis*, *Q. mexicana*, *Q. crassifolia*; Bosque de *Abies-Quercus*, *Abies religiosa*, *Quercus rugosa*, *Q. affinis*, *Q. glandulosa* y Matorral de *Juniperus monticola*. Se distinguen los siguientes tipos de matorrales: matorral subinerme, nopalera y cardonal (Vargas, 1997).

El Cimatario. En el estado de Querétaro. Municipios: Querétaro, Corregidora y Huimilpan. Se presenta ocasionalmente tala clandestina y cacería furtiva. La alteración de los ecosistemas

ha traído como consecuencia la erosión de los suelos, pérdida de especies nativas y disminución de la recarga de acuíferos. Existe presencia de ganado que daña las reforestaciones realizadas e impide la recuperación ecológica de las áreas. Se continúa extrayendo material pétreo para la construcción de los terrenos del Parque Nacional, se carece de los permisos correspondientes para realizar esta actividad (Vargas, 1997). Asimismo, no se cuenta con un programa de conservación y manejo. La vegetación de la zona corresponde a selva caducifolia (CONANP-SEMARNAT, 2013g).

El Tepeyac. El Parque Nacional se encuentra ubicado la mayor parte en el Distrito Federal, en la Delegación Política Gustavo A. Madero (95%); y la porción Noroeste del parque en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México (5%). En esta zona se presentan invasiones, vandalismo, acumulación de desechos, litigios e incendios forestales. De las 1,500 hectáreas decretadas inicialmente, sólo se cuenta con 650 (Vargas, 1997). La vegetación arbórea dominante a base de plantaciones introducidas está formada por las siguientes especies: *Eucalyptus camaldulensi*, *Casuarina equisetifolia*, *Schinus molle*, *Cupressus lindleyi*, *Cupressus sempervirens* y *Pinus cembroides* (Vargas, 1997). La vegetación nativa del parque es muy escasa, casi ha desaparecido y está representada por palo dulce o palo cuate (*Eysenhardtia polystachya*), cuajilote amarillo (*Bursera* sp.), casahuate (*Ipomoea* sp.), mezquite (*Prosopis juliflora*), huizache (*Acacia farnesiana*), sangregado o torote (*Jatropha spathulata*), tepozán (*Buddleia americana*), cholla (*Opuntia cholla*), biznaga (*Mammillaria* sp.) y membrillo cimarrón (*Amelanchier denticulata*) (Vargas, 1997).

El Tepozteco. Ubicado en el Municipio de Tepoztlán, estado de Morelos: (23,800 ha -99.2%) y en el Distrito Federal en la Delegación Milpa Alta (200 ha -0.8%). La parte baja está habitada, bien comunicada, existe presión de asentamientos humanos, construcciones suburbanas, agricultura permanente, ganadería, pastoreo y explotación de bancos de tezontle para construcción, gran afluencia de visitantes, contaminación por ruido y basura. En la parte alta y poco poblada en la cual se encuentra la mayor parte de las zonas arboladas de este parque existen falta de manejo forestal, incendios, plagas y enfermedades forestales, poca o nula vigilancia, erosión de los suelos en algunas partes, cacería furtiva, desmontes para cambio de uso del suelo para agricultura y ganadería, y sobrepastoreo. El tipo de vegetación que se localiza en la parte alta y

montañosa de este Parque Nacional es bosque de coníferas, las especies arboladas más frecuentes son diversas especies de pinos (*Pinus hartwegii*, *P. ayacahuite*, *P. michoacana*, *P. pseudostrobus* y *P. montezumae*). Las dos últimas especies suelen asociarse a altitudes de 3,000 metros sobre el nivel del mar y en zonas de barrancas con el oyamel (*Abies religiosa*) y el cedro blanco (*Cupressus lindleyi*). En sitios con menor altitud se localiza el *Pinus oocarpa*. En los bosques de coníferas y latifoliadas, los principales componentes de este tipo de vegetación son las especies de *Pinus lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. pringlei* y *P. teocote*; así como algunas especies de encino: *Quercus mexicana*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa* y *Q. macrophylla*, en asociación con otras especies como *Clethra mexicana*, *Arbutus xalapensis* y *A. glandulosa*; así como *Arctostaphylos arguta* en las zonas con incidencia de fuegos periódicos, y de árboles esporádicos de *Buddleia cordata*, *B. americana* (Tepozán) y arbustos de *Dodonaea viscosa* (chapulixtle) (SARH, 1993b). El bosque de cedro-táscate, constituido por árboles de *Juniperus flaccida* y *Cupressus lindleyi* se localiza particularmente en las zonas de transición de pinares y encinares. El bosque mesófilo de montaña se localiza en la región del parque sobre las barrancas y laderas húmedas, las especies características son *Cornus disciflora* (palo canelo), *Meliosma dentata*, *Oreopanax peltatus* (coletó), *Symplocos prynophylla* (trompillo), *Ternstroemia pringlei*, *Styrax ramirezii* (chilcuate), *Celastrus pringlei* (lechillo), *Carpinus caroliniana* y *Clethra mexicana* (palo cucharo). El tipo de vegetación que se localiza en la parte baja de este Parque Nacional es la selva baja caducifolia —con una altura menor a 1600 msnm— se encuentra bastante alterada por la agricultura, ganadería y los asentamientos humanos; se distribuye sobre lomeríos rocosos de origen volcánico y suelos someros de color negro y textura franca. Está constituida por las siguientes especies: *Sapium biloculare* (venenillo), *Ceiba parvifolia* (pochote), *Maclura tinctoria*, *Ficus* spp. (amate), *Pseudosmodium perniciosum*, *Lysiloma divaricata* (quebranché), *Bursera* spp. (cuajote), *Celtis pallida* (guabato), *Syderoxylon capire* (capire), *Lysiloma acapulcensis* (tepehuaje), *Erythrina flabelliformis* (colorín), *Psidium* sp. (guayabo), *Ipomoea intrapilosa* (casahuate) y *Lemairocereus weberi* (órgano) (Vargas, 1997).

Fuentes Brotantes de Tlalpan. El Parque Nacional se encuentra ubicado en la Delegación Política de Tlalpan, en el Distrito Federal. Su extensión original se ha reducido por la presión que han ejercido

constructoras y asentamientos irregulares sobre su espacio, de lo que se derivan la contaminación por el cúmulo de basura y el deterioro del paisaje. Por otra parte, también ha sido afectado por la reducción de los manantiales, cuya agua se ha ocupado para el consumo de la ciudad. Hoy sólo cuatro manantiales alimentan el lago que se ubica en el lugar. La vegetación está constituida por una reforestación compuesta de eucaliptos y cedros (Vargas, 1997).

Grutas de Cacahuamilpa. La mayor parte del Parque Nacional se encuentra en el estado de Guerrero y una pequeña porción en el estado de Morelos. La parte superior del parque se ve afectada por deforestación, cambio de uso del suelo, erosión del suelo, agricultura, ganadería, tala de arbolado e incendios forestales provocados y cacería furtiva (Vargas, 1997). Los principales problemas en esta zona son el desmonte para la introducción de praderas para el fomento ganadero, cambio de uso de suelo, disponibilidad de agua, erosión de suelo y manejo y administración del parque. En la superficie que abarca el Parque Nacional y sirve de protección al río y las grutas se observa vegetación representada por Selva baja caducifolia y Pastizal inducido. Dentro del Parque se han identificado 527 especies de plantas, que corresponden a 362 géneros y 120 familias. Las familias más abundantes por número de géneros son: Poaceae (27), Fabaceae (23), Asteraceae (28), Cactaceae (9), Caesalpiniaceae (9) y Malvaceae (10). Entre los géneros con mayor número de especies están *Euphorbia*, *Acacia*, *Bursera*, *Ipomoea* y *Senna* (SARH, 1994a; CONANP-SEMARNAT, 2006b).

Centro Histórico de Coyoacán. Se encuentra ubicado en la Delegación Política de Coyoacán en el Distrito Federal. Este parque está urbanizado casi en su totalidad, solamente está protegida el área de los Viveros de Coyoacán. Se tiene registro botánico de 50 géneros y 96 especies entre nativas e introducidas que conforman la vegetación de esta zona (Vargas, 1997).

Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla. Pertenece a los municipios de Ocoyoacán, Huixquilucan y Lerma de Villada, en el Estado de México y Cuajimalpa, Distrito Federal. La principal problemática es la tenencia de la tierra entre los comuneros de Acapulco y Atlapulco, además de la tala clandestina de arbolado, la explotación de los recursos de manera descontrolada, ganadería y agricultura desmedida, constante crecimiento de comercios, deterioro de los

ecosistemas por la afluencia de visitantes y la contaminación de lagos y ríos. La vegetación del parque está compuesta por: llanos naturales, bosques de oyamel, bosque de latifoliadas, zonas reforestadas y bosque de pino. Bosque de oyamel y pino en una extensión de 457 ha (23.67%), zacatonal de *Festuca amplissima* y *Trisetum violeti* en extensión no determinada. Entre las especies de árboles se encuentran *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *Quercus laurina*; bosques mesófilos; *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosa dentata* y *Prunus brachybotrya* (Vargas, 1997).

Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Se encuentra localizado entre los límites de los estados de México, Puebla y Morelos, municipios de Tlamanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatzingo (México); municipios de Huejotzingo, San Salvador el Verde, Domingo Arenas, San Nicolás de los Ranchos, Tochimilco (Puebla) y el Municipio de Tetela del Volcán (Morelos) (Vargas, 1997; CONANP-SEMARNAT, 2013h). Dentro de esta área natural los principales problemas son incendios, plagas, sobrepastoreo, tala, erosión y cacería. Otro factor es el exceso de contaminantes volátiles producidos por las fábricas de la Cuenca de México, así como los gases que despiden los autos y camiones. Los contaminantes volátiles, al no poder atravesar la serranía en los días sin viento, se acumulan en los bosques de las partes altas, provocando la muerte, tanto de la flora arbórea como de la fauna acompañante. Asimismo, la alteración del bosque de *Abies religiosa* u oyamel, provocada por la tala desenfrenada que hacen de él las empresas madereras de la zona para vender madera como leña, ha provocado la disminución de la superficie forestal. Respecto al bosque de *Pinus hartwegii*, que se establece en el límite superior del cerro del Ajusco, es posible que sea la comunidad más deteriorada, ya que en la actualidad éste ha sido desplazado por el multicitado pastizal amacollado de *Festuca*, *Calamagrostis* y *Muhlenbergia*; los bosques de pinos a menudo son afectados por los incendios y los nuevos brotes de las gramíneas son fuente de alimentación de ovejas (CONANP-SEMARNAT, 2013d). La vegetación que se encuentra en el estado de Morelos está conformada por *Pinus hartwegii*, *P. ayacahuite*, *Pinus michoacana* var. *cornuta*, *P. pseudostrobus*, *P. macrocarpa*, *Abies religiosa*, *Cupressus lindleyi*; en sitios de mayor altitud se localiza el *Pinus ocarpa*, en altitudes entre 2700 y 3200 metros; en altitudes de 3000 a 3500 metros se localiza la siguiente vegetación: *Pinus lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. pringlei* y *P. teocote*, así

como las especies de encino *Quercus mexicana*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa* y *Q. macrophylla*; otras especies de árboles forestales: *Clethra mexicana*, *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa*, *Arctostaphylos arguta*, *Buddleia cordata*, *B. americana* y *Dodonaea viscosa*. En altitudes de 3200 a 4250 metros se encuentra vegetación herbácea como las gramíneas *Muhlenbergia*, *Sporobolus*, *Festuca* y *Stipa*, también son frecuentes las dicotiledóneas como *Lupinus* y *Penstemon*; a partir de los 4250 m de altitud se inicia la vegetación de pastizal alpino y las nieves perpetuas. Del Estado de México: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *Quercus laurina*; otras especies son: *Cornus disciflora*, *Garrya laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosma dentata*, *Oreopanax dentata* y *Prunus brachybotrya*. Vegetación de zacatal: *Festuca toluhana*, *F. livida*, *F. amplissima*, *Calamagrostis toluhana*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Trisetum spicatum*, *Agrostis toluhana* y *Poa orizabensis*. Del estado de Puebla sólo podemos mencionar que existen *Pinus ayacahuite*, *Alnus mexicana*; bosques de oyamel, bosques de pino, bosques de pino-encino y zacatal (Vargas, 1997).

La Malinche. En el estado de Tlaxcala, en los municipios de San Juan Ixtenco, Chiautempan, Huamantla, Teolochocho, Zitlatepec, Tzompan-tepec, Mezatecochocho, Acuamantla, Contla, San Pablo del Monte. En Puebla los municipios de Amozoc, Puebla, Acajete, Tepatlaxco de Hidalgo. La presión sobre los recursos forestales de este Parque Nacional se agrava debido a que muchos de los pobladores sólo cuentan como fuente de trabajo en sus comunidades a la agrícola, además de que ven la montaña como su fuente de sustento y extracción de productos forestales. Agricultura, pastoreo irracional, incendios forestales, aprovechamientos forestales clandestinos para proveerse de leña combustible, para la manufactura de vigas u otros productos forestales, han provocado un severo deterioro a los recursos forestales del parque. Por las intensas precipitaciones de la región, las grandes y variadas pendientes y la escasa protección vegetal de sus vertientes, la montaña sufre erosión acelerada que se produce en forma laminar en las vertientes y acanalada con desprendimientos de grandes volúmenes de texcales que se depositan en las barrancas y son transportados por las fuertes avenidas (Vargas, 1997). Dentro del Parque Nacional se encuentran varios tipos de vegetación, como el Zacatonal, que comprende áreas ubicadas arriba de 4.000 msnm y hasta los 4.500 msnm; sus componentes característicos

son *Calamagrostis toluensis* y *Festuca toluensis* hasta los 4,300 msnm; a más altitud son sustituidas por *Festuca livida* y *Arenaria bryoides* que llegan hasta los 4,500 msnm. Otro tipo de vegetación es el bosque de alta montaña, se encuentra aproximadamente entre 3,200 y 4,000 msnm, está constituido por *Pinus hartwegii*; se mezcla en las partes bajas, especialmente en las barrancas con oyamel *Abies religiosa*, en otras áreas bajas con cedro *Cupressus lindleyi*; la vegetación herbácea de este bosque la constituye el zacate *Festuca toluensis*. En cuanto al bosque de oyamel, el principal componente de este tipo de vegetación es el oyamel *Abies religiosa*; se encuentra en altitudes que van desde 2,800 hasta 3,200 msnm, aunque llega a alcanzar la cota de 3,500 msnm; dependiendo de altitudes y exposiciones, dentro de este bosque se pueden encontrar: *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *Cupressus lindleyi* y *Alnus*. Respecto al bosque de pino-encino, se distribuye a una altitud que varía entre 2,600 y 2850 msnm; en las partes bajas suele dominar el encino y en las altas el pino, en la parte media se encuentran mezclas en proporciones variables; las especies representativas son *Pinus leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. ayacahuite*; las latifoliadas más frecuentes son los encinos *Quercus* sp. de dos tipos: uno perennifolio y otro caducifolio. Las áreas de táscate se extienden en las partes medianas y bajas del parque, ocupan áreas de gran amplitud, las especies representativas son: *Juniperus deppeana* y *J. d. var. robusta*. Asociación de táscate con magueyales y nopaleras. En pastizal son de tipo inducido, las especies más representativas son *Bouteloua gracilis*, *Muhlenbergia porteri* e *Hilaria cenchroides* (SARH, 1993c). Se encontró un bosque con una baja densidad de árboles en pie (menos de 400 árboles por hectárea de todas las tallas y edades), una alta densidad de tocones (poco más de 100 por hectárea) y una gran cantidad (no cuantificada) de árboles dañados para facilitar futuros cortes. Otros signos de alteración incluyen un significativo número de arbustos y mucho pasto. Los muestreos fueron realizados en las orillas de los caminos principales. Los resultados preliminares del consumo leñero indican que este factor no es importante en la reducción de la superficie arbolada, pues existe una regeneración natural muy alta de varios miles de plántulas y árboles jóvenes por hectárea, que cortados para leña bastarían para sostener la demanda calculada; no obstante, sumados los efectos del fuego, la agricultura, la tala en

tallas muy pequeñas –reduce la proporción de reproductores– y, posiblemente, el sobrepastoreo, es posible que sobrepase a la productividad forestal (Chávez, Ramos y Trigo, 1990). Se estima que el nivel de fragmentación de la región es del 30% de la superficie original (CONABIO, 2013).

Lagunas de Zempoala. Se ubica entre los municipios de Huitzilac, en el estado de Morelos y Ocuilán de Arteaga en el estado de México (Vargas, 1997). Los principales problemas del parque son: sobrepastoreo, incendios, cacería, tala, extracción de tierra, presión del visitante, contaminación del suelo y agua por desechos sólidos. Se detectaron dos pequeñas áreas afectadas por insectos descortezadores en su fase de establecimiento, dichos brotes se consideran de alto riesgo por su virulencia. El 90% del área (4,210 hectáreas) está cubierta por coníferas de *Pinus* y *Abies* y, en menor proporción, latifoliadas. En cambio, sólo 9% corresponde a vegetación arbustiva y herbácea, mientras que el 1% restante son cuerpos lacustres (Vargas, 1997).

Lomas de Padierna. Se encuentra en el Distrito Federal en las Delegaciones Magdalena Contreras y Álvaro Obregón. Los principales problemas son las invasiones, litigios, asentamientos humanos irregulares, incendios, plagas, sin administración. Hoy día la superficie del parque se ha reducido considerablemente por el crecimiento de la mancha urbana y se ha perdido día a día el área verde. Actualmente, sólo queda cubierta de vegetación la parte superior del Cerro del Judío, rodeada por diferentes colonias. Solamente presenta 53.5 ha de ecosistemas semiperturbados, el resto presenta uso inadecuado: asentamientos humanos, agricultura de temporal anual, zona industrial de extracción, pastizal inducido (Vargas, 1984). De las 670 ha consideradas inicialmente sólo quedan 34.35 ha de superficie verde. Comprende el Cerro del Judío, solamente presenta 53.5 ha de ecosistemas semiperturbados, 46.5 ha de matorral inerte y 7 ha de bosque de encino, además de otras especies producto de recientes reforestaciones, que se extienden entre las Barrancas de San Jerónimo rumbo a San Bernabé (Vargas, 1984).

Los Mármoles. Ubicado en el estado de Hidalgo en los municipios de Jacala, Zimapán y Nicolás Flores. La apertura de zonas forestales a agrícolas, la presencia de asentamientos humanos dentro del área, la explotación de bancos de material

(mármol), litigios, sobrepastoreo, incendios, plagas, cacería y abandono total (Vargas, 1997). Contrastan en este lugar diferentes tipos de vegetación, como: bosque de *Juniperus deppeana*; bosque de *Juniperus*-encino, *Quercus rugosa*, *Q. crassipes* con dominancia de *Juniperus*, asociada *Annona* sp., *Junglans mexicana*, *Bocconia arborea*, *Arbutus mexicana* y *Acacia* sp.; bosque de pino, *Pinus cembroides*, *P. greggii* asociado con *Juniperus deppeana*, *Crataegus mexicana*, *Baccharis conferta* y *Piqueria trinervia*, *Pinus greggii*, *P. teocote*, *P. patula* y *P. pseudostrobus*, y el bosque de pino-encino; este tipo representado por las especies anteriores y asociados con madroños, enebros, tepozán y nopal silvestre (SARH, 1994b).

Los Remedios. Se encuentra localizado al noreste de Toluca, capital del Estado de México, en el Municipio de San Bartolo Naucalpan. La principal problemática es su ubicación dentro de un área urbana, la cual ha reducido drásticamente su superficie original debido a la introducción de vialidades por el acelerado crecimiento urbano y los asentamientos irregulares. La falta de vigilancia, el mantenimiento de instalaciones y caminos internos y la utilización de algunas áreas para tiraderos de basura y material de construcción clandestinos acrecientan su problemática actual. Asimismo, se presenta la incidencia de plagas e incendios forestales; éstos últimos provocados principalmente por los visitantes y pobladores con el fin de propiciar el desarrollo de gramíneas (Vargas, 1997). La superficie inicial era de 400 ha, las cuales se han visto disminuidas a causa de diversos factores; en la actualidad el parque cuenta con una superficie de 110 ha, resultado del proceso de urbanización e invasión de tierras. El parque no presenta ningún ecosistema natural (Vargas, 1984). La vegetación está constituida, básicamente, por especies exóticas de reforestación, tales como eucalipto (*Eucalyptus globulus*), casuarina, ciprés o cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), fresno (*Fraxinus excelsior*) y pirul (*Schinus molle*) (Vargas, 1997).

Molino de Flores Nezahualcóyotl. Se ubica en el Municipio de Texcoco, Estado de México (Vargas, 1997). El principal agente de deterioro de esta zona es la contaminación del río por desechos del Centro de Rehabilitación Social ubicado en los límites del parque, así como el desarrollo humano; no se tiene disponible un programa de manejo del área, existe falta de mantenimiento a caminos e instalaciones y de difusión turística, además de

insuficiente vigilancia federal. La vegetación está conformada por eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, *E. camaludensis*), fresno (*Fraxinus* sp.), pirul (*Schinus molle*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), pino (*Pinus montezumae*, *P. radiata*, *P. greggii*) y *Acacia retinoides*. En los alrededores del parque podemos encontrar ejemplares de ahuehuetes *Taxodium mucronatum*, encino chaparro *Quercus microphylla*, zacate *Bouteloua gracilis*, palmita *Nolina parviflora*, nopales *Opuntia*, pasto *Stipa ichu*, trompetilla *Bauvardia ternifolia*, mejorana de campo *Brickellia veronicaefolia* y helechos, entre otros. El uso del suelo del parque presenta la siguiente situación: por vegetación 28 hectáreas (62.22%), agricultura y fruticultura 14.3 hectáreas (31.77%) y zona histórica 2.7 hectáreas (6%) (Vargas, 1997).

Sacromonte. Parque ubicado en el municipio de Amecameca, Estado de México. Los principales problemas son los asentamientos irregulares, incendios y plagas forestales. En cuanto a su vegetación destacan los encinos, eucaliptos, fresnos y cedros (Vargas, 1997).

Tula. Se encuentra en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo. En este parque no se tiene ningún centro de población; sin embargo, su límite sur colinda con la mancha urbana de Tula de Allende, por lo que los problemas que recaen sobre éste son el impacto ambiental que genera el turismo y la mala administración debido a la inexistencia de un plan de manejo, posiblemente debido a los litigios entre el INAH y la SEMARNAP. Su vegetación está conformada por matorral xerófilo, matorral espinoso, nopalera y pastizal natural (Vargas, 1997).

Zoquiapan y Anexas. Ubicado en el Estado de México en: Tlalmanalco, Ixtapaluca, Chalco y en Puebla en el Municipio de Tlahuapan. Tala inmoderada clandestina, sobrepastoreo, cacería, asentamientos humanos irregulares, erosión, incendios y plagas forestales, saqueo de tierra, banco de material. En cuanto a la vegetación, en sectores elevados que rebasan la cota de los 3,300 msnm del mar la comunidad de *Pinus hartwegii* se desarrolla en difíciles condiciones ambientales, soportando mínimas temperaturas, insolación prolongada, escasa humedad, incipiente formación del suelo y relieve accidentado (Vargas, 1997). Asimismo, los efectos del ambiente repercuten en la pobreza florística del sotobosque integrado por el dominio casi absoluto de

gramíneas tipo amacollado *Festuca tolucensis*, *Calamagrostis tolucensis*, *Muhlenbergia macrorura*, *Agrostis* spp., *Eragrostis* spp., que enmascaran la presencia de otras plantas inferiores (Melo y Oropeza, 1982). En contraste, algunos sectores comprendidos entre los 2,900 y los 3,300 msnm están sujetos a la influencia de un patrón altimétrico que determina condiciones ventajosas para el desarrollo exuberante de vegetación forestal; en virtud de que el ambiente se torna más húmedo, la temperatura se incrementa, el suelo adquiere consistencia y profundidad y la morfología del relieve pierde vigor. Este medio ecológico sostiene denso bosque integrado por la asociación arbórea de *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *Cupressus* spp., *Abies religiosa*, y en menor grado latifoliadas de los géneros *Quercus* spp., *Alnus firmifolia* y *Arbutus xalapensis*. Regulados por el dosel arbóreo, los estratos inferiores poseen gran riqueza y diversidad florística en plantas herbáceas y arbustivas, cuya estructura está dominada por especímenes de las familias Compositae, *Achillea* spp., *Baccharis* spp., *Cacalia* sp., *Trisetum* spp.), *Lamiaceae* (*Salvia* spp., *Lepechinia* spp.), Leguminosae (*Lupinus* spp., *Desmodium* spp.) y muchas plantas más pertenecientes a otras familias (Melo y Oropeza, 1982).

Volcán Nevado de Colima. Se encuentra en los estados de Jalisco (83%) y Colima (17%). Del primero, comprende los municipios de Zapotitlán de Vadillo, Tuxpan, Venustiano Carranza, Tonila; del segundo Cuauhtémoc y Comala. Falta de vigilancia, enfermedades forestales, sobrepastoreo, aprovechamientos clandestinos, cacería furtiva, incendios forestales, instalaciones insuficientes, caminos en mal estado y falta de señalización en el área son los principales factores de deterioro del área. Además se ha registrado una problemática de plagas en los bosques del parque: 10,000 árboles plagados: 2,300 en estado virulento y 7,000 muertos. Las laderas del Parque Nacional están cubiertas por bosques de pino, encino y oyamel de clima templado, y zacatonales en las partes altas de clima frío, que culminan en las mayores altitudes con arenas sin vegetación y con nieve (Vargas, 1997).

Xicoténcatl. Se ubica en la ciudad de Tlaxcala, Tlaxcala. De acuerdo con Vargas (1997) por su ubicación desde que se creó en 1937 no ha tenido ninguna característica para ser considerado como parque nacional y su principal problema es

el desarrollo urbano. La vegetación es inducida (CONANP-SEMARNAT, 2013h).

Áreas de Protección de Flora y Fauna:

Ciénegas del Lerma. Estado de México: Almoloya del Río, Capulhuac, Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Texcalyacac, Tianguistenco. La problemática que presenta el área es el desarrollo urbano e industrial, expansión de la frontera agrícola y presión por malas prácticas turísticas (CONANP-SEMARNAT, 2013j).

Corredor Biológico Chichinautzin. Políticamente incluye los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan, Atlatlahucan y Yauatepec en el estado de Morelos; las delegaciones políticas de Milpa Alta y Tlalpan al sur del Distrito Federal; así como Ocuilán de Arteaga en el Estado de México (DOF, 1988). El desarrollo urbano, la explotación no planificada de recursos forestales (maderables y no maderables), la presión por malas prácticas turísticas y sobreexplotación de los mantos hídricos y mantos acuíferos son los principales agentes de deterioro de la zona (CONANP-SEMARNAT, 2013j). El 69.24% del Corredor presenta cobertura forestal, lo que le da importancia desde el punto de vista de conservación de recursos naturales. Los bosques de coníferas están representados por oyamel (*Abies religiosa*) y pino (*Pinus teocote*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. leyophila*, *P. rudis*, *P. hartwegii*, *P. lawsonii*); cubren una superficie de 16,286.65 ha, que representa 25.39% y los bosques de latifoliadas caracterizados por bosque de encino (*Quercus rugosa*, *Q. microphila*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. hartwegii*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. diversifolia*, *Q. acutifolia*, *Q. conglomerata*) y la selva baja caducifolia (*Lysiloma acapulcensis*, *L. divaricata*, *Ceiba aesculifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Juglans mollis*, *Trichilia hirta*, *T. pringlei*, *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. fagaroides*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Leucaena microphylla* y *Ficus* sp.) ostentan una superficie de 20,972.24 ha, equivalente al 32.69% del total del ANP; mientras que el bosque mixto caracterizado por diversas especies de pino, encino y otras latifoliadas (*Arbutus xalapensis*, *Juniperus flaccida*, *Ternstroemia pringlei*) mantiene el 11.16% de superficie que equivalen a 7,159.14 ha. Por otro lado, el 2.18% está compuesto por matorrales crassirosulifolios (*Hechtia podantha*, *Agave horrida*, *Sedum oxypetalum*, *Echeverria gibbiflora*,

entre otras) y afloramientos rocosos, el 26.58% son áreas dedicadas a actividades productivas de carácter agropecuario y la infraestructura ocupa sólo el 1.99% del ANP (Vega et al., 2008).

Nevado de Toluca. Localizado en los municipios: Zinacantepec, Villa Guerrero, Texcaltitlan, Temascaltepec, Amanalco, Villa Victoria, Almoloya de Juárez, Toluca, Calimaya, Coatepec de Harinas y Tenango del Valle del Estado de México. La agricultura, sobrepastoreo, tala, incendios y plagas forestales, extracción de tierra de monte, cacería y asentamientos humanos son los principales agentes de deterioro. Asimismo, existen demasiadas instancias para manejar el Parque Nacional y falta de coordinación entre las mismas. (Vargas, 1997). La vegetación que se localiza en el parque es la siguiente: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis*, *P. teocote*, *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *Quercus*, *Alnus*, *Arbutus* y *Clethra*. La vegetación de chaparrales: *Trisetum spicatum*, *Stipa ichu*, *S. mexicana*, *S. mucronata*, *Poa annua*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Muhlenbergia ramulosa*, *M. quadridentata*, *M. nigra*, *M. dubia*, *M. affinis*, *Lycurus phleoides*, *Koehleria cristata*, *Festuca hepraestophylla*, *F. tolucensis*, *F. livida*, *Epicampes macroura*, *Deschapmsia pringlei*, *Cinna poaeformis*, *Calamagrostis tolucensis*, *Brachypodium mexicanum*, *Aristida schiedeana*, *Agrostis tolucensis* y *Aegopogon cenchroides*. Las laderas del volcán hasta los 4,100 m están cubiertas de bosques de oyamel y pino; en las alturas superiores dominan las gramíneas, líquenes y la vegetación alpina (Vargas, 1997).

Áreas de Protección de Recursos Naturales:

Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Área ubicada en el Estado de México en los municipios de Temascaltepec, Valle de Bravo y Susupuato y Zitácuaro en el estado de Michoacán. Los principales problemas de la región son tala clandestina, modificación de los atributos ecológicos (desección o dragado) e Impactos por producción de energía. Adicional-

mente, no se cuenta con un programa de manejo (CONANP-SEMARNAT, 2013k).

CONCLUSIONES

Son diferentes los factores que contribuyen al deterioro de los ecosistemas de las áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. Resulta indispensable que se proceda de acuerdo a la problemática que enfrentan las ANP, se evalúen los alcances y repercusiones de cada conflicto y se diseñen las estrategias específicas de atención y solución de la misma.

Asimismo, a través de los métodos de evaluación de superficies mediante imágenes satelitales (García, 2010) se podrá estimar el impacto por cada uno de los factores que se mencionaron y de esta manera mitigarlo en las áreas naturales protegidas.

