Así como la década de 1960 fue verdaderamente prodigiosa por la revolución que provocó en las artes y la cultura, la década de 1970 fue para México un momento singular de crecimiento explosivo de la ciencia y la tecnología, así como de formación de algunos de los más destacados cuadros de la ecología mexicana moderna. En la actualidad, la ecología y la ciencia de la conservación en México son realmente áreas de vanguardia a nivel mundial, y este libro es un vibrante testimonio de ello. Sin temor a exagerar, podemos decir que los trabajos de los científicos mexicanos están en la base de nuestra legislación ambiental, y fueron el factor central en la decisión de crear la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - la CONANP.

Pero no todo, desafortunadamente, es razón para auto-congratularnos. Después de años de esfuerzos para lograr la profesionalización del personal de la CONANP, décadas después de haber logrado introducir los criterios de la ciencia en la legislación en materia de Áreas Naturales Protegidas, las prioridades de las decisiones políticas, y no técnicas, amenazan nuevamente la gestión de las áreas naturales protegidas en México. Mientras, por un lado, nuestros gobernantes nos prometen nuevas áreas protegidas, por otro lado se está reduciendo aceleradamente el presupuesto para la conservación del capital natural de México. Corremos el inmenso riesgo de regresar, una vez más, al tiempo de las "reservas de papel", sin personal ni presupuesto, que sólo existen en decretos oficiales pero no tienen manifestación concreta en el campo.

En ese contexto, este libro es doblemente importante. Por un lado, porque muestra nuevamente el compromiso de nuestros científicos con la conservación. Pero, además, porque resalta que, gracias al trabajo de grandes científicos, no hay -no debe haber- marcha hacia atrás. La conservación basada en una ciencia rigurosa es la única alternativa que tiene México para un futuro próspero y una economía viable.

Exequiel Ezcurra

9 786074 245585

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Editores:
Alfredo Ortega-Rubio, Manuel Jesús Pinkus-Rendón
Irma Cristina Espitia-Moreno

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Editores:
Alfredo Ortega-Rubio
Manuel Jesús Pinkus-Rendón
Irma Cristina Espitia-Moreno

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Editores:
Alfredo Ortega-Rubio
Manuel Jesús Pinkus-Rendón
Irma Cristina Espitia-Moreno

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Editores

Alfredo Ortega–Rubio, Manuel Jesús Pinkus-Rendón e
Irma Cristina Espitia-Moreno

Co-Edición:

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.
La Paz, B. C. S.
Universidad Autónoma de Yucatán,
Mérida, Yucatán
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán, México

Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México

Ésta obra contó con comité editorial y cada capítulo fue estrictamente dictaminado y arbitrado por pares académicos

Derechos reservados©

Red Áreas Naturales Protegidas
Red Temática CONACYT

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Avenida Instituto Politécnico Nacional # 195 C.P. 23096
Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
La Paz, Baja California Sur, México

Universidad Autónoma de Yucatán
Centro de Investigaciones Regionales
Unidad de Ciencias Sociales
Calle 61, No. 525 por 66 y 68
Col Centro. C.P. 97000
Mérida, Yucatán, México

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Avenida Francisco J. Múgica S/N
Ciudad Universitaria, C.P. 58030
Morelia, Michoacán, México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada capítulo y siempre cuando se den los créditos correspondientes a los mismos: al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., a la Universidad Autonóma de Yucatán y a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**.**

Las opiniones expresadas por los autores (textos, figuras y fotos) no necesariamente reflejan la postura de las instituciones editoras de la publicación.

Diseño gráfico editorial y portada: DG. Gerardo Hernández García
Fotografías de portada y contraportada: Daniel Torres-Orozco Jiménez

Primera Edición: Diciembre, 2015

ISBN: 978-607-424-558-5

Preparación de este documento

La edición del libro ***"Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México"*** estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio, el Dr. Manuel Jesús Pinkus-Rendón y la Dra. Irma Cristina Espitia-Moreno. En este libro se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas disciplinas e instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación. Este libro nace como resultado de la iniciativa de **Red Áreas Naturales Protegidas,** Red Temática CONACYT bajo la coordinación del Dr. Alfredo Ortega Rubio y apoyada por la Dirección de Redes Temáticas de CONACYT.

Cita de este documento:

Para citar el libro:

Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). 2015. *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Agradecimientos

Con deferente gratitud ofrecemos ampliamente un profundo reconocimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de la presente obra. Con mayor respeto a todos los autores y co-autores de cada capítulo. A todo el personal de la Dirección de REDES Temáticas de CONACYT, especialmente al Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval, quien fue su Director durante el desarrollo de esta obra, y a la Dra. Véronica Bunge Vivier, actual Directora. Al personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), especialmente al M. en C. Luis Fueyo Mac Donald, quien fue Comisionado Nacional durante el desarrollo de este Libro, y al Licenciado Alejandro del Mazo Maza, actual Comisionado Nacional. A la Red Áreas Naturales Protegidas RENANP, de la cual la presente obra es fruto directo. Al D.G. Gerardo Hernández García por el diseño editorial de todo este documento y su salida digital para impresión.

Editores

Alfredo Ortega Rubio

Es el primer egresado del Doctorado en Ciencias con especialidad en Ecología por el Instituto Politécnico Nacional. Ha obtenido 3 Premios Nacionales entregados por el Presidente de la República: Presea Lázaro Cárdenas 2013, como Egresado Distinguido del Instituto Politécnico Nacional. Premio Nacional Reconocimiento a la Conservación de la Naturaleza 2003. Premio Nacional al Mérito Nacional Forestal y de la Vida Silvestre 1993. Desde 1985 es, ininterrumpidamente, miembro del Sistema Nacional de Investigadores de la República Mexicana y desde el año 2001 a la fecha es Investigador Nacional Nivel III. Es Autor de 173 artículos de investigación original. Ha editado 18 libros y publicado 75 Capítulos de libros. Ortega Rubio ha dirigido 121 proyectos de manejo de recursos, restauración ecológica e impacto ambiental todos ellos de gran envergadura, desarrollados por decenas de Investigadores y Técnicos bajo su coordinación, entre ellos los que permitieron crear y desarrollar las Reservas de la Biosfera de Sierra de la Laguna, Desierto del Vizcaíno y Archipiélago Revillagigedo. Ha dirigido 54 Tesis incluyendo 27 de doctorado y 22 de maestría. Ortega Rubio es el Coordinador Nacional fundador de la Red Temática de Investigación del CONACyT: Áreas Naturales Protegidas y desde el año 2004 es Investigador Titular "E", la máxima categoría de la carrera de Investigador en los Centros de Investigación del Sistema CONACYT de la República Mexicana.

Correo Electrónico: aortega@cibnor.mx

Manuel Jesús Pinkus Rendón

Mexicano. Licenciado en Sociología, Maestro Ciencias Antropológicas por la Universidad Autónoma de Yucatán y Doctor en Estudios Mesoamericanos (Antropología social) por la Universidad Nacional Autónoma de México. Diplomado en: "Historia, Arte y Religión en el Área Maya", por la UNAM y el CIESAS; "Fortalecimiento Directivo de los Servicios de Salud en el IMSS", por la UNAM, la Fundación Mexicana para la Salud y el Instituto Mexicano del Seguro

Social; "VII Diplomado en Seguridad Social", por el Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social. Es Investigador Nacional Nivel I, por el Sistema Nacional de Investigadores y cuenta con el Reconocimiento a Profesores con Perfil Deseable (SEP-PROMEP). Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la Unidad de Ciencias Sociales, del Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", de la Universidad Autónoma de Yucatán. Sus investigaciones se enfocan a la vida cotidiana, a la permanencia y al cambio cultural; la historia. Así como a la globalización, las políticas públicas, el desarrollo, la sustentabilidad, investigaciones socioambientales en Áreas Naturales Protegidas y el impacto del turismo. Ha impartido diferentes asignaturas, seminarios y talleres, tanto en la UADY, en el CEPHCIS-UNAM y en la Cátedra UNESCO Desarrollo Humano Sostenible y el Departamento de Sociología de la Universidad de la Habana, Cuba. Autor de tres libros y numerosos capítulos de libro y publicaciones en revistas científicas, estrictamente arbitradas e indexadas. Ha dirigido 8 tesis de licenciatura; 7 de maestría y 4 de doctorado. Ha participado como conferencista en diversos eventos académicos especializados a nivel nacional e internacional. Es miembro fundador de la Red Temática de Investigación CONACYT: Áreas Naturales Protegidas.

Correo electrónico: mpinkus@correo.uady.mx, yucpinkus@yahoo.com.mx

Irma Cristina Espitia Moreno

Licenciada en Contaduría Pública, Maestra en Administración por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Doctora en Ciencias por el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán y Especialidad en Competencias Docentes por la Universidad Pedagógica Nacional. Es Investigadora Nacional Nivel C, por el Sistema Nacional de Investigadores y cuenta con el Reconocimiento a Profesores con Perfil Deseable (SEP-PROMEP) y miembro del cuerpo académico consolidado UMSNH-CA-193 – "Competitividad empresarial".. Profesora-Investigadora de Tiempo Completo de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ha realizado investigaciones sobre: Innovación y cambio tecnológico en el diseño y manejo sustentable de productos y empaques, Diagnóstico empresarial sustentable,

Comportamiento pro sustentable del consumidor e investigaciones en Áreas Naturales Protegidas, mismas que han sido publicadas y presentadas en libros, capítulos de libros, revistas y congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Ha sido Coordinadora de Investigación, Jefa de la División de Estudios de Posgrado y actualmente es Coordinadora del Programa de Doctorado en Administración de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas.