Por otra parte, con la información disponible es necesaria la elaboración de programas de manejo para aquellas áreas en las que no se cuenta con ellos ya que, adicionalmente, permitiría contar con datos actualizados sobre las condiciones físicas, biológicas, sociales y culturales. Mientras ello ocurre nuestra principal recomendación consiste en incrementar en un 200% el número de guardaparques actualmente contratados, proporcionarles equipos de comunicación de alta tecnología y entrenarlos adecuadamente para enfrentar los desafíos a los que la colindancia con áreas densamente urbanas les expone cotidianamente.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo. Asimismo, se agradece el tiempo y el esfuerzo que la Maestra Rosa del Carmen Zapata y dos revisores anónimos dedicaron a mejorar una versión inicial de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- CHÁVEZ, C., RAMOS, M., TRIGO, B. Planificación del Parque Nacional Malintzi: Naturaleza y uso del recurso (UAM-Xochimilco). En: *Áreas naturales protegidas y especies en peligro en extinción*. UNAM-Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, pp. 61-74, 1990.
- CIBRIÁN, T., CIBRIÁN, J. Escenarios forestales y enfermedades. En: CIBRIÁN, T. D., ALVARADO, D. R., GARCÍA, S. E. D. (Eds.), *Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México*, pp. 4-9, México: Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, 2007.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Manual de Organización específico de la Dirección General del Centro y Eje Neovolcánico*. 52 p., 2012.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones*. México, D. F., 172 p., 2006a.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa*. México, D. F., 199 p., 2006b.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl*. México, D. F., 125 p., 2013d.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán*. México, D. F., 204 p., 2003.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera de la Sierra de Huatla*. México, D. F., 203 p., 2005a.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda*. México, D. F., 172 p., 1999.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán*. México, D. F., 329 p., 2013d.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)-SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). *Programa de Conservación y Manejo Reserva Parque Nacional El Chico*. México, D. F., 203 p., 2005b.
- COMISIÓN NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN Y USO DE LA BIODIVERSIDAD. *La Malinche, Regiones Terrestres Prioritarias de México*. RTP-106, pp. 424-426, 2013.
- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). *Decreto por el que se declara el área de protección de la flora y fauna silvestres, ubicada en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlalnepantla, Yautepec, Tlayacapan y Totolapan, Morelos*. 16p., 1988.
- ESPINOSA, D., OCEGUEDA, S. Introducción. En: LUNA, I., MORRONE, J. J., ESPINOSA, D. (Eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, p. 5, México, D. F.: CONABIO-UNAM, 2007.
- GARCÍA, B., J. R. *Estudio de los asentamientos irregulares dentro de los límites físicos del Parque Nacional del Cerro de la Estrella*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, 174p., 2010.
- HERNÁNDEZ C., M. G., CARRASCO A., G. Rasgos climáticos más importantes. En: LUNA, I., MORRONE, J. J., ESPINOSA, D. (Eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, p. 69, México, D. F., CONABIO-UNAM, 2007.
- MELO, G. C., OROPEZA, O. Bases para la reestructuración operativa del Parque Nacional Zoquiapan, Estado de México. *Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12: 19-56, 1982.
- MITERMEIER, R., GOETTSCH, C. Importancia de la diversidad biológica de México. En: SARUKHÁN, J., DIRZO, R. (Eds.), *México ante los retos de la biodiversidad*, pp. 43-55, México, D. F.: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, 1992.
- RZEDOWSKI, J. *Vegetación de México*. México: Limusa. 423 pp., 1978.
- SARH (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS). *Diagnóstico del Parque Nacional Desierto del Carmen, Estado de México*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, 30 p., 1993a.
- SARH (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS). *Diagnóstico del Parque Nacional El Tepozteco, Mor.* Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Noviembre. 32 pp., 1993b.
- SARH (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS). *Diagnóstico del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa, estado de Guerrero*. Subsecretaría

Forestal y de Fauna. Promotora Agropecuaria Universal, S.A. de C.V. 95 p., 1994a.

- SARH (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS). *Diagnóstico del Parque Nacional Los Mármoles, estado de Hidalgo*. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Consultores en Ecología y Medio Ambiente. 55 p., 1994b.
- SARH (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS). *Diagnóstico del Parque Nacional Malinche o Matlacueyatl, Tlax.* Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. Pausa. Noviembre. 39 p., 1993c.
- TOLEDO, V. M., ORDÓÑEZ, M. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: RAMAMOORTHY, T. P., BYE, R., LOT, A., FA, J. (Eds.), *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*, pp: 757-777, Nueva York: Oxford University Press, 1993.
- TORRES, F. Fronteras agrarias, alimentación y fragilidad ambiental. En: DELGADILLO, J. (Ed.), *Los terrenos de la política ambiental en México*, pp. 95-129, México: Miguel Ángel Porrúa, 2001.
- VARGAS, M. F. *Parques Nacionales de México. Vol. I. Zonas Centro, Oriente y Occidente*. México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología. 331p., 1997.
- VARGAS, M. F. *Parques Nacionales de México y Reservas Equivalentes. Pasado, presente y futuro*. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas. 266 p., 1984.
- VEGA, G. A., LÓPEZ GARCÍA, J., MANZO D., L. de L. Análisis espectral y visual de vegetación y uso del suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Boletín del Instituto de Geografía*, Universidad Nacional Autónoma de México, Investigaciones Geográficas, 67: 59-75, 2008.

De páginas electrónicas

- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Barranca de Metztlán. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación* Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=84, 10/12/2013a.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Ciénegas del Lerma. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación* Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=87, 10/12/2013i.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Corredor Biológico Chichinautzin. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=88, 10/12/2013j.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=89, 10/12/2013k.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *El Cimatarío. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=94, 10/12/2013g.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Sierra Gorda. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=112, 10/12/2013e.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Sierra Gorda de Guanajuato. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=113, 10/12/2013f.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Sierra Huatla. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=176, 10/12/2013b.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Tehuacán-Cuicatlán. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=114, 10/12/2013c.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS)-SEDEMA (SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE). *Xicoténcatl. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación*. Ficha General del Área Natural Protegida. De: https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=116, 10/12/2013h.

Revisión de la problemática socioambiental de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco

Review of the socioenvironmental problems of the Pantanos of Centla Biosphere Reserve, Tabasco

Everardo Barba Macías^{1*}, Francisco Valadez Cruz², Miguel Ángel Pinkus Rendón³, Manuel Jesús Pinkus Rendón⁴

Barba Macías, E.; Valadez Cruz, F.; Pinkus Rendón, M. A.; Pinkus Rendón, M. J., Revisión de la problemática socioambiental de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 50-57, 2014.

RESUMEN

Las áreas naturales protegidas (ANP), al igual que la mayor parte del territorio nacional, están sujetos a presiones que modifican su entorno para atender actividades productivas que han beneficiado a algunos sectores de la población y para otros han representado pérdida de oportunidades y recursos naturales. La ANP Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla (RBPC) constituye un conjunto de hábitats críticos que son refugio de numerosas poblaciones de aves acuáticas, peces e invertebrados acuáticos y, sin duda, es la principal reserva de plantas acuáticas de México y de toda el área mesoamericana. Por su importancia para la biodiversidad, a nivel internacional es reconocida como sitio Ramsar. En el presente documento se efectuó una revisión, análisis y síntesis de la

Palabras clave: actividades antropogénicas, ambiente, humedales, reserva, Pantanos de Centla.

Keywords: antropogenic activities, environmental, wetlands, reserve, Centla.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras, El Colegio de la Frontera Sur.

² Laboratorio de Humedales, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

³ Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

⁴ Unidad de Ciencias Sociales, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán.

* Autor para correspondencia: ebarba@ecosur.mx

información publicada respecto a la descripción de la problemática ambiental y socioeconómica por la que atraviesa esta ANP.

ABSTRACT

Natural Protected Areas (NPAs) as most of the country are under pressure to change their environments to meet productive activities, which have benefited some sectors of the population and others are represented lost opportunities and natural resources. NPA Pantanos of Centla Biosphere Reserve constitutes a critical habitat for aquatic bird communities, fish and aquatic invertebrates, it is the most important area of aquatic plants of Mexico and Mesoamerica. For the relevance in terms of biodiversity, it is an international Ramsar site. In this document we analyze and synthesize information concerning the description of main environmental and socioeconomic problems in the Biosphere Reserve Pantanos de Centla.

INTRODUCCIÓN

El territorio nacional de México ha sido sometido a una intensa presión antropogénica, la cual ha transformado y degradado sus ecosistemas. Esta alteración está intrínsecamente relacionada con problemas sociales y económicos (pobreza y bienestar humano) y conservación del medio ambiente (biodiversidad, sustentabilidad y otros). Las principales causas son las políticas de Estado y programas de desarrollo mal orientados hacia los usos agropecuario y forestal, que a la postre

se han traducido en un debate entre el combate a la pobreza y el desarrollo sostenible (Galindo et al., 2006).

Las áreas naturales protegidas (ANP) y en particular la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla (RBPC) no son ajenas a dichas presiones y cambios, principalmente porque sus entornos se han modificado para atender actividades productivas que han beneficiado algunos sectores y para otros han representado pérdida de oportunidades y recursos naturales (Guerra Martínez y Ochoa Gaona, 2008).

En el presente documento se hace una revisión, análisis y síntesis de la información publicada referente a la problemática ambiental y socioeconómica en la RBPC, para describir cuáles son los factores y actividades que la provocan y cómo afectan la integridad de la Reserva.

Contexto ambiental

Localización geográfica. La RBPC se localiza al noroeste de Tabasco (17°57' 53" y 18°39' 03" N y 92°06' 39" y 92°47' 58" O), abarca 302,706 ha, cuenta con dos zonas núcleo y una de amortiguamiento (Figura 1), la Reserva fue decretada el 6 de agosto de 1992 (DOF, 1992). Por sus características hidrológicas, geológicas y químicas es uno de los humedales más importantes de Mesoamérica, sitio NAWCA desde 1989, sitio Ramsar desde 1995, Área de Interés para la Conservación de Aves (AICA) y Sitio MAB desde 2006 (IREBIT, 1994).

Suelos y topografía. El suelo que domina en la RBPC es gleysol, que se caracteriza por ser fangoso y retener la humedad, propio de los sitios pantanosos (Pinkus, 2010). La Reserva se ubica en la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur y en la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, y está representada por cuatro unidades geomorfológicas: llanura litoral, llanura fluvio-marina, fluvio-palustre y llanura fluvial (Zavala, 1988).

Hidrología. La Reserva pertenece a la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y abarca parte de tres cuencas: Usumacinta al norte y centro de la Reserva, Laguna de Términos al este y río Grijalva-Villahermosa al sur y oeste. Los ríos más importantes son el Grijalva y el Usumacinta, cuyos cauces activos son fuente de abastecimiento de agua para las zonas urbanas, modeladores del paisaje, vasos reguladores de inundaciones, sitios de pesca ribereña y aportadores de nutrientes. Esta

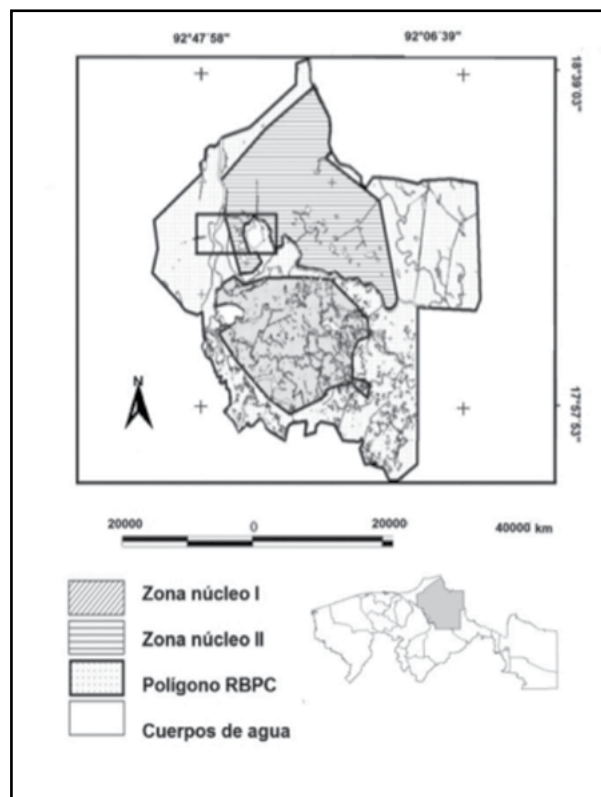


Figura 1. Localización de la RBPC y sus zonas núcleo.

Reserva cuenta con 110 cuerpos de agua dulce (13,665 ha), entre los que destacan las zonas centro y sur, donde se concentra el 84% de los lagos. Los humedales palustres son los de mayor extensión y cubren el 44% de la RBPC (Barba et al., 2006). Finalmente, un patrón de drenaje adicional es el dren artificial al este, sureste y sur de la Reserva, de acceso a pozos petroleros lacustres (Anónimo, 2000).

Biodiversidad. En la Reserva se presentan ecosistemas como selva mediana subperennifolia y baja subperennifolia, manglar, matorral, palmares y en una mayor extensión de territorio vegetación hidrófila (Figura 2), representada por 737 especies de plantas vasculares, de las cuales 637 taxa son silvestres, 198 son de uso tradicional y 10 taxa son reportadas como vulnerables o en peligro de extinción, lo que representa el 1.35 % de la biodiversidad total (Guadarrama y Ortiz, 2000).

En cuanto a la fauna, la Reserva cuenta con 546 especies: 72 peces, 27 anfibios, 68 reptiles, 104 mamíferos, 255 aves y 20 crustáceos; 133 especies tienen algún grado de vulnerabilidad debido a la

destrucción de su hábitat o a su extracción directa (IREBIT, 1994).

Contexto socioeconómico

Los habitantes de la RBPC son pescadores, agricultores y ganaderos provenientes de las etnias mayas y chontales con un profundo y ancestral conocimiento del entorno, cuya economía se basa en la extracción de recursos naturales (Romero et al., 2000).

Tenencia de la tierra. La superficie de la Reserva comprende terrenos ejidales (53.1%), nacionales (20.6%), de propiedad privada (15.4%), zonas federales (6.8%), envoltentes (2.1%) y otros (2%) (IREBIT, 1994).

Uso del suelo. Las dificultades de acceso y constantes inundaciones han sido los factores que limitan las actividades antropogénicas en la Reserva; sin embargo, el avance de la frontera agrícola, ganadera, urbana e industrial paulatinamente se ha extendido dentro de ella (IREBIT, 1994).

Uso agrícola. Actividad que representa el 1.2% dentro de la Reserva, se concentra principalmente en las llanuras aluviales menos susceptibles a inundaciones y en cordones litorales bien drenados. Es de temporal y de poca importancia comercial, caracterizada por el poco o nulo uso de fertilizantes y maquinaria agrícola (IREBIT, 1994).

Uso pecuario. La ganadería bovina ocupa el 14.4% de la superficie de la Reserva. Según el INEGI (1989) la actividad pecuaria, acorde al manejo del pastizal, se sectoriza en: a) Pastizal cultivado, b) Pastizal inducido, c) Pasto cultivado-Pasto inducido, y d) Pastizal inducido-Comunidades hidrófitas enraizadas emergentes.

Otros usos representan el 5.76% de la Reserva, entre los que destacan el urbano en la porción sur de la ciudad de Frontera y otras localidades; el industrial, representado por la actividad petrolera, con más de 55 campos en la zona (Palma et al., 1985; PEMEX, 1997).

DISCUSIÓN

En el Plan de Conservación para la RBPC y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (2005) se señala que las amenazas de ámbito

antropogénico como la construcción de presas, conversión a ganadería y deforestación, construcción de caminos, deforestación en cuenca alta, sobrepesca y prácticas pesqueras incompatibles, canalización, desvíos y contención de cauces, incendios, caza furtiva o colecta comercial, especies exóticas/introducidas, crecimiento urbano, construcción de viviendas, construcción de infraestructura para la protección de la zona costera, políticas y programas de desarrollo incompatibles, extracción selectiva de especies maderables, acuacultura y prácticas agrícolas incompatibles son las principales causas de modificación y pérdida de humedales en la región, lo que responde a la sostenida demanda de áreas agrícolas y ganaderas, así como espacios para la vivienda y crecimiento poblacional de la región (Vega, 2005).

La deforestación, agricultura y ganadería son las principales causas de pérdida de hábitat y biodiversidad, erosión de los suelos, fragmentación, así como pérdida del valor de opción de bienes y servicios ambientales. Si bien la deforestación se presenta en muchas zonas de la cuenca, un área crítica es la planicie, donde se propicia la desestabilización del suelo, incrementa el efecto erosivo fluvial, marino y eólico, al mismo tiempo que acelera el azolve de los cuerpos de agua. Mientras, la agricultura se considera como práctica incompatible dentro de la Reserva pero de manera contradictoria recibe importantes apoyos por parte del gobierno estatal. En este sentido, los programas gubernamentales que promueven las actividades agropecuarias han fomentado la introducción de cultivos exóticos como la palma africana y cultivo de pastizales exóticos, los cuales han causado el mayor impacto en cuanto a la pérdida de extensión de hábitats naturales y de biodiversidad (Challenger y Dirzo, 2009). En el país, para el año 1976 la extensa cobertura original (vegetación primaria) se había reducido en 38%, y hacia 1993 solo cubría 54% de su superficie original. La tasa de cambio que se calcula para este periodo de 17 años corresponde a 0.8% anual. Esta tendencia continuó a lo largo de la década siguiente, aunque a una tasa menor por año (0.5% anual), debido, por lo menos en parte, a que mucha de la vegetación de regiones selváticas en las tierras bajas del trópico húmedo ya había sido desmontada. Esto condujo a que en 2002 la vegetación primaria en su conjunto se viera reducida a casi 50% de la superficie original. En el caso de los humedales, han sido drenados para su conversión a



Figura 2. Vegetación hidrófila y ganado en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla.

usos agropecuarios y urbanos, y para la construcción de infraestructura de transporte y de aquella relacionada con las industrias petrolera y turística. La información disponible sugiere tasas anuales de deforestación muy variables de región a región, en algunas localidades del Caribe mexicano alcanzan hasta 12% de pérdida anual (Núñez Farfán et al., 1997). La pérdida de cobertura de los manglares de México, en general, ha sido dramática con una reducción del 41% de la cobertura original (INEGI 2005a, b).

Por otro lado, derivados de la práctica agrícola y ganadera, a pesar de su prohibición, persisten el uso de agroquímicos y organoclorados, así como las malas prácticas de disposición de sus contendedores. Estas sustancias, al ser lixiviadas y transportadas a los ecosistemas acuáticos provocan un decremento en la calidad del agua e incluso pueden bioacumularse o biomagnificarse en algunos organismos y alcanzar a la población humana si son de consumo. Los cuerpos de agua naturales siempre han sido utilizados como una vía para llevar las excretas humanas y las aguas utilizadas en el hogar, en la industria y en la producción agropecuaria lejos de los asentamientos y demás sitios de producción, no obstante la incompatibilidad de este uso con su función principal, la de proveer agua potable para las personas. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, la mayoría de los ríos y lagos del país padecen algún grado de contaminación (CNA, 2004).

La introducción de especies exóticas en las comunidades fluviales y ecosistemas acuáticos

no es menos preocupante, principalmente porque las especies introducidas desplazan a las nativas compitiendo por el mismo hábitat y recurso alimenticio, que resulta ser crítico para la permanencia de las especies locales. Aunque la introducción de especies como la tilapia, carpa herbívora y los caracoles *Melanoides tuberculata* (Cruz Ascencio et al., 2003) y *Tarebia granifera* (Rangel Ruiz et al., 2011) no representan una amenaza seria por su alta tasa de captura; otra especie invasora que ha avanzado en su invasión, distribución y abundancia en los últimos años es el pez diablo o pez armado (Barba et al., en prensa).

La presencia e impacto de especies exóticas es más conspicua en los ecosistemas de las aguas continentales. En el caso de los peces el panorama es crítico, ya que de las 510 especies de agua dulce, en la NOM-059-SEMARNAT-2001 hay 169 en alguna categoría de riesgo, donde 69 se encuentran en peligro de extinción, 69 como amenazadas y 20 en protección especial. Las causas principales de su estado de amenaza se deben a la alteración del hábitat (35%), el abatimiento de los niveles de agua (34%) y la presencia de especies exóticas/invasivas (31%). La importancia relativa de las especies de peces introducidas es destacable ya que hasta el 2004 eran 115 (Contreras Balderas et al., 2004). Sin embargo, los efectos económicos de estas invasiones comienzan a evaluarse (Challenger y Dirzo, 2009).

La sobrepesca y prácticas incompatibles, que reinciden en el uso de artes de pesca ilícitas, captura de fauna en las bocas de los ríos e

incumplimiento de los periodos de veda para ciertas especies es un grave problema en zonas donde se realizan actividades de reparación de grandes embarcaciones y que son zonas de uso para la biota (i.e. delfines). Esta amenaza es difícil de revertir, básicamente, por el exceso de pesca en zonas de reproducción o crianza de ciertas especies, además del alto número de embarcaciones y el mal manejo de combustibles en la región. Por otra parte, la acuacultura —considerada como una amenaza de valor medio—, afecta básicamente al manglar por la construcción de bordos que alteran los flujos hidrológicos, lo que hace perder por completo su cobertura; pero también a los ecosistemas acuáticos permanentemente inundados, incide de modo importante en la calidad de agua que altera los tipos de hábitat en estos ecosistemas. En la RBPC la acuacultura se centra en el cultivo de la tilapia, para lo cual se hacen terraplenes o se aprovechan los jagüeyes que quedan después de los periodos de inundación. También se utilizan encierros de malla dentro del río con el peligro potencial de que se liberen los especímenes y compitan con las especies silvestres tenhuayaca y castarrica.

La caza furtiva o comercial, por su técnica utilizada —incendios— afecta tanto a la flora como a la fauna del manglar, selvas mediana e inundable, hidrófitas enraizadas emergentes, playas y dunas, y con esto a toda la cadena trófica, así como a los procesos ecológicos que dependen de ellos (i.e. dispersión de semillas, polinización). La caza de subsistencia, que actúa sobre diferentes grupos (aves, tepezcuinte, anfibios, iguanas, tortugas y cocodrilos) tiene menor contribución y mayor reversibilidad ya que no afecta a la flora, debido a que es un tipo de extracción selectiva.

Por otro lado, la generación de incendios principalmente en los potreros, afecta básicamente a la selva mediana, selva inundable e hidrófitas enraizadas emergentes, aunque este último objeto no se identificó fuertemente amenazado; no obstante contar con reportes de incendios a gran escala en estas comunidades (Sol Sánchez et al., 2000). Las comunidades de hidrófitas mostraron tasas de incremento en la zona núcleo I y zona de amortiguamiento, y la tasa de pérdida en la zona núcleo II fue de 0.9% año⁻¹, donde han sido impactadas por los incendios que frecuentemente afectan a esta

cobertura, por lo que aunque en apariencia son la misma comunidad, ésta se está degradando y perdiendo sitios de anidación y hábitat de diferentes especies de fauna (Guerra Martínez y Ochoa Gaona, 2008).

Los incendios originados con fines de cacería pueden llegar a causar la pérdida de conectividad entre poblaciones o pueden impedir el acceso a diferentes hábitats en temporadas clave para ciertas especies (i.e. reproducción). Es así que algunas prácticas de caza han tenido un impacto brutal, como es el caso de las quemas de grandes extensiones de humedales para capturar los cuerpos de tortugas guao y pochitoque, entre otras especies (Zenteno, 2011).

Por su categoría y protección federal, en la RBPC no existe ningún tipo de aprovechamiento forestal legalmente autorizado. Sin embargo, se presenta el de aprovechamiento doméstico para la construcción de viviendas utilizando el pukté, mangle rojo, guano redondo, tasiste, macuilí y cedro que generalmente se extraen de las parcelas. La extracción selectiva de especies maderables se realiza de manera ilegal en la parte norte de la Reserva, en zonas de manglar. En la misma zona, las manufactureras de carbón utilizan preferentemente el mangle rojo o blanco, no obstante que esta añeja actividad era una alternativa económica cuando la pesca de robalo era escasa y que una vez decretada la RBPC fue prohibida dicha labor sin dar opciones de trabajo temporal. En zonas de selva mediana se desarrollan prácticas conocidas como descremada sobre especies como el cedro, caoba, zapote y canashán. Esta actividad consiste en extraer árboles de manera selectiva y no la tala de bosque completos, que de igual manera alteran la composición de las selvas. Por otra parte, en las comunidades fluviales no se utiliza gas sino leña para autoconsumo; aunque esta práctica es reversible, el número de viviendas está aumentando en estas áreas, lo que ejerce mayor presión sobre el recurso (Anónimo, 2000).

Otro actor importante en la canalización de cauces son los ganaderos que construyen desvíos —comúnmente conocidos en la región como rompidos—, con la finalidad de facilitar el acceso del agua a zonas de pastizales para ganado. Esta actividad es preocupante debido a que se expande la frontera agropecuaria y se

generan procesos de sedimentación, además de la intrusión de agroquímicos a los ecosistemas acuáticos utilizados para la producción ganadera (i.e. garrapaticidas), así como la contención de cauces (i.e. pequeñas presas) para la pesca (Anónimo, 2000).

Crecimiento poblacional y actividades extractivas

El crecimiento urbano y los servicios asociados a éste (agua potable, construcción de hoteles e infraestructura turística) destruyen la vegetación de dunas y modifican las playas para ganar terreno. Además existe el problema del manejo inadecuado de los desechos sólidos. En este sentido, la construcción de viviendas, sin que necesariamente haya una concentración que conforme poblados, es considerada como amenaza alta y puede ser preocupante desde el punto de vista de la tasa de crecimiento humano en la margen del Grijalva. En las selvas medianas la amenaza se ha debido a la mejoría en la infraestructura de comunicaciones (i.e. veredas o carreteras), lo que ha conseguido disparar la acelerada construcción de viviendas.

Por otro lado, en las comunidades fluviales la construcción de viviendas ha sido una presión mayor sobre el bosque ripario, ya que se talan palmas para construcción; además de la edificación de terraplenes, muchas veces rellenos de basura. Tales estructuras constituyen una verdadera barrera para los flujos superficiales, provocan inundaciones en algunas áreas y desecación en otras. Como parte asociada al crecimiento de la población humana se planea la construcción de presas, las cuales desequilibrarían la relación entre la cuenca de captación y la llanura deltaica, provocando dos tipos de impactos: i) la retención de gran parte de la descarga sedimentaria del río, lo que daría lugar a una mayor erosión en el frente deltaico y la interrupción en la secuencia constructiva de diques y ii) la disminución del pulso de inundación, lo cual repercutiría directamente en la distribución de las hidroseries y en la productividad primaria de la planicie (Anónimo, 2000).

Los poblados en la RBPC están ubicados en las márgenes de los ríos o a orillas de caminos primarios y secundarios; aunado a esto, los canales construidos para la explotación petrolera han facilitado la entrada a áreas antes poco

accesibles de la Reserva, donde el 33% de los poblados, el 43% de los canales y el 42% de los caminos se localizaron en las zonas núcleo de la Reserva (Guerra Martínez y Ochoa Gaona, 2006).

En el mismo sentido, la canalización, desvío y contención de cauces, propiciados por varios sectores —del que PEMEX es el principal actor—, generan conexión entre ecosistemas acuáticos originalmente aislados, permiten el libre paso de fauna o flora acuática, que puede cambiar la genética de ciertas comunidades y a su vez alterar la diversidad. La SEDESPA en colaboración con la CNA llevan a cabo un Proyecto Integral Contra Inundaciones (PICI) incluido dentro del Programa Estatal Hidráulico de Tabasco, el cual es un programa a largo plazo que trata de realizar ciertas obras (i.e. construcción de bordos) que contengan o desvíen cauces, principalmente en los ríos Carrizal, Usumacinta y Grijalva, así como la construcción de los sistemas de conducción de agua y excedentes que conforman los Sistemas Mezcalapa-Samaria y de la Sierra-Grijalva, con la finalidad de evitar inundaciones en la Ciudad de Villahermosa. En las comunidades rurales también utilizan los desvíos de cauces como una medida de prevención contra inundaciones que afectan principalmente a construcciones o viviendas.

Ecoturismo

Una de las apuestas de los diferentes órdenes de gobierno para generar empleos de manera sustentable ha sido el establecimiento del ecoturismo como actividad de trabajo para las comunidades inmersas en la RBPC. Esta opción tiene varias aristas, por un lado debería ser de bajo impacto en la conservación, es decir que no atente contra la biodiversidad ni el equilibrio de los ecosistemas; por otro lado, esta actividad debería ser complementaria a otras actividades económicas que se realicen en las localidades. No obstante, a lo largo de las riberas del Usumacinta existe un gran número de prestadores de servicios ecoturísticos, incentivados por diferentes instituciones (CDI, CONAFOR, CONANP, etc.) que no se encuentran coordinados entre sí. Esto genera conflictos entre los mismos prestadores por el traslape de límites de uso del río y porque compiten entre ellos por los turistas. Al respecto no existe información publicada que reúna evidencias sobre la evaluación y el impacto de esta actividad en la Reserva.

CONCLUSIONES

Es indudable que el crecimiento de la población humana y el desarrollo de infraestructura para solucionar o mitigar problemas socioeconómicos están intrínsecamente relacionados con los problemas de conservación del medio ambiente. Sin embargo, son las acciones incongruentes de algunas instituciones federales o estatales las que promueven actividades productivas como la acuacultura o ganadería con base en los incentivos otorgados a proyectos que introducen especies exóticas tanto terrestres como acuáticas, o realizan prácticas ganaderas incompatibles.

Por otro lado, la ejecución de PROFEPA o CONANP para tratar de mitigar o frenar dichos proyectos dentro de las ANP deja en evidencia lo incongruente de las políticas gubernamentales, ya que por un lado se promueven programas productivos que rompen el equilibrio ecológico, y por otro, limitan a los mismos programas como mitigación ambiental. Por parte de la SAGARPA la ganadería es una de las actividades que recibe mayor estímulo por parte de programas de gobierno o sistemas crediticios, generando acciones para ganar terrenos a los pantanos, lo cual provoca el decaimiento de la salud de los diferentes objetos de conservación. En las comunidades de hidrófitas enraizadas emergentes se realizan modificaciones para la construcción de canales y terraplenes con el fin de drenar áreas inundables para ser utilizadas por la ganadería. Estas acciones, en muchos casos, se realizan por la actitud populista y paternalista del gobierno, lo que genera un manejo inadecuado de los recursos naturales.

En las comunidades fluviales las políticas incompatibles amenazan más a la fauna acuática; es decir, existen créditos otorgados para la introducción de especies como la tilapia (no nativa), además de la falta de vedas para especies dulceacuícolas y una inexistente normatividad en cuanto a las artes de pesca y tallas mínimas de pesca, lo que origina que algunas especies que se encuentran en la NOM estén sufriendo disminuciones poblacionales.

Otro grave problema es suscitado por el establecimiento de viviendas en las márgenes de ríos fomentado por los institutos de vivienda de cada estado (i.e. INVITAB e INVICAM), además de planes de desarrollo estatales (i.e. Plan Integral Contra Inundaciones), nacionales (i.e. Plan Nacional Hidráulico) e internacionales (Plan Puebla-Panamá), no compatibles con el desarrollo sustentable ya que no consideran aspectos de conectividad a escala de paisaje.

En resumen, la reversibilidad de las amenazas arriba analizadas puede lograrse con trabajos de gestión y programas compatibles entre diferentes sectores por medio de una coordinación interinstitucional o con la aplicación de programas de colaboración que posibiliten el real y eficiente cumplimiento de conservación y desarrollo socioeconómico en esta ANP y con ello se mitiguen los impactos negativos sobre los valores, bienes y servicios que la Reserva ofrece.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo. Asimismo, a los árbitros anónimos por sus constructivos comentarios.

LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. Programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. INE. México, D. F., 2000.
- BARBA, E., MAGAÑA, M., JUÁREZ, J. Nuevos registros del loricarido *Pterygolichthys pardalis* en las cuencas de Carmen-Pajonal Machona, Grijalva y Usumacinta, en Tabasco. Número especial de especies invasoras. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, en prensa, 2013.
- BARBA, E., RANGEL MENDOZA, J., REYES, R. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica. *Universidad y Ciencia*, 22(2): 101-110, 2006.
- CHALLENGER, A., DIRZO, R. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. México: CONABIO, pp. 37-73, 2009.

- CNA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA). *Estadísticas del Agua en México*. 2 ed., México: Comisión Nacional del Agua, 2004.
- CONTRERAS BALDERAS, S., LOZANO VILANO, M. L. Peces y aguas continentales del estado de Tamaulipas, México. En: LOZANO VILANO, M. L., CONTRERAS BALDERAS, A. J. (Eds.), *Libro homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina*. Monterrey: UANL, pp. 283-298, 2004.
- CRUZ ASCENCIO, M., FLORIDO, R., CONTRERAS ARQUIETA, A., SÁNCHEZ, A. J. Registro del caracol exótico *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia*, 19(38): 101-103, 2003.
- GALINDO, A., GAMA, L., SALCEDO, M., RUIZ, S., MORALES, A., ZEQUEIRA, C. *Programa de ordenamiento ecológico del estado de Tabasco*. Secretaría de Desarrollo Social y Protección al Ambiente. Gobierno del Estado de Tabasco, 115 pp., 2006.
- GUADARRAMA, O. M. A., ORTIZ, G. Análisis de la flora de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 15(30): 67-104, 2000.
- GUERRA MARTÍNEZ, V., OCHOA GAONA, S. Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 24(2): 135-146, 2008.
- IREBIT. *Programa de manejo Reserva de la Biósfera de los Pantanos de Centla*, Tabasco, México, 106 pp., 1994.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Serie III (continuo nacional), escala 1: 250 000*. Aguascalientes: Autor, 2005b.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México, 1999-2004*. Aguascalientes: Autor, 2005a.
- NÚÑEZ FARFÁN, J. *Estudio ecológico y genético de las poblaciones de Rhizophora mangle en México*. Instituto de Ecología, UNAM. Informe final SNIB-CONABIO proyecto núm. B007, 1997.
- ORTIZ, M. A., BENÍTEZ, J. Elementos teóricos para el entendimiento de los problemas de impacto ambiental en planicies deltaicas: la región de Tabasco y Campeche. En: BOTELLO, A. V., ROJAS GALAVIZ, J. L., BENÍTEZ, J. A., ZÁRATE LOMELÍ, D. (Eds.), *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, pp. 483-503, Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 5, 666 pp., 1996.
- PALMA, L. D., CISNEROS, J., TRUJILLO, A., GRANADOS, N., SERRANO, J. E. *Caracterización de los suelos de Tabasco, uso actual, potencial y taxonomía*. Villahermosa, Tabasco, Mexico: Gobierno del estado de Tabasco-SECUR. Gobierno del Estado de Tabasco. 40pp. + planos, 1985.
- PEMEX, EXPLORACIÓN. *Resumen Actualizado de las instalaciones ubicadas dentro de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla*. SIPA-Distrito Ocosingo, 1997.
- PINKUS, R. M. Aproximación a la historia ambiental de las riberas del Usumacinta en Tabasco. En: RUIZ, M. (Ed.), *Paisajes de río, ríos de paisaje. Navegaciones por el Usumacinta*, pp. 31-78, UNAM-CONACyT del Estado de Tabasco, 612 pp., 2010.
- PODER EJECUTIVO FEDERAL. Decreto de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, México. *Diario Oficial de la Federación*, 1992.
- RANGEL RUIZ, L. J., GAMBOA, AGUILAR, J., GARCÍA MORALES, M., ORTIZ LEZAMA, O. M. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (n. s.), 27(1): 103-114, 2011.
- ROMERO GIL, J. C., GARCÍA MUÑIZ, A., BAUTISTA JIMÉNEZ, C. A., PÉREZ ALEJANDRO, P. H. Caracterización de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia*, 15(30): 15-28, 2000.
- SOL SÁNCHEZ, A., LÓPEZ, H. E. S., MALDONADO, M. F. Estudio etnobotánico en la Reserva de Biósfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México: un primer enfoque. *Universidad y Ciencia*, 15(30): 105-113, 2000.
- VEGA MORO, A. *Plan de conservación para la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos*. México: Pronatura-The Nature Conservancy-CONANP, 232 pp., 2005.
- ZAVALA, C. J. *Regionalización natural de la zona petrolera de Tabasco. Casos de estudio*. Tabasco, México: INIREB-División Regional Tabasco, Gobierno del estado de Tabasco, 183 p., 1988.
- ZENTENO, R. C. E. *Análisis espacio-temporal del hábitat y presencia de Dermatemys mawii (Gray, 1847) en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla*. Tesis de grado en Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. ECOSUR, 110 pp., 2011.

Problemática ambiental y socioeconómica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Environmental and socioeconomic problematic in the Veracruz Reef System National Park

María de Lourdes Jiménez Badillo^{1*}, Selene Cruz Rodas¹, Miguel Ángel Lozano Aburto¹, Gerardo Rodríguez Quiroz²

Jiménez Badillo, M. L.; Cruz Rodas, S.; Lozano Aburto, M. A.; Rodríguez Quiroz, G., Problemática ambiental y socioeconómica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 58-64, 2014.

RESUMEN

Se presenta la problemática ambiental y socioeconómica que enfrenta el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano ante la amenaza de ampliación de la zona portuaria con la que colinda, así como la recepción de los impactos antropogénicos propios de una gran ciudad y puerto que rodean esta área. Se realiza un análisis de las denominaciones a las que está sujeto en papel de Parque Nacional, Sitio Ramsar, Reserva de la Biósfera y se presentan algunas reflexiones sobre la versión 2010 del Programa de Manejo del Parque.

ABSTRACT

The environmental and socioeconomic problematic that the Veracruz Reef System National Park faces over the threat of expansion of the port zone bordering is presented. The typical anthropogenic impact that a big city and port produce when surrounding this kind of area is also introduced.

Palabras clave: conflicto conservación-aprovechamiento, conservación recursos naturales, aprovechamiento recursos naturales, área marina protegida, Golfo de México, sistema arrecifal.

Keywords: conservation-exploitation conflict, natural resources conservation, use of natural resources, protected marine area, Gulf of Mexico, reef system.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana.

² CIIDIR Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional.

* Autor para correspondencia: ljimenez@uv.mx

ced. An analysis of the denominations as National Park, Ramsar site and Biosphere Reserve is carried out. Finally, some reflections on the previous 2010 version of the Park's Management Program are discussed.

INTRODUCCIÓN

México, al ser un país megadiverso, con la enorme responsabilidad de proteger sus recursos naturales, establece áreas naturales protegidas como una de sus estrategias de conservación con fundamento legal (Bezaury y Gutiérrez, 2009). El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) con 25 arrecifes costeros de tipo plataforma constituye el complejo arrecifal más extenso en el Golfo de México y es el primer Parque Marino decretado el 24 de agosto de 1992 (DOF, 1992). El PNSAV se crea con el objetivo de preservar el ambiente natural para asegurar su equilibrio ecológico y la continuidad de sus procesos ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética de las especies existentes, asegurar el aprovechamiento racional de los recursos y proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio del ecosistema y su equilibrio (DOF, 1992).

Su relevancia ecológica radica en la diversidad de flora y fauna asociada a los arrecifes, pastos marinos y manglares con los que cuenta, la presencia de 37 especies consideradas en categoría de protección, vegetación pionera y plantas introducidas, así como su papel en la regulación del clima y como barrera contra

los nortes y huracanes. Su relevancia histórico-cultural inicia con el comercio al tener las primeras rutas de navegación con el viejo continente; el comercio y los nortes intensos propiciaron la existencia de innumerables pecios y fragmentos de naves de relevante valor arqueológico que actualmente se encuentran en la zona, con fragmentos de naves naufragadas y diversos vestigios arqueológicos totonacas. Desde el punto de vista económico; el comercio marítimo, la actividad portuaria, turística y la pesca continúan siendo las principales actividades. En el ámbito educativo y científico constituye el lugar de preferencia a nivel nacional para realizar prácticas de campo, tesis y proyectos de investigación en diferentes disciplinas.

Ecológica y genéticamente el PNSAV es un ecosistema sumamente diverso (Horta, 2011). Se encuentra compuesto por miles de especies de todos los grupos biológicos que existen, representa un punto estratégico importante en las rutas de dispersión de las especies benthicas arrecifales; entre estas especies se encuentran los corales escleractinios, los principales constructores del arrecife, lo que favorece la conectividad entre las poblaciones arrecifales en el Golfo de México, desde el Banco de Campeche, pasando por los sistemas arrecifales Veracruzano y de Tuxpan, hasta los *Flower Garden Banks* en Texas. Los servicios ambientales que el PNSAV presta a la región son muy importantes social y económicamente (Horta, 2011).

En el Puerto de Veracruz atracan más de 1,500 buques cargueros al año y es una de las principales vías de comercio del país con el exterior. Los arrecifes son un polo de atracción para el turismo recreativo y el ecoturismo, lo que genera miles de empleos en la región. La pesca de diversas especies que habitan el arrecife es el sustento de miles de habitantes en la región (Jiménez y Castro, 2007). En reconocimiento del arraigo de la actividad, el 25 de noviembre de 1994 se modificó el artículo 6° del Decreto de creación para permitir la pesca comercial de especies ícticas y malacológicas (DOF, 1994). El 7 de junio de 2000 se publicó un acuerdo para recategorizar el área, donde quedó en la categoría de Parque Nacional (DOF, 2000). Posteriormente, el 19 de mayo de 2008 se publicó otro acuerdo en el cual se destina a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Zona Federal Marítimo Terrestre del Área Natural Protegida (ANP), para

realizar actividades de protección, restauración, conservación, investigación, saneamiento, aprovechamiento sustentable no extractivo y rescate de los recursos naturales existentes de acuerdo a la normatividad aplicable (DOF, 2008).

Otros reconocimientos en materia de conservación fueron la integración del PNSAV dentro de las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) entre los años 1998 y 2000 en las regiones prioritarias: i) Región Terrestre Prioritaria RPT-123 Dunas Costeras del Centro de Veracruz; ii) Región Marina Prioritaria RMP-049 Laguna Verde-Antón Lizardo; iii) Región Hidrológica Prioritaria RHP-77 Río La Antigua (Arriaga et al., 2000, 2008); y iv) Área de Importancia para la Conservación de las Aves SE-03 Centro de Veracruz (CONABIO, 2004). El 2 de febrero de 2004, el PNSAV es reconocido como sitio RAMSAR por el Organismo Internacional para la Protección de Humedales de Importancia Internacional por su alta biodiversidad y productividad para la pesquería, su belleza escénica, sus procesos de intercambio genético, recolonización y estabilidad del ecosistema (CONANP, 2010). El reconocimiento más reciente se otorgó el 27 de octubre de 2006 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura al integrarla en la Red Mundial del Programa El Hombre y la Biósfera designándola con la categoría de Reserva de la Biósfera. Lo anterior fue debido a su importancia para la conservación, su función para el desarrollo económico y humano sostenible en la región y porque en el área se desarrollan diversos programas de investigación y educación ambiental (CONANP, 2010).

No obstante, a pesar de tantos reconocimientos, el 30 de agosto de 2011 la CONANP publicó el Estudio Previo Justificativo (CONANP, 2011) para proponer la modificación de la declaratoria del parque, argumentando lo siguiente: i) imprecisiones en las coordenadas cartográficas de la poligonal que la delimita; ii) necesidad de ampliar la superficie de protección y proteger sus componentes estructurales y la continuidad de los procesos ecológicos; y iii) desincorporar áreas con grado de deterioro ambiental que implica la pérdida irreversible de la funcionalidad ecosistémica y de la biodiversidad arrecifal.

Por otra parte y ante la intensa competitividad internacional surge la necesidad de realizar

la ampliación del puerto de Veracruz sobre la parte norte del área protegida, argumentando la degradación de los arrecifes de la zona, con lo cual se propone desincorporar esta zona del Parque para autorizar la ampliación del puerto.

Con base en estos antecedentes, en el presente artículo se realiza un análisis de la problemática ambiental y socioeconómica que enfrenta el PNSAV como caso de estudio y se presentan algunas reflexiones sobre el papel de las áreas naturales protegidas para alcanzar su objetivo de creación.

Problemática ambiental

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano ha estado sujeto a daños ecológicos por saqueo desmedido de corales y peces de ornato, la explotación irracional de sus recursos faunísticos, la falta de planeación y aplicación de políticas adecuadas de desarrollo turístico y pesquero; lo anterior, aunado a las descargas de aguas residuales municipales, industriales y agropecuarias de centros urbanos cercanos, el vertimiento de contaminantes en las cuencas hidrológicas, además de las actividades portuarias que provocan derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas (DOF, 1992).

Los arrecifes de coral en el PNSAV son puente y reservorio de especies que se transportan con las corrientes del Golfo de México, cuyo asentamiento se dificulta por la calidad del arrecife que enfrenta grandes problemas de sedimentación, sobreexplotación y daño por procesos erosivos naturales.

Cada año ocurre el proceso de sedimentación cuando el periodo de lluvias y huracanes impacta sobre la Sierra Madre Occidental, ocasionando a su paso inundaciones y el acarreo de sedimentos y rocas provenientes de esta meseta. El proceso de deforestación que consume gran parte de los bosques deja toneladas de leños y troncos que son arrastrados por grandes taludes de lodo hacia las principales cuencas de los ríos que desembocan frente a los arrecifes de coral, dañando en parte la estructura de las crestas arrecifales que sirven de protección a las lagunas arrecifales, donde se desarrollan importantes componentes bióticos (Arenas et al., 2012).

El tránsito continuo de embarcaciones menores y mayores provoca un estrés por ruido y acarreo de sedimentos finos hacia las áreas vivas de arrecifes y bancos de peces, provocando asfixia en corales

y migración de larvas y peces a otras zonas más tranquilas para su desarrollo y reproducción.

Punta Gorda es el arrecife que protege al grupo arrecifal del embate del oleaje intenso ocasionado por el viento de norte, dicho arrecife de tipo costero en su parte más profunda alcanza máximo los 3 o 4 m. La fauna que crece ahí tiene características que le permiten vivir bajo intenso oleaje. La cobertura de coral es muy baja y sólo persisten pequeñas colonias de coral blando y otros invertebrados adaptados a vivir bajo este tipo de ambientes (Lozano y Claro, 2010). Debido a la alta dinámica del oleaje estas aguas son ricas en oxígeno, óptimo para el metabolismo de los invertebrados, al contrario de lo que ocurre en arrecifes muy cercanos a la bahía Vergara, que en su costa yace una planta de tratamiento de aguas residuales, y que las investigaciones indican un cambio en las propiedades de las aguas que circundan dicha zona, además de la calidad deficiente del aire. Los arrecifes la Gallega y la Gallequilla son los más propensos a sufrir el deterioro por el alto nivel de degradación de sus aguas, lo que provoca enfermedades en peces y corales.

Problemática socioeconómica

El principal conflicto que enfrenta el PNSAV tiene que ver con tres actividades económicas relevantes que en ella confluyen: la actividad portuaria, el turismo y la pesca, y su contrastante impacto sobre la conservación de los recursos naturales: arrecifes, flora y fauna.

La actividad portuaria, al igual que la pesca y el turismo en Veracruz se han venido desarrollando en el área de estudio desde tiempos inmemorables y venían conviviendo de manera un tanto armónica. No obstante, recientemente se identifica la necesidad de promover la ampliación de la zona portuaria para subsanar necesidades de espacio y calado que permitan mantener la competitividad con el mercado extranjero. El conflicto surge cuando este crecimiento pretende instalarse sobre una parte del arrecife que se presume en estado degradado, pero que de acuerdo a Horta Puga (2011) aún conserva una alta biodiversidad y es una zona de relevancia para la pesca.

De acuerdo al Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria de ANP (CONANP, 2011), la CONANP se manifestó a favor de la desincorporación de Bahía Vergara y Punta

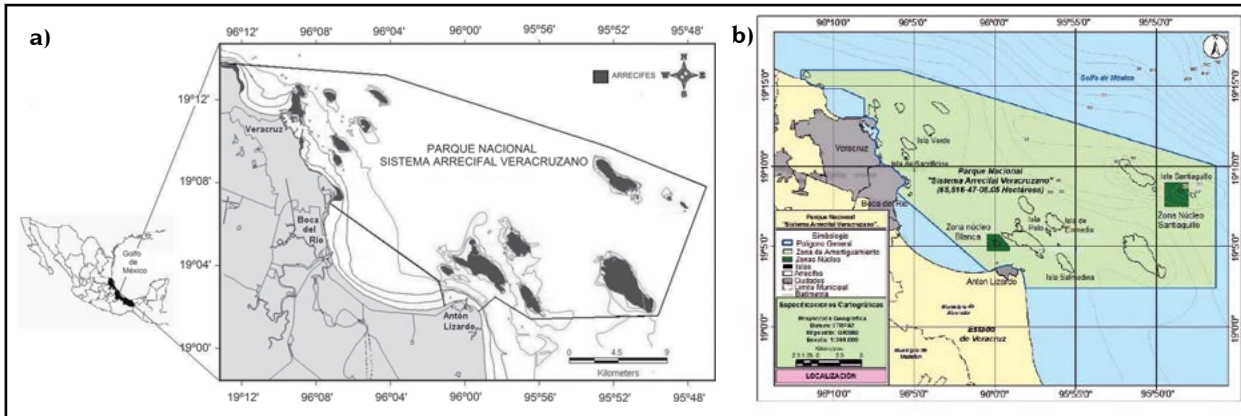


Figura 1. Localización del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. **a)** Poligonal decretada en 1992. **b)** Poligonal del decreto modificatorio de 2012.

Gorda. El 29 de noviembre de 2012 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el decreto modificatorio del ANP, en donde se argumenta el incremento de la superficie de conservación de 52, 238 ha a 65,516 ha en la parte norte, este y sur de la poligonal original, la corrección de las imprecisiones técnicas de la poligonal, la conservación de Punta Gorda y la exclusión de Bahía Vergara (DOF, 2012), con lo cual el problema sigue latente (Figura 1). Actualmente el área enfrenta un proceso de amparo presentado por los oponentes a la ampliación portuaria y su destino está en espera de una resolución definitiva. Estos sucesos conducen a reflexionar sobre la disyuntiva de a qué actividad favorecer, aquella que genera recursos económicos y que promueve el desarrollo económico del estado, o bien, aquella que amortigua problemas sociales. Ante esta disyuntiva no se debería perder de vista la necesidad de considerar un enfoque ecosistémico en la toma de decisiones.

Quizá una de las principales pérdidas que se presentó con este conflicto, misma que tiene un valor intangible, y que llevará mucho tiempo recuperar, es la pérdida de la confianza entre autoridades, académicos y usuarios de los recursos. Hasta antes de esta problemática se había estado trabajando en acciones relevantes para el área; entre otras, el Programa de Manejo del Parque, al seno de su Consejo asesor que contaba con la representación y participación de todos los usuarios. Una relación fracturada como la que en este momento impera impide la correcta comunicación para lograr acuerdos aceptables para todas las partes. Al interior

de cada sector; el social, el académico y el productivo principalmente, hay opiniones divididas respecto a los impactos esperados. Por una parte, se considera que esta inversión traerá el desarrollo económico para Veracruz y que lo colocará en un papel predominante como puerto a nivel mundial; por la otra, se prevé que la alteración en esa parte del ecosistema traerá un incremento en la sedimentación y cambio en el flujo de corrientes que conducirán a la degradación de los arrecifes cercanos en un efecto domino, y en consecuencia, la pérdida de hábitat para la flora y fauna con el consecuente impacto a la pesca y el turismo (Figura 2); además de esto, habrá pérdida de protección a la ciudad contra los embates de huracanes al perder la barrera natural que constituyen los arrecifes. Valadez y Ortiz (2013) identificaron: la pérdida de área arrecifal, fragmentación y modificación de la dinámica costera, en diferentes escalas temporales, como impactos previstos ante las actividades de expansión del puerto en el PNSAV. Como habitantes de una ciudad con un fuerte arraigo cultural y vocación portuaria y pesquera, colindante al parque, seremos testigos de los impactos directos e indirectos a mediano y largo plazo, a consecuencia de la decisión final.

El crecimiento portuario impone retos de prevención a todos niveles, dado que la ciudad deberá prepararse para recibir el incremento poblacional, los servicios que ello demanda y amortiguar el impacto al mar, ya que es práctica común en Veracruz verter los desechos de aguas residuales directamente al mar, sin la intervención de una planta de tratamiento de aguas funcional.



Figura 2. Principales actividades económicas: portuaria, turismo, pesca, que se desarrollan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y su impacto sobre la flora y fauna asociadas a los arrecifes.

CONCLUSIONES

El ANP cuyo caso se presenta aquí reviste características que la hacen especial y digna de análisis. Por una parte, es un ANP cuya localización geográfica la coloca frente a una gran ciudad y puerto; inminentemente, recibe todos los impactos antropogénicos propios de una gran ciudad y del puerto más importante de México, además de la influencia de las descargas de tres ríos que desembocan al Golfo de México: el río Jamapa, el Papaloapan y La Antigua, por lo que pensar en contar con un área de conservación parece utópico y el lograr establecer un balance entre las acciones de conservación y aprovechamiento de los recursos se convierte en un reto.

Por otra parte, se cuenta con la declaratoria de Parque Nacional, Sitio Ramsar, Reserva de la Biósfera, pero a la postre algunas no dejan de ser denominaciones de papel; mientras que en los hechos los impactos antropogénicos se siguen presentando y haciendo evidentes mientras no se respeten dichas declaratorias, se apruebe el programa de manejo e implementen acciones viables.

Desde la denominación de ANP en 1992 a la fecha, el área ha venido funcionando sin un Programa de Manejo, mismo que cuenta con sus primeras versiones de elaboración desde el año 2000, adecuaciones en 2007 y una última versión en 2010, que no ha podido ser aprobado mientras no se resuelva el juicio de amparo que actualmente enfrenta el área, ante el decreto de modificación de la poligonal por la ampliación portuaria. Una vez que termine este proceso, seguramente será necesario realizar una nueva actualización con base en la resolución final.

Al paso del tiempo, es evidente que la carencia de un programa de manejo no ha sido un obstáculo para la implementación de algunas acciones de conservación y aprovechamiento de los recursos que se han llevado a cabo, tales como: el hundimiento del Cañonero Riva-Palacio C-50 como arrecife artificial, programas de voluntariado, campamentos tortugueros, señalización, educación ambiental, inspección y vigilancia, protección contra especies invasoras y control de especies nocivas y el proyecto de repoblamiento de coral (*Can Coral Nurseries*

Bring Reefs Back from the Brink?) en <http://www.scientificamerican.com>), entre otros.

Con lo anterior se pretende destacar que si bien los programas de manejo constituyen el instrumento legal para conducir y apoyar las acciones y estrategias de conservación, lo que en realidad mueve hacia la conservación y el aprovechamiento de los recursos y la generación de un cambio es la suma de voluntades de los usuarios, académicos y autoridades. De poco sirven los lineamientos escritos en papel si la sociedad no ve reflejada en ellos su beneficio individual y comunitario. Si los usuarios de los recursos no ven reflejada su actividad en concordancia con las acciones de conservación y garantizada su sobrevivencia, se pueden esperar pocos resultados positivos para el ambiente. No se puede perder de vista que algunas actividades, como la pesca, representan la sobrevivencia de la comunidad y mientras no se garantice su sustento diario, difícilmente se puede esperar su participación en el cumplimiento de las reglas (Jiménez, 2008).

Se considera que es de vital relevancia el trabajo de educación con la sociedad como mecanismo para mover conciencias. En este sentido, el acercamiento del científico con la sociedad y las autoridades para la comunicación de los resultados de sus investigaciones juega un papel relevante. Estrechar el vínculo entre usuarios, académicos y autoridades podría ser la fórmula que permitiera actuar en sincronía. Trabajando de esta manera coordinada, el científico atendería a las demandas de la sociedad en materia de investigación y las autoridades estarían comprometidas a utilizar los resultados de las investigaciones para la toma

de decisiones. Los usuarios de los recursos, al ser atendidas sus demandas y consultados durante el proceso, estarían comprometidos a atender las recomendaciones de las autoridades y científicos que resultaran de las investigaciones. De esta manera se irían construyendo las reglas de operación y se daría vida a los programas de manejo.

Para este caso particular en que la actividad pesquera representa un eslabón importante, la generación de un programa de ordenamiento pesquero para el área, en sincronía con el Programa de Manejo del Parque y construido bajo el mismo esquema de vinculación pescadores-académicos-autoridades podría contribuir a reducir la presión sobre el sistema arrecifal.

A 21 años de haber sido declarado ANP, el Sistema Arrecifal Veracruzano, carente aún de un programa de manejo, cuenta con un numeroso acervo científico multidisciplinario (ver <http://www.uv.mx/veracruz/dep/articulos/>), capacidad científica de reconocido prestigio, instituciones de investigación que le dan soporte y que están formando recursos humanos de alta calidad a todos niveles: licenciatura, maestría y doctorado en diferentes disciplinas. Al ser el PNSAV una de las áreas protegidas más estudiada a nivel nacional, requiere contar con un nuevo esquema de trabajo que permita recuperar la confianza y participación de los diferentes actores en pro del mantenimiento de los servicios ambientales que provee.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARENAS, F. V., LOZANO, A. M. A., SALAS, M. D. Efectos del huracán Karl en los arrecifes coralinos del Sistema Arrecifal Veracruzano. En: *Las Inundaciones del 2010 en Veracruz*, pp. 43-67. [La ciencia en Veracruz] Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, 2012.
- BEZAURY, C. J., GUTIÉRREZ, C. D. Áreas Naturales Protegidas y Desarrollo Social en México. En: *Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 385-431, México: CONABIO, 2009.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria del área natural protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, en el estado de Veracruz, México*. 184 pp., 2011.

- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS) *Programa de Manejo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano* (versión en proceso de aprobación, no publicada), 2010.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). Acuerdo por el que se destina al servicio de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la superficie de 48,333.98m² de zona federal marítimo terrestre, ubicada en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Islas de Enmedio, Santiaguillo, Verde, Sacrificios y Salmedina), en las cercanías de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado, estado de Veracruz-Llave, con el objeto de que la utilice para actividades de protección, restauración, conservación, investigación, saneamiento, aprovechamiento sustentable no extractivo y rescate de los recursos naturales existentes. 1a. Sección. 19 de mayo del 2008.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. 7 de junio de 2000.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano. 24 de agosto de 1992.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). Decreto por el que se reforma el artículo sexto que declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como el Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada en el Estado de Veracruz-Llave. 25 de noviembre de 1994.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. Tercera Sección. 29 de noviembre de 2012.
 - HORTA, P. G. Comentarios Generales al Estudio Justificativo presentado por la SEMARNAT donde se propone modificar la poligonal del PNSAV, para ampliar la superficie protegida y desincorporar las áreas arrecifales deterioradas, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 24 de agosto de 2011. Universidad Nacional Autónoma de México. Fesltacala. UBIPRO. Laboratorio de Biogeoquímica. 2011.
 - JIMÉNEZ, B. M. L. Management challenges of the small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of México. *Journal of the Fisheries Management and Ecology*, 15: 19-26, 2008.
 - JIMÉNEZ, B. M. L., CASTRO, G. L. G. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. 221-240 p. En: GRANADOS, A., ABARCA, L. G., VARGAS, J. M. (Eds.), *La investigación científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano*. Universidad Autónoma de Campeche. 304 pp., 2007.
 - LOZANO, A. M. A., CLARO, R. Biodiversidad marina en Veracruz. Cap. 2. En: ARENAS, V., QUINTERO, A., IGLESIAS, S., SALAS, D., LOZANO, M. A. (Eds.), *El mar y Veracruz*. Gran Enciclopedia del Mar Vol. 7, pp 34-39, Monterrey, México: Agencia Promotora de Publicaciones, 2010.
 - VALADEZ, R. V., ORTIZ, L. L. Spatial and temporal effects of port facilities expansion on the surface area of shallow coral reefs. *Environmental Management*, 1-11, 2013.
- De páginas electrónicas**
- ARRIAGA, L., AGUILAR, V., ALCOCER, J., JIMÉNEZ, R., MUÑOZ, E., VÁZQUEZ, E. (Coordinadores). *Regiones Hidrológicas Prioritarias*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2002. Última actualización 19 de diciembre de 2008. De: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hseccion.html>, 20 jun. 2013.
 - ARRIAGA, L., ESPINOZA, J. M., AGUILAR, C., MARTÍNEZ, E., GÓMEZ, L., LOA, E. (Coordinadores). *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2000. Última actualización 19 de diciembre de 2008. De: <http://www.conabio.gob.mx/coocimiento/regionalizacion2/doctos/terrestres.html>, 20 jun. 2013.
 - CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 2004. Última actualización 30 de agosto de 2004. Disponible en: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>, 20 jun. 2013.
 - SCIENTIFIC AMERICAN Can Coral Nurseries Bring Reefs Back from the Brink? *Scientific American* [Slide show] De: <http://www.scientificamerican.com/slideshow.cfm?id=coral-nurseries-bring-reefs-back-from-brink>

Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad

Categories of natural protected areas in Mexico and a proposal for their effectiveness evaluation

Luis Ignacio Íñiguez Dávalos^{1*}, Cecilia Leonor Jiménez Sierra², Joaquín Sosa Ramírez³,
Alfredo Ortega-Rubio⁴

Íñiguez Dávalos, L. I.; Jiménez Sierra, C. L.; Sosa Ramírez, J.; Ortega-Rubio, A., Categorías de las áreas naturales protegidas en México y una propuesta para la evaluación de su efectividad. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 65-70, 2014.

RESUMEN

Uno de los elementos centrales en la estrategia para la conservación de la biodiversidad en cualquier país es la construcción de un sistema de áreas naturales protegidas. La evaluación de la efectividad de cada área debe estar en función de su aporte a la conservación, pero en los términos establecidos por la categoría de manejo designada. Considerando lo anterior, se describen las categorías de manejo de áreas protegidas que son vigentes en México, sus objetivos y zonificación, y su vinculación con los procesos de evaluación.

ABSTRACT

A key element in any country's conservation strategy is the construction of a protected natural area's system. Evaluation of effectiveness

Palabras clave: área natural protegida, evaluación de la efectividad, categorías de manejo, zonificación, gobernanza.