Correo electrónico: ic.espitia.m@gmail.com.

Autores de esta edición

Amezcua-Allieri Myriam Adela. Doctora en Geografía y Ciencias Ambientales por The University of Birmingham. Líneas de investigación: análisis del impacto al ambiente por la industria petrolera, biotecnología ambiental y aprovechamiento de biomasa para la industria petrolera. Es autora de 23 artículos indexados en el ISI. Actualmente es Investigador Nacional Nivel I. En el 2010 recibió el "Award for Young Women Scientists in Biology for the Latin America and Caribbean región" de la Fundación Elsevier. Adscripción: Instituto Mexicano del Petróleo. Correo electrónico: mamezcua@imp.mx

Arriola-Padilla Víctor Javier. Doctor en Ciencias en Entomología y Acarología por el Colegio de Postgraduados. Reconocimiento por trayectoria académica durante los estudios de postgrado. Líneas de investigación: Taxonomía de insectos, Manejo integrado de plagas y enfermedades forestales, Factores de deterioro en áreas naturales protegidas. Autor y coautor de publicaciones técnicas y artículos científicos sobre el diagnóstico distribución y control de plagas y enfermedades forestales. Investigador Titular C del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Correo electrónico: arriola.victor@inifap.gob.mx

Barba Macías Everardo. Doctor en Ciencias en Biología por la UNAM, sus líneas de investigación son: Ecología y manejo de humedales, interacciones planta-animal, modelos ecotróficos (Ecopath). Investigador Titular A, de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) unidad Villahermosa, pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Correo electrónico: ebarba@ecosur.mx

Beltrán-Morales Luis Felipe. Doctor en Ciencias Ambientales por la Universidad de Concepción de Chile. Principales líneas de investigación: Economía ambiental, economía del capital intelectual, (valoración de bienes intangibles resultantes de innovaciones y desarrollos tecnológicos). Investigador Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Investigador Nacional Nivel III. Correo electrónico: lbeltran04@cibnor.mx

Bermúdez-Almada Benito. Biólogo por la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus líneas de trabajo son en la Administración y Manejo de Áreas Naturales Protegidas. Es Servidor Público de Carrera. Correo electrónico: bermudez@conanp.gob.mx

Breceda Solís-Cámara Aurora. Doctora en Ciencias, Investigadora Titular del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Es autora de más de 50 publicaciones científicas y de divulgación, y ha editado dos libros. Ha colaborado en la declaratoria y Programas de Manejo de tres Reservas de la Biosfera y dos sitios Ramsar. Ha sido presidenta del Consejo Técnico Asesor de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, y actualmente es miembro del Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable de la SEMARNAT. Correo electrónico: abreceda@cibnor.mx

Cortés-Calva Patricia. Doctora en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Líneas de investigación: Conservación, ecología, eco localización de mamíferos. Áreas naturales y su relación con la mastofauna. Autora de 27 artículos indexados, un libro, 12 capítulos de libro. Actualmente

es Investigador Nacional Nivel I. Adscripción: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Correo electrónico: pcortes04@cibnor.mx

Espitia-Moreno Irma Cristina. Doctora en Ciencias por el Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán y Especialidad en Competencias Docentes por la Universidad Pedagógica Nacional. Investigadora Nacional Nivel C, por el Sistema Nacional de Investigadores y cuenta con el Reconocimiento a Profesores con Perfil Deseable (SEP-PROMEP).Ha publicado en libros, capítulos de libros, revistas y congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Correo electrónico: ic.espitia.m@gmail.com.

Estrada-Martínez Emma. Es Doctora en Ciencias Biológicas y de la Salud por la Universidad Autónoma Metropolitana. Líneas de investigación: botánica, etnobotánica y etnomicología, forestales. Presidente de la Mesa Directiva de la Asociación Etnobiológica Mexicana (2001-2004). Autora de 8 artículos científicos y 4 capítulos de libros técnicos. Reconocimientos: Medalla al mérito universitario por calificaciones en el doctorado de la Universidad Autónoma Metropolitana (2012); y reconocimiento por trayectoria en el campo de la etnobiología como una de 11 investigadoras, en México por la Asociación Etnobiológica Mexicana y el grupo SIDET -Sociedad de Investigación y Difusión de la Etnobiología, A. C.- (2014). Adscripción: Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: eestradam@yahoo.com

Fueyo Mac Donald Luis. Maestro en Ciencias con especialidad en Hidroacústica, Evaluación de Recursos Marinos y Manejo de Ecosistemas Costeros. Físico egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su formación académica ha incluido temas de Derecho, Economía Ambiental, Evaluación de Recursos Naturales, Planeación Estratégica, Administración Pública y Liderazgo. Ha sido servidor público en diversas áreas del sector ambiental: Procuraduría Federal

de Protección al Ambiente, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y más recientemente ha sido Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Correo electrónico: luisfueyo53@gmail.com

Gallina-Tessaro Sonia Antonieta- Doctorado en Ciencias por la Universidad autónoma de México. Principales líneas de investigación: Ecología, comportamiento y conservación de cérvidos. Investigador Titular C de la Red de biología y conservación de Vertebrados del Instituto de Ecología, A.C. con sede en Xalapa, Veracruz. Correo electrónico: sonia.gallina@inecol.mx

Gerardo-Sosa Y Silva Adán. Licenciado en Turismo Alternativo por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: Turismo Alternativo, desarrollo sostenible y manejo de recursos naturales. Actualmente postulante al posgrado en Ciencias Sociales de Desarrollo Sustentable y Globalización de la UABCS. Correo electrónico: pelonadan@hotmail.com

Gijón Hernández Adriana-Rosalía. Doctora en Fitopatología. Investigadora titular en el área de sanidad forestal en CENID-COMEF-INIFAP. Líneas de investigación: Sanidad Forestal, Sanidad Agrícola, Biotecnología, Control biológico y Manejo integrado de plagas. Ha asesorado 16 tesis de licenciatura. Correo electrónico: gijon.adriana@inifap.gob.mx

González López Irma. Ha recibido el Premio a la Mejor Tesis de Licenciatura de la UABCS-AEBIOMAR en 1990. Ha graduado 22 tesistas de Licenciatura. Elaboró el Programa de Manejo de la Reserva de Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre. Líneas de Trabajo: Gestión y Manejo de Áreas Naturales Protegidas, Liderazgo en Organizaciones. Directora de la APFF Islas del Golfo de California en B.C.S. y del Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo. Correo electrónico: irma.gonzalez@conanp.gob.mx

González Ocampo Héctor A. Investigador Nacional nivel 1. Profesor Titular "C" del Departamento de Medio Ambiente en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa, del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN). Su trabajo de investigación comprende la publicación de más de 20 artículos científicos en revistas ISI relacionados con el desarrollo sostenible, impacto ambiental, contaminación y acuacultura del Noroeste mexicano.

González-Romero Alberto. Doctor en ciencias (Biología) por la Universidad Autónoma de México, sus líneas de investigación son: Ecología y conservación de vertebrados de zonas áridas y templadas principalmente mamíferos y conflictos entre la fauna y el hombre. Actualmente es investigador Titular en el Instituto de Ecología, A.C. con sede en Xalapa, Ver., México, es investigador nacional nivel I. E-Mail: alberto.gonzalez@inecol.mx

Halffter Gonzalo. Doctor en Ciencias por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Investigador Nacional Emérito del SNI, Investigador Emérito del Instituto de Ecología, A.C. Líneas de investigación: biogeografía de la Zona de Transición Mexicana; análisis de la biodiversidad, ecología, comportamiento y taxonomía de la familia Scarabaeinae (Coleoptera). Adscripción: Instituto de Ecología, A.C., Xalapa. Correo electrónico: gonzalo.halffter@inecol.mx

Iñiguez Dávalos Luis Ignacio. Doctor en Ciencias (Biología) por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es Profesor Investigador Titular "C" de la Universidad de Guadalajara. Cuenta con 30 años de experiencia en investigación en ecología, conservación y manejo de fauna silvestre. Su trabajo se ha centrado en el occidente de México y se vincula con áreas protegidas como la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM). Ha publicado un libro (coautor), 19 artículos arbitrados y 21 capítulos de libro. Miembro del SNI y Profesor con Perfil Deseable PRODEP, fue Presidente de la Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. (2010-2012).

Jiménez Badillo María De Lourdes. Doctora en Ciencias del Mar, área Oceanografía Biológica y Pesquera. Actualmente directora del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. Línea de investigación: evaluación y manejo de recursos pesqueros asociados a áreas naturales protegidas marinas, pesca artesanal. Es autora de 4 libros, 14 capítulos de libros, 18 artículos científicos y 3 de divulgación. Ha dirigido 10 tesis de posgrado y 7 de licenciatura. Correo electrónico: ljimenez@uv.mx

Jiménez-Sierra Cecilia Leonor. Profesora-Investigadora de la Universidad Autónoma Metropolitana. Estudió su Licenciatura en Biología en la UAM y su Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas, en la Universidad Nacional Autónoma de México. Su campo de interés ha sido la dinámica poblacional de especies en peligro, el uso de los recursos naturales por las poblaciones locales, así como el manejo de las Áreas Naturales Protegidas. Correo electrónico: ceci@xanum.uam.mx

Juárez Flores Juan. Licenciado en Hidrobiología, con grado de Maestro en Biología con especialidad en Entomología Acuática, ambas por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. Líneas de investigación: Ecología de humedales y de los sistemas acuáticos, así como la diversidad de invertebrados acuáticos y su relación con las variables ambientales. Con énfasis en entomología acuática (taxonomía) y su relación con las variables acuáticas. Correo electrónico: jjuarez@ecosur.mx

Lagunas-Vázques Magdalena. Doctora en ciencias por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: Género y equidad humana, desarrollo humano sostenible, ruralidad y recursos naturales. Técnica Académica adscrita al programa de Planeación y Conservación Ambiental en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Correo electrónico: mlagunas@cibnor.mx y vaz.lag@gmail.com

Medellín-Jiménez Rocío. Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Experiencia en la administración de proyectos científicos. Líneas de interés: Manejo de plagas forestales, taxonomía de escolítidos y platipódidos, áreas naturales protegidas. Correo electrónico: rmedellinj@yahoo.com.mx

Olmos-Martínez Elizabeth. Doctora en Ciencias en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Es profesor-investigador en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: Desarrollo sustentable, Áreas naturales protegidas, Cambio climático y Turismo. Es autora de 10 artículos de investigación original. Ha publicado 2 libros y 14 capítulos de libros. Ha sido distinguida como Candidata en el Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

Ortega-Rubio Alfredo. Doctor en Ciencias con especialidad en Ecología (IPN). Investigador del SNI Nivel III. Ecología aplicada a la Conservación de la Biodiversidad; Áreas Naturales Protegidas; Manejo Sustentable de Recursos Naturales Renovables. Acreedor a 3 preseas Nacionales. Coordinador del Programa de Planeación Ambiental y Conservación. Profesor Titular. Adscripción: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Correo electrónico: aortega@cibnor.mx

Ortiz-Gallarza Silvia Margarita. Licenciada (UAM) y Maestra en Ciencias (UNAM): Biología, Doctora en Ciencias (CIBNOR): Uso, Manejo y Preservación de Recursos Naturales. Salud ambiental de ecosistemas; Desarrollo de Índices, Indicadores y Bioindicadores de Impacto/Desempeño; Contaminación y Ordenamiento. Posdoctorado: CICESE Adscripción: Universidad Autónoma de Baja California. Profesora de asignatura. Correo electrónico: ortiz.silvia@uabc.edu.mx

Pérez-Miranda Ramiro. Doctor en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Líneas de investigación: ordenamiento territorial, potencial productivo, evaluación de tierras y cambio de uso del suelo. Autor de folleto

técnico y co-autor y compilador de libros técnicos. Autor de cinco artículos científicos en los temas de potencial productivo y manejo del suelo forestal. Investigador Titular C del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Correo Electrónico: perez.ramiro@inifap.gob.mx

Pichardo-Segura Luis Alberto. Biólogo egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Experiencia en administración pública dentro del sector forestal. Líneas de interés: Manejo integrado de plagas forestales, modelaje en sistemas de información geográfica, áreas naturales protegidas. Correo electrónico: lalbertops09@hotmail.com

Pinkus Rendón Manuel Jesús. Doctor en Estudios Mesoamericanos (especialidad antropología social), por la UNAM. Investigador Nacional Nivel I, por el SNI. Profesor-Investigador, de la Unidad de Ciencias Sociales, del Centro de Investigaciones Regionales, de la Universidad Autónoma de Yucatán. Líneas de investigación: Globalización, Desarrollo, Sustentabilidad, ANP y ecoturismo. Correo electrónico: mpinkus@correo.uady.mx, yucpinkus@yahoo.com.mx

Pinkus Rendón Miguel Ángel. Doctor en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur, investigador en el Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México. Temas de especialización: conocimiento local, cambio de uso del suelo y áreas naturales protegidas. Correo electrónico: mapinkus@humanidades.unam.mx

Pliego Moreno Vladimir. Maestro en Ciencias en Medio Ambiente y Desarrollo Integrado por el Instituto Politécnico Nacional y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Biólogo egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Con experiencia de trabajo en protección y manejo de recursos naturales y conservación del patrimonio natural en áreas naturales protegidas. Actualmente es profesor investigador de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Correo electrónico: vpliego01@hotmail.com

Rodríguez Quiroz Gerardo. Doctor en Ciencias por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Líneas de investigación: pesca artesanal, acuacultura orgánica. Es autor de 19 artículos indexados. Actualmente es Investigador Nacional Nivel I. Adscripción: Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Sinaloa. Correo electrónico: grquiroz@ipn.mx

Rodríguez Rodríguez Gonzalo. Profesor Contratado Doctor del Dpto. de Economía Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela y coordinador del grupo de Investigación en Economía Pesquera y Recursos Naturales. Sus principales líneas de investigación se centran en la gestión, los mercados y la innovación en la pesca y la acuicultura, habiendo publicado en las principales revistas del área.

Rosiles-González Gabriela. Maestra en Ciencias del Mar y Limnología. Línea de investigación: Diversidad y caracterización molecular de microorganismos y virus en ambientes acuáticos. Técnico Académico Titular "A" de la Unidad de Ciencias del Agua, del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Correo electrónico: gabriela.rosiles@cicy.mx

Rubio-Fierro Bandala Eric. Maestro en Ciencias Marinas y Costeras por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: Actores sociales y turismo sustentable en áreas protegidas. Correo electrónico: anterick2009@gmail.com

Santiago-León Fausto Rafael. Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Principales líneas de investigación: evaluación, planificación y manejo ambiental de recursos naturales, Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica, Modelación de dispersión de contaminantes, aplicación de eco ingeniería en restauración. Actualmente Consultor Ambiental y Profesor invitado en Posgrado de CIMACO en la UABCS. Fausto.santiago@gmail.com

Salas Silvia. Profesora titular en el Departamento de Recursos del Mar del CINVESTAV Mérida, Miembro del SNI Nivel I, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Graduada por la UNAM y CINVESTAV para licenciatura y maestría y con doctorado de la UBC y posdoctorado en Saint Marys University, Canadá. Sus temas de investigación son evaluación y manejo de pesquerías artesanales, estrategias de pesca y dinámica de la flota y análisis de percepciones de pescadores en uso y manejo de recursos. Correo electrónico: marquezs.silvia@gmail.com

Sosa Ramírez Joaquín. Doctor en Biología de Ecosistemas por la Universidad de Montpellier, Francia, es Profesor-Investigador Titular de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Línea de investigación: Ecología y manejo de sistemas ecológicos. Es Investigador Nacional Nivel 1. Correo electrónico: jsosar@correo.uaa.mx

Soto-Galera, Ernesto. Maestro en Ecología por el Instituto de Ecología, UNAM, con estudios de Doctorado en Biología y Posgrado en Ecología Avanzada por la Universitat de Barcelona. Líneas de investigación: manejo integral de los recursos naturales, el desarrollo de la geomática y el manejo integral de los residuos sólidos. Adscripción: Instituto Mexicano del Petróleo. Correo electrónico: esoto@imp.mx

Tinoco-Ojanguren Clara. Doctora en Botánica de la Universidad de California. Adscrita al Departamento de Ecología de la Biodiversidad. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. claral@unam.mx

Torres-Orozco Jiménez Daniel. Realizó sus estudios de Licenciatura en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México y su Maestría en Ecología Aplicada en diversas Universidad de la Unión Europea. Su campo de estudio se ha enfocado en la genética de poblaciones, así como en modelos de viabilidad de poblaciones silvestres. Correo electrónico: daniel_toj@hotmail.com

Uribe-Osorio Francisco. Buzo Comercial de Profundidad (Divers Training Academy DTA, E.U.A.), Buzo Científico, Especializado en Biología Marina y Oceanologia (Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas CMAS, Federación Mexicana de Actividades Subacuáticas FMAS), Acreditación Internacional. Experto por casi 45 años en la evaluación y prospección de recursos pesqueros bentónicos y la caracterización y el diagnóstico de fondos en ecosistemas marinos y estuarinos. Adscripción: Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera en Ensenada. Correo electrónico: francisco.uribe@inapesca.sagarpa.gob.mx

Valadez Cruz Francisco. Doctor en Ciencias (Biología) con especialidad en Limnología. Fue profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM por más de 10 años. Línea de investigación: Conservación de los recursos acuáticos epicontinentales. Especialista en Microalgas de Agua Dulce en la Unidad de Ciencias del Agua, del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Correo electrónico: fvc_2001@yahoo.com

Prólogo

En la década de 1970, varios investigadores mexicanos posicionaron la ecología mexicana en el contexto de la investigación científica de vanguardia internacional. En 1972, Arturo Gómez-Pompa -entonces investigador en el Instituto de Biología de la UNAM- sorprendió a la comunidad científica internacional con la publicación del artículo "*The Tropical Rain Forest: A Nonrenewable Resource*" en la prestigiosa revista *Science*, en coautoría con sus estudiantes Carlos Vázquez-Yanes y Sergio Guevara. En este estudio, realmente fundacional, se marcaba el carácter frágil y finito de las selvas tropicales, se subrayaba la importancia de los servicios ambientales que las selvas proveen, y se planteaba la urgente necesidad de conservar las selvas de México. Cuando aún existía la Comisión Nacional de Desmontes y el gobierno federal promovía la tala sistemática del Uxpanapa, la Chontalpa y el corredor de Balancán- Tenosique, como proyectos de desarrollo regional, la valentía del estudio de Gómez-Pompa y la fuerza de las ideas allí contenidas constituyeron un parteaguas intelectual para México.