Keywords: natural protected area (NPA), effectiveness evaluation, management categories, zoning, governance.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECBIO, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

² Departamento de Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

³ Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

⁴ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

* Autor para correspondencia: liniguez@cucsur.udg.mx

of a given area must consider contribution to preservation as a whole, but in the terms established by its own management category. Mexican management categories, including objectives and zoning, are described and linked with the evaluation processes.

INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos centrales en la estrategia para la conservación de la biodiversidad de cualquier país es la construcción de un sistema de áreas naturales protegidas (ANP) (CONABIO, 2000). Estas son, por definición, sitios que mantienen las condiciones físicas y bióticas más parecidas a lo que había antes de la intervención humana intensiva sobre el entorno natural, que ha ocurrido de manera cada vez más acelerada (Simonian, 1998). Aunque el establecimiento de áreas de reserva se ha ido generalizando, y en nuestro país se considera como protegido más del 12% del territorio nacional, poco se ha hecho para evaluar el buen funcionamiento de las ANP (Barzetti, 1993).

Fuera del ámbito intrínseco al manejo de estas áreas protegidas (i.e. los directores de las áreas, su personal y los mandos medios y directivos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP), la tendencia generalizada en los sectores interesados por conocer la efectividad de las ANP (i.e. académico, conservacionista, social, productivo, opinión pública, etc.) es a considerarlas como un conjunto homogéneo cuya única característica a evaluar es su vocación ha-

cia la conservación (MacKinnon et al., 1990). Sin embargo, es importante tener en cuenta al tratar de establecer si una ANP está cumpliendo con lo que se espera de ella, que existen diversas categorías de manejo, con objetivos y zonificaciones distintas, lo que da lugar a la aplicación de criterios de efectividad que deben ser diseñados en función de la categoría de manejo (UICN, 1994; Primack et al., 2001). En la presente contribución se describirán las categorías de las ANP de México y su zonificación, con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2013). Este trabajo no pretende ser una revisión exhaustiva del tema, sino presentar de una manera accesible la información básica acerca de estos dos elementos fundamentales para la planificación, operación y evaluación de las ANP de México: las categorías de manejo y la zonificación que se hace de cada una de ellas; asimismo, se busca proponer algunos posibles criterios de evaluación que se pueden aplicar a ellas para medir su efectividad respecto al logro de su objetivo central: la conservación.

DESARROLLO

Áreas naturales protegidas y su zonificación

La definición de las áreas naturales protegidas de México, así como de sus categorías, objetivos y zonificaciones se indica en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA), del artículo 44 al 56 (DOF, 2013). En estos artículos se establecen las atribuciones de la nación para declarar áreas protegidas y asegurar su conservación. Estas atribuciones se pueden aplicar en primer lugar a los terrenos bajo jurisdicción nacional, pero también se pueden incluir terrenos y recursos naturales cuyos poseedores o dueños sean privados o comunales (art. 44) (DOF, 2013).

Las razones que se pueden esgrimir como objetivos para decretar un ANP (art. 45) incluyen la preservación de los ambientes representativos y ecosistemas frágiles, conservar la diversidad genética, conservar especies que tienen algún estatus de conservación de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010 (DOF, 2010), apoyar el aprovechamiento sustentable, impulsar la investigación científica, rescatar o generar conocimientos, prácticas y tecnologías para la conservación – tanto tradicionales como innovadoras –, conservar los procesos vinculados a los ciclos hidrológicos, y proteger el entorno natural vinculado con ele-

mentos sociales y culturales de importancia (Carabias et al., 1994).

De las categorías de ANP existentes en el ámbito mundial, en México actualmente se reconocen seis de nivel federal (art. 46): reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, y santuarios. Además, se reconocen tres categorías que no están en el ámbito federal: áreas protegidas estatales, zonas municipales de conservación ecológica y áreas destinadas voluntariamente a la conservación por ciudadanos u organizaciones no gubernamentales (DOF, 2013). La legislación prevé la participación de diversos sectores de la sociedad en la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, al vincularla además al desarrollo integral de las comunidades (art. 47) (DOF, 2013).

Para el adecuado manejo de las ANP se ha establecido un esquema de zonificaciones, en el cual cada tipo de zona y subzona tiene objetivos de manejo distintos, lo que permite que dentro de un área decretada se puedan realizar diferentes actividades compatibles con los factores físicos, biológicos, sociales y económicos de la zona (art. 47 bis) (DOF, 2013). La categoría del ANP determina cuáles zonas y subzonas aplican en ella. Las zonas se categorizan en dos tipos principales, las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento; en cada ANP las zonas se definen en la declaratoria de creación de la misma (art. 47 bis 1) (DOF, 2013). En el caso de las subzonas, éstas se determinan en su programa de manejo. Si en la declaratoria no se estableció una zonificación, podrán establecerse subzonas correspondientes a la zona de amortiguamiento, atendiendo a lo que permite la categoría de manejo.

Las zonas *núcleo* se definen como áreas de protección estricta, que tienen como objetivo la preservación a largo plazo de los ecosistemas (art. 47 bis) (DOF, 2013). Las actividades autorizadas en estas zonas son las relacionadas con la conservación, investigación (Figura 1) y educación ambiental. En algunos casos se podrán autorizar algunos aprovechamientos, realizados bajo un control estricto. Se prohíben de manera expresa actividades contaminantes, de destrucción y modificación de hábitats, extracción de recursos naturales e introducción de especies exóticas o genéticamente modificadas (art. 49) (DOF, 2013).



Figura 1. Estación Científica Las Joyas, Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco.

Las zonas núcleo pueden a su vez incluir dos tipos de subzonas: de protección y de uso restringido. Las subzonas de protección se ubican en las áreas mejor conservadas y en los ecosistemas frágiles o relevantes que requieran cuidados especiales para su conservación. Las subzonas de uso restringido son para mantener o mejorar las condiciones actuales del ecosistema, permitiendo la recuperación de sitios que tengan procesos de degradación. Allí se puede autorizar la construcción de algunas instalaciones de apoyo a la investigación y el monitoreo ambiental, de manera limitada (Barzetti, 1993).

Las zonas de amortiguamiento tienen la función de regular la realización de actividades de aprovechamiento orientadas hacia el desarrollo sustentable. Es decir, se pueden utilizar y explotar los recursos naturales de las áreas protegidas, siempre y cuando no se pierdan o degraden. En las zonas de amortiguamiento puede haber hasta ocho tipos distintos de subzonificaciones (DOF, 2013).

Las subzonas de preservación son muy parecidas a las de uso restringido en las zonas núcleo; protegen ecosistemas frágiles o condiciones biológicas que se busca preservar a pesar de las actividades de manejo, que deben estar bajo una supervisión constante. Las subzonas de uso tradicional son aquellas que han sido sujetas a

aprovechamiento de manera tradicional sin recibir impactos importantes en el ecosistema; su enfoque principal es satisfacer el autoconsumo utilizando métodos tradicionales. Las subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales se pueden utilizar dentro de esquemas de sustentabilidad que permitan su viabilidad a largo plazo; el beneficio debe ser principalmente para los pobladores locales (Carabias et al., 1994). En las subzonas de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas hay usos agrícolas y pecuarios de baja intensidad; puede haber actividades agroforestales y silvopastoriles afines a los objetivos de conservación, control de la erosión y reducción de agroquímicos e insumos externos (DOF, 2013). Las subzonas de aprovechamiento especial son sitios de superficie pequeña, donde se podrán realizar obras de infraestructura o explotación de recursos naturales que generen beneficios públicos, sujetas a regulaciones estrictas para su construcción y desarrollo; ejemplos de estas podrían ser pozos de agua o estaciones repetidoras de telecomunicaciones (Barzetti, 1993). Las subzonas de uso público tienen atractivos naturales para la recreación y el esparcimiento; el número de visitantes debe ser calculado y autorizado en función de la capacidad de carga respectiva (MacKinnon et al, 1990). Las subzonas de asentamientos humanos son aquellas donde había centros de población previos al establecimiento del área protegida; cabe recordar que en las ANP

decretadas no se autoriza la creación de nuevos centros de población (DOF, 2013). Finalmente, las subzonas de recuperación son aquellas que han sido severamente afectadas por las actividades humanas, por lo cual serán objeto de programas de recuperación o rehabilitación.

Categorías de las ANP de México

A continuación se describen las seis categorías de áreas protegidas federales, las cuales difieren entre sí por sus objetivos de manejo y por el tipo de zonificación a que pueden estar sujetas; asimismo, se incluye una breve descripción de las categorías no federales (DOF, 2013). En las reservas de la biósfera, en las áreas de protección de recursos naturales y en las áreas de protección de flora y fauna se podrán establecer todas las subzonas previstas en el artículo 47 bis (DOF, 2013).

Reservas de la biósfera. Actualmente las reservas de la biósfera constituyen la categoría más importante en el sistema de áreas protegidas del país por su amplitud y versatilidad en el diseño del manejo de las mismas. Se establecen reservas de la biósfera en lugares que representen la diversidad de ecosistemas del país (art. 48). También se toma en cuenta la representatividad en cuanto a la diversidad biológica y la presencia de especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En las reservas de la biósfera se pueden establecer todas las subzonas. Es posible la presencia de asentamientos humanos dentro del área protegida, toda vez que estuvieran establecidos previamente a la declaratoria del área, debido a que la tenencia de la tierra no se modifica.

Parques nacionales. Los parques nacionales se establecen en sitios con ecosistemas que tengan principalmente belleza escénica, valor histórico, científico, educativo, recreacional, que conserven flora y fauna especial y, sobre todo, que tengan aptitud para el desarrollo turístico (art. 50). En cuanto a su zonificación, puede haber zonas núcleo de protección y de uso restringido, y zonas de amortiguamiento con subzonas de uso tradicional, de uso público y de recuperación. Si el parque nacional incluye zonas marinas, también es posible incluir subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (art. 47 bis 1).

Monumentos naturales. La categoría de monumento natural se establece en sitios puntuales que contienen elementos naturales con un valor excepcional de tipo estético, histórico o científ-

fico (art. 52). En estos casos hay un régimen de protección absoluta; es decir, no se permite ningún tipo de aprovechamiento de tipo extractivo. Estos sitios, al ser puntuales, no cuentan con la superficie que se requeriría para ser incluidos en otras categorías de manejo. La zonificación permite zonas núcleo de protección y uso restringido y zonas de amortiguamiento de uso público y de recuperación (art. 47 bis 1).

Áreas de protección de recursos naturales. Esta es una categoría no muy precisa en su definición, debido a que incluye "...áreas que no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de esta Ley". Es decir, cualquier área dedicada a la preservación y protección de suelos, cuencas, aguas y recursos naturales de terrenos forestales, mientras no estén en alguna otra categoría de área natural protegida (art. 53). Esto incluye reservas forestales y áreas de protección de los cuerpos de aguas nacionales, sobre todo cuando se destinan al abastecimiento para la población humana. Si bien el artículo 47 bis 1 establece que pueden establecerse todas las zonas y subzonas, en este caso (art. 53) se le da más peso al decreto particular del ANP, indicando que sólo se realizarán las actividades que establezca el decreto y el programa de manejo respectivo (DOF, 2013).

Áreas de protección de flora y fauna. A diferencia de las otras ANP, para esta categoría la propia LGEEPA establece que se deben tomar en cuenta los criterios y disposiciones "...de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables..." (DOF, 2013). El enfoque principal de estas ANP es hacia la conservación de especies. El objetivo es conservar los hábitats donde viven, se desarrollan y evolucionan las especies de flora y fauna silvestres (art. 54). La zonificación permite zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, con todas sus subzonas.

Santuarios. Los santuarios son áreas que, aunque no necesariamente son tan puntuales como los monumentos naturales, se destacan por mantener una alta riqueza de especies o especies de distribución restringida en sitios delimitados. Ello incluye cañadas, relictos, cuevas, cenotes, caletas y otras unidades geográficas específicas (art. 55). La zonificación incluye zonas núcleo de protección y de uso restringido, y zonas de amortiguamiento de uso público y de recuperación (art. 47 bis 1).

Áreas protegidas no federales. Los predios particulares, ya sean privados, ejidales o comunales, pueden ser destinados voluntariamente a la conservación cuando cumplan con las características de alguna de las categorías de conservación de nivel federal o provean servicios ambientales. Se considerarán áreas productivas con una función de interés público y se certificarán como tales (art. 55 Bis) (DOF, 2013).

Los gobiernos de los estados, incluso el del Distrito Federal, así como los municipios, pueden decretar áreas protegidas de acuerdo con la legislación local, con la restricción de que no se pueden establecer sobre áreas federales previamente decretadas. La única excepción es en la categoría de áreas de protección de recursos naturales. Cabe aclarar que esta restricción no aplica en sentido inverso; es decir, un área federal si puede decretarse donde ya existe un área estatal, municipal o voluntaria. De hecho, el art. 56 permite que las autoridades estatales promuevan el reconocimiento federal de áreas establecidas en los otros niveles.

En los ecosistemas marinos (incluyendo, de ser el caso, la zona federal marítimo-terrestre), se pueden establecer todas las categorías de ANP, excepto áreas de protección de recursos naturales (art. 51); esto se debe a que esta categoría está enfocada a la protección sobre todo de recursos forestales y cuerpos de agua dulce. La regulación de las actividades en estas ANP se regirá no sólo por la LGEEPA, sino también por la Ley de Pesca y la Ley Federal del Mar, así como por las convenciones internacionales respectivas de las que México sea parte.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La evaluación de la efectividad de las ANP puede realizarse desde diversos enfoques de análisis y con distintos métodos. La correcta selección de éstos es crucial para establecer con veracidad si se logran o no los objetivos últimos de la conservación. El enfoque del análisis puede estar centrado en los insumos que se aplican (es decir, cuántos recursos financieros, materiales y humanos se utilizan para el logro de los objetivos del área protegida), en los procesos que se desarrollan (e.g. cuáles son los instrumentos de planeación y gestión, cómo se toman e implementan las decisiones de manejo, o cómo se asigna y se aplica el presupuesto del área) o en las salidas

que se obtienen (por ejemplo, la reducción en el número de hectáreas incendiadas, el incremento poblacional de alguna especie indicadora o la tendencia en el uso de áreas de agostadero).

En cuanto al método de evaluación, una vez definido el enfoque, los indicadores seleccionados y la manera de medirlos pueden provenir de criterios generales impuestos por el cuerpo directivo (es decir, "desde arriba", lo cual lleva a indicadores genéricos, pero aplicables en todas las áreas), o del personal de las ANP en atención a su problemática específica (denominado "desde abajo", establecidos en función de las particularidades de cada área individual y de las percepciones y actividades respectivas del personal local de cada ANP). Muy recientemente el gobierno federal puso en funcionamiento el Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación Para la Conservación (SIMEC). Este sistema trata de establecer la evaluación en dos niveles: uno de ellos es el proceso de evaluación estratégica a nivel del sistema de ANP en su conjunto y el otro es la evaluación de la operatividad a nivel de cada área particular. El enfoque general en ambos casos es principalmente hacia insumos y procesos, establecidos "desde arriba". Se siguen en general las directrices y métodos propuestos por la UICN (Hockings et al., 2000), tales como idoneidad del diseño del área protegida, idoneidad de los sistemas y procesos de manejo, y determinación del logro de los objetivos de conservación establecidos para el área protegida, cubriendo para ello seis elementos: contexto o situación actual, planificación, insumos, procesos, productos e impacto; estos elementos se evalúan con una batería de 30 indicadores (CONANP, 2009). Tomando en cuenta la diversidad de condiciones en las ANP de nuestro país y las categorías de manejo que existen para su operación se considera que el enfoque de evaluación diseñado por la CONANP se queda corto en cuanto a las posibilidades de decir si las áreas están o no cumpliendo su función primordial. Una propuesta alternativa de evaluación debería centrarse en el logro de los objetivos de cada área en función de su zonificación; los cuales deberían ser definidos sobre todo por el personal del área y los actores locales, considerando las condiciones del entorno local, regional, nacional e internacional. El análisis multinivel de gobernanza (Mendoza Sammet y Quinn, 2010; Mendoza Sammet et al., 2010) podría generar un marco analítico adecuado para iniciar el desarrollo de nuevas aproximaciones que permitan

identificar problemas y mejorar la efectividad de nuestras áreas naturales protegidas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- BARZETTI, V. (ed.). *Parques y progreso. Áreas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)–Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 258 pp., 1993.
- CARABIAS, J., PROVENCIO, E., TOLEDO, C. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica. 138 pp., 1994.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. México: Autor. 103 pp., 2000.
- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente*. México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013.
- HOCKINGS, M., STOLTON, S., DULEY, N. *Evaluating effectiveness: A framework for assessing the management of protected areas*. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. 121 pp., 2000.
- MACKINNON, J., MACKINNON, K., CHILD, G., THORSELL, J. *Manejo de áreas protegidas en los trópicos*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)–Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 314 pp., 1990.
- MENDOZA SAMMET, A., QUINN, M. S. Governance challenges for wildland preservation in Canada and Mexico. *International Journal of Wilderness*, 16(2):13-21, 2010.
- MENDOZA SAMMET, A., QUINN, M. S., THOMPSON, D. Evaluating protected area management. In: BONDRUP NIELSEN, S., BEAZLEY, K., BISSIX, G., COLVILLE, D., FLEMING, S., HERMAN, T., MCPHERSON, M., MOCKFORD, S., O'GRADY, S. (Eds.), *Ecosystem Based Management: Beyond Boundaries. Proceedings of the Sixth International Conference of Science and the Management of Protected Areas*, 21–26 May 2007, pp. 522-533, Acadia University, Wolfville, Nova Scotia Science and Management of Protected Areas Association, 2010.
- PRIMACK, R., ROZZI, R., FEINSINGER, P. Establecimiento de áreas protegidas. En: PRIMACK, R., ROZZI, R., FEINSINGER, P., DIRZO, R., MASSARDO, F. (Eds.), *Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas*, pp. 449-475, México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 797 pp., 2001.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, 30 de diciembre de 2010.
- SIMONIAN, L. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. México: CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)–INE (Instituto Nacional de Ecología), SEMARNAP. 45 pp., 1998.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). *Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: Comisión de Parques Nacionales y Áreas Protegidas con la ayuda de World Conservation Monitoring Centre, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. X + 261pp., 1994.

Manejo del Área Natural Protegida Sierra Fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos

Management of the Natural Protected Area Sierra Fria, Aguascalientes: current status and challenges

Joaquín Sosa Ramírez^{1*}, Aurora Breceda Solís Cámara², Cecilia Leonor Jiménez Sierra³, Luis Ignacio Íñiguez Dávalos⁴, Alfredo Ortega-Rubio²

Sosa Ramírez, J.; Breceda Solís Cámara, A.; Jiménez Sierra, C. L.; Íñiguez Dávalos, L. I.; Ortega-Rubio, A., Manejo del área natural protegida Sierra Fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 71-77, 2014.

RESUMEN

El Área Natural Protegida Sierra Fría comprende una importante diversidad biológica que ofrece servicios ambientales imprescindibles para el bienestar social. Estos ecosistemas se ven amenazados por la falta de un programa de conservación y manejo que coordine y ordene las acciones realizadas por los diferentes actores que intervienen en la región. El propósito del presente trabajo es resaltar que a pesar de que esta región cuenta con protección legal desde 1949, aún no tiene un programa de manejo y que actualmente se están realizando diferentes acciones por parte de algunos actores sociales y económicos, que constituyen amenazas a la integridad de los ecosistemas y a los servicios ambientales que éstos proporcionan. Se recomienda que para elaborar y ejecutar el programa de manejo, que es el reto más importante hoy día, se adopte un protocolo de manejo de ecosistemas colaborativo y adaptable, que ha

Palabras clave: Sierra Fría, manejo de ecosistemas, conservación, área natural protegida (ANP).

Keywords: Sierra Fría, ecosystems management, conservation, natural protected area (NPA).

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

² Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

³ Departamento de Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

⁴ Departamento de Ecología y Recursos Naturales-IMECBIO, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara.

* Autor para correspondencia: jsosar@correo.uaa.mx

sido exitoso en otros lugares y pone énfasis en el aprendizaje tanto experimental como de la experiencia, y en la colaboración horizontal y vertical. Esta modalidad de manejo es apropiada para consensuar y aplicar un programa de conservación y manejo que proponga estrategias y acciones para enfrentar las amenazas a la conservación y el aprovechamiento sustentable.

ABSTRACT

The Sierra Fria Natural Protected Area comprises a significant biodiversity, which provides ecosystem services essential for social welfare. These ecosystems are threatened by the lack of a conservation and management program to coordinate and order the actions taken by the different actors in the region. The purpose of this paper is to emphasize that although this region has legal protection since 1949, it does not have a management program, and to note that they are currently performing different actions by some social and economic actors that threaten to the integrity of ecosystems and environmental services they provide. It is recommended that, to develop and implement the management program, which is the most important challenge today, a protocol for a collaborative and adaptive ecosystem management should be adopted, which has been successful in other places and that emphasizes in both experimental learning experiences, and horizontal and vertical collaborations. This type of management is appropriate to agree and implement a conservation and management program to propose strategies and actions to address threats to conservation and sustainable use.

INTRODUCCIÓN

El Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF), con protección del gobierno estatal conforme al decreto del 30 de enero de 1994, tiene una superficie de 112,090 ha (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994). Se ubica al noroeste del estado de Aguascalientes y comprende parte de los municipios de San José de Gracia, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Calvillo y Jesús María (Figura 1). Es una región montañosa con un rango altitudinal que va de 2,200 a 3,050 metros, recibe en promedio una precipitación anual que oscila entre los 600 y los 700 mm. Esta área natural protegida es de gran importancia a nivel estatal, ya que contiene 90% de los bosques templados y de montaña (SEDES0, 1993) y una porción importante del capital natural de la entidad.

Servicios ecosistémicos

El valor de esta área natural radica no sólo en su riqueza biológica, sino también en los servicios ecosistémicos que ofrece a la sociedad (Daily, 1997; CONABIO, 2008). Entre estos servicios se encuentran la regulación del clima y del ciclo hidrológico, la conservación del suelo, el secuestro de carbono, la purificación y el escurrimiento del agua y, de especial importancia, la recarga de los mantos acuíferos del valle de Aguascalientes, entre otros. Además, este reservorio de la naturaleza conforma un ambiente particular para la recreación y esparcimiento de los pobladores de la región.

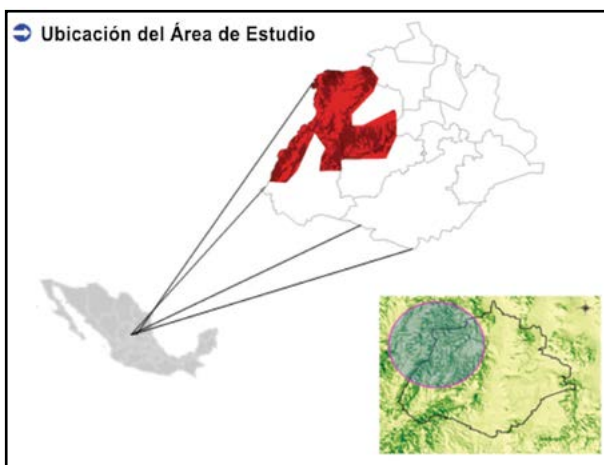


Figura 1. Área Natural Protegida Sierra Fría.

Diversidad biológica

El ANPSF contiene una diversidad biológica excepcional, en parte debido a la heterogeneidad ambiental, comprende una región montañosa constituida por varias serranías, valles, mesetas y cañadas; asimismo, aquí hacen contacto la región neártica y la región neotrópica (CONABIO, 1997). En esta región se puede distinguir una variedad de zonas ecológicas y tipos de vegetación que albergan un número importante de taxa, entre los cuales se tienen registradas 591 especies de plantas terrestres pertenecientes a 325 géneros y a 87 familias; 37 especies de plantas acuáticas y subacuáticas, que pertenecen a 28 géneros y a 21 familias. Asimismo, 95 especies de hongos, de los cuales 45 son comestibles, 35 destructores de madera y 15 micorrícicos. Se reportan además 87 especies de mamíferos (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1993). También se tienen reportadas 141 especies de aves, de las cuales 71 son residentes y 70 migratorias, distribuidas en 13 órdenes, 34 familias y 100 géneros (De la Riva Hernández y Franco Ruiz Esparza, 2008). Están registradas, asimismo, 53 especies de reptiles (Quintero Díaz et al., 2008). Muchas otras especies habitan esta área natural y aún no se tienen registradas; sin embargo, se cuenta con registros de especies para el estado de Aguascalientes que habitan en esta región (CONABIO, 2008).

A continuación se describen brevemente los principales ecosistemas, representados por los diferentes tipos de vegetación (CONABIO, 2008; Secretaría de Medio Ambiente, en revisión):

Bosque templado. La vegetación que cubre los bosques templados del ANPSF (Figura 2) está dominada por comunidades de encino (*Quercus*), pino (*Pinus*), tásate (*Juniperus*) y arbustos como la manzanita (*Arctostaphylos pungens* y *A. Polifolia*) y el madroño (*Arbutus glandulosa* y *A. Arizonica*). Se pueden encontrar también bosquesillos de cedros (*Cupressus lindleyi*) en algunas barrancas húmedas y a orillas de los arroyos se localizan también especies arbóreas como el fresno (*Fraxinus papillosa*), el álamo (*Populus tremuloides*), el sauce (*Salix bonplandiana*) y el laurel (*Litsea glauscescens*) (Siqueiros Delgado, 2008). A continuación se presentan los componentes del bosque templado:

Bosque de encino. Los encinares están ampliamente distribuidos sobre mesetas, laderas y cañadas como manchones puros o asociados a pinos



Figura 2. Bosque de pino-encino.

(*Pinus* spp.) y a táscales (*Juniperus deppeana*), madroños (*Arbutus xalapensis* y *A. glandulosa*) y manzanitas (*Arctostaphylos pungens*). Entre los componentes de este bosque encontramos las siguientes especies: el roble (*Quercus resinosa*), que se establece en las partes más bajas de la montaña, el chaparro (*Q. potosina*), que posee la distribución más amplia, seguido en orden de importancia por los encinos rojos: *Q. eduardii* y *Q. sideroxylla*. Los encinos blancos, *Q. rugosa* y *Q. chihuahuensis* están bien representados. Entre los elementos con menor distribución encontramos: *Quercus coccolobifolia* y *Q. resinosa* (Sosa Ramírez et al., 2011).

Bosque de pino. Los pinares se localizan en las cañadas y en las partes más altas de la sierra. Las especies dominantes son *Pinus leiophylla* y *P. teocote*. *Pinus leiophylla* es la más abundante, se distribuye en un rango altitudinal que va de los 2400 a los 2600 msnm. Existen especies como *Pinus chihuahuana*, *P. lumholtzii* y *P. duranguensis* que presentan una distribución restringida (Díaz et al., 2012).

Bosque de táscate. El táscate (*Juniperus deppeana*) es la especie más ampliamente distribuida en el bosque templado de la Sierra Fría (Díaz et al., 2012). Esta comunidad se desarrolla principalmente en áreas con mayor disturbio por tala e incendios. Los táscales pueden presentarse en asociaciones con los encinos y también formando rodales puros.

Finalmente dentro del bosque templado, el:

Chaparral. Es la unidad ecológica formada principalmente por la manzanita (*Arctostaphylos*

pungens) y el encino (*Quercus potosina*). Esta comunidad generalmente es densa y se encuentra muy generalizada en la zona.

Matorral xerófilo. Estas comunidades se localizan en las partes más bajas de la sierra y están dominadas fisonómicamente por cactáceas del género *Opuntia* spp. y huizaches (*Acacia schaffneri*, *A. farnesiana*).

Pastizal. Estas comunidades se localizan principalmente en terrenos llanos o con pendiente suave, se presentan desde los 2,100 hasta algo más de los 2,500 msnm. Sus principales elementos son pastos de los géneros *Bouteloua* spp. y *Muhlenbergia* spp.

Bosque tropical seco y Matorral subtropical. Localizados en el valle de Calvillo (Figura 3). Aquí se encuentran especies de plantas como: palo bobo (*Ipomoea murucoides*, *I. intrapilosa*), zocona (*Bursera bipinnata*), cuero de indio (*Heliocarpus terebinthinaceus*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), guache (*Leucaena esculenta*), varaduz (*Eysenhardtia polystachya*), entre otras (García Regalado, 2008).



Figura 3. Bosque tropical seco.

Marco legal

El Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF) presenta hoy día tanto protección federal como estatal. El 3 de agosto de 1949 el presidente Miguel Alemán publicó un decreto administrativo donde declara como Zonas Protectoras Forestales y de Repoblación a las cuencas de alimentación de las obras de irrigación de los Distritos Nacionales de Riego. En este decreto está incluido el Distrito de Riego número 1 de Pabellón, Aguascalientes.

El 30 de enero de 1994, por decreto de ley número 88 del Congreso del Estado de Aguascalientes, el gobernador Otto Granados Roldán declara esta zona como Área Natural Protegida con el carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, con una superficie de 112,092 ha (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994). El 28 de enero de 1988 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente. Con base en esta ley, el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Víctor Lichtinger, publica un acuerdo el 7 de noviembre de 2002, en donde se establece que todas las áreas comprendidas en el decreto presidencial de 1949; es decir, las Zonas Protectoras Forestales y de Repoblación se recategorizan como Áreas de Protección de Recursos Naturales.

Bajo este esquema legal, hoy día el ANPSF cuenta con un decreto estatal y también forma parte de dos Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN) administradas por la federación, éstas áreas son: Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 01 Pabellón, con una superficie de 97 mil 699 hectáreas; otra parte aparece con el nombre de Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Nayarit (CONANP, 2006 a y b).

A pesar de los antecedentes legales para la protección de la Sierra Fría de más de 60 años, esta aún no cuenta con un programa de manejo aprobado, lo que ocasiona carencia de directrices en las estrategias y acciones destinadas a la conservación. Hasta el momento el avance más consistente ha sido la propuesta del Programa de Conservación y Manejo del ANPSF (PCM) para el área de decreto estatal. El propósito del presente trabajo es examinar la situación actual y los desafíos que presenta el ANPSF y generar recomendaciones que ayuden a las autoridades ambientales estatales y federales a la toma de decisiones.

Problemas y amenazas

El PCM es coordinado por la Dirección General de Ecosistemas y Recursos Naturales de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado, con la colaboración de numerosas instituciones públicas y privadas. Con base en la caracterización físico-biológica y sociodemográfica del área y un diagnóstico de la problemática se diseñaron propuestas de zonificación y componentes de manejo. De la problemática más importante, en el PCM se señalan los siguientes aspectos (Secretaría de Medio Ambiente, en revisión):

1) Las sequías prolongadas, 2) el sobre pastoreo, 3) los incendios forestales, 4) las especies exóticas invasoras, 5) el parasitismo y 6) la erosión.