Un año después, en 1973, José Sarukhán iniciaba la publicación de los resultados de su tesis doctoral en la Universidad de Gales, Bangor, con una serie de tres artículos bajo el título general "*Studies on Plant Demography*", que fueron publicados en la legendaria revista británica *Journal of Ecology*. En estos artículos fundamentales, Sarukhán -que había sido en México estudiante de Gómez-Pompa y de Hernández-Xolocotzi- mostraba por primera vez cómo las poblaciones de plantas, con la complejidad que les da el tener crecimiento y multiplicación vegetativa junto con la reproducción sexual, podían ser estudiadas y modeladas matemáticamente con las técnicas de la demografía cuantitativa. La demografía, una de las ramas de la ciencia que llevó a Darwin a descifrar los mecanismos de la selección natural, fue incorporada por Sarukhán -junto con su asesor, el ecólogo británico John L. Harper- a las ciencias de la vegetación, y al hacerlo iniciaron una nueva rama de las ciencias ecológicas: la demografía vegetal. Los trabajos de José Sarukhán sentaron las bases metodológicas para el manejo moderno de bosques y selvas, para el estudio de malezas y de invasiones biológicas y, en general, para la conservación y el uso sustentable de plantas de todo tipo.

De manera casi sincrónica con la publicación de estos trabajos, un tercer investigador mexicano iniciaba otra revolución científica: El doctor Gonzalo Halffter -un entomólogo del Politécnico, también parte del exilio español- comenzaba a trabajar en dos áreas naturales en el estado de Durango: Mapimí, en el corazón del

desierto chihuahuense, y la Michilía, en la Sierra Madre Occidental. Con el apoyo de Francesco di Castri -un ecólogo veneciano que había trabajado en Chile durante el IBP y que, en 1973, había regresado a Europa como uno de los iniciadores del Programa del Hombre y la Biosfera de UNESCO (MAB, por sus siglas en inglés)-, Gonzalo Halffter hablaba de crear un nuevo modelo de áreas naturales protegidas -las Reservas de la Biosfera- que incluía las comunidades locales, en oposición al modelo tradicional de los parques nacionales, un esquema que había mostrado en México serias dificultades para poder operar con éxito.

El recientemente creado CONACYT tuvo también en ese momento una influencia vital en el desarrollo de la ecología y las ciencias ambientales en México. En 1974, bajo la dirección de Gerardo Bueno Zirión, el Consejo aportó los recursos para la creación de dos institutos de investigación orientados a la resolución de los problemas ecológicos y ambientales que en ese momento ya aquejaban a México. En Xalapa se fundó el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), bajo la dirección de Arturo Gómez- Pompa y, en la Ciudad de México, se estableció el Instituto de Ecología (INECOL), bajo la dirección de Gonzalo Halffter. Otros institutos establecidos paralelamente, o poco tiempo después, adquirieron rápidamente departamentos orientados a la investigación ecológica y ambiental, como el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, en La Paz, o el Centro de Ecodesarrollo, en la Ciudad de México.

Impulsados por sus maestros, los biólogos de todos estos centros e institutos, como también de la UNAM, el Politécnico, y otras universidades, llegaron a diversas escuelas en México y en el extranjero a hacer investigaciones de posgrado y a intercambiar ideas con investigadores de todo el planeta. Los frutos de la fertilización cruzada de ideas no se hicieron esperar y la población de investigadores en México dedicados a la ecología creció exponencialmente. En la actualidad, México es uno de los países en desarrollo con mayor presencia en la literatura científica en el campo de la ecología y la conservación: Mientras que en 1975 las bases de datos de publicaciones científicas registraron sólo seis publicaciones internacionales con México como país de origen y la palabra ecología como tópico de la publicación, en el año 2014 la cantidad de publicaciones anuales seleccionadas con los mismos criterios fue de 261. Es decir, en cuatro décadas la presencia de la ecología mexicana en la literatura internacional ha crecido 4283%, a una tasa vertiginosa de 10% anual.

Así como la década de 1960 fue verdaderamente prodigiosa por la revolución que provocó en las artes y la cultura, la década de 1970 fue para México un momento singular de crecimiento explosivo de la ciencia y la tecnología, así como de formación

de algunos de los más destacados cuadros de la ecología mexicana moderna. En la actualidad, la ecología y la ciencia de la conservación en México son realmente áreas de vanguardia a nivel mundial, y este libro es un vibrante testimonio de ello. Sin temor a exagerar, podemos decir que los trabajos de los científicos mexicanos están en la base de nuestra legislación ambiental, y fueron el factor central en la decisión de crear la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - la CONANP.

Pero no todo, desafortunadamente, es razón para auto-congratularnos. Después de años de esfuerzos para lograr la profesionalización del personal de la CONANP, décadas después de haber logrado introducir los criterios de la ciencia en la legislación en materia de Áreas Naturales Protegidas, las prioridades de las decisiones políticas, y no técnicas, amenazan nuevamente la gestión de las áreas naturales protegidas en México. Mientras, por un lado, nuestros gobernantes nos prometen nuevas áreas protegidas, por otro lado se está reduciendo aceleradamente el presupuesto para la conservación del capital natural de México. Corremos el inmenso riesgo de regresar, una vez más, al tiempo de las "reservas de papel", sin personal ni presupuesto, que sólo existen en decretos oficiales pero no tienen manifestación concreta en el campo.

En ese contexto, este libro es doblemente importante. Por un lado, porque muestra nuevamente el compromiso de nuestros científicos con la conservación. Pero, además, porque resalta que, gracias al trabajo de grandes científicos, no hay -no debe haber- marcha hacia atrás. La conservación basada en una ciencia rigurosa es la única alternativa que tiene México para un futuro próspero y una economía viable.

Exequiel Ezcurra

Índice

Prólogo XXII
Exequiel Ezcurra

Sección 1
Aspectos Conceptuales

Capítulo I
La investigación científica y las Áreas naturales Protegidas en México: una relación exitosa
Gonzalo Halffter, Clara Tinoco-Ojanguren, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio. 3

Capítulo II
Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México
Héctor Abelardo González-Ocampo, Gerardo Rodríguez-Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio. 19

Capítulo III
La importancia de las Áreas Naturales Protegidas en nuestro país
Daniel Torres-Orozco Jiménez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio. 41

Sección 2
Aspectos Metodológicos

Capítulo IV
Valoración de las diferentes categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México
Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez y Alfredo Ortega-Rubio. 67

Capítulo V
Caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: propuesta metodológica
Silvia Margarita Ortiz-Gallarza, Francisco Uribe-Osorio y Alfredo Ortega-Rubio. 85

Capítulo VI
Uso de la Geomática para el análisis espacio-temporal de las Áreas Naturales Protegidas
Ernesto Soto-Galera y Myriam Adela Amezcua-Allieri. 129

Capítulo VII
Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas
Silvia Margarita Ortiz-Gallarza y Alfredo Ortega-Rubio. 147

Sección 3
Aspectos Sociales

Capítulo VIII
Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México
Irma Cristina Espitia-Moreno, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 179

Capítulo IX
Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las Áreas Naturales Protegidas
Gerardo Rodríguez Quiroz, Héctor Abelardo González-Ocampo, Everardo Barba-Macías, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Alfredo Ortega-Rubio. 195

Capítulo X
La perspectiva de género en los estudios sociales en las ANPs de nuestro país: una propuesta conceptual y metodológica
Magdalena Lagunas-Vázques, Adán Gerardo Sosa y Silva, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio. 211

Capítulo XI
Efecto de la implementación de una Área Protegida sobre el bienestar de comunidades rurales de Baja California Sur
Elizabeth Olmos-Martínez, Gonzalo Rodríguez Rodríguez, Silvia Salas y Alfredo Ortega-Rubio. 249

Sección 4
Aspectos Ambientales

Capítulo XII
Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an
Francisco Valadez–Cruz, Gabriela Rosiles–González y Alfredo Ortega–Rubio. 285

Capítulo XIII
Los estudios sobre vertebrados y su aplicación en recomendaciones de manejo
Sonia Gallina y Alberto González-Romero. 315

Capítulo XIV
Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones
Victor Javier Arriola-Padilla, Emma Estrada-Martínez, Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón-Hernández, Luis Alberto Pichardo-Segura, Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio. 337