A estos problemas y amenazas se agregan y detallan los siguientes:

- Atomización de la propiedad, que promueve pérdida de la cobertura vegetal y fragmentación del ecosistema. En los últimos años, algunos ejidos como el de la Congoja y Colonia Progreso han estado vendiendo lotes de 17 ha en promedio principalmente a personas de la ciudad de Aguascalientes, con fines de recreación y esparcimiento. Asimismo, se ha promovido el incremento de ranchos privados con el consecuente cercado y la construcción de caminos y cabañas.
- Introducción de especies exóticas. Principalmente (Figura 4) el elk o waipití (*Cervus canadensis*), ciervo rojo (*Cervus elaphus elaphus*), venado cola blanca tejano (*Odocoileus virginianus texanus*) y algunas otras especies de diferente origen, como el venado axis (*Axis axis*), el gamo europeo (*Dama dama*) y el borrego muflón (*Ovis aries*). Ello representa un riesgo por la posibilidad de modificación del hábitat, la competencia y/o hibridación con las especies nativas y la transmisión de enfermedades (Clark Tapia y Quintero Díaz, 2008; Quintero Díaz, 2008). Por otro lado, se encuentran también algunas especies vegetales exóticas, entre ellas se ha observado a *Pinus greggii*, *P. maximartinezii*, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* y *Pawlonia tomentosa*.
- La instalación de cercas de malla de alambre con alturas de 2 a 3 m para confinar a los animales exóticos. Ello obstaculiza el libre tránsito de la fauna nativa y provoca accidentes.
- Cacería ilegal y furtiva. Es frecuente la cacería en predios que no cuentan con permisos

de caza o la cacería de más animales de los permitidos en las Unidades de Manejo Ambiental (UMA) legalmente constituidas.

- Falta de acuerdo y coordinación efectiva entre las instancias federales y estatales para el manejo y gestión del ANP. Para empezar, la CONANP no cuenta con un polígono definido y los programas de conservación y manejo que se realizan por las diferentes dependencias públicas (CONAFOR, CONANP, SAGARPA) no se hacen en forma coordinada.

Todos estos problemas muestran anarquía y desorden, producto de la falta de un programa de manejo consensuado y respetado por autoridades y pobladores.

Retos y desafíos

El desafío más importante es consensuar, aceptar, aplicar y respetar el PCM. Este programa se encuentra actualmente en proceso de revisión por parte de las dependencias públicas involucradas en el ANP (SEMARNAT, CONANP, CONAFOR, CONABIO). El siguiente paso será la circulación de este documento a los propietarios y habitantes del área para su revisión. En el programa de manejo se deberán incorporar las estrategias y acciones para enfrentar los problemas arriba señalados. Este proceso es muy importante ya que se tiene el antecedente de que en 1995 se elaboró y presentó un plan integral de manejo (SEDESOL, 1995) que no logró el consenso de los propietarios y habitantes de la Sierra Fría, en parte por la escasa participación en su elaboración. De acuerdo a la propuesta del Programa de Manejo del ANPSF, los objetivos generales que se proponen son conservar la riqueza natural y cultural de la Sierra Fría incluyendo los procesos ecológicos y evolutivos que permitan la continuidad y evolución de la vida, así como conservar los servicios ecosistémicos que brindan el bienestar y progreso de la sociedad, en particular de las comunidades del ANPSF y su zona de influencia; todo ello mediante un conjunto de políticas y medidas de protección, manejo y conservación incluyendo el uso sustentable y la restauración.

La consecución de estos objetivos se facilita si el manejo del ANP Sierra Fría pone énfasis en la participación y colaboración de todos los involucrados y en ir adaptando las estrategias y las acciones a los cambios sociales y ecológicos que se vayan presentando (Armitage et al., 2009). Este método de manejo colaborativo y adaptable re-



Figura 4. Especie de fauna introducida a la Sierra Fría.

alza en el aprendizaje tanto experimental como de la experiencia, y en la colaboración horizontal y vertical necesarias para mejorar nuestra comprensión y capacidad para responder al funcionamiento de los complejos sistemas socio-ecológicos que aquí se encuentran.

El manejo de ecosistemas

El manejo de ecosistemas es un proceso de intervención humana que busca aprovechar o producir bienes y servicios de manera sostenible o durable. Para ello se fundamenta en la conservación de los componentes y procesos de los ecosistemas, o bien de restaurarlos cuando han sufrido una degradación. El manejo tiene lugar en la interfase entre los sistemas sociales y ecológicos (Figura 5), y en gran medida está determinado por los primeros, por lo cual sus bases científicas deben de incorporar el entendimiento tanto de

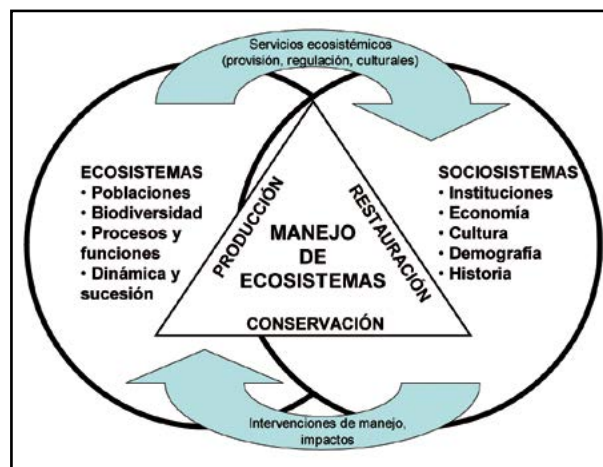


Figura 5. El manejo de ecosistemas como un proceso que integra la producción, la conservación y los sociosistemas (Jardel et al., 2008).

los procesos ecológicos como sociales, y de sus interacciones (Jardel et al., 2008).

La esencia del manejo de ecosistemas es la toma de decisiones sobre diferentes estrategias y acciones alternativas, lo que implica tener la capacidad de predecir sus posibles efectos sobre los ecosistemas y recursos. Es por ello que el manejo depende de la combinación del conocimiento científico y la experiencia práctica; no sólo para tomar decisiones adecuadas, sino también para monitorear y evaluar sus resultados.

El manejo de ecosistemas está basado en acciones impulsadas por objetivos explícitos, ejecutado por políticas, protocolos y prácticas adaptables por medio del monitoreo y la investigación, y basado en nuestra mejor comprensión de las interacciones y procesos ecológicos necesarios para mantener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Christensen et al., 1996).

El Área Natural Protegida Sierra Fría requiere de la aplicación de un protocolo de manejo de ecosistemas. Para ello se ha iniciado con la realización de varias reuniones y foros con el objetivo de generar propuestas de estrategias y acciones que han quedado plasmadas en la propuesta

para elaborar el PCM. Es hora de capitalizar todo este trabajo, extenderlo a la mayoría de los propietarios y habitantes del ANP y aprobar y aplicar este programa.

CONCLUSIONES

El diagnóstico sobre el ANPSF muestra que esta área tan importante por la biodiversidad, procesos ecológicos y servicios ecosistémicos que ofrece a la sociedad, se ve amenazada por un conjunto de prácticas y acciones que deben ser consideradas con toda seriedad por autoridades y sociedad.

El desafío más importante es consensuar, aceptar, aplicar y respetar el programa de conservación y manejo que se encuentra actualmente en proceso de revisión, lo que necesariamente tiene que pasar por la colaboración entre las distintas instancias públicas, privadas y sociales para el manejo sustentable de esta Área Natural Protegida.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ARMITAGE, R. D., PLUMMER, R., BERKES, F., ARTHUR, R. I., CHARLES, A. T., DAVIDSON-HUNT, I. J., DIDUCK, A. P., DOUBLEDAY, N. C., JOHNSON, D. S., MARSCHKE, M., MCCONNEY, P., PINKERTON, E. W., WOLLENBERG, E. K. Adaptive co-management for social-ecological complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(2): 95-102, 2009.
- CHRISTENSEN, N. L. et al. The report of the Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications*, 6(3): 665-691, 1996.
- CLARK TAPIA, R., QUINTERO DÍAZ, G. E. Capítulo 5. Amenazas a la biodiversidad, 5.1 Modificación y pérdida del hábitat. En: CONABIO, 2008. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp.148-161, 2008.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD)-IMAE (INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES)-JAA (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES). *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*. 389 pp., 2008.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Provincias biogeográficas de México, escala 1: 4000 000*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, México: CONABIO, 1997.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS) Memoria técnica de cálculo del área de protección de recursos naturales "Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 001 Pabellón". México, 2006a.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). Memoria técnica de cálculo del área de protección de recursos naturales "Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Nayarit" 043 en lo respectivo a la subcuenca del Río Juchipila en los estados de Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas. México, 2006b.

- DAILY, G. C. (ed). 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 392 pp., 1997.
- DE LA RIVA HERNÁNDEZ G., FRANCO RUÍZ ESPARZA, V. Capítulo 3. Biodiversidad. 3.17 Aves. En: CONABIO. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp. 148-161, 2008.
- DÍAZ, V., SOSA RAMÍREZ, J., PÉREZ SALICRUP, D. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Polibotánica*, 34: 99-126, 2012.
- GARCÍA REGALADO, G. Capítulo 3. Biodiversidad, 3.2 Selva baja caducifolia. En: CONABIO. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp. 85-88, 2008.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES. *Periódico Oficial*, Tomo LVII, Núm. 5, 27pp., 1994.
- GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES-SEDESOL (SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL). *Estudio para la declaratoria de la "Sierra Fría" como Área Natural Protegida*. 286p., 1993.
- JARDEL PELÁEZ, E., MA ASS MORENO, M., CASTILLO, A., GARCÍA, R., PORTER BOLLAND, L., SOSA RAMÍREZ, J., BURGOS, A. Manejo de ecosistemas e investigación a largo plazo. *Ciencia y Desarrollo*, 34(215): 2008.
- QUINTERO DÍAZ, G. E., VÁZQUEZ DÍAZ, J., SIGALA RODRÍGUEZ, J. J. Capítulo 3. Biodiversidad, 3.16 Reptiles. En: CONABIO, 2008. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp. 141-147, 2008.
- QUINTERO DÍAZ, G. E. Capítulo 5. Amenazas a la biodiversidad, 5.2.5. Mamíferos exóticos. En: CONABIO, 2008. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp. 148-161, 2008.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES. *Programa de Conservación y Manejo, Área Silvestre Estatal Sierra Fría, Aguascalientes*. 195 pp., en revisión.
- SEDESOL (SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL). *Estudio para la declaratoria de la Sierra Fría como área natural protegida*. Vol. 2. Aguascalientes, México: Autor, 1993.
- SEDESOL (SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL). *Programa Integral de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Fría*. México: Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1995.
- SIQUEIROS DELGADO, M. E. Capítulo 3. Biodiversidad. 3.1 Bosque. En: CONABIO, 2008. *La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado*, pp. 82-84, 2008.
- SOSA RAMÍREZ, J., MORENO RICO, O., SÁNCHEZ MARTÍNEZ, G., SIQUEIROS DELGADO, M. E., DÍAZ NÚÑEZ, V. Ecología y fitosanidad de los encinos (*Quercus* spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y Bosques*, 17(3): 49-63, 2011.

Conservación en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: logros y retos

Conservation in the Sierra la Laguna Biosphere Reserve, Baja California Sur: achievements and challenges

Aurora Breceda Solís Cámara^{1*}, Joaquín Sosa Ramírez², Cecilia Leonor Jiménez Sierra³, Alfredo Ortega-Rubio¹

Breceda Solís Cámara, A.; Sosa Ramírez, J.; Jiménez Sierra, C. L.; Ortega-Rubio, A., Conservación en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: logros y retos. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 78-84, 2014.

RESUMEN

En este trabajo se discute la importancia de la declaración de la Sierra la Laguna como Reserva de Biósfera y se analizan los logros, carencias y retos de esta Reserva. Desde su creación como reserva se intensificaron los trabajos taxonómicos y ecológicos; se ha impulsado la conservación de especies y ecosistemas, restauración de suelos, reforestación y control de invasoras y se promueven acciones para la inclusión de los pobladores en programas de pago por servicios ambientales y mejoramiento de la calidad de vida de los rancheros. La principal amenaza para esta y varias reservas de México son los proyectos de explotación minera a cielo abierto, los cuales deberían estar explícitamente prohibidos en la legislación vigente de las áreas naturales protegidas.

Palabras clave: áreas naturales protegidas (ANP), amenazas, minería a cielo abierto.

Keywords: natural protected areas (NPAs), threats, open pit mining.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

² Centro de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

³ Departamento de Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

* Autor para correspondencia: abreceda@cibnor.mx

ABSTRACT

In this paper the importance of the declaration of the Sierra la Laguna as a Biosphere Reserve is discussed; also the achievements, gaps and challenges of this reserve are analyzed. One achievement is the increment of the scientific knowledge, intensified taxonomic and ecological work since the reserve was created. It has promoted the conservation of species and ecosystems, soil restoration, reforestation and invasive species control. The managers of the reserve have included the local residents in the programs of payments for environmental services and improving the quality of life of the ranchers. The main threat to this, and several Mexican reserves, is the projects of open pit mining, which should be explicitly prohibited by current legislation of natural protected areas.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna se localiza en el extremo sur de la Península de Baja California, México, entre los paralelos 23° 42' y 23° 20' y los meridianos 109° 46' y 110° 11' (Figura 1).

Fue decretada como reserva en 1994 y en 2003 fue incorporada dentro de la Red Mundial de Reservas de Biósfera del Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB), perteneciente a la UNESCO (UNESCO-MAB, 2013). Su creación obedece a la importancia que esta serranía tiene para la biodiversidad regional y nacional. En ella se encuentra la única selva baja caducifolia de

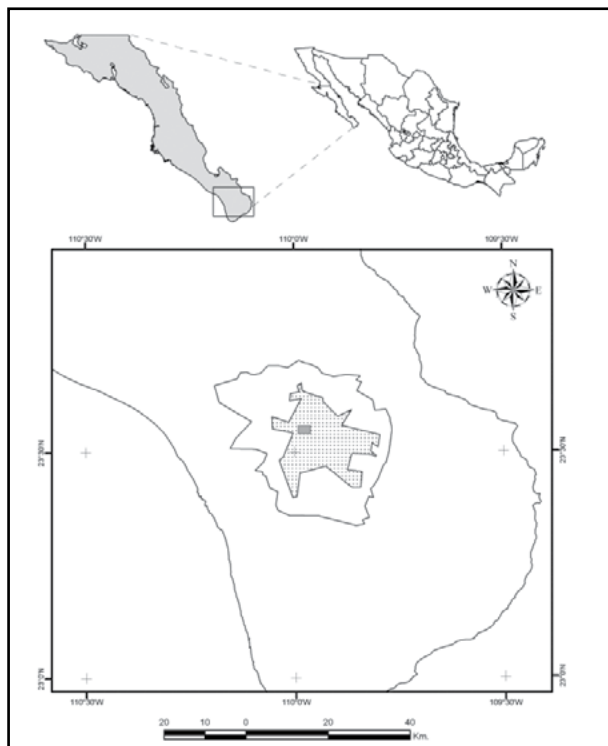


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna.

la península, y en las partes altas se localiza un bosque de pino-encino, el cual está aislado de comunidades similares por cientos de kilómetros. Esta sierra es una de las regiones con mayor diversidad biológica de la península, ya que alberga una gran variedad de ecosistemas y concentra numerosas especies de flora y fauna endémicas, las cuales son producto de largos periodos de aislamiento geográfico y ecológico (Arriaga y Ortega, 1988). Además de la importancia biológica, este macizo montañoso representa la principal fuente de recarga de mantos freáticos del sur de la península, al mismo tiempo que es una de las regiones rurales que concentra mayor número de ranchos y poblados, los cuales conservan las tradiciones y la herencia cultural sudcaliforniana (Castorena y Breceda, 2008).

A 19 años de la declaratoria de la zona como área natural protegida (ANP) es importante evaluar los avances de conservación en el área, así como identificar nuevas amenazas. En ese contexto el objetivo del presente trabajo es analizar los logros, carencias y nuevos retos de la Reserva. Para ello retomamos la serie de

trabajos que recientemente fueron compilados por Ortega et al. (2012), así como nuestra experiencia con más de 20 años de trabajo en esta Reserva y temas de conservación.

Datos físicos, biológicos y sociales

La Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna ocupa la zona más alta de la sierra (Figura 2), abarca un gradiente altitudinal que comprende las cotas de 300 a 2,080 msnm y tiene una superficie de 112,437 ha. A lo largo del gradiente altitudinal se desarrollan diversas comunidades vegetales (Morelos, 1988). En las partes bajas, sobre las mesas y colinas, con un clima árido y cálido se desarrolla el matorral xerófilo. Las especies más características de esta vegetación son cactáceas, arbustos y árboles chaparros, muchos de éstos tienen tallos engrosados por la cantidad de agua que logran almacenar, como el torote (*Bursera microphylla*), el palo adán (*Fouquieria diguetii*), el ciruelo (*Cyrtocarpa edulis*) y el lomboy (*Jatropha cinerea*). Entre las cactáceas más comunes destacan las columnares, como el cardón pelón (*Pachycereus pringlei*) y la pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*) (León de la Luz et al., 2000).

Entre 400 y 1000 m de altitud, que corresponde a la región de montaña y con un clima semiárido y cálido se localiza la selva baja caducifolia, la cual constituye el breve espacio tropical de la península. En esta selva se han registrado un total de 520 especies, de las cuales 41 son endémicas (León de la Luz y Breceda, 2006; León de la Luz et al., 2012). La fisonomía de esta vegetación se caracteriza por ser exuberante e impenetrable durante la época de lluvias, que contrasta con un paisaje desprovisto de hojas durante la larga temporada de sequía, la cual puede prolongarse hasta más de 6 meses. Entre las especies arbóreas y arbustivas más abundantes se encuentran el mauto (*Lysiloma microphyllum*), el colorín (*Erythrina flabelliformis*), el jacolosúchil (*Plumeria rubra* var. *acutifolia*), el lomboy (*Jatropha cinerea* y *J. vernicosa*), el palo zorrillo (*Senna atomaria*) y el palo de arco (*Tecoma stans*) (Breceda, 2005).

Por arriba de la selva seca y con un clima templado se desarrollan los bosques de encino y de pino-encino, la riqueza florística de estas comunidades asciende a 288 especies, con un endemismo de 15%, muy por encima de comunidades similares (León de la Luz et al., 1999). El bosque de encino está dominado por



Figura 2. Panorámica de la Sierra la Laguna.

Quercus tuberculata, otros árboles de menor altura característicos de esta comunidad son el guayabillo (*Dodonea viscosa*) y la bebelama (*Bumelia peninsularis*). En las partes más elevadas, se desarrolla el bosque de pino-encino, donde es el pino piñonero (*Pinus lagunae*) la única especie de pino que es endémica de esta serranía. Entre otros árboles se encuentra el encino negro (*Quercus devia*), y el madroño (*Arbutus peninsularis*) (Morelos, 1988).

Otro tipo de vegetación muy conspicua que crece a lo largo de las cañadas es la vegetación riparia, que puede llegar a formar verdaderos oasis. En estos sitios se localizan altas y esbeltas palmeras, como *Washingtonia robusta* y *Erythea brandegeei*.

Con respecto a la fauna de vertebrados se han registrado tres especies de anfibios nativos y dos introducidos (Blázquez Moreno et al., 2012). Además existen 39 especies de reptiles (1 anfisbénido, 19 lagartijas y 19 serpientes): 20 son endémicas (Álvarez Cárdenas et al., 1988; Blázquez Moreno et al., 2012). Las aves conforman un grupo muy diverso, ya que hasta el momento se han reportado más de 111 especies residentes y migratorias, de las cuales 17 están bajo protección especial y 3 amenazadas conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Rodríguez Estrella, 1988; Gallina Tessaro y Castellanos Vera, 2012). Los mamíferos que habitan en la Reserva de Sierra la Laguna

conforman el 70% de los mamíferos terrestres y voladores de la entidad, y comprenden 2 especies insectívoras (musarañas), 19 murciélagos, 2 lagomorfos (conejos y liebres), 10 roedores, 8 carnívoros y una especie de ungulado (venado). A diferencia de los otros grupos de vertebrados terrestres, para los mamíferos no se han encontrado especies endémicas, esto posiblemente a su gran movilidad (Arnaud et al., 2012).

Dentro de los límites de la Reserva se asientan 127 ranchos con alrededor de 600 habitantes. Los ranchos refieren a la tradición e identidad sudcaliforniana; son pequeñas unidades productivas hortícolas y ganaderas, aisladas y dispersas en un extenso territorio. Sus orígenes se remontan a los antiguos cortijos de Andalucía, España; emergieron durante el prolongado tiempo colonial, a contrapelo de la raigambre comunal indígena, del agrarismo ejidal campesino y al margen de las élites criollas urbanas y rurales. Asentados en lugares agrestes, estos pequeños y olvidados contingentes de la otra pobreza española han sobrevivido en la Sierra la Laguna desde finales del Siglo XVIII en el aislamiento y la dispersión, emplazados en sitios cercanos a fuentes permanentes de agua, que les ha permitido desarrollar una modesta pero variada horticultura y una extensa ganadería criolla. Los hombres y mujeres de rancho y su cultura signan no sólo la ancestralidad regional, sino también uno de los reductos de la historia

colonial, que debido al aislamiento geográfico, la insularidad y la aridez, favoreció el alto grado de simbiosis con un medio natural, que ha permanecido en las regiones serranas con pocas transformaciones del paisaje cultural hasta la actualidad (Castorena y Breceda, 2008; Breceda et al., 2012a). Las actividades productivas de las personas dedicadas a las actividades de rancho han transformado la naturaleza de esta serranía y construido un paisaje particular de gran interés cultural e identitario en la región.

Logros

Con la creación de la Reserva, la puesta en marcha de un equipo de trabajo dedicado a su gestión y la promulgación del Programa de Manejo (CONANP, 2003), se han consolidado una serie de medidas para el conocimiento, protección y conservación de esta área.

En el libro de Ortega et al. (2012) se presenta la evaluación de diversos investigadores, los cuales concluyen que la creación de la Reserva ha sido pertinente y adecuada. Entre los principales logros puede mencionarse el enorme conocimiento científico que se ha generado sobre la naturaleza de esta sierra, ya que a partir de su designación como ANP se intensificaron los trabajos taxonómicos y ecológicos. La cercanía entre las autoridades ambientales y las instituciones académicas ha permitido profundizar en el conocimiento de la biodiversidad y los ecosistemas ahí presentes, lo que ha contribuido para consolidar las bases científicas en el manejo de la Reserva.

Paralelamente a los estudios científicos se han impulsado una serie de acciones destinadas a la conservación de las especies y ecosistemas. Entre éstas destacan los programas de restauración de suelos. Desde el año 2002 a la fecha se ha invertido un total de \$8,615,000 en construcción de bordos y represas que detienen el arrastre del suelo de las laderas deforestadas (Breceda et al., 2012b). Otro programa relevante ha sido el de la reforestación de zonas perturbadas. Para ello se ha elaborado un plan integral que abarca desde instalación de viveros y producción de plantas de especies nativas hasta plantaciones y monitoreo. Estas actividades se llevan a cabo con la participación de los pobladores y el apoyo de organizaciones de la sociedad civil (OSC). La inversión lograda desde el año 2000 hasta 2011 asciende a \$ 3,026,000 y ha permitido producir y plantar 813,000 ejemplares (Breceda et al., 2012b).



Figura 3. Aspecto de la Sierra la Laguna.

Además de las acciones de restauración ecológica, cabe anotar las gestiones que la dirección de la Reserva ha impulsado para que los pobladores se incorporen al programa de pago por servicios ambientales, promovido por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Desde el año 2003 se ha incentivado el pago por servicios hidrológicos y desde 2009 se inició con el pago por servicios de conservación de la biodiversidad. Se han invertido en la Reserva \$24,416,955 en pago por servicios ambientales en un total de 13,962 ha. Esta cantidad corresponde a más de 30% del total del monto y superficie invertido por CONAFOR en la entidad (Breceda et al., 2012b). Dentro de los programas de conservación en la Reserva, cabe mencionar el enorme esfuerzo que el equipo de la Reserva y la CONAFOR han invertido en los programas dirigidos al control de fuegos; que consisten en la construcción de barreras cortafuegos, limpieza de material combustible y vigilancia permanente. Otro de los logros para la conservación de esta área son las acciones para el conocimiento y control de especies invasoras, como cerdos, ganado criollo asilvestado y el clavel de España (*Cryptostegia grandiflora*).

Con la declaratoria de la Reserva también dieron inicio una serie de programas destinados a promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el fortalecimiento de la comunidad local. Los habitantes de la Reserva participan en los programas de viveros, reforestación, educación ambiental, vigilancia y reciben apoyos para promover servicios ecoturísticos. A partir del año 2008 nace el proyecto "Mejoramiento de la Calidad de Vida del Ranchero" con apoyo del

Banco Mundial (<http://www.conanp.gob.mx/acciones/fanp.php>). Este programa está dirigido a mejorar las condiciones de vida de los habitantes locales mediante obras y ecotecnias que acometen problemas específicos que atentan contra la salud de las familias; entre estas obras se encuentran: refrigeradores solares, purificadores de agua potable, estufas ahorradoras de leña, letrinas ecológicas, iluminación fotovoltaica, pies de casa, mejoramiento de la vivienda, reciclaje y separación de residuos (Bermúdez y Quiñónez, 2012).

Por todas estas acciones podemos concluir que ha sido pertinente y que se han tenido grandes logros con la declaratoria de esta área como reserva de biósfera; de tal magnitud han sido los avances, que hoy poblaciones cercanas a la Reserva han solicitado ser incluidas dentro de ese espacio protegido. Sin embargo, este balance sería incompleto sin observar que aún persisten viejos problemas y nuevos retos (Figura 3).

Retos, amenazas y conflictos actuales

A pesar de los avances en el conocimiento de la diversidad y procesos ecológicos de la Reserva, aún quedan huecos de información. Entre las grandes ausencias se encuentra el conocimiento fragmentado y limitado de grupos taxonómicos de gran importancia como: insectos, hongos, musgos y líquenes. Asimismo, es necesario continuar con trabajos de investigación sobre la dinámica de poblaciones de especies importantes, así como las relaciones bióticas dentro y entre las poblaciones de plantas y animales. Uno de los grandes retos es conocer los posibles escenarios frente al cambio climático y sus consecuencias en la diversidad, también identificar riesgos y vulnerabilidad de la población que habita en esa región.

Entre los grandes riesgos y amenazas que enfrenta la Reserva es el impulso a proyectos de minería a cielo abierto. Si bien ya existía el interés de compañías mineras para la extracción de oro en la región, con el aumento de los precios de este metal y los permisos para exploración y explotación minera que se otorgaron durante los dos últimos sexenios, esta amenaza se ha convertido en realidad. Actualmente existen dos grandes proyectos para la extracción de oro, uno dentro de la reserva y otro contiguo a la Reserva (Romero y Ortega, 2012).

El proyecto minero Los Cardones (antes Paredones Amarillos/Concordia) se localiza en el área de amortiguamiento de la Reserva, y abarca un área de 348 ha, de las cuales 58 se pretenden destinar a los tajos. Las expectativas de producción son de 40 toneladas de oro en 10 años, que dadas las características geológicas de la sierra, implican el procesamiento de cerca de 40 millones de toneladas de material pétreo, el cual será separado de la montaña, pulverizado y rociado con una solución a base de cianuro. Esto quiere decir que se procesarán alrededor de 11,000 ton diarias de roca. Se producirán desechos que se depositarán en una presa de jales con una superficie de 116 ha y contendrá 40 millones de desechos con contenido de cianuro y metales pesados (Romero y Ortega, 2012). Aunado a los daños ambientales por la extracción de roca y separación del material, existen riesgos durante la transportación de cianuro y diesel, alto consumo de agua y de energía.

La oposición social a este proyecto ha sido manifiesta en múltiples foros, lo que aunado a observaciones de la autoridad ambiental a la Manifestación de Impacto Ambiental, ha logrado detener momentáneamente el proyecto. Sin embargo, en las inmediaciones a la Reserva existe otro megaproyecto (minera La Pitahaya) de explotación de oro a cielo abierto con una dimensión de más del doble de superficie que la de Los Cardones (Romero y Ortega, 2012).

CONCLUSIONES

En esta reseña se ha mostrado la importancia de la conservación de esta porción del territorio nacional, debido a su relevancia biológica, a la unicidad de ecosistemas que ahí se encuentran y a su valor sociocultural. La declaratoria de reserva de biósfera para la Sierra la Laguna ha permitido impulsar acciones dirigidas a la conservación del área, así como programas de desarrollo sustentable que apoyan a las comunidades locales, cumpliendo así con los propósitos que se establecen para las reservas de biósfera. A pesar de esta evaluación positiva aún hay tareas que requieren ser atendidas, entre éstas se pueden señalar las siguientes: profundizar en el conocimiento de grupos de especies poco atendidas, así como la dinámica de los ecosistemas; evaluar el efecto del cambio climático y tomar medidas de mitigación y adaptación, ampliar las acciones y apoyos para el

desarrollo de actividades sustentables y continuar con la incorporación de las comunidades locales a las tareas de conservación, continuar con los trabajos para controlar especies invasoras y coordinar con otras instancias gubernamentales medidas para impedir la expansión de estas especies.

Estas tareas son funciones que la Comisión de Áreas Naturales Protegidas ha ido ejecutando desde su creación y forman parte de las acciones y programas prioritarios de esta comisión. Sin embargo, los proyectos de explotación minera a cielo abierto se han multiplicado en varias ANP y hoy constituyen la principal amenaza para la conservación del capital natural de nuestro país. Los autores de estas líneas consideran que este

tipo de proyectos transforman y destruyen las condiciones naturales de los ecosistemas, por lo que no deben ser autorizados dentro de áreas que han sido declaradas como reservas naturales, y a las cuales se han dedicado valiosos recursos humanos, sociales y económicos. Consideramos que esta premisa debe quedar explícitamente establecida en la legislación vigente que rige a las áreas naturales protegidas.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente trabajo. Agradecen también los comentarios y observaciones que han hecho los revisores anónimos y que permitieron mejorar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ CÁRDENAS, S., GALINA TESSARO, P., GONZÁLEZ ROMERO, A., ORTEGA RUBIO, A. Herpetofauna. En: ARRIAGA, L., ORTEGA, A. (Eds.), *La Sierra la Laguna de Baja California Sur*, pp. 167-184, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, 1988.
- ARNAUD, G., ÁLVAREZ CÁRDENAS, S., CORTÉS CALVA, P. *Mamíferos de la Reserva de la Biósfera Sierra de la Laguna*. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 145-161, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- ARRIAGA, L., ORTEGA, A. *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur*. México: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C., 237 pp., 1988.
- BERMÚDEZ-ALMADA, B., QUIÑONES GÓMEZ, J. Panorama general de la región serrana desde la perspectiva de la CONANP. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 5-20, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- BLÁZQUEZ MORENO, M. C., GALINA TESSARO, P., ORTEGA RUBIO, A. Herpetofauna. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 107-128, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- BRECEDA, A. *El mosaico de vegetación de una selva baja caducifolia*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
- BRECEDA, A., CASTORENA, L., MAYA, Y. Transformaciones del paisaje de una selva seca por actividades humanas. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública, Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT*, 4(2): 141-150, 2012a.
- BRECEDA SOLÍS CÁMARA, A., QUIÑÓNEZ GÓMEZ, J., PÉREZ NAVARRO, J. Vegetación. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 41-53, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012b.
- CASTORENA, L., BRECEDA, A. *Remontando el Cañón de la Zorra: Ranchos y Rancheros de la Sierra la Laguna*. México: Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno del Estado de Baja California Sur, 153 pp., 2008.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna*. México. D. F.: Autor, 209 pp., 2003.
- GALINA TESSARO, P., CASTELLANOS VERA, A. Avifauna. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 129-144, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.