Capítulo XV
Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: 25 años de manejo y conservación
Patricia Cortés-Calva, Irma González López, Benito Bermúdez-Almada, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 375

Sección 5
Aspectos Socio-ambientales

Capítulo XVI
Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: aspectos socio-ambientales prioritarios
Everardo Barba-Macías, Francisco Valadez–Cruz, Miguel Angel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, y Juan Juárez Flores. 395

Capítulo XVII
Vulnerabilidad ecológica, económica y social del sitio RAMSAR Bahía Magdalena, ante el cambio climático: una aproximación espacial
Alfredo Ortega-Rubio, Fausto Santiago-León, Magdalena Lagunas-Vázques, Elizabeth Olmos-Martínez, Erick Rubio Fierro-Bandala y Luis Felipe Beltrán-Morales. 411

Sección 6
Casos de estudio específicos

Capítulo XVIII
Desarrollo y conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿el ecoturismo es la respuesta?
Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Everardo Barba-Macías. 431

Capítulo XIX
Los ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su conservación
Joaquín Sosa-Ramírez, Aurora Breceda Solís-Cámara, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio. 447

Capítulo XX
La Sierra La Laguna en Baja California Sur: importancia de su conservación
Aurora Breceda Solís-Cámara, Joaquín Sosa Ramírez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 473

Sección 7
Conclusiones

Capítulo XXI
Prioridades de investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México
Alfredo Ortega-Rubio, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Victor Javier Arriola-Padilla, Joaquín Sosa-Ramírez, Francisco Valadez–Cruz, Gerardo Rodríguez-Quiroz, Everardo Barba-Macías, Irma Cristina Espitia-Moreno, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Héctor Abelardo González-Ocampo y Miguel Angel Pinkus-Rendón. 493

Capítulo XXII
La sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: perspectivas de país
Miguel Ángel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Gerardo Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio. 513

Capítulo XXIII
Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los investigadores de México para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas
Luis Fueyo Mac Donald y Vladimir Pliego Moreno. 537

Sección 1

Aspectos Conceptuales

Capítulo I

La Investigación Científica y las Áreas Naturales Protegidas en México: una Relación Exitosa

Gonzalo Halffter, Clara Tinoco-Ojanguren,
Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio*

Resumen

Uno de los objetivos declarados de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), en especial de las reservas de la biosfera, es prestar apoyo logístico para el desarrollo de programas de investigación, de educación y capacitación. En los países desarrollados el principal vinculo que se da entre la investigación científica y las ANPs, es el de un florecimiento de artículos y publicaciones científicas una vez que una ANP ha sido creada. En México la relación entre la investigación científica y las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) se establece en fases mucho más primordiales de las ANPs; de hecho las primeras reservas de la biosfera de México han surgido del trabajo y tesón de investigadores científicos mexicanos laborando en instituciones de educación superior o en centros de investigación. En este trabajo se analiza, como estudios de caso, la génesis y gestión de las siguientes ANPs (todas ellas reservas de la biosfera): La Michilía, Mapimí, Sierra de Manantlán, Los Tuxtlas, Chamela-Cuixmala, el Desierto del Vizcaíno, el Archipiélago Revillagigedo y la Sierra La Laguna. Los resultados de este análisis establecen que en nuestro país la primera y la segunda generación de las ANPs contemporáneas han estado indisolublemente ligadas a los esfuerzos de grupos de investigadores que laboran en instituciones de educación superior o en centros de investigación. Pero la relación simbiótica no concluye allí; una vez promulgadas, con esfuerzos tesoneros de los propios investigadores que pueden llevar muchos años, los proyectos de investigación que

se desarrollan incluyen tanto estudios que contribuyen al conocimiento profundo de la biota, desde los taxonómicos hasta los etológicos y ecológicos, como aquellos enfocados a generar alternativas de uso y manejo sustentable de los recursos bióticos y abióticos de la ANP en cuestión. Indudablemente, la intensificación de la simbiosis entre la investigación científica y el manejo y gestión de las ANPs es uno de los ejes principales con los que podemos alcanzar el anhelado objetivo de nuestro desarrollo sostenible.

Palabras clave: Investigación científica; Áreas Naturales Protegidas; reservas de la biosfera.

Abstract

One of the stated objectives of the Protected Natural Areas (PNAs) is to provide logistical support for the development of programs on research, education and training, so in developed countries the main link that exists between scientific research and PNAs, is a blooming of scientific articles and publications once a PNA has been decreed. However, in Mexico the relationship between scientific research and the Protected Natural Areas (PNAs) is set in more primordial stages of PNAs.

In fact, some of the first contemporary PNAs in Mexico that have sought as main objective the protection of biodiversity, have emerged from the work and tenacity of Mexican scientific researchers working in higher education institutions or research centers. In this paper are analyzed, as case studies, the genesis and management of the following PNAs: Michilía, Mapimí, Sierra de Manantlán, Los Tuxtlas, Chamela-Cuixmala, the Vizcaino Desert, Revillagigedo Archipelago and Sierra La Laguna. The results of this analysis establishes that, in our country, the first and second contemporary generation of NPAs have been inextricably linked to the efforts of research groups working in higher education institutions or research centers. But the symbiotic relationship does not end there; once promulgated, with lobbying efforts by the researches that can take many years, research efforts following the promulgation included studies contributing to the deep knowledge of the biota, including from the taxonomic to ethological and ecological perspective, as well as those generating alternatives for the sustainable use and management of biotic and abiotic resources of the PNAs. Undoubtedly, to intensify the symbiotyc

relationship between scientific research and the management of PNAs in Mexico will be one of the cornerstones to achieve the desired goal of our sustainable development.

Keywords: Scientific Research; Protected Natural Areas; biosphere reserves.

Antecedentes

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), tanto en México como a nivel mundial, fueron concebidas en su origen como sitios para preservar una belleza escénica natural excepcional (Halffter, 2011). Esta concepción original fue evolucionando, conforme fue cada vez más evidente que la tasa de pérdida de biodiversidad se incrementaba a niveles alarmantes. La presión del descontento de la sociedad llevó en su momento a los gobiernos a suscribir convenios que obligan a los signatarios a reducir dicha tasa de pérdida, como es el Convenio sobre Diversidad Biológica emanado de la Cumbre de Río, en el año de 1992.

En este contexto, la principal respuesta que los gobiernos de los países y de los estados ofrecen ante la presión política y social por la pérdida de diversidad biológica, ha sido el formalizar decretos que otorgan protección a ciertas áreas que incluyen ecosistemas y especies únicas o relevantes. Es decir, la creación de ANPs ya no con el enfoque de proteger la belleza escénica de un paisaje, sino para proteger a la biodiversidad que incluyen y su escenario ecológico. La protección proporciona autonomía de manejo a la zona protegida, con regulaciones que tienden a preservar los valiosos recursos biológicos. La protección es real en la medida en que se hacen efectivas las regulaciones que están plasmadas en el decreto y en el programas de manejo de la ANP en cuestión (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 2012; 2013).

Dado que los objetivos de las ANPs incluyen ahora el prestar apoyo logístico para el desarrollo de programas de investigación, de educación y de capacitación, es lógico que el principal vinculo que se da entre la investigación científica y las ANPs, sea un florecimiento de artículos y publicaciones científicas una vez que una ANP ha sido decretada (Múgica *et al.,* 2002). Ello ocurre así porque una vez que una ANP ha sido decretada, en la misma concurren recursos económicos, humanos y de infraestructura que facilitan las tareas de la investigación científica (Múgica *et al.,* 2002).

En México, como veremos a continuación, la relación entre la investigación científica y las ANPs se crea en fases mucho más primordiales de su establecimiento; de hecho las primeras reservas de la biosfera, primeras ANPs que en México han tenido como objetivo fundamental la protección de la biodiversidad, han surgido del trabajo y tesón de investigadores científicos mexicanos laborando en instituciones de educación superior o en centros de investigación.

En este trabajo analizamos, como estudios de caso, la génesis y gestión de las siguientes ANPs: La Michilía, Mapimí, Sierra de Manantlán, Los Tuxtlas, Chamela-Cuixmala, Desierto del Vizcaíno, Archipiélago Revillagigedo y Sierra La Laguna.

Génesis de ANPs

Las Reservas de la Biosfera de La Michilía y de Mapimí:

En la propia evolución del concepto de ANP, a inicios de la década de los 70's del siglo pasado surge la iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) de tomar en consideración no solo la conservación de la biodiversidad, sino concomitantemente la preocupación por las comunidades humanas asentadas en los espacios protegidos (Halffter, 1978). En el año de1971 se inicia el programa "Hombre y Biósfera" (MAB por sus siglas en Ingles) de UNESCO, el cual plantea como objetivo compatibilizar las actividades humanas con la conservación de la biodiversidad (Halffter, 1984a y b). El Programa MAB fue el promotor de la creación de una nueva generación de ANPs, las reservas de la biosfera, integrando conceptualmente el consenso y participación activa de la población local, así como la inclusión de la investigación científica básica y aplicada a la conservación en las ANP como elemento esencial de su manejo (Halffter, 1978).

Las reservas de la biósfera incluyen en su diseño una zona núcleo destinada exclusivamente a la conservación de la biodiversidad, en la cual la única actividad permitida es la investigación científica no manipulativa (Halffter, 1978). Rodeando a esta zona núcleo se encuentra una zona de amortiguamiento y una zona de influencia, las cuales se encuentran enfocadas a la promoción de actividades productivas sustentables que redunden en la mejora de la calidad de vida de los pobladores locales sin afectar la biodiversidad (Halffter, 1978).

Esta novedosa concepción de la conservación, que pretende implementar en las ANPs los conceptos primarios del desarrollo sustentable (Simonian, 1998),

genera un feliz desenlace para las ANPs mexicanas. En 1974, G. Halffter organizó simultáneamente en la ciudad de México tanto el VI Congreso Latinoamericano de Zoología, como la Primera Reunión Latinoamericana del programa "Hombre y Biósfera" de la UNESCO. A raíz de estos eventos, el propio Halffter involucra al recién electo Gobernador del Estado de Durango, el Dr. Héctor Mayagoitia, y organiza una visita de trabajo de un grupo internacional de científicos a dicho Estado. El resultado fue el inicio de los consensos y voluntades requeridas para que se establecieran bases de operación permanente de científicos del Instituto de Ecología, A.C. y de otras instituciones en dos regiones del Estado de Durango. La presencia constante de investigadores en estas zonas, la creación de la infraestructura requerida para el desarrollo de sus investigaciones, el involucramiento de los pobladores locales y el constante apoyo a nivel político, cristalizaron en el año de 1979, con la creación formal en nuestro país de las dos primeras reservas de la biósfera: las reservas de La Michilía y de Mapimí.

La implementación de estas dos reservas de la biosfera revolucionaron en México el concepto de que las ANPs tenían el único propósito de ser áreas de conservación, considerando que también son un espacio natural de investigación y capacitación de personal científico de alto nivel, y que contemplan y alientan la posibilidad de experimentar actividades productivas que sean sustentables, armónicas con la biodiversidad y que se desarrollen en beneficio de las poblaciones locales (Halffter, 1984a y b).

La afortunada creación de estas dos reservas de la biosfera constituyó un éxito para el conservacionismo nacional, y su proyección conceptual se ha reflejado en la denominación de "Modalidad Mexicana de Reservas de la Biósfera", siendo el modelo a seguir para las posteriores reservas de nuestro país (Halffter, 2002).

Indudablemente la creación de estas dos primeras reservas de la biosfera mexicanas fueron derivadas del empeño de un grupo visionario de investigadores del Instituto de Ecología, A.C., quienes dieron la guía académica, concitaron las voluntades políticas y gestionaron el apoyo económico y logístico para que se desarrollaran en ellas trabajos de investigación. Podemos afirmar, sin lugar a ninguna duda, que gracias a los trabajos de los académicos de un centro de investigación es que se crean las dos primeras reservas de la biosfera en nuestro país. Con ello se iniciaría uno de los aspectos distintivos de la Modalidad Mexicana:

el involucramiento constante y clave de un centro de investigación en el desarrollo y trabajos de cada reserva de la biosfera.

Un aspecto que hay que subrayar es la presencia no ocasional, sino constante de científicos del centro de investigación y de sus colaboradores nacionales y extranjeros, en la reserva. Esto da dinamismo a la investigación y permite conocer las posibilidades y problemas locales y regionales. Esta presencia es prácticamente imposible sin instalaciones de campo adecuadas, en el caso de las reservas de Durango, el Gobierno del Estado por instrucciones del Dr. Héctor Mayagoitia construyó y donó al Instituto de Ecología, A.C. el Laboratorio del Desierto en Mapimí, completado por la Estación de Piedra Herrada en La Michilía, donada por el Sr. Eduardo de la Peña y acondicionada por el Gobierno del Estado.

Así mismo hay que resaltar que el trabajo en ambas reservas (como en muchas otras ANPs del país) ha contado con un importante y sostenido apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), gracias a proyectos específicos.

Los Tuxtlas y Chamela-Cuixmala

La reserva de la biósfera de Los Tuxtlas, ubicada en Veracruz, y la de Chamela-Cuixmala, ubicada en Jalisco, representan modelos únicos de conservación de bosque tropical perennifolio y caducifolio, respectivamente, no solo en México sino en el ámbito internacional. La conservación de la biodiversidad como uno de los objetivos iniciales y el amplio conocimiento científico que se ha generado en estos sitios por más de 40 años sobre flora, fauna, estructura y funcionamiento de los bosques neotropicales, son la base de este reconocimiento.

Ambas reservas tienen su origen en la creación de las Estaciones de Biología Tropical de los Tuxtlas (EBITROLOTU) y Chamela (EBCH) respectivamente, las cuales fueron concebidas por investigadores del Jardín Botánico de la UNAM, como el Dr. Arturo Gómez Pompa, el Dr. Mario Sousa, y el Dr. Faustino Miranda, quienes habían realizado trabajo previo en ambos sitios, y reconocieron la importancia de estos tipos de vegetación, su alta diversidad y endemismo, y el gran deterioro que ocasionaba el rápido cambio de uso de suelo que ocurría y aún ocurre en las selvas tropicales del país (Dirzo y García, 1992; Lot-Helgueras, 1976). Esto generó la necesidad de crear sitios que funcionaran como reserva y en los que se

pudiera realizar investigación a corto, mediano y largo plazo, con un buen apoyo de infraestructura que permitiera además la enseñanza y la difusión.

Con la gestión de estos investigadores, la compra y donaciones de terreno en ambas áreas y el apoyo de la UNAM, se fundó en 1967 la EBITROLOTU y en 1971 la EBCH. Desde su origen ambas estaciones han sido manejadas por el Instituto de Biología de la UNAM (Lot-Helgueras, 1976; Noguera *et al.,* 2002). Este Instituto ha establecido desde 1979 un Plan de Desarrollo de las dos estaciones, que incluye los objetivos y planes maestros de manejo, investigación, difusión y experimentación (IBUNAM, 2012a). Las estaciones cuentan desde 1984 con una importante infraestructura de apoyo para estancias de investigación, que incluye biblioteca, internet, colecciones de referencia, laboratorios, dormitorios para estancia y servicio de cocina.

Esta infraestructura fue inaugurada en 1983 por el Dr. José Sarukhán, quien era el director del Instituto de Biología y dio un gran impulso a las estaciones. Estos servicios constituyen uno de los apoyos más importantes, ya que las estancias pueden ser largas y el tiempo se puede dedicar a los propósitos de estudio. También, la posibilidad de dejar material de trabajo o experimentos montados en estos sitios por un tiempo largo y sin riesgos de vandalismo es un gran apoyo.

Uno de los principales objetivos de investigación desde la creación de las estaciones, ha sido el de conocer y entender la biodiversidad y la dinámica de cambio y regeneración de estos ecosistemas, con la intención de dar alternativas de uso y conservación. Como resultado de la investigación constante se han publicado varios libros que recopilan y presentan el conocimiento generado (Gómez Pompa *et al.*, 1976; Gómez Pompa y del Amo, 1985; González Soriano *et al.*, 1997; Noguera *et al.*, 2002). Al mismo tiempo, a través de proyectos se han incorporado una gran cantidad de estudiantes de diferentes instituciones, muchos de los cuales son actualmente reconocidos investigadores en ecología tropical. Además de producirse una gran cantidad de artículos y tesis profesionales y de posgrado (IBUNAM, 2012a y b).

A partir de 1988 la UNAM y Fundación Ecológica de Cuixmala A.C. propusieron con base en estudios conjuntos el establecimiento de una reserva de mayor superficie para proteger el bosque tropical caducifolio. Para 1993 se estableció por decreto la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala (RBCC), que tiene una superficie protegida de 13,142 ha. Parte de la reserva incluye un sistema estuario-marino que

es un sitio RAMSAR, y las Islas de la Bahía de Chamela han sido reconocidas como Área Natural Protegida con la categoría de Santuario (Ceballos *et al.*, 1999). En 1998 se decreta la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas, que abarca 155, 122 ha. El decreto parte de una iniciativa del Instituto de Ecología A.C., la Universidad Veracruzana y la UNAM (Laborde, 2004). Así, ambas reservas forman parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera (MAB) de la UNESCO.

Debido a la visión a futuro de los investigadores que iniciaron proyectos en estas áreas se tienen actualmente dos reservas de la biosfera que han cumplido con los objetivos de investigación y formación de recursos humanos especializados en ecología tropical. El conocimiento acumulado permite tener herramientas para cubrir la necesidad imperiosa de restauración de sitios con disturbio y de dar alternativas de manejo sostenible de los recursos.