- LEÓN DE LA LUZ, J. L., BRECEDA, A. Using endemic plant species to establish critical habitats in the Sierra de La Laguna Biosphere reserve, Baja California Sur, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 15: 1043-1055, 2006.
- LEÓN DE LA LUZ, J. L., DOMÍNGUEZ CADENA, R., MEDEL NARVÁEZ, A. *Flora de vegetales superiores*. En: ORTEGA RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, pp. 23-39, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- LEÓN DE LA LUZ, J. L.; PÉREZ NAVARRO, J.J., BRECEDA, A. A transitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science*, 11: 555-564, 2000.
- LEÓN DE LA LUZ, J. L., PÉREZ NAVARRO, J. J., DOMÍNGUEZ LEÓN, M., DOMÍNGUEZ CADENA, R. Flora de la región del Cabo de Baja California Sur. *Listados Florísticos de México XVIII*. Instituto de Biología UNAM, pp. 1-39, 1999.
- MORELOS, S. La vegetación: una aproximación a través de la fotointerpretación. En: ARRIAGA, L., ORTEGA, A. (Eds.), *La Sierra La Laguna de Baja California Sur*, pp. 69-82, La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, 1988.
- ORTEGA-RUBIO, A., LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F. (Eds.), *Evaluación de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos*, 422 pp., La Paz, B.C.S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, R. Avifauna. En: ARRIAGA, L., ORTEGA, A. (Eds.), *La Sierra la Laguna de Baja California Sur*, pp. 147-163, México: Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, 1988. De: http://www.cyd.conacyt.gob.mx/260/articulos/Reserva_Biosfera_Sierra_La_Laguna.pdf

De páginas electrónicas

- ROMERO SCHMIDT, H., ORTEGA-RUBIO, A. Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna. Salud Ambiental versus Minería a Cielo Abierto. *Ciencia y Desarrollo, Versión para Internet*. Septiembre-Octubre 2012.
- UNESCO-MAB. 2010 Red Mundial de Reservas de Biósfera, portal. De: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/sc_mab_BRList2010_EN.pdf. Fecha de consulta 01/11/2013.

El conocimiento de la fauna del Desierto de Vizcaíno: una herramienta de conservación

Knowledge of the vertebrate fauna of the Vizcaino Desert: a tool for conservation

Patricia Cortés-Calva^{1*}, Alfredo Ortega-Rubio¹, Cecilia Leonor Jiménez Sierra²,
Ana Gatica Colima³, Irma González López⁴

Cortés-Calva, P.; Ortega-Rubio, A.; Jiménez Sierra, C. L.; Gatica Colima, A.; González López, I., El conocimiento de la fauna del Desierto de Vizcaíno: una herramienta de conservación. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 85-91, 2014.

RESUMEN

La Reserva de la Biósfera El Vizcaíno (REBIVI), ubicada en Baja California Sur (BCS) es el Área Natural Protegida (ANP) más extensa de México. Su heterogeneidad ambiental ofrece una riqueza de especies sobresaliente. En la REBIVI se ha logrado la regulación y prácticamente la eliminación de la cacería furtiva y el tráfico de flora. Sobresale el avance en la integración de los pobladores en brigadas de vigilancia, así como en el tema relacionado con la educación ambiental. Se presenta como caso de estudio la importancia del conocimiento sobre los vertebrados de la Reserva y el sentido de apropiación por parte de los pobladores, como herramienta en la promoción del ecoturismo. A través de las actividades

Palabras clave: áreas naturales protegidas (ANP), Baja California Sur, conservación, fauna, recursos, vertebrados, Vizcaíno.

Keywords: Baja California Sur, conservation, resources, natural protected areas (NPAs), vertebrates, Vizcaino, wildlife.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

² Departamento de Biología, CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

³ Departamento de Ciencias Químico Biológicas, Instituto de Ciencias Biomédicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

⁴ Dirección de la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

* Autor para correspondencia: pcortes04@cibnor.mx

generadas en este campo se ha favorecido la vinculación entre la administración (CONANP), la sociedad y la academia; todo ello ha permitido promover la cultura de la conservación y el desarrollo sustentable como beneficio directo para los pobladores.

ABSTRACT

The Vizcaino Biosphere Reserve (REBIVI, for its abbreviation in Spanish) located in Baja California Sur is the largest Natural Protected Area (NPA) in Mexico. Its environmental heterogeneity offers the presence of outstanding species' richness. In REBIVI, several achievements have been reached, such as regulation and virtual elimination of the illegal hunting and wildlife traffic. The most significant advances are the integration of the community in monitoring brigades, as well as in the issue of environmental education using as case study knowledge of vertebrate fauna and points of interest as a tool in nature tourism. It is a priority to link administration (CONANP), society, and academics to promote a culture of conservation and sustainable development to directly benefit the communities living in their own environment.

INTRODUCCIÓN

El tema de conservación debe consolidar la aplicación de las distintas estrategias que permitan la continuidad, estabilización y aprovechamiento de los recursos naturales presentes. En las áreas naturales protegidas (ANP) de México se han identificado algunos vacíos de información,

que deben ser abordados para lograr un eficiente régimen de protección de los distintos recursos; en lo posible se trata de fortalecer las acciones de los planes de manejo, el monitoreo ambiental y la restauración (CONANP, 2007).

Con 25 años de declaratoria, la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno (REBIVI) es el área natural protegida más extensa de México, con una superficie que ocupa el 11% del territorio total asignado a las ANP. Se encuentra en el estado de Baja California Sur, en el municipio de Mulegé; representa aproximadamente el 77% del municipio y el 35% del total del estado con 2,546,790 ha (INE, 2000). En esta Reserva se ha buscado mantener un equilibrio entre conservación *per se* y las acciones paralelas que permitan el desarrollo antropogénico.

Como en la mayoría de las ANP, a través del tiempo se tienen logros en las acciones que fortalecen las experiencias en el tema de conservación y aprovechamiento de los recursos de cada región; el vínculo entre la sociedad que habita en esta Reserva y el personal administrativo de la CONANP ha permitido que se atienda gradualmente cada una de las problemáticas presentes en las distintas regiones que conforman la REBIVI. Es un hecho que en cada una de las regiones que conforman esta ANP las necesidades, problemáticas y acciones son distintas, ya que involucran temas sociales, culturales, económicos y biológicos. Sin embargo, por más de dos décadas en esta ANP se ha tratado de mantener un equilibrio, creando conciencia y promoviendo el sentido de identidad entre los pobladores, los cuales participan activamente en propuestas y al mismo tiempo disfrutan de los beneficios económicos obtenidos de su contribución a la conservación de su patrimonio natural.

Entre los logros obtenidos en la Reserva se puede mencionar la regulación y prácticamente la eliminación de la cacería furtiva y del tráfico de flora; cabe destacar la integración de los pobladores a brigadas de vigilancia y la capacitación que reciben los pobladores en distintas actividades laborales haciendo uso sustentable de sus recursos como son: el manejo de invernaderos, la elaboración de quesos y manufactura de artesanías, entre otros.

En todos estos logros las actividades de educación ambiental han sido de especial importancia. Es evidente que una de las estrategias de aprovechamiento de los recursos naturales dentro de las ANP es el reconocimiento del valor que tiene su riqueza biológica, la cual cuando pierde elementos o se modifica impacta sobre los servicios ecosistémicos. Debido a esto en la región de la sierra se desarrollan actividades de educación ambiental. A la fecha se carece de información específica que verse sobre las poblaciones de vertebrados en el área. Además, se necesita desmitificar algunas concepciones erróneas que se tienen sobre algunos grupos zoológicos, así como destacar la importancia de las relaciones entre las diversas especies que componen las comunidades y el ambiente abiótico. Algunas de las especies de vertebrados son consideradas como migratorias, mientras que otras están citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010). Es importante tener en mente los beneficios y el papel biológico que desempeñan los vertebrados en los ecosistemas, por lo que se requiere conocer más acerca de la situación actual de sus poblaciones. La apropiación de estos conocimientos por los pobladores sin duda repercute en su conducta, sus actitudes y actividades diarias, lo que favorece una interacción armoniosa entre pobladores, investigadores y administradores de las ANP, y fortalece una sinergia que permite llegar a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos.

El conocimiento de los recursos bióticos de la región es un elemento más que enriquece los servicios turísticos ofrecidos por los pobladores de esta ANP. La creación y establecimiento de visitas guiadas o turismo de apreciación sin duda generará un incremento del ingreso económico en la comunidad y simultáneamente será un detonador para la realización de actividades de conservación de sus recursos. La participación integradora de los diversos sectores: comunidad, administradores de la reserva y académicos, quienes actualmente conjuntan esfuerzos logrando beneficios particulares y comunes. Un ejemplo sobresaliente lo constituyen los logros obtenidos en la comunidad de San Francisco de la Sierra, donde a través de la educación ambiental los pobladores han adquirido herramientas para la búsqueda de un equilibrio entre conservación y aprovechamiento de sus recursos.



Figura 1. Los ambientes heterogéneos de la serranía de San Francisco de la Sierra permiten la ocurrencia de una gran diversidad de especies de vertebrados.

El caso de la serranía de San Francisco: su importancia biológica y la conjunción de esfuerzo tripartita

La serranía de San Francisco (Figura 1) es un área de refugio de especies (de origen templado y subtropical) que actúa como corredor biológico transpeninsular con núcleos de especies endémicas (INE, 2000) y que en términos de diversidad faunística es particularmente relevante —especies endémicas, migratorias, de distribución restringida—, entre otras (CONABIO, 2006). La península de Baja California destaca por poseer una gran cantidad de endemismos en la herpetofauna (Grismer, 2002), más de 144 especies terrestres de reptiles, lo cual refleja la singular historia geológica y climática de este macizo peninsular. En esta serranía de San Francisco se presenta el 26% de la herpetofauna conocida para el estado (Grismer, 2002).

Las especies de mamíferos que se distribuyen en esta región prioritaria incluyen a especies terrestres y voladoras (murciélagos). Hall (1981) menciona que son los quirópteros y los roedores los de mayor riqueza específica; asimismo, destaca la presencia de siete especies de carnívoros. En la región se distribuyen aproximadamente 12 familias y 37 especies de mamíferos, de las cuales el 32% de las especies pertenecen a quirópteros (Hall, 1981; Álvarez Castañeda y Patton, 1999, 2000). El objetivo preliminar de este estudio fue el de establecer una línea base de conocimiento para la capacitación de los pobladores que habitan en la Reserva, con el fin de establecer a mediano plazo el monitoreo de los vertebrados. La adquisición del conocimiento de la riqueza de

mamíferos de esta región abrirá una ventana de oportunidades para la creación de actividades económicas para la comunidad, al fomentar el tema de conservación de las especies de mamíferos y su ambiente, ya que estas especies son un atractivo más para el visitante, ya sea por su importancia biológica, de conservación y aprovechamiento.

Las actividades efectuadas con la comunidad de San Francisco de la Sierra consistieron en la realización de exposiciones por instructores, encuestas, recorridos y muestreos directos (redes y trampas) e indirectos (excretas, huellas y ultrasonidos), durante tres días existió la interacción entre la población y la academia (Figura 2). Se identificó el significado que tienen las especies de vertebrados más representativas y comunes. A continuación se presenta la percepción que los habitantes de la zona tenían sobre algunos grupos animales y cómo esta percepción ha cambiado, de tal manera que los pobladores se han integrado en actividades de monitoreo y de conservación de diversos grupos faunísticos. En lo que respecta al grupo de las aves, la primera impresión obtenida fue que el grupo de las aves son animales bonitos y benéficos, que causan poco daño en sus actividades (ya sea al ganado o agricultura), mantienen la percepción de que las aves nocturnas avisan los eventos catastróficos o el infortunio. La comunidad participa de manera temporal en el monitoreo del águila real (*Aquila chrysaetos*) y de algunas especies migratorias, por lo que este grupo de vertebrados tiene un antecedente positivo en la región. En lo que se refiere al grupo de los reptiles, el conocimiento



Figura 2. Imágenes que ilustran la participación de los pobladores durante el taller en el que se expone la importancia de las especies de vertebrados en el ecosistema.

que los pobladores poseen se considera escaso, debido a la concepción errónea de que los animales que pertenecen a este grupo (lagartijas y serpientes) son venenosos. Los pobladores sólo lograron identificar mediante fotografías un porcentaje bajo (10% del total de las especies que se distribuyen en esta región). Después de la capacitación la comunidad mostró interés por conocer a cada especie, quedó claro que de las 41 especies de reptiles sólo la víbora de cascabel es venenosa y que cuentan con tres tipos de ellas (*Crotalus ruber*, *C. enyo* y *C. mitchelli*). De igual manera las personas compartieron sus conocimientos en tratamiento por accidente ofídico, mencionaron algunas plantas propias de la región, como la higuera cimarrona.

En lo que se refiere a los mamíferos, los pobladores reconocen con facilidad las especies de talla media y grande. Sin embargo, señalaron que algunas especies no son benéficas ya que ocupan áreas traslapadas con las utilizadas por sus cabras y la fauna silvestre (gato montés, puma, zorras y zorrillo) se convierte en depredadora. El ambiente de la serranía es ideal para la

distribución de murciélagos, por ello se puso énfasis acerca del conocimiento que la comunidad tenía con relación a este grupo. La fisiografía de la zona favorece la presencia de refugios, ya sea en forma de cuevas u oquedades; aunque su presencia es común, la mayoría de los pobladores les teme a los murciélagos debido a mitos e información errónea acerca de su alimentación. En la zona se distribuyen potencialmente 17 especies de quirópteros (que cumplen el papel de controlador de plagas de insectos y participan en el proceso de polinización, no existe la especie que se alimenta de sangre) (Figura 3). Otro grupo diverso y de importancia fue el de los roedores, los que no se consideran dañinos y su presencia es común entre los habitantes, destacan su presencia en los distintos ambientes (Figura 4).

Teniendo el conocimiento de su riqueza de especies de vertebrados, la comunidad cambió su impresión y ahora pretende alcanzar un entendimiento integral, ya que lograron identificar el papel ecológico fundamental de las distintas especies y sus potenciales sitios de distribución. La finalidad de tener este acercamiento con la



Figura 3. Distintas especies de murciélagos presentes en la ANP (*Macrotus californicus*, *Antrozous pallidus*, *Nyctinomops femorosacus* y *Myotis* sp.).

población y generar interacciones sociales, culturales y biológicas es fungir como estrategias que permitan conservar recursos en su localidad y saber cuál es su importancia. En la región se practican visitas guiadas a las cuevas para admirar pinturas rupestres; una alternativa que se brinda con esta capacitación es la de reconocer su diversidad faunística, donde el grupo de los mamíferos es una buena opción para desarrollar una herramienta más de conservación, ya que se puede explorar el conocimiento y llevar a cabo turismo de apreciación o naturaleza.

Conocer la biología y ecología de las especies de vertebrados en los distintos hábitats ayuda a desmitificar al grupo, a conservar sus refugios y a tener medidas de precaución cuando se ingrese a una cueva habitada por murciélagos. Además se conformaron las bases de datos de vertebrados presentes en la sierra de San Francisco, producto de observaciones en campo y las obtenidas en literatura; las bases de datos se facilitaron al representante de los pobladores. Para el grupo de aves se citan 155 especies pertenecientes a 15 órdenes; para la herpetofauna 41 especies y para la mastofauna seis órdenes, 16 familias y 16 especies (Álvarez-Castañeda y Patton, 1999, 2000; Howell et al., 2001; Grismer, 2002; Erickson et al., 2013).

En campo se pudo corroborar la presencia de 16 especies de cuatro grupos, los roedores y murciélagos son los que tienen mayor representatividad, seguidos por los carnívoros (Tabla 1); las especies de talla mayor fueron más difíciles de evidenciar y menos frecuentes, consecuencia

de su biología y hábitos. La especie de mayor distribución y abundancia fue la ardilla *Ammospermophilus leucurus* (Figura 5), la cual muestra una amplia distribución y por sus hábitos es considerada como generalista y oportunista (Kenagy et al., 2005), comúnmente se asocia a especies de cactáceas que proveen el agua metabólica. Son especies de actividad diurna, lo que facilitó su observación y registro; caso similar al de la ardilla negra *Otospermophilus beecheyi atricapillus*, empero, esta ardilla (Figura 6) tiene una asociación al sustrato y a cuerpos de agua (Álvarez-Castañeda y Cortés-Calva, 2011). Las demás especies de roedores observadas se diferencian por tener actividad nocturna (heterómidos y cricétidos) y se asocian a sustratos pedregosos (Álvarez-Castañeda y Cortés-Calva, 1999).

En el 83% de los sitios muestreados se pudo corroborar mediante rastros indirectos (huellas y excretas), así como observaciones directas en campo, la presencia de las especies de carnívoros, representados por las familias Felidae *Lynx rufus* (gato montés) y Canidae *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), esta última es una especie



Figura 4. Las especies más representativas de los roedores presentes en el ambiente de serranía (*Chaetodipus spinatus* y *Peromyscus fraterculus*).

Tabla 1. Especies de mamíferos presentes en seis localidades de estudio en sierra San Francisco. A.l.c) *Ammospermophilus leucurus canfieldae*; O.b.a) *Otospermophilus beecheyi atricapillus*; P.f.f) *Peromyscus fraterculus fraterculus*; C.s) *Chaetodipus spinatus*; N.b) *Neotoma bryanti*; L.c) *Lepus californicus*; T.b) *Tadarida brasiliensis*; M.c) *Macrotus californicus*; A.p.m) *Antrozous pallidus minor*; M.c) *Myotis californicus*; P.h.h) *Parastrellus hesperus hesperus*; P.c) *Puma concolor*; L.r.p) *Lynx rufus peninsularis*; U.c.p) *Urocyon cinereoargenteus peninsularis*; S.g.m) *Spilogale gracilis martirensis*; O.h.p) *Odocoileus hemionus peninsulae*

	A.l.c	O.b.a	P.f.f	C.s	N.b	L.c	T.b	M.c	A.p	M.c	P.h	P.c	L.r.p	U.c.p	S.g.m	O.h.p
1. La Cueva	x	x	x	x	x				x		x	x	x			
2. Rancho San Julio	x	x	x	x		x		x		x			x	x		
3. Rancho La Soledad	x		x			x	x		x				x	x		
4. La Laguna Sierra San Francisco	x	x	x				x		x			x	x	x		x
5. Brecha Rancho Guadalupe	x	x		x		x		x	x	x	x		x	x	x	
6. Áreas aledañas a San Fco.	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	



Figura 5. La ardilla de tierra (*Ammospermophilus leucurus*) es uno de los mamíferos de talla pequeña de amplia distribución que se encuentra en la serranía y en las planicies.

muy abundante. Las especies de talla grande fueron poco representativas en este muestreo, sólo en una localidad se pudieron observar rastros de venado (*Odocoileus hemionus*). El puma (*Puma concolor*) es una especie que se encuentra en la región, pero que no fue posible registrar de forma directa. En general podemos señalar que se tiene muy buena representatividad de la mastofauna, pero es necesario efectuar estudios más extensivos de mediano y largo plazo que nos ayuden a caracterizar la diversidad total presente, así como a determinar los patrones de distribución de las especies y el uso general del hábitat.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión, podemos afirmar que la apropiación del conocimiento sobre los recursos de la zona que han logrado los pobladores



Figura 6. La ardilla negra (*Otospermophilus b. atricapillus*) es una especie de distribución restringida y muy asociada a humedales.

de San Francisco de la Sierra en particular y los habitantes de la REBIVI en general, a través del programa de educación ambiental y gracias a la interacción con investigadores y administradores de la reserva, ha permitido la exploración de nuevas oportunidades de aprovechamiento del patrimonio natural. Es importante destacar la participación y visión de los jóvenes para la conservación y aprovechamiento de sus recursos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico de los proyectos CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 y RV03/PROCOCODES/35/12 para el desarrollo del presente trabajo. A Diana Dorantes por la edición del idioma Inglés y a dos revisores anónimos que enriquecieron el manuscrito. Al personal de la REBIVI, a Eduardo Macías, Edgar Amador, Elizabeth Morales y Mayra de la Paz.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., CORTÉS-CALVA, P. Familia Muridae. En: *Mamíferos del noroeste de México*. Volumen I, pp. 445-566. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 1999.
 - ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., CORTÉS-CALVA, P. Taxonomic and genetic evaluation of the endemic ground squirrel *Otospermophilus atricapillus* (Rodentia: Sciuridae). *Zootaxa*, 3138: 35-51, 2011.
 - ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., PATTON, J. L. *Mamíferos del Noroeste de México*. Volumen I, pp.1-586. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 1999.
 - ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., PATTON, J. L. *Mamíferos del Noroeste de México* Volumen II, pp. 584-873. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 2000.
 - CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD). *Capital natural y bienestar social*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pp. 1- 71, 2006.
 - ERICKSON, A. R., CARMONA, R., RUIZ-CAMPOS, G., ILLIFF, M. J., NILLINGS, M. J. Annotated checklist of the birds of Baja California and Baja California Sur, second edition. *Journal North American Birds*, 66: 582-613, 2013.
 - GRISMER, L. L. *Amphibians and reptiles of Baja California*. EE UU: University of California Press, pp. 1-399, 2002.
 - HALL, E. R. *The Mammals of North America*. Volumen I y II. 2 ed., pp. I: 1-600, II: 601-1181. EE UU: John Wiley and Sons, 1981.
 - HOWELL, S. N. G., ERICKSON, R. A., HAMILTON, R. A., PATTEN, M. A. Birds of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy. *Monographs in Field Ornithology*, 171-203, 2001.
 - INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA). *Programa de manejo Reserva de la Biósfera El Vizcaíno*. México: Instituto Nacional de Ecología, pp. 1-244, 2000.
 - KENAGY, G. J., WHORLEY, J. R., CORTÉS-CALVA, P., ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T. Timing of reproduction in antelope ground squirrels, *Ammospermophilus leucurus*, near La Paz, Baja California Sur. En: *Contribuciones mastozoológicas en Homenaje al Dr. Bernardo Villa Ramírez*, pp. 269-274. México: Instituto de Biología, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2005.
- De páginas electrónicas**
- CONANP (PROGRAMA NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012*. De: http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07-012.pdf, 17 jun. 2013.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). De: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010.

Regiones prioritarias de atención para las áreas naturales protegidas de México

Priority regions for the natural protected areas of Mexico

Alfredo Ortega-Rubio^{1*}, Everardo Barba Macías², Francisco Valadez Cruz³,
Aurora Breceda Solís Cámara¹, Cristina Espitia Moreno⁴, Cecilia Leonor Jiménez Sierra⁵

Ortega Rubio, A.; Barba Macías, E.; Valadez Cruz, F.; Breceda Solís Cámara, A.; Espitia Moreno, C.; Jiménez Sierra, C. L., Regiones prioritarias de atención para las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 92-101, 2014.

RESUMEN

Al analizar la información oficial publicada y con la experiencia de los autores a través de años de trabajo en ANP, el objetivo del presente estudio es generar recomendaciones acerca de las prioridades geográficas y de atención requeridas para que de una manera dirigida sean canalizados recursos económicos y humanos a las ANP de nuestro país, de forma priorizada y por regiones administrativas. Para ello se analizan las ANP pertenecientes a cada una de áreas administrativas regionales de la CONANP, donde se indica: 1) número y modalidades de ANP; 2) superficies que ocupan; 3) sus tipos de vegetación; 4) factores de riesgo que las amenazan. Derivado de estos análisis colegiados que realizó el grupo de expertos

Palabras clave: áreas naturales protegidas (ANP), investigación científica, prioridades, Redes Temáticas del CONACyT.

Keywords: natural protected areas (NPAs), scientific research, priorities, CONACyT Thematic Networks.

Recibido: 9 de julio de 2013, aceptado: 23 de enero de 2014

¹ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

² Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad, Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras, El Colegio de la Frontera Sur.

³ Laboratorio de Humedales, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales, División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

⁴ Facultad de Contaduría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

⁵ Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

* Autor para correspondencia: aortega@cibnor.mx

que constituyen la Subred temática de investigación en ANP a nivel se generan las recomendaciones pertinentes. Este trabajo es resultado de la integración de investigadores del país en Redes Temáticas del CONACyT, los cuales comparten el interés de fundamentar las acciones requeridas para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP de México a través de la investigación científica.

ABSTRACT

Analyzing the official information released, previously published and with the experience gained by the authors through years of work in NPAs, the objective of this study is to generate recommendations on geographical priorities and efforts that are required for, in a targeted and prioritized way, resources, both financial and human, will be channeled in the administrative regions, including the NPAs of our country. To achieve this purpose the NPAs belonging to each of the administrative areas of the CONANP are analyzed, including: 1) number and types of NPAs; 2) land surfaces; 3) vegetation types; 4) risk factors that threaten them. Derived from these collective analysis developed by the group of experts conforming the Sub-Thematic NPAs research network are generated at the appropriate recommendations. This work is the result of the integration of researchers from all the country in the CONACyT Thematic Networks, with the common interest and goal of developing the scientific research required to substantiate the proper actions for the conservation and sustainable use of the natural resources in the NPAs of Mexico.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es generar recomendaciones acerca de las prioridades geográficas y de atención requeridas para que de una manera dirigida sean canalizados recursos económicos y humanos a las ANP de nuestro país, de forma priorizada y por regiones administrativas. En este contexto es importante resaltar que el ser humano ha rebasado los límites de la armonía con el medio ambiente en la procuración de la satisfacción de sus necesidades, que han dejado de ser las básicas, al fundamentar las mismas en una cultura y estilo de vida basados en el consumo (Olmos et al., 2008). Actualmente la mayoría de los países han perdido vasta porción de sus recursos naturales y biodiversidad, a consecuencia de procesos sociales, políticos y sobre todo económicos que han dejado huellas profundas de deterioro sobre sus territorios (Ortega-Rubio y Romero Schmidt, 2012). México no es la excepción de esta problemática mundial, debido a que las condiciones de pobreza, la falta de visión a largo plazo y el desprecio por alternativas tecnológicas y productivas sostenibles tradicionales han ocasionado una sobreexplotación de recursos naturales y una significativa pérdida de biodiversidad (Ehrlich y Ceballos, 1997; Challenger, 1998; Ceballos y Ehrlich, 2002; Rodrigues et al., 2003).

La investigación científica en nuestro país debería jugar la función más importante para la solución de problemas tan urgentes de atender y resolver como lo son precisamente los relativos a

las causas profundas de las pobrezas social y ecológica, y sus negativas tendencias (Ortega-Rubio et al., 1999). Aunque se ha hecho un esfuerzo por documentar la riqueza biológica y ecológica de México todavía existe mucho por hacer en este terreno tan básico del conocimiento (Álvarez Castañeda y Patton, 1999, 2000; Balmford, 2002; Ceballos et al., 2005; Ceballos, 2007; Álvarez-Castañeda et al., 2008), también en cuanto a generar conocimientos científicos cada vez más sólidos sobre la importancia de los bienes y servicios ambientales que generan la biodiversidad y las áreas naturales protegidas (ANP).

Si bien las ANP no están consideradas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente explícitamente como un instrumento de política ambiental (LGEEPA) (DOF, 1988), a la fecha, son precisamente las ANP la principal herramienta que el Gobierno Federal ha desarrollado para promover la conservación de la diversidad biológica en nuestro país.

Las ANP incluyen regiones acuáticas, costeras o terrestres del territorio nacional que contienen especies prioritarias para la conservación de la diversidad biológica nacional, en las cuales no ha sido significativamente alterado el entorno natural original y que además son representativas de ecosistemas más ampliamente distribuidos (González Montagut, 2009; Halffter, 2011). Una vez declaradas como ANP estas regiones están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo (SEMARNAP, 1995).



Figura 1. Atardecer en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. Fotografía de Sam Meachan.



Figura 2. Madroño en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. Fotografía de Gustavo Arnaud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante el acopio de la información oficial, de aquella publicada previamente y sobre todo de la experiencia del trabajo de campo —que específicamente en el terreno de decenas de ANP cada uno de los autores del presente estudio de manera particular ha desarrollado—, se analizan de manera colegiada por todo el grupo de investigadores que conforman la subred temática de investigación en ANP y por área administrativa regionalizada, el número de ANP y su tipo; la superficie que ocupan estas ANP; los tipos de vegetación que incluyen y las amenazas que las acechan.

De este análisis colegiado por este grupo de expertos se derivan una serie de recomendaciones —generadas en una serie de talleres mediante una ponderación colegiada local y nacional— sobre las prioridades geográficas y de atención requeridas para que les sean canalizados recursos económicos y humanos de una manera dirigida.

RESULTADOS

En el *Diario Oficial de la Federación* publicado el 20 de julio de 2007 se anuncia que la CONANP divide la coordinación de las ANP en nueve Oficinas Regionales (DOF, 2007; CONANP, 2013):

1. Región Península de California y Pacífico Norte, PCPN
2. Región Norte y Sierra Madre Occidental, NOMO

3. Región Noreste y Sierra Madre Oriental, NESM
4. Región Frontera Sur, Istmo, Pacífico Sur, FSIP
5. Región Centro y Eje Neovolcánico, CENE
6. Región Occidente y Pacífico Centro, OPCE
7. Región Noroeste y Alto Golfo de California, NAGO
8. Región Planicie Costera y Golfo de México, PCGM
9. Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano, PYCM

En la Tabla 1 se incluyen los datos, para cada región administrativa, del número y tipo de ANP; la superficie que ocupan; los tipos de vegetación que incluyen y las amenazas que las acechan.



Figura 3. Valle de la Laguna en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. Fotografía de Gustavo Arnaud.



Figura 4. Senda en el bosque de pinos en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. Fotografía de Gustavo Arnaud.