La Sierra de Manantlán

Con el descubrimiento, en 1977, de la especie de teosintle más primitiva emparentada directamente con el maíz, *Zea diploperennis*, se dio inicio a una serie de acciones que culminaron, en 1987, con el decreto de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Iltis *et al.*, 1979; Halffter, 1987). El descubrimiento de la "milpilla" perenne llamó la atención de botánicos tanto de la Universidad de Guadalajara (UdG) como de la Universidad de Wisconsin-Madison (UW-M), quienes comenzaron a trabajar conjuntamente en la descripción botánica del área y dieron cuenta de la amplia diversidad biológica del complejo montañoso conocido como Sierra de Manantlán. Basándose en el caso de *Zea diploperennis* como ejemplo de la necesidad de conservar áreas naturales para mantener fuentes de diversidad genética de las especies cultivadas y taxa próximos, el Dr. Hugh Iltis (UW-M) y la Dra. Luz Ma. Villareal de Puga (UdG) desarrollan la idea de establecer un área protegida para conservar las poblaciones conocidas de la especie (Santana *et al.*, 2004).

Con el apoyo del Dr. Gonzalo Halffter, las autoridades universitarias de la UdG proponen al Gobernador del Estado de Jalisco, Lic. Enrique Álvarez del Castillo, el impulso a la propuesta de área protegida para la Sierra de Manantlán. La respuesta inicial del Gobierno del Estado es favorable y en 1984 compra el predio Las Joyas, donde existe una de las poblaciones conocidas de *Zea diploperennis*, cediéndolo en comodato a la Universidad de Guadalajara. La UdG crea en 1985 el Laboratorio

Natural Las Joyas, una dependencia universitaria que establece la Estación Científica Las Joyas como base para un grupo de trabajo dedicado a la investigación biológica de la región. Con el rápido incremento en el conocimiento básico de la Sierra de Manantlán, los investigadores caen en cuenta de la amplia riqueza biológica de la misma, y siguiendo las ideas desarrolladas por el Dr. G. Halffter y el Dr. Arturo Gómez-Pompa, proponen la creación de una reserva de la biosfera que proteja no solo al *Zea diploperennis*, sino la biodiversidad toda de la Sierra de Manantlán (Santana *et al.*, 2004). Es decir, se pasa de la idea de conservar el área para una especie a conservar un ecosistema.

En 1987, mediante las gestiones del Gobierno del Estado y la Universidad de Guadalajara, se firma el decreto federal para la creación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), la cual es reconocida internacionalmente en 1988 como parte del programa del Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO.

Aunque la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) tenía entonces la atribución legal a nivel federal para el manejo de las áreas naturales protegidas, prácticamente nunca tomó el control de la RBSM, por lo que la Universidad de Guadalajara fue reconocida *de facto* por los actores, tanto locales, estatales, nacionales e internacionales, como la institución a cargo de promover y dar seguimiento a la conservación del área (Santana *et al.*, 2010). Por lo tanto, es de reconocer que la UdG tuvo un papel crucial en lograr la aceptación y consecuente aplicación de las restricciones de uso de los recursos naturales que conlleva una declaratoria de área protegida.

Con la llegada, en 1994, de la M.C Julia Carabias Lillo a la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), cambian las condiciones de colaboración, pues se crea la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, que establece una rectoría en el manejo del área protegida, pero reconociendo el trabajo realizado por la institución académica, con la cual se establece una estrecha relación de colaboración (1994-2003). La universidad aporta todo el conocimiento científico y técnico necesario. Se genera un modelo de trabajo participativo que involucra formalmente a las comunidades que viven en la reserva, los municipios donde se ubica la RBSM, dos gobiernos estatales (Jalisco y Colima) y la Universidad de Guadalajara (Santana *et al.*, 2010). Entre 1987 y 2003, con el involucramiento cada vez mayor del componente social en el manejo del área protegida, el desarrollo

conceptual cambia nuevamente de conservar ecosistemas a conservar también servicios ambientales.

A partir de 2003, la relación de la Dirección de la Reserva con la Universidad de Guadalajara y otros actores locales ha tenido altibajos debidos, sobre todo, a procesos de inestabilidad administrativa de la dependencia federal (Santana *et al.*, 2010). Sin embargo, uno de los factores que ha permitido el mantenimiento de la funcionalidad operativa de la RBSM es justamente el compromiso, la permanencia y la estabilidad en la presencia de una institución académica vinculada a la conservación del área protegida.

El Desierto del Vizcaíno, el Archipiélago Revillagigedo y la Sierra La Laguna. En el año de 1986 se inician en Baja California Sur, en una institución de investigación, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), los trabajos requeridos para fundamentar los decretos de creación de tres reservas de la biosfera en otras tantas zonas prioritarias de nuestro país: la Sierra La Laguna, el Desierto del Vizcaíno y el Archipiélago Revillagigedo (Ortega-Rubio, 2000).

En este caso, además de las gestiones siempre indispensables para concitar las voluntades externas requeridas para obtener un decreto de ANP, hubo que remontar las reticencias internas naturales que en una institución fundamentalmente dedicada, en aquel momento, a generar tecnología para el desarrollo de actividades productivas, eminentemente la pesca, la acuacultura y la agricultura, se tenían con respecto a participar en actividades de conservación de la naturaleza (Ortega-Rubio, 1992; Ortega-Rubio y Arriaga, 1988).

Afortunadamente, se obtuvo apoyo ajeno a la institución para el desarrollo de estas actividades conservacionistas, soslayadas en lo interno. Así, se lograron concitar importantes apoyos económicos por entidades tales como World Wildlife Fund, Conservation International, el Fondo Ricardo J. Zevada, la Academia Mexicana de Ciencias, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), y posteriormente su sucesora, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Entidades todas ellas convencidas de la importancia para la conservación de estas tres regiones prioritarias.

Gracias a estas entidades, que aportaron los recursos económicos requeridos, fue que se pudieron generar los estudios indispensables para fundamentar la creación de estas tres reservas de la biosfera (Ortega-Rubio et al. 1988).

Si bien los estudios requeridos fueron desarrollados desde el año de 1987, únicamente se tuvo éxito inmediato en el caso del Desierto del Vizcaíno, pues el decreto presidencial que lo formalizó como reserva de la biosfera fue promulgado en el mes de diciembre de 1988 (Ortega-Rubio *et al*., 2012).

Para el caso del Archipiélago de Revillagigedo y el de la Sierra La Laguna, los decretos no fueron promulgados sino hasta el mes de junio del año de 1994.

Mención especial merece el caso de la Sierra La Laguna, cuyo decreto fue gestionado únicamente gracias a la constancia de cabildeo de un investigador científico con tres Gobernadores, siete Secretarios de Estado, y 17 Directores Generales de lo que es ahora SEMARNAT (Ortega-Rubio, 2000).

Discusión

Como hemos podido apreciar en los ejemplos brevemente descritos, en nuestro país la generación de las primeras ANPs contemporáneas ha estado indisolublemente ligada a los esfuerzos de grupos de investigadores que laboran en instituciones de educación superior o en centros de investigación. Pero la relación simbiótica no concluye allí; una vez promulgadas las reservas, con trabajos tesoneros que pueden llevar años (Ortega-Rubio, 2000), los esfuerzos de investigación se han enfocado en dos vertientes:

a) Estudios que contribuyan al conocimiento profundo de la biota, incluyendo desde los taxonómicos hasta los etológicos y ecológicos (Ortega-Rubio *et al*., 2012).
b) Estudios enfocados a generar alternativas de uso y manejo sustentable de los recursos bióticos y abióticos de la ANP en cuestión (Lagunas-Vázques, *et al*., 2013).

En ambos casos, estos estudios son indispensables para que las autoridades de una ANP puedan establecer medidas y normas de protección y manejo basadas en datos sólidos.

Uno de los ejemplos más claros de los beneficios de la interacción entre las instituciones de investigación y las ANPs es la posibilidad de establecer sitios permanentes, lo cual permite la investigación a largo plazo, que es uno de los objetivos planteados desde la creación de las reservas de la biosfera. Este objetivo ha cristalizando con la creación de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a

Largo Plazo (Mex-LTER), la cual es una iniciativa académica en la cual se involucran algunas de las reservas de la biosfera analizadas en este trabajo, como las reservas de Chamela-Cuixmala, Los Tuxtlas, Sierra de Manantlán y Mapimí (Jardel *et al*., 2013).

Esta red a su vez forma parte de la Red Internacional-LTER. La Red Mex-LTER permite la vinculación entre los grupos de investigación de los diferentes sitios de la red, para la realización de estudios comparativos y coordinados. En México, uno de los primeros estudios ecológicos de investigación a largo plazo se inició en la EBCH desde 1981, dirigido por el Dr. José Sarukhán y colaboradores, y se ha continuado hasta la fecha.

Dar alternativas de uso sostenible de recursos implica un trabajo en equipo y un enfoque multidisciplinario, dada la intrincada red de actores que participan en el manejo de recursos y toma de decisiones. En este sentido las ANP han comenzado a fungir como un laboratorio real en el que confluyen investigadores y estudiantes de diferentes carreras y/o especialidades de una o varias instituciones abordando un problema común. Esto permite abarcar los aspectos sociales, económicos y ecológicos que implica el uso sostenible de recursos. Un incremento en la implementación de grupos multidisciplinarios nos permitiría avanzar a pasos más acelerados en la creación de alternativas de uso de recursos.