Tabla 1. Número de áreas naturales protegidas, superficie, categoría, tipos principales de vegetación y amenazas que las acechan, todo ello agrupado por región administrativa de la CONANP. Las abreviaturas y claves para cada columna se encuentran al pie de la tabla

ID	Regiones a	Superficie (ha)	No. áreas	Categoría b	Vegetación c	Amenazas d
1	PCPN	2,847,403	3	APFF	2, 4, 5, 8, 11, 12, 15	1, 2
1	PCPN	398,709	6	PN	15, 5, 14	1, 2
1	PCPN	4,167,484	6	RB	15, 11, 12, 4, 2, 14, 7	1, 2, 3, 4,
1	PCPN	145,565	1	SAN	8	1, 2, 3, 4
1	Total	7,237,529	16		10	4
2	NOMO	1,219,318	4	AP	5, 8, 11, 15, 16	1, 2, 3, 6, 15, 13
2	NOMO	11,727	3	PN	5, 6, 8, 15	1, 2, 3, 6, 12, 15, 16, 20
2	NOMO	561,482	2	RB	5, 8, 14,15,16	1, 2, 6, 8, 9, 13, 14, 20
2	NOMO	1,244,037	4	RP	5, 16	1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 16
2	Total	3,036,566	13		7	10
3	NESM	1,118, 219	6	APFF	15, 5, 11, 8, 2, 14, 6	1, 2, 7, 9
3	NESM	12,428	2	APRN	15, 5, 8, 2, 14, 6, 16,	1, 2, 7, 9
3	NESM	562,481	2	MNAT	15, 11, 6	1, 2, 7, 9
3	NESM	125,817	5	PN	15, 5, 8, 14, 6	1, 2, 7, 9
3	NESM	1,712,082	2	RB	15, 11, 8, 14, 7	1, 2, 7, 9
3	Total	3,234,027	17		7	4
4	FSIP	6,646,942	5	APFF	1, 2, 3, 5, 6	1 - 9
4	FSIP	441,082	1	APRN	3, 5, 6, 8, 10	2, 6, 9
4	FSIP	4,439,074	3	MN	1, 2, 9, 10	1, 2, 3, 6, 8, 1, 11
4	FSIP	1,482,489	7	PN	1, 2, 4, 5, 6, 8	1, 6, 2, 3, 8
4	FSIP	8,652,787	7	RB	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	6, 2, 12, 9, 13, 7, 11, 1
4	FSIP	179	4	SAN	9, 2, 4	14, 9, 3, 1
4	Total	16,662,553	27		9	13
5	CENE	1,265,710	5	RB	3, 5, 6, 8	2, 3, 4, 6, 9, 10, 13, 14, 15
5	CENE	254,783	26	PN	5, 6, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11,12,13,14,15,16,18
5	CENE	139,871	1	APRN	3, 5, 6	2, 11, 16, 18
5	CENE	40,326	2	APFF	3, 5, 6, 8	1, 2, 3, 9, 18, 19
5	Total	1,700,690	34		6	13

6	OPCE	1,249,235	6	RB	7, 9, 11, 13, 4, 2, 3, 6	1, 2, 6, 13, 15, 18, 20
6	OPCE	27,299	9	PN	7, 11, 13, 4, 2, 3, 6, 5, 15,	1, 2, 3, 6, 7, 10, 12, 13, 15, 18
6	OPCE	2,246,841	3	APRN	7, 9, 11, 6, 5	20
6	OPCE	74,278	4	APFF	7, 3, 6, 5	1, 2, 6, 13, 15, 18, 20
6	OPCE	325	7	SAN	4, 7	1, 3, 16
6	OPCE	2,958	2	HACER	2, 7	1, 3, 16
6	OPCE	16,6870	28	SRAMSAR	2, 4, 7	2 1, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 18
6	Total	3,947,824	33		11	13
7	NAGO	2,128,017	5	RB	4, 15	1, 2, 4, 6, 9, 10, 13, 15, 16, 17
7	NAGO	32,8140	3	APFF	2, 4,	1, 14
7	NAGO	140	2	SAN	5, 6, 16	1, 14
7	NAGO	102,8259	17	RAMSAR	2, 4, 6, 7, 8, 15	20
7	NAGO	318,789	4	PN	2, 4	20
7	Total	3,803,345	31		8	12
8	PCGM	1,5152	3	RE	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15	2, 3, 6, 9, 13, 15
8	PCGM	150	1	ZRSR	4, 6, 7, 9, 15	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
8	PCGM	2,217	1	ZESCE	2, 3, 5, 6, 7, 9,	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16
8	PCGM	1,8204	1	ZRNZM	7, 15	2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16
8	Total	1,506,173	6		11	17
9	PYCM	2001295	7	RB	1, 2, 4, 7, 9, 12, 13, 14, 17	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
9	PYCM	381184	6	APFF	2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 17	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
9	PYCM	387775	8	PN	2, 4, 7, 9, 12, 13, 17	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
9	PYCM	525446	7	AC	2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 17	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
9	PYCM	405766	7	RE	2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 17	16, 17, 18, 19, 20
9	Total	3,701,466	35		11	17

Abreviaturas y claves
A Regiones

- 1 PCPN: Región Península de Baja California y Pacífico Norte
- 2 NOMO: Región Norte y Sierra Madre Occidental
- 3 NESM: Región Noreste y Sierra Madre Oriental

- 4 FSIP: Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur
- 5 CENE: Región Centro y Eje Neovolcánico
- 6 OPCE: Región Occidente y Pacífico Centro
- 7 NAGO: Región Noroeste y Alto Golfo De California
- 8 PCGM: Región Planicie Costera y Golfo De México
- 9 PYCM: Región Península De Yucatán y Caribe Mexicano

B Categorías ANP

APFF	Área De Protección de Flora y Fauna
APE	Área Protegida Ecológica
PN	Parque Nacional
PU	Parque Urbano
RB	Reserva de La Biósfera
RE	Reserva Ecológica
ZRNZM	Zona de Recuperación Natural y Zona Monumental
ZRSR	Zona de Reserva y Sitio de Refugio
ZESCE	Zona Especial Sujeta a Conservación Ecológica
APRN	Área de Protección de Recursos Naturales
MN	Monumento Natural
ACER	Áreas Certificadas
SAN	Santuarios

C Tipo de vegetación

1	Selva alta perennifolia
2	Vegetación hidrófila
3	Bosque mesófilo
4	Matorral de dunas costeras
5	Bosque de coníferas
6	Bosque de encino
7	Selva baja caducifolia
8	Pastizal
9	Selva mediana caducifolia
10	Selva alta caducifolia
11	Selva espinosa
12	Palmar natural
13	Vegetación halófila
14	Vegetación inducida
15	Matorral
16	Bosque templado
17	Petenes
18	Páramos

D Tipo de amenazas

1	Turismo
2	Deforestación
3	Remoción de flora y fauna
4	Infraestructura carretera
5	Actividades petroleras
6	Incendios forestales
7	Especies exóticas
8	Manejo de desechos sólidos
9	Crecimiento demográfico
10	Minería
11	Hidroeléctricas
12	Cultivos no deseados
13	Actividades agropecuarias
14	Contaminantes
15	Cambio de uso de suelo

16	Caza y pesca
17	Sobreexplotación de recursos pesqueros
18	Cambio climático
19	Fenómenos hidrometeorológicos
20	Fragmentación del hábitat

Se puede apreciar que el Área Administrativa de la CONANP con el mayor número de ANP es la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano (PYCM) con un total de 35, muy cerca la Región Centro y Eje Neovolcánico (CENE) con un total de 34 y la Región Occidente y Pacífico Centro (OPCE) con 33. Caso contrario, la que contiene el número menor de ANP es la Región Planicie Costera y Golfo de México (PCGM) con 6, seguida por la Región Norte y Sierra Madre Occidental (NOMO) con 13 y la Región Península de Baja California y Pacífico Norte (PCPN) con 16.

En cuanto a superficie con miles de hectáreas protegidas, la principal, con la mayor cantidad de las mismas es la Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur (FSIP), y la que contiene menor superficie con miles de hectáreas protegidas es la Región de la Planicie Costera y Golfo de México (PCGM), seguida por la Región Centro y Eje Neovolcánico (CENE).

Asimismo, en la Tabla 1 se puede observar que las regiones administrativas que concentran la mayor cantidad de tipos de vegetación, y por ende ecosistemas, incluidos en algún tipo de ANP, son la Región Planicie Costera y Golfo de México (PCGM), la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano (PYCM) y la Región Occidente y Pacífico Centro (OPCE). Por el contrario, la región con menor cantidad de tipos de vegetación incluidas en sus áreas naturales protegidas es la Región Centro y Eje Neovolcánico (CENE), la Región Norte y Sierra Madre Occidental (NOMO) y la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (NESM).

En cuanto a amenazas se refiere, la mayor cantidad acechan a la Región de la Planicie Costera y Golfo de México (PCGM) y a la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano (PYCM); las regiones con menor tipo de amenazas identificadas son la Región Península de California y Pacífico Norte, (PCPN) y la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (NESM).



Figura 5. Panorámica de la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. Fotografía de Gustavo Arnaud.

Al conjuntar estos tres análisis derivados de la Tabla 1 se puede concluir que los ecosistemas prioritarios de atención son aquellos incluidos en las áreas naturales protegidas de las regiones de la Planicie Costera y Golfo de México (PCGM) y de la Península de Yucatán y Caribe Mexicano (PYCM). Estas son de las regiones con el mayor número de tipos de vegetación y, por ende, con la más elevada biodiversidad; asimismo, ambas son regiones con relativamente mayor número de tipos de amenazas identificadas; y al mismo tiempo ambas son de las regiones con relativamente menores superficies, en miles de ha, de ANP.

Casos inversos serían la Región Peninsular de Baja California y Pacífico Norte (PCPN), y la Región Noreste y Sierra Madre Oriental (NESM), que son zonas con una relativamente menor diversidad de tipos de vegetación, con mayores superficies incluidas en ANP y relativamente menores tipos de amenazas identificadas.

A la fecha en nuestro país se tienen declaradas un total de 174 ANP; de las cuales 67 son parques nacionales, 41 son reservas de la biósfera, 29 áreas de protección de flora y fauna, 18 son santuarios, 6 son áreas de protección de recursos naturales y 4 son monumentos naturales. (CONANP, 2013) Aunque 27 de las 32 entidades federativas de la República poseen legislación que plantea la creación de áreas naturales protegidas, sólo 5 de ellas han incorporado ANP a sus sistemas mediante diversos instrumentos jurídicos (Bezaury Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009).

Las 174 ANP protegen un total de 22,030,789 ha de superficie (CONANP, 2013). Es importante

indicar que aproximadamente el 69% de la superficie de las ANP federales están incluidas como reservas de la biósfera en el programa "El Hombre y la Biósfera" de la UNESCO, o forman parte del Patrimonio Mundial de la Humanidad, o están incluidas en la Convención Ramsar de Humedales (Guevara y Halffter, 2007). Es decir, además de su decreto nacional, su designación como tales tiene un aval y sustento internacional, lo cual compromete al país a la observancia de acuerdos internacionales al respecto (Guevara y Halffter, 2007). Asimismo, de acuerdo con las categorías de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), en aproximadamente el 84% de la superficie decretada a nivel federal en las ANP está permitido el uso de los recursos naturales, siempre y cuando sea sustentable, mientras que únicamente el 16% de la superficie decretada se considera una reserva estrictamente intocable (CONANP, 2013).

Por su parte, el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANP) agrupa a 57 de las ANP federales y a una ANP estatal (CONANP, 2013). El SINANP cuenta con un Consejo de Áreas Naturales Protegidas, compuesto por representantes del sector académico, industrial, social y gubernamental, como asesor del secretario del ramo (DOF, 2007). Cada ANP cuenta con un consejo asesor. Los requisitos para pertenecer al SINANP incluyen criterios como la existencia de un plan de manejo consensado con los habitantes de la zona, presupuesto permanente, personal capacitado, con un director elegido por el mismo consejo (DOF, 2007).

La promulgación y administración de estas ANP, incluso el financiamiento y operatividad es responsabilidad de la Comisión Nacional de Áreas



Figura 6. Atardecer en la Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna, Baja California Sur. Fotografía de Gustavo Arnaud.



Figura 7. Zancos del mangle rojo en la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco.

Naturales Protegidas (CONANP), que es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (DOF, 2007). En este contexto, la CONANP juega un papel total en la conservación de la diversidad biológica de México, considerada estrategia clave del futuro de nuestro patrimonio natural y, por tanto, del desarrollo futuro de nuestro país (Ortega Rubio y Romero Schmidt, 2012).

En su conjunto total —no sólo aquellas consideradas en el SINANP—, las ANP de nuestro país (federales, estatales y municipales) comprenden aproximadamente los siguientes porcentajes del territorio nacional: 23% del mar territorial; 10% de la superficie terrestre; 12% de la plataforma continental y 2% de la zona económica exclusiva (CONANP, 2013).

Recomendaciones

Debido al desarrollo del tema del establecimiento de conservación de la biodiversidad en nuestro país, una importante proporción del establecimiento de ANP ha obedecido a situaciones coyunturales, tal es el caso por ejemplo de las Reservas de la Biósfera del Desierto del Vizcaíno, de la Sierra la Laguna y de las Islas Revillagigedo (Ortega Rubio, 2000); incluso a veces las situaciones coyunturales impidieron que la zonificación de los decretos se sustentara con todas las bases de conocimientos científico, natural y social requeridos para el efecto.

Como resultado de este trabajo se plantea que las zonas administrativas de la CONANP en las que se deben centrar los esfuerzos inmediatos de manejo y conservación son en las de la Planicie Costera y Golfo de México (PCGM) y la de la Pe-

nínsula de Yucatán y Caribe Mexicano (PYCM). Se recomienda que sea información científica pertinente y confiable la que conduzca las decisiones de política pública respecto al establecimiento de nuevas áreas protegidas y el manejo de las actualmente decretadas.

Es importante destacar que a pesar de los esfuerzos realizados por las diversas instancias relacionadas con la conservación, todavía es necesario desarrollar un trabajo mucho más intenso para lograr un adecuado manejo y administración de las ANP, donde la aportación del sector científico será trascendental para complementar e integrar la información y así se logre coordinar el trabajo de autoridades y los distintos actores interesados en la conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales de las ANP de México.

Los autores del presente estudio, las personas nombradas en la sección de agradecimientos, investigadores de Universidades y Centros de Investigación de diferentes regiones del país, agrupados en la ECORED y la REMAS —ambas Redes Temáticas del CONACyT—, tenemos como enfoque central el desarrollar la investigación requerida



Figura 8. Realización de censos poblacionales en una población de *Cephalocereus senilis* en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hidalgo. Fotografía de Cecilia Leonor Jiménez Sierra.



Figura 9. *Cephalocereus senilis* (Haw) Pfeiff o "viejitos" es la especie emblemática de la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hidalgo. Fotografía de Cecilia Leonor Jiménez Sierra.



Figura 10. Barda verde de *Stenocereus marginatus* u órgano en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán, Hidalgo. Fotografía de Cecilia Leonor Jiménez Sierra.

para contribuir a fundamentar las acciones para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de las ANP de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen la significativa contribución para el desarrollo de este estudio a los Doctores en Ciencias: Joaquín Sosa Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Luis Ignacio Iñiguez Dávalos, Héctor González Ocampo, Víctor Arriola Padilla, Gerardo Rodríguez Quiroz, Manuel Pinkus Rendón, Lourdes Jiménez Badillo y Miguel Pinkus Rendón, parte in-

tegrante de su desarrollo, quienes participaron en los Talleres de priorización colegiada, y que por normas editoriales son los autores faltantes del mismo. Se agradece también el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente estudio. Se agradecen asimismo las facilidades y apoyo otorgados por Felipe Ángel Omar Ortiz, Yadira Gómez y Ángel Moreno de la CONANP, así como el tiempo y esfuerzo que los revisores anónimos y la Mtra. Rosa del Carmen Zapata dedicaron a este documento.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., RÍOS, E., CORTÉS-CALVA, P., GONZÁLEZ RUIZ, N., SUÁREZ GRACIDA, C. G. *Los Mamíferos de las Reservas de El Valle de los Cirios y El Vizcaíno*. México. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 331 p., 2008.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., PATTON, J. L. *Mamíferos del Noroeste Mexicano*. Vol. I. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 583 p., 1999.
- ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S. T., PATTON, J. L. *Mamíferos del Noroeste Mexicano*. Vol. II. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 873 p., 2000.
- BALMFORD, A. Selecting sites for conservation. In: NORRIS, K., PAIN, D. J. (Eds.), *Conserving bird biodiversity. General principles and their application*, 74-104 p., Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.
- BEZAURY CREEL, J., GUTIÉRREZ CARBONELL, D. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En: *Capital Natural de México*. Vol. II. *Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 385-431, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009.
- CEBALLOS, G. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*, 17: 569-578, 2007.
- CEBALLOS, G., EHRlich, P. R. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science*, 296: 904-907, 2002.
- CEBALLOS, G., EHRlich, P. R., SOBERÓN, J., SALAZAR, I., FAY, J. P. Global mammal conservation: What must we manage? *Science*, 309: 603-607, 2005.

- CHALLENGER, A. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra, 847 pp., 1998.
 - CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Términos de referencia para Programas de Manejo*. México: Autor, 42 pp., 2008.
 - CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *2007-2012. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. México: Autor, 50 pp., 2012.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). *Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*, 28 de enero de 1988.
 - DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). *Decreto por el que se adiciona un segundo párrafo con siete fracciones al Artículo 6º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, 20 de julio de 2007.
 - EHRlich, P., CEBALLOS, G. Población y medio ambiente: ¿qué nos espera? *Revista Ciencias*. Facultad de Ciencias UNAM, 48: 19-30, 1997.
 - GONZALEZ MONTAGUT, R. ¿Funcionan las Reservas de la Biósfera? La experiencia del Fondo para Áreas Naturales Protegidas. En: *Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 411-412, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009.
 - GUEVARA, S., HALFFTER, G. Estrategia para la conservación de la diversidad biológica en áreas protegidas de designación internacional: La síntesis. En: HALFFTER, G., GUEVARA, S., MELIC, A. *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*, pp. 9-18, [M3M: Monografías Tercer Milenio] Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa, 358 pp., 2007.
 - HALFFTER, G. Reservas de la Biósfera: Problemas y Oportunidades en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 27(1): 11-20, 2011.
 - HALFFTER, G., GUEVARA, S., MELIC, A. *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*. [M3M: Monografías Tercer Milenio] España: Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 358 pp., 2007.
 - OLMOS MARTÍNEZ, E., BELTRÁN MORALES, L. F., BRECEDA, A., SALAS, S., ORTEGA RUBIO, A. Riqueza Ecológica y Pobreza Económica en un área natural protegida en Baja California Sur. *Región y Sociedad*, XX(42): 133-164, 2008.
 - ORTEGA-RUBIO, A. The Obtaining of Biosphere Reserve Decrees in Mexico: Analysis of Three Cases. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 7(2000): 1-11, 2000.
 - ORTEGA-RUBIO, A., CASTELLANOS VERA, A., ARGUELLES MÉNDEZ, C., ROMERO SCHMIDT, H. Scientific Research and Biodiversity Conservation, Research Centers and International Agencies: Review of an Specific Case. *Natural Areas Journal*, 19(3): 279-284, 1999.
 - RODRIGUES, A. S. L., ANDELMAN, S. J., BAKARR, M., BOITANI, J., BROOKS, T. *Global Gap Analysis: towards a representative network of protected areas*. *Advances in Applied Biodiversity Science*. Washington, DC, USA: Center for Applied Biodiversity Science-Conservation International, 432 pp., 2003.
 - ROMERO SCHMIDT, H., ORTEGA RUBIO, A. Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna: Salud Ambiental versus Minería a Cielo Abierto. *Ciencia y Desarrollo*, CONACYT, Septiembre-Octubre(2012): 14-21, 2012.
 - SÁNCHEZ CORDERO, V., FIGUEROA, F., ILLALDI, P., LINAJE, M. Efectividad de las áreas naturales protegidas de México. *Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*, pp. 394-397, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2009.
 - SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES), INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA)/CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD), SEMARNAP (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA). *Reservas de la biósfera y otras áreas naturales protegidas*. México, 1995.
- De páginas electrónicas**
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). De: www.conanp.gob.mx Última actualización 12 de diciembre de 2012. Consultado el 10 de octubre de 2013.

Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas de México

Recommendations for the sustainable management of natural protected areas in Mexico

Manuel Jesús Pinkus Rendón^{1*}, Miguel Ángel Pinkus Rendón²,
Alfredo Ortega-Rubio³

Pinkus Rendón, M. J.; Pinkus Rendón, M. A.; Ortega-Rubio, A., Recomendaciones para el manejo sustentable en las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 102-110, 2014.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como fin analizar los factores base que determinan las problemáticas que se suscitan en el manejo de los recursos naturales en las áreas naturales protegidas de México y ofrece propuestas de solución. Se estudian todos los aspectos fundamentales en los principales procesos que involucran su adecuado manejo; desde su declaratoria hasta las complejidades que se dan en la relación sociedad, culturas y ambiente. Resultado de este análisis se dan las recomendaciones para garantizar la efectividad de los planes de manejo de las ANP de México, lo que incluye: a) la catalización del desarrollo comunitario; b) la delimitación de las funciones de cada institución; c) la resolución de los conflictos interinstitucionales; c) la capitalización del conocimiento local sobre el uso de los recursos; d) la evaluación de las directrices socio-ambientales en los planes de manejo. En este trabajo se detallan asimismo las actividades específicas requeridas para implementar las recomendaciones

Palabras clave: áreas naturales protegidas (ANP), manejo, recursos naturales, perspectivas, México.

Keywords: natural protected areas (NPAs), management, perspectives, Mexico.

Recibido: 28 de octubre de 2013, aceptado: 12 de febrero de 2014

¹ Unidad de Ciencias Sociales, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán.

² Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

³ Programa de Planeación Ambiental y Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

* Autor para correspondencia: mpinkus@uady.mx

generales arriba enunciadas, con el objetivo de alcanzar el manejo sustentable de los recursos naturales las ANP de México, lo cual es prioritario e indispensable para nuestro país.

ABSTRACT

This paper aims to analyze the factors that determine the basic problems that arise in the management of natural resources in protected areas of Mexico, offering proposed solutions. All key aspects were analyzed in all major processes involving proper handling, from its establishment to the complexities that exist in society, culture and environment relationship. Results of this analysis, recommendations are given to ensure the effectiveness of management plans of the NPAs of Mexico, including: a) catalyzing community development, b) the definition of the functions of each institution, c) the resolution of inter-institutional conflicts, c) the capitalization of local knowledge on the use of resources, d) evaluation of the socio-environmental guidelines in the management plans. In this work the specific activities required to implement the general recommendations set out above, in order to achieve sustainable management of natural resources NPAs of Mexico, which is a priority and essential to our country, are also detailed.

INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas (ANP) son aquellas zonas en donde se preservan atributos naturales (especies, comunidades o ecosistemas) vulnerables debido principalmente a las actividades

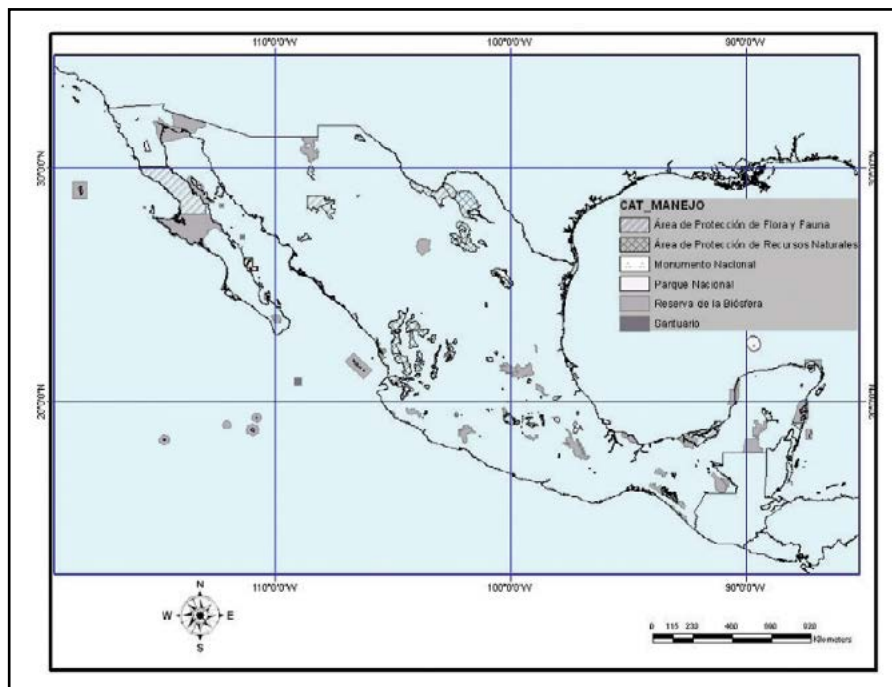


Figura 1. Áreas naturales protegidas federales de México.

humanas, pudiendo ser salvaguardada desde una población de animales o plantas, hasta un grupo de ecosistemas con un potencial de riesgo (LGEEPA, 2013).

Las 176 ANP pueden estar bajo el resguardo de cualquiera de los tres órdenes de gobierno; es decir, pueden ser preservadas a nivel municipal, estatal o federal. Es en esta última instancia es donde se tienen resguardadas 176 áreas naturales con diferentes categorías de manejo (Tabla 1) y que están distribuidas en todo el territorio nacional, como se aprecia en la Figura 1 (CONANP, 2013a).

Parte de las directrices de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) indican que cada una de las Áreas Naturales Protegidas tengan un Plan de Manejo (PM) (LGEEPA, 2013), el cual guiará y regulará las actividades que se realicen tanto dentro como a los alrededores de estas áreas. Y como existe un vínculo indisoluble entre la naturaleza y los humanos, en estos documentos es donde se ven plasmados no sólo las características físicas y biológicas de cada una de las áreas naturales protegidas, sino también las características sociales y socioeconómicas de las poblaciones humanas insertas dentro de ellas. Es así que en los planes

de manejo (PM) se vislumbran las actividades económicas relevantes de cada localidad, así como los usos del suelo que se tienen al momento del decreto de cada ANP.

La elaboración y aplicación de planes de manejo no sólo se emplea para las áreas federales, sino también para todas las de los demás niveles gubernamentales. Sin embargo, debido a la dificultad de su elaboración, aún la propia Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) no tiene el cien por ciento de sus áreas con un plan de manejo, lo cual dificulta la preservación y administración sustentable de los recursos naturales que en ellas se localizan (CONANP, 2013a).

Por tal motivo, es necesario reflexionar sobre algunas temáticas que atañen a las ANP y podrían ser paradigmas entre la conservación, el uso de recursos de manera sustentable y el desarrollo de las poblaciones inmersas dentro de las mismas.

DISCUSIÓN

La mayoría de los planes de manejo de las ANP plantean propuestas para dar solución a los diversos problemas detectados en cada una de

Tabla 1. Áreas naturales protegidas bajo el auspicio de la CONANP (CONANP, 2013a)

Número de ANP	Categoría de manejo	Superficie en ha	Porcentaje de la superficie del territorio nacional (%)
41	Reservas de la Biósfera	12'652,787	6.44
67	Parques Nacionales	1'445,301	0.74
5	Monumentos Naturales	16,268	0.01
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4'440,078	2.26
37	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6'687,284	3.40
18	Santuarios	146,254	0.07
176		25'387,972	12.92

ellas, tanto de manera general como particular. El objetivo general de dichos planes es conservar y proteger los ecosistemas representativos de la región, asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, a través del manejo y uso sustentable de los recursos naturales (LGEEPA, 2013). Sin embargo, desde el punto de vista científico multidisciplinario —en los que se aborde la problemática desde diferentes disciplinas académicas—, hemos observado en las diferentes investigaciones que la gestión, como acción para conseguir recursos para financiar actividades encaminadas a lograr los objetivos que se plantean en los planes de manejo de las ANP, muchas veces presenta obstáculos de tipo logístico, incluyendo los aspectos burocráticos y la falta de coordinación entre los distintos niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, quienes propician que todo tipo de solicitud se retrase. A su vez, el gobierno federal y los organismos internacionales que proveen esos recursos pueden no recibir la información completa para otorgarlos.

La gestión también es para proveer recursos humanos y las instituciones capacitadas para proporcionarlos son limitadas por la falta de comunicación hacia ellas, además de tener una estructura organizativa muy limitada, amén de la falta de participación social, sobre todo de las comunidades inmersas en dichas áreas naturales protegidas.

La justificación para la creación y decreto de las ANP

Para la creación de una nueva área natural protegida es necesario el estudio de la región a declarar, que sea un espacio con alto porcentaje

de vegetación primaria conservada, que mantenga una belleza escénica o que sea el reservorio de alguna especie con un grado de amenaza (dependiendo de la categoría de área). Así también se debe realizar una investigación socioeconómica de los poblados que allí se asientan, en donde se deben tomar en cuenta no sólo las características de los poblados (tamaño poblacional, principales actividades económicas, lugar en donde hacen uso de sus recursos, etcétera), sino también debe tomarse en cuenta el aspecto cultural de las personas, por ejemplo en la propuesta de decreto de la reserva biocultural de Wirikuta se pide respetar los lugares sagrados de los pueblos Wixárika, con lo que se añade a la justificación de decreto del ANP el aspecto social y no solamente se basa en un enfoque conservacionista (Betancourt, 2011).

Aunado a esto es necesario el vínculo entre las instancias de conservación que quieren establecer las áreas naturales protegidas y las personas que viven dentro de ellas. En gran parte de los decretos de las ANP (muchas de ellas constituidas hace varias décadas) hemos podido constatar que no se manifestó un acercamiento suficiente con los poblados. Lo que ocurrió fue que hasta que se establecieron las áreas naturales protegidas los habitantes de las mismas se dieron cuenta de que ya estaban incluidos dentro de ellas. Tardíamente se enteraron además de que ahora tenían ciertas restricciones en cuanto al uso y manejo de los recursos naturales que antes podían utilizar, además de no poder realizar cambios en el uso del suelo que vayan en detrimento de la conservación. Lógicamente en estos casos los habitantes locales nunca tuvieron la posibilidad real de aportar sus

observaciones y requerimientos antes de que los decretos fueran publicados en los diarios oficiales y en estos casos, de insuficiente acercamiento, su única posibilidad es consultarlos en las oficinas de las áreas naturales protegidas. Ejemplo de ello es la recategorización del Nevado de Toluca, que de ser un Parque Nacional se convirtió en Área de Conservación de Flora y Fauna (Ceballos, 2011).

Cuando la gente se involucra más con las áreas naturales, reditúa no sólo en la conservación de los sitios, sino también en la vigilancia de los mismos, por ello es necesario tomar en cuenta la opinión de las personas acerca de qué lugares son susceptibles de decretar como áreas naturales protegidas (Solís y Madrigal, 2004).

Monitoreo de especies

Dentro de los planes de manejo, un tema de especial interés en las ANP es el monitoreo biológico, en donde las instituciones a cargo realizan registros biológicos, focalizados a las especies, comunidades o ecosistemas bandera de las áreas naturales protegidas (ciclos de vida, fenología, interacciones ecológicas, etcétera), así como también se hace una toma de datos físicos (sucesos meteorológicos o eventos estocásticos), los cuales son esenciales para explicar variaciones en la salud y equilibrio de las áreas naturales protegidas (Orellana, Hernández y Espadas, 2011). Sin embargo, en muchas de ellas no se tiene un monitoreo sistemático por parte de sus responsables, ya sea porque son muy pocos trabajadores asignados a cada reserva o debido a que la carga de trabajo es tal que no se dan abasto para hacer los monitoreos programados, o sólo abarcan grupos de especies carismáticas, dejando de lado aquellas que pueden ser buenas bioindicadoras, como podría ser el caso de los artrópodos (Wettstein y Schmid, 1999).

Por ello es importante vincular a las instituciones académicas que pudieran estar interesadas en el estudio de organismos dentro de las áreas naturales protegidas, con ello se podrían solventar las carencias que pudieran tener los representantes de las ANP. También se puede recurrir a los mismos pobladores para hacer el papel de guardaparques (cosa que ya se hace en algunas áreas) o de monitores, ya que muchos de ellos tienen el conocimiento empírico de las especies a monitorear. A través de la etnobiología se ha corroborado que los pobladores tienen un conocimiento de su derredor (plantas, animales y hongos), lo cual

se puede ver plasmado en el uso, manejo y aprovechamiento de los organismos (Argueta et al., 2012).

Conflictos interinstitucionales y sinergias rumbo a la conservación

La CONANP es la institución federal encargada de la preservación, manejo, uso y administración de los recursos en las áreas naturales protegidas (CONANP, 2013b). A través de programas (PRO-CODES, PET, PNUD-SEMARNAT) alienta proyectos de conservación y uso sustentable de los recursos naturales que se localizan en las zonas de amortiguamiento de las ANP, esto último mediante propuestas que sean de bajo impacto ambiental, como el ecoturismo o el uso de unidades de manejo ambiental (CONANP, 2013). En este sentido se busca que si bien se haga uso de la naturaleza por parte de los pobladores, no represente ningún riesgo para el objetivo principal de las áreas naturales protegidas, que es la preservación.

No obstante, como se ha podido constatar en trabajo de campo, existen conflictos entre las instituciones con las que se relaciona la gente, ya que por un lado la CONANP, SEMARNAT o cada una de las encargadas de las áreas naturales protegidas estatales y municipales, tienen como meta la conservación; y, por el otro lado, otras instituciones promueven actividades productivas que buscan potenciar y fortalecer el desarrollo agropecuario, pesquero o turístico (SAGARPA, 2013). Entre ellas está la SAGARPA, la cual tiene en algunas de las localidades el objetivo de apoyar la compra de insumos químicos a personas en predios cercanos al área para la erradicación de plagas. Otro ejemplo es la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), que apoya a los grupos indígenas (gran parte de las áreas naturales protegidas es propiedad de ellos) en planes de desarrollo, que no llevan una evaluación, ni un control estricto en el impacto que actividades productivas en escala significativa pudieran causar al entorno ecológico; pues como hemos podido constatar en el trabajo de campo, regularmente esta institución apoya a las comunidades indígenas mediante proyectos de ecoturismo.

Por ello consideramos que es necesario que exista sinergia entre las diferentes instituciones, inclusive organizaciones no gubernamentales que tienen injerencia no sólo dentro de la ANP, sino a nivel paisajístico (por el impacto que se pudiera causar en los sistemas aledaños), en donde preva-

lezca la conservación, el uso racional de los recursos naturales y, por ende, el desarrollo de los pueblos inmersos en las áreas naturales protegidas; donde se jerarquicen las prioridades en un sentido holístico (sociedades, naturaleza y economía).

Para potenciar y garantizar esta sinergia se propone establecer en los planes de manejo de manera específica cuáles son las instituciones y dependencias de los distintos niveles de gobierno que intervienen en todas las actividades productivas y de conservación de esa ANP específica. También determinar categóricamente cuáles son sus ámbitos de acción y responsabilidades, quedando bajo jurisdicción de la CONANP el evaluar y vigilar estrictamente que no se dupliquen o contrapongan las acciones ni los programas implementados por dichas instituciones. Para esto, estas últimas deberán de estar obligadas a notificar oportunamente a la Comisión las acciones que pretenden desarrollar en las áreas naturales.

Desarrollo comunitario

Lo anterior está ligado a este apartado, ya que en las reservas de la biósfera se especifica dentro de sus objetivos que no sólo se demanda la conservación del ambiente y los ecosistemas, sino también el componente humano a través del desarrollo sustentable a nivel comunitario (LGEEPA, 2013). Es decir, a partir de la preservación y uso racional de los recursos dentro de un área natural protegida se tiene que impactar en la calidad de vida de los pobladores, especialmente en aquellas que están en la categoría de reservas de la biósfera (LGEEPA, 2013).

Desafortunadamente, esta conexión entre el bienestar social y la preservación ambiental no se ha concretado como se señala en las ideas del desarrollo sustentable, en donde se busca un aspecto holístico; es decir, una tridimensionalidad entre lo ambiental, económico y social (Foladori, 2002).

Sin embargo, se ha visto que muchas poblaciones ubicadas dentro de las áreas naturales protegidas están sumidas en la pobreza, sin importar que estén dentro de una reserva de la biósfera. Un ejemplo de ello es el poblado de Celestún, Yucatán, el cual pertenece a la Reserva de la Biósfera de Ría Celestún y que, a pesar de haber sido declarada Zona de Refugio Faunístico desde 1979 y posteriormente Reserva de la Biósfera en el 2000, el poblado sigue inmerso en

un alto grado de marginación (SEMARNAT, 2000). Con ello no se está obteniendo el mencionado desarrollo sustentable comunitario que se desea alcanzar en los objetivos de las reservas de la biósfera (observación de campo).

No obstante, como ocurre en la Reserva de la Biósfera de la Sierra La Laguna, el decreto de Reserva de la Biósfera y los recursos económicos canalizados a sus poblaciones aledañas derivados del decreto, han permitido que las condiciones socioeconómicas de los pobladores locales se hayan mantenido estables, mientras que en las poblaciones fuera del área de influencia de la Reserva de la Biósfera en el mismo periodo de tiempo han visto drásticamente disminuido su nivel de vida (Lagunas Vázquez et al., 2013).

Se recomienda que para garantizar que un decreto de ANP impacte efectivamente en el desarrollo comunitario se lleven a cabo con efectividad las propias acciones que ya están comprendidas dentro de la LGEEPA (2013) en cuanto a la participación social dentro del aprovechamiento sustentable, que a la letra dice en el Título V, Capítulo 1:

Celebrará convenios de concertación con organizaciones obreras y grupos sociales para la protección del ambiente en los lugares de trabajo y unidades habitacionales; con pueblos indígenas, comunidades agrarias y demás organizaciones campesinas para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas, y para brindarles asesoría ecológica en las actividades relacionadas con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; con organizaciones empresariales, en los casos previstos en esta Ley para la protección del ambiente [...].

Es decir, sería muy importante que en todas las ANP no sólo quede en el papel la injerencia en el uso y manejo de sus recursos naturales por parte de las poblaciones inmersas dentro de estas áreas. Asimismo, es imprescindible que exista un verdadero vínculo de los pobladores con las instituciones enfocadas en la preservación y que éste no esté sesgado a un solo segmento de las localidades.

Delimitación de funciones de cada institución

Un tema de reflexión y polémica dentro de varias áreas naturales es el deslinde de las responsabilidades: es decir, hasta dónde tienen injerencia las instituciones encargadas del área natural pro-

tegida y dónde termina su jurisdicción en cuanto a la regulación de los procesos que tienen un impacto en ella. Prueba de ello son aquellas ANP terrestres cuyo límite son los litorales. Se sabe que existen procesos naturales que se dan en los espacios terrestres, y que influyen en ellos los sucesos que se dan en la parte marina, debido a que los ecosistemas son sistemas abiertos y existe intercambio de especies o materia orgánica (Rodríguez y Ruiz, 2010). El problema ocurre cuando la regulación de los espacios marinos no están en la jurisdicción de la ANP y los encargados de la extracción de especies marinas están orientados más a procesos productivos que a la conservación y el equilibrio de los ecosistemas (CONAPESCA, 2013).

Por ello, derivado de nuestras investigaciones, se recomienda —como ya se había señalado anteriormente— que exista un encuentro entre los diferentes organismos gubernamentales regulatorios y promotores de apoyos, en el que se considere a las ANP y sus zonas aledañas como espacios complementarios de una unidad paisajística y no como entes separados; en donde el impacto de una zona inevitablemente repercutirá en la otra.

Uso de recursos y conocimiento local

Muchos de los pobladores que habitan las áreas naturales protegidas son de origen indígena y han vivido en estos sitios por generaciones, con lo que han adquirido un gran conocimiento de su entorno a través del tiempo, el cual se ve manifiesto en el uso de los recursos naturales y en las prácticas que han realizado por un largo tiempo (Betancourt, 2011). Este tipo de conocimiento local es empírico y se transmite de manera oral de generación en generación; empero, en muchas ocasiones es menospreciado por los académicos de ciencia dura y por los encargados de las áreas naturales protegidas, ya que no se considera científico ni refleja la realidad del entorno (Argueta, 2011).

Debido a esto es de vital importancia para el funcionamiento de las ANP que se tomen en cuenta las voces de los pobladores, lo que podría llevar a un mejor manejo de las mismas y a un entendimiento de los procesos ecológicos e

históricos que se han llevado a cabo en ellas (Solís y Madrigal, 2004).

Se debe establecer un vínculo entre los administradores de las áreas y los poseedores de esos conocimientos tradicionales para que se den intercambios de experiencias y diálogo entre los saberes empíricos y científicos (Argueta, 2011). Para garantizar que esta conexión sea real se recomienda que las autoridades encargadas de las áreas naturales protegidas se apoyen en aquellas personas con mayor experiencia y conocimiento en las poblaciones (que usualmente son las que tienen mayor antigüedad), que los involucren como verdaderos consultores en las decisiones del uso y manejo de los recursos de manera sustentable.

Evaluación de planes de manejo y directrices socioambientales

Dentro de los términos de referencia de la elaboración de los planes de manejo se indica la evaluación periódica de los mismos en corto, mediano y largo plazo (CONANP, 2008). Con estas evaluaciones se podrían vislumbrar los efectos que han tenido las áreas naturales protegidas en el paisaje, en las poblaciones aledañas, así como la tendencia que ha seguido su manejo a través del tiempo. Consideramos que el estricto apego a los términos de referencias de los PM ayudaría a modificar dichos planes, en caso de que existieran imperfecciones en la preservación y uso de los recursos; dichas evaluaciones serían de utilidad en la actualización de los planes de manejo.

Pese a ello en contadas ocasiones es cuando se da esta valoración de los planes de manejo, lo cual se ve reflejado en las escasas ediciones nuevas que existen de estos documentos (CONANP, 2013b).

Una forma de apoyar las evaluaciones sería exhortar la formación de comités permanentes de evaluación de planes de manejo donde se tomen en cuenta las voces de las instancias gubernamentales rectoras de las áreas naturales protegidas, las instituciones que apoyan los proyectos que se realizan en ellas, en conjunción con la sociedad civil que las habita y las entidades académicas.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que con el fin de garantizar la efectividad de los Planes de Manejo de las ANP de México se proponen las siguientes recomendaciones de índole general: I) Promover la participación de las comunidades en la conservación y manejo de los recursos naturales de las áreas naturales protegidas; II) Mantener los procesos ecológicos y la diversidad biológica; III) Recuperar aquellos ecosistemas de dichas áreas protegidas que presentan alteraciones; IV) Contar con el conocimiento científico y tecnológico que proporcione bases sólidas para la toma de decisiones en cuanto a conservación, el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, y, V) Promover el desarrollo de actividades productivas alternativas a las tradicionalmente efectuadas por las poblaciones que habitan en dichas áreas naturales protegidas, que permitan elevar su nivel de vida y al mismo tiempo hagan un uso racional de los recursos de las áreas naturales protegidas.

Ahora bien, para implementar tales recomendaciones generales es necesario desarrollar las siguientes actividades específicas requeridas para el manejo sustentable de las ANP de México y cuyo desarrollo y aplicación es prioritaria:

I) La conservación de los recursos naturales para contribuir a la continuidad de los patrones y procesos ecológicos claves, mediante:

a) El fortalecimiento de las capacidades con que se cuenta en las áreas naturales protegidas; respecto a la vigilancia de los recursos naturales, a través de la coordinación de acciones con las autoridades competentes en la materia, así como con organizaciones sociales y los usuarios de los recursos, bajo un enfoque de participación comunitaria que optimice recursos humanos y financieros.

b) La generación de cuadros técnicos y recursos humanos capacitados para la difusión de la normatividad aplicable en las áreas naturales protegidas y en particular de las reglas administrativas contenidas en los programas de manejo.

c) La identificación de aquellas áreas dentro de las áreas naturales protegidas susceptibles a impactos medioambientales y las ya impactadas, para dirigir esfuerzos encaminados a su preservación o rehabilitación.

II) El fortalecimiento de las capacidades operativas que sirvan para proteger los recursos naturales mediante acciones para reducir su mal uso, estableciendo un sistema eficaz de vigilancia. Para esto se deben identificar las zonas y los sitios críticos para el desarrollo de actividades de vigilancia.

III) Asegurar la generación de conocimiento científico y tecnológico que coadyuve a brindar bases sólidas para la toma de decisiones para la conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales; se propone la elaboración de una base de datos en la cual se identifiquen, por una parte, aquellas áreas del conocimiento en las cuales se ha desarrollado información y su grado de actualización, y por el otro las carencias de información sobre las áreas naturales protegidas, con el fin de crear líneas de investigación básica y aplicada. También es importante brindar el apoyo necesario a los investigadores e instituciones para realizar trabajos de investigación en las zonas. La participación activa de las comunidades para apoyar a las investigaciones que se realicen en el área es fundamental, así como la coordinación y la cooperación interinstitucional; sobre todo entre la academia, centros de investigación, los administradores de las ANP y comunidades locales.

IV) Identificar y diagnosticar tendencias en la estructura y procesos ecológicos de los ecosistemas y sus componentes, así como de las actividades productivas en dichas áreas naturales protegidas; para conservar, proteger, restaurar y aprovechar racionalmente los recursos naturales y al mismo tiempo poder evaluar y retroalimentar cada uno de los programas de manejo de cada reserva; a corto, mediano y largo plazo se debe contar con elementos para el apoyo y gestión de recursos logísticos y financieros que faciliten el desarrollo de los proyectos de monitoreo ambiental prioritarios para las áreas naturales protegidas. Este monitoreo debe incluir vigilancia para las especies vegetales, animales y para la actividad turística, sobre todo los paseos en lancha, senderismo y aquellas actividades recreativas que utilicen vehículos. Los cambios en el crecimiento de la zona urbana, en el campo y las actividades agropecuarias, en la costa y en la dinámica pesquera deben ser contenidos en una base de datos para poder ser estudiados con el fin de obtener criterios para la conservación de los recursos. La integración de la población local

en el desarrollo de actividades específicas de monitoreo ambiental mediante la adecuada capacitación ambiental para la conservación de los recursos naturales debe ser el complemento para las acciones gubernamentales de los tres niveles. En este monitoreo, la coordinación con las instituciones dedicadas a la investigación es el complemento para las políticas públicas ambientales; pues si bien los recursos financieros pueden ser aportados por el gobierno o las organizaciones no gubernamentales, son las instituciones de investigación quienes pueden aportar el capital humano, científico y tecnológico.

V) Garantizar que en materia de turismo, el uso de las áreas naturales protegidas esté acorde con los objetivos de conservación y manejo planteados para el área, a través de su plan de manejo y de la actividad turística que se pretende realizar –o bien, en su defecto, evaluar el impacto de los que ya están en marcha–. Para ello se debe contar con infraestructura de bajo impacto para la prestación de servicios turísticos, que no modifique la composición del escenario natural. Asimismo, ampliar las oportunidades de turismo de bajo impacto para generar una oferta más atractiva a los visitantes y generar recursos humanos capacitados para el desarrollo del turismo ecológico en el área natural protegida. Finalmente, la educación ambiental es base para el desarrollo social, económico y para la preservación de los recursos naturales del ANP, por lo que debe realizarse en toda la población mediante estrategias que abarquen todas las edades y niveles educativos, desde la educación inicial

hasta los adultos que se dedican a la prestación de servicios turísticos, como los pescadores. Por ejemplo, si los lancheros que ofrecen las excursiones por la Ría u otros lugares del ANP desconocen o ignoran la importancia de cobrar por los servicios ambientales, no pueden transmitir y exigir a los turistas la comprensión y, a la vez, la obligación de realizar dichas aportaciones; pues si les son ofrecidos descuentos para los paseos con el fin de observar y conocer la Ría, los flamencos y las aves, los aceptarán. La concienciación de los lancheros puede ser transmitida a los visitantes, para involucrar de esta forma a todos los sectores de la sociedad. Todos los actores involucrados: gobierno, prestadores de servicios, visitantes e instituciones deben inmiscuirse en los asuntos de protección y conservación, creando la necesidad de preservar el medio ambiente, cambiando las ideas sobre el uso y aprovechamiento de los recursos.

Si se desarrollan las actividades arriba detalladas se generarán expectativas positivas y realistas para el manejo sustentable de las ANP de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del Proyecto CONACYT-REDES TEMÁTICAS-194637 para el desarrollo del presente estudio. Asimismo, queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos y la Mtra. Rosa del Carmen Zapata dedicaron a efectuar recomendaciones a la versión inicial de este documento.

LITERATURA CITADA

- ARGUETA, A. El diálogo de saberes, una utopía realista. En: ARGUETA, A., CORONA, E., HERSCH, P. (Coords.), *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*, pp. 495-510. México: UNAM, 2011.
- ARGUETA VILLAMAR, A., CORONA, E., ALCÁNTARA SALINAS, G., SANTOS FITA D., ALDASORO MAY, M., SERRANO VELÁZQUEZ, T., TEUTLI SOLANO, C., ASTORGA DOMÍNGUEZ, M. Historia, situación actual y perspectivas de la etnozología en México. *Etnobiología*, 10(1): 18-40, 2012.
- BETANCOURT, A. Conocimientos ecológicos tradicionales, crisis ambiental y sociedad del conocimiento. Una crítica al proyecto Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas del Banco Mundial. En: ARGUETA, A., CORONA, E., HERSCH, P. (Coords.), *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*, pp. 73-82. México: UNAM, 2011.
- CEBALLOS, G. Propuesta de recategorización y decreto del Parque Nacional Nevado de Toluca. Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México, 2011.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Términos de referencia para Programas de Manejo*. México, 42 pp., 2008.
- DOF (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)*, 2013.

- FOLADORI, G. Avances y límites de la sustentabilidad social. *Economía, Sociedad y Territorio*, 3: 621-637, 2002.
- LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F., SANTIAGO LEÓN, F. R., ORTEGA RUBIO, A. Indicadores sociales: desarrollo humano en la Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna. En: LAGUNAS VÁZQUEZ, M., BELTRÁN MORALES, L. F., ORTEGA RUBIO, A. (Eds.), *Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México*, pp. 307-327. La Paz, B. C. S., México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 340 pp.
- ORELLANA, R., HERNÁNDEZ, M., ESPADAS, C. Clima. En: BAUTISTA, F. (Ed.), *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. 2 ed., pp. 189-205. México: CIGA-UNAM, 2011.
- RODRÍGUEZ, J., RUIZ, J. Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas*, 19(2): 5-23, 2010.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). *Programa de manejo Reserva de la Biósfera Ría Celestún*. México, 2000.
- SOLÍS, V., MADRIGAL, P. Comanejo: Una reflexión conceptual desde Coope SoliDar R. L. San José, Costa Rica. 79 pp., 2004.
- WETTSTEIN, W., SCHMID, B. Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effects of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology*, 36: 363-373, 1999.

De páginas electrónicas

- CONAPESCA (COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA). *Misión y visión*. De: http://www.conapescasagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_mision_y_vision_acerca, 24 oct. 2013. Última actualización 14 de octubre de 2010.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). De: www.conanp.gob.mx, 10 oct. 2013b. Última actualización 12 de diciembre de 2012.
- CONANP (COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS). *Áreas Protegidas decretadas*. De: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, 8 oct. 2013a.
- SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN). *Introducción*. De: <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/introduccion/Paginas/default.aspx>, ene. 2014. Última modificación 5 de marzo de 2013 a las 10:39, por Coordinación General de Comunicación Social.

Política editorial

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Guía para Autores

Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes es una revista arbitrada, científica y multidisciplinaria con periodicidad cuatrimestral, editada por la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Tiene como objetivo principal de difundir y promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con estándares de calidad en los ámbitos local, nacional e internacional.

El primer número se publicó en el año de 1990 y hasta el momento se han editado más de 50. Su distribución está dirigida a instituciones de educación superior, centros de investigación, bibliotecas y dependencias de gobierno; además, tiene convenios de intercambio bibliotecario, como: México-USA, COMPAB, REBCO y REMBA. A nivel internacional, la revista se difunde por medio de los índices en los que está citada: Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACYT, Actualidad Iberoamericana, IRESIE, LATINDEX, PERIÓDICA y REDALYC, y en las bases de datos: DIALNET, DOAJ, HELA, y ULRICH'S Periodicals Directory.

En su estructura considera dos secciones: 1) *Editorial*, que incluye el Directorio, un Consejo Editorial y un Comité Editorial de distinguida trayectoria, y 2) *Artículos Científicos*, inéditos y originales relacionados con las Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, Ciencias de la Salud, Ingenierías y Tecnologías, así como con las Ciencias Económicas, Sociales y Humanidades.

La revista participa en la Declaración del Movimiento Internacional *Open Acces* con el fin de contribuir al aumento de la visibilidad, el acceso y la difusión de la producción científica, por ello, los autores y colaboradores de los artículos ceden los derechos autorales a la revista *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, de manera que la misma podrá publicarlos en formato impreso y/o electrónico, incluyendo Internet.

Criterios para publicar

Los manuscritos propuestos a publicación deberán ser textos científicos que no hayan sido publicados ni enviados simultáneamente a otra revista para su publicación y de esta manera, sean una contribución inédita a la literatura científica. Sólo se aceptan artículos escritos en idioma español y deberán contener todas las secciones estipuladas en esta Guía, formateados correctamente. Deben seguir las reglas gramaticales y ortográficas de la lengua española. Todos los manuscritos serán evaluados por al menos dos especialistas o investigadores expertos de las diferentes áreas, pertenecientes a diversas instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional.

I. Tipos de publicaciones

Investigación y Ciencia acepta tres tipos de contribuciones: artículos científicos de investigación, revisiones y notas científicas o comunicaciones cortas, sin embargo, se da prioridad a los primeros de tal manera que cada número debe contener un máximo de dos artículos de revisión o notas científicas. El autor debe indicar en qué sección desea que su manuscrito sea incluido.

Artículos de investigación: son artículos que informan resultados de investigaciones, cuyos temas queden comprendidos en las áreas del conocimiento anteriormente indicadas y que sean de interés científico por su relevancia.

Artículos de revisión: son artículos que resumen y analizan un tema científico de importancia, pueden ser revisiones del estado actual de un campo de investigación o estudios de caso.

Notas científicas o comunicaciones cortas: son artículos cortos de temas relevantes de ciencia y tecnología que describen o explican un hallazgo, que por su mérito científico ameritan una rápida publicación. Pueden incluirse resultados relevantes que se quieren difundir de forma rápida y no detallada, con información concluyente, pero insuficiente para su análisis en extenso.

II. Estructura del contenido

Artículos de investigación

No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas incluyendo las ilustraciones. En algunos casos se podrá acordar con el editor una extensión mayor, no sin antes valorar la importancia de dicha ampliación. Los manuscritos deberán incluir los siguientes elementos (si de acuerdo a la temática no es posible cumplirlo se deberá justificar):

TÍTULO. Deberá ser breve y claro que refleje el contenido del trabajo. No exceder de 20 palabras, escrito en español y en renglón aparte, la versión del título en inglés.

NOMBRE(S) DEL/LOS AUTOR(ES). Presentar en primer orden el nombre completo del autor principal y posteriormente los demás autores (sin grado académico), agregando al pie de página para cada uno su descripción (departamento, dependencia e Institución) y correo electrónico.

RESUMEN. Deberá ser un sólo párrafo que sintetice el propósito del trabajo y reúna las principales aportaciones del artículo en un máximo de 150 palabras, sin subdivisiones y citas bibliográficas. Esta sección se iniciará con la palabra **RESUMEN** al margen izquierdo, con letras negritas y sin punto. Todo manuscrito debe incluir una versión en inglés del resumen (*abstract*).

PALABRAS CLAVE. Incluir seis palabras clave relacionadas con el contenido del trabajo, escritas en español y su versión en inglés (*keywords*).

INTRODUCCIÓN. Señalar en qué consiste el trabajo completo, objetivos, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis.

MATERIALES Y MÉTODOS. Describir en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

RESULTADOS. Describir los resultados de la investigación. Se podrán presentar datos de medición o cuantificación.

DISCUSIÓN. Presentar la interpretación de los resultados de acuerdo con estudios similares, es decir, correlacionando el estudio con otros realizados, enunciando sus ventajas y aportaciones, evitando adjetivos de elogio.

CONCLUSIONES. Precisar qué resultados se obtuvieron y si permitieron verificar la hipótesis; asimismo, plantear perspectivas del estudio y de su aplicación.

LITERATURA CITADA. Todas las referencias en el texto deberán aparecer en esta sección y viceversa. Es necesario notar que los títulos de las revistas no se abrevian, que hay espacios entre las iniciales y que se deben nombrar todos los autores.

Se anotarán en orden alfabético utilizando el siguiente formato:

De libros:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título (en cursivas)*. volumen, edición, país: editorial, páginas, año.

De publicaciones periódicas:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título del artículo, revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas, fecha de publicación.

De páginas electrónicas:

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título, revista (en cursivas)*. volumen, número, páginas consultadas. De: URL de la versión digital, fecha de consulta.

AUTOR (ES) comenzando con el apellido e iniciales del nombre en mayúsculas, *título, portal*. De: URL, fecha de consulta.

En el texto se citará de la siguiente manera: (Aguilar, 2000) o Aguilar (2000); (Aguilar y Camacho, 2001) o Aguilar y Camacho (2001); (Aguilar *et al.*, 2002) o Aguilar *et al.* (2002). En orden cronológico (Juárez, 1954; Aguilar, 2000; Méndez, 2000). En orden cronológico y alfabético en el mismo año (Juárez, 1954, 1960, 1960a, 1960b).

TABLAS Y FIGURAS. Deberán colocarse en el lugar que les corresponde a lo largo del artículo, serán numeradas consecutivamente utilizando números arábigos y referidas al texto.

Las tablas deberán tener título breve en la parte superior utilizando mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 10 pts. tanto en letras como en números. Su orientación será vertical.

En las figuras utilizar mayúsculas y minúsculas con tipografía Arial 8-10 pts. El tamaño máximo de la figura incluyendo leyendas, será de 12 cm de longitud y 16 cm de ancho, el mínimo permitido será de 6 cm de longitud y 8 cm de ancho.

Se debe explicar claramente al pie de cada Tabla y/o Figura, el contenido de las mismas en cursivas.

Además de las tablas o figuras, el artículo se debe acompañar de al menos una ilustración con pie de foto explicativo breve, indicando si es de su autoría o citando la fuente. Los dibujos o esquemas deberán estar en original.

Las imágenes o ilustraciones deben tener una calidad mínima de 300 dpi. o al menos 5 megapíxeles con formato TIFF, EPS o JPG. En caso de que el artículo contenga varias ilustraciones, éstas se deberán presentar en otro archivo.

Artículos de revisión

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y en inglés, texto del artículo considerando: introducción al tema (incluyendo por qué el problema es de interés), desarrollo del trabajo con una discusión académica, conclusión y un apartado de referencias. El contenido del artículo puede estar subdividido cuidando que exista una conexión entre los apartados. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser menor de cinco ni mayor de 15 cuartillas.

Notas científicas

Deben incluir título, nombres de los autores y sus datos, resumen (*abstract*) y palabras clave (*keywords*) en español y su versión en inglés. El texto deberá escribirse de continuo y sin espacio extra entre los párrafos. La literatura citada, figuras y tablas seguirán el mismo formato que en los artículos de investigación. No deberá ser mayor de cinco cuartillas.

III. Características de la revisión de artículos

1. El editor se reserva el derecho de devolver a los autores los artículos que no cumplan con los criterios para su publicación.
2. Todos los trabajos son sometidos a un arbitraje de doble ciego a cargo de la Cartera

de Árbitros que integra la revista, la cual está compuesta por miembros del SNI o investigadores expertos en el área pertenecientes a instituciones de investigación reconocidas a nivel nacional e internacional. Cada trabajo es revisado por al menos dos evaluadores, especificando en el dictamen si se acepta el artículo intacto, con modificaciones o si definitivamente se rechaza. En caso de contar con resultados discrepantes, se enviará el trabajo a un tercer evaluador, cuyo resultado será definitivo.

3. El editor dará a conocer al autor contacto el resultado del arbitraje a través del formato "Observaciones"; si el trabajo es aceptado con modificaciones, el autor deberá atenderlas en un plazo no mayor a 10 días hábiles y enviará nuevamente al editor el original y el archivo electrónico del artículo junto con un **archivo de respuesta a dichas observaciones** en formato *Word*. El archivo consiste en una explicación detallada de las modificaciones realizadas tomando en cuenta todas y cada una de las observaciones señaladas por los evaluadores. Incluir el comentario del evaluador y la correspondiente acción o respuesta del autor. No es necesario incluir en este archivo las anotaciones realizadas por los evaluadores sobre el artículo.
4. Cuando el autor demore más de 30 días en responder a las sugerencias de los evaluadores, el artículo no será considerado para publicarse en el siguiente número de la revista.
5. El editor informará al autor contacto en su caso, el avance de su trabajo en el proceso de dictaminación, del rechazo, o la fecha de publicación del mismo.
6. La revista se reserva el derecho de adelantar o posponer los artículos aceptados con el fin de dar una mejor estructura a cada número de acuerdo a la política editorial.
7. Una vez que el artículo haya sido aceptado, pasará a una revisión de estilo y forma, para su versión definitiva. Se enviarán pruebas de impresión en formato PDF al autor contacto y serán devueltas al editor dos días después de haber sido recibidas. Si las pruebas no se entregan a tiempo, el artículo se publicará sin las correcciones correspondientes.
8. Los artículos presentados son responsabilidad total del autor (o los autores) y no reflejan necesariamente el criterio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a menos que se especifique lo contrario.

IV. Indicaciones para los autores

1. El escrito se enviará en formato *Word* 2003 o 2007 y en formato PDF, en hoja tamaño carta.
2. Tipografía: Arial en 12 pts.
3. Justificación: completa, no utilizar sangría al inicio de párrafos.
4. Márgenes: Superior e inferior 2.5 cm, izquierdo y derecho de 3 cm.
5. Espacio: doble.
6. Abreviaturas: Escribir el término completo la primera vez que se usa y seguirlo con la abreviatura entre paréntesis.

7. Las expresiones matemáticas deben estar escritas claramente y se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades. Asimismo, los conceptos y términos científicos y técnicos deberán escribirse de forma clara y precisa.

V. Especificaciones de envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido que anteriormente se han especificado.

El envío del artículo puede realizarse mediante dos vías:

- a) **Mensajería o entrega personal** en la Dirección General de Investigación y Posgrado, en un sobre cerrado dirigido a Rosa del Carmen Zapata, editora de la revista, el cual deberá contener artículo impreso, archivos del artículo e ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.
- b) **Correo electrónico** dirigido a la editora de la revista, a través de revistaiyc@correo.uaa.mx que contenga archivos adjuntos (*attachment*) con el artículo, las ilustraciones, resumen curricular del primer autor y datos del autor contacto.

Es importante que el autor conserve una copia de los archivos y de la impresión enviada.

VI. Colaboración e informes

Revista Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes

Dirección General de Investigación y Posgrado
 Departamento de Apoyo a la Investigación
 Av. Universidad núm. 940, C.U.
 Edificio 1-B, segundo piso.
 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.
 Teléfono/Fax (449) 910-74-42
 Correo electrónico:
revistaiyc@correo.uaa.mx
www.uaa.mx/investigacion/revista