Consideraciones finales y perspectivas

Es en las vertientes anteriores que debiera avanzar la investigación futura en las ANPs de México, indudablemente las instituciones de investigación detentan muchas ventajas relativas: suelen tener acceso, por concurso, a recursos económicos significativos; su personal tiene mayor estabilidad laboral; tienen metas adecuadamente definidas y coherentes; y usualmente tienen un uso relativamente eficiente de elementos económicos, materiales y humanos.

Dado que las instituciones de investigación y la mayoría de las de educación superior son financiadas con recursos públicos, lo esperable seria que existiera la disposición para aplicar parte de tales recursos a una de las prioridades de nuestro país megadiverso: involucrarse todavía más en la generación del conocimiento requerido para fundamentar las acciones de manejo que tiendan tanto a preservar el patrimonio genético y biológico de las siguientes generaciones de mexicanos, como a incrementar la calidad de vida de las actuales.

Indudablemente será la intensificación de la simbiosis entre la investigación científica y el manejo y gestión de las ANPs en México, uno de los ejes principales con los que podemos alcanzar el anhelado objetivo de nuestro desarrollo sostenible.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Ceballos, G., A. Szekely, A. García, P. Rodríguez y F. Noguera. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, México D.F.

Dirzo, R., y M. C. García. 1992. *Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast Mexico*. Conservation Biology 6:84-90.

Gómez Pompa A., C. Vázquez-Yanes, S. del Amo Rodríguez y A. Butanda Cervera (Eds.). 1976. *Regeneracion de selvas*. Compañía Editorial Continental, S.A. (CECSA). México DF.

Gómez Pompa A. y S. del Amo Rodriguez (Eds.). 1985. *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. Editorial Alhambra Mexicana, México, D.F. 421 pp.

González Soriano E., R. Dirzo y R. C. Vogt (Eds.). 1997. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México. 646 pp.

Halffter, G. 1978. *Las reservas de la biosfera en el Estado de Durango: una nueva política de conservación y estudio de los recursos bióticos*. pp : 13-45. En: G. Halffter (Ed.). Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango. Publ. Instituto de Ecología A.C. 413 pp.

Halffter, G. 1984 a. Biosphere reserves: The conservation of nature for man. *UNESCO-UNEP:* Conservation, Science and Society 2:450-457.

Halffter, G. 1984 b. *Las reservas de la biosfera: Conservación de la naturaleza para el hombre*. Acta Zoológica Mexicana 5:4-48.

Halffter, G. 1987. *La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y la conservación in situ de los recursos bióticos*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 39: 27-34.

Halffter, G. 2002. *Conservación de la biodiversidad en el Siglo XXI*. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 31: 1-17.

Halffter, G. 2011. *Reservas de la biosfera: Problemas y oportunidades en México*. Acta Zoológica Mexicana *(ns)*, 27(1):177-189.

IBUNAM. 2012a. *Estación de Biología "Chamela"*. Página web del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (http://www.ib.unam.mx/chamela/). Consultada el 1 de marzo de 2014.

IBUNAM. 2012b. *Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas"*. Página web del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (http://www.ib.unam.mx/tuxtlas/). Consultada el 1 de marzo de 2014.

Iltis, H. H., J. F. Doebley, R. Guzmán y B. Pazy. 1979. *Zea diploperennis* (Gramineae): a new teosinte from Mexico. Science 203:186-188.

Jardel, E., M. Maass, V. H. Rivera (eds.), G. Ceballos, R. Medellín, M. Equihua, A. Equihua, L. Hernández, R. Ayala, J. Alcoder Durand, J. T. Arredondo, J. Álvarez, L. E. Calderón, A. Castillo, J. G. García-Franco, E. Godinez, J. A. Herrera, E. Huber, L. I. Iñiguez, J. A. López -Portillo, A. Martínez-Yrizar, M. Pando, L. Porter, H. Reyes, V. H. Reynoso, M. Ricker y L. M. Scott. 2013. *La investigación ecológica a largo plazo en México*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur y la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (MEX-LTER). 178 pp.

Laborde, J. 2004. *La Reserva de la Biosfera*. Pp. 271-279. En: Guevara, S., J. Laborde y G. Sánchez-Rios. (Eds.). Los Tuxtlas. El paisaje de la Sierra. Instituto de Ecología, A. C., Unión Europea. Xalapa, Ver. 288 pp.

Lagunas-Vázques M., L. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio (Eds.). 2013. *Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Lot-Helgueras, A. 1976. *La Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro.* Pp. 31-69. En: A. Gómez-Pompa, C. Vázquez Yanes, S. del Amo Rodríguez, A. Butanda Cervera (Eds.) Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Compañía Editorial Continental, México, D. F. 676 pp.

Múgica, M., J. Gómez-Limón y J.V. De Lucio. 2002. *Situación actual de la interacción entre la investigación y la gestión en los espacios naturales protegidos del Estado Español.* Pp. 28-47. En: C. Castell, J. Hernández y J. Melero (Eds.). La investigación y el seguimiento en los espacios naturales protegidos. Monografíes 34. Barcelona. 328 pp.

Noguera, F., J. Vega Rivera, A. García Alderete y M. Quesada. 2002. *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, México.

Ortega-Rubio, A. (Ed.). 1992. *Uso y Manejo de los Recursos Naturales en la Sierra de La Laguna, Baja California Sur.* Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. Publicación No. 5. 368 pp.

Ortega-Rubio, A. 2000. *The Obtaining of Biosphere Reserve Decrees in Mexico: Analysis of Three Cases***.** International Journal of Sustainable Development and World Ecology 7:1-11.

Ortega-Rubio A. y L. Arriaga. 1988. *Consideraciones Finales.* pp. 229-237. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds.). La Sierra de La Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. Publicación No. 1. 237 pp.

Ortega-Rubio, A., M. Lagunas-Vázques, y L. Beltrán-Morales. 2012. *Evaluación Biológica y Ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Ortega-Rubio, A., L. Arriaga, J. León, E. Troyo, R. Coria, P. Galina, S. Álvarez, R. Rodríguez, A. Tejas, Y. Maya, A. Breceda, S. Morelos, R. Servín, A. González, y L. Bojórquez. 1988. P*rograma Integral de Desarrollo de la Reserva de la Biósfera de Sierra de La Laguna, B.C.S*. Informe Técnico presentado por el Centro de Investigaciones Biológicas a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México, 166 pp. 3 listados y 5 mapas.

Romero-Schmidt, H., y A. Ortega-Rubio. 2012. *Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna: Salud Ambiental versus Minería a Cielo Abierto*. Ciencia y Desarrollo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT. Septiembre-Octubre. 2012: 14-21.

Romero-Schmidt, H. L. y A. Ortega-Rubio. 2013. *Polémica actual: el decreto de reserva versus minería a cielo abierto*. pp. 275-305. En: Lagunas-Vázques M., L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio (Eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Santana, C., E. J. Jardel Peláez, F. Hernández Vázquez, R. Cuevas Guzmán, D. Partida Lara, L. I. Iñiguez Dávalos y L. E. Rivera Cervantes. 2004. *Investigación y educación en un área natural protegida*. Pp. 9-35. En: Cuevas Guzmán R., E. J. Jardel Peláez (eds.). Flora y vegetación de la Estación Científica Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México. 294 pp.

Santana, C., E. J. Jardel-Peláez y S. Graf. 2010. *Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Pp. 28-29. En: Carabias, J., J. Sarukhán, J. De la Maza y C. Galindo (Coords.), Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Simonian, L. 1998. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE), SEMARNAP. México, D.F. 345 pp.

Para citar esta obra:

Halffter, G., C. Tinoco-Ojanguren, L. I. Iñiguez-Dávalos y A. Ortega-Rubio. 2015. *La investigación científica y las Áreas Naturales Protegidas en México: una relación exitosa*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp.3-18). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo II

Una Revisión Panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México

Héctor Abelardo González-Ocampo*,
Gerardo Rodríguez-Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Este capítulo introductorio permitirá al lector tener una panorámica global de la situación actual, en cuanto a la distribución, tanto por categorías, como geográfica de las Áreas Naturales Protegidas de nuestro País. Al final del mismo se comenta acerca de la evolución de su administración y manejo, desde que estos fueron llevados por una Sección de un departamento de caza y pesca, hasta nuestros días en los que existe una Comisión Nacional exclusivamente enfocada a ello.

Palabras Clave: Panorámica global, Situación actual, Áreas Naturales Protegidas

Abstract

This introductory chapter will allow the reader a comprehensive overview of the current situation regarding the distribution of both categories, and geographic Protected Natural Areas of our country. At the end of it is discussed about the evolution of administration and management, since these were taken from a section of a department of game and fish, until today where a National Commission exists solely focused on it.

Keywords: Protected Areas in Mexico, Environmental Management in Mexico, Environmental Legislation in Mexico

Antecedentes

Existen varias aproximaciones para definir el concepto "Área Protegida", uno de ellos es de entenderla como aquella zona que tiene una superficie definida cuya administración y regulación es propia y se encuentra enfocada esencialmente en la conservación de su diversidad biológica (Gillespie, 2009). Siendo México uno de los primeros 5 países con mayor diversidad biológica de todo el mundo (UNDP, 2005; IUCN y UNEP, 2009), entonces debemos visualizar a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) como uno de los pilares angulares en los cuales se basan las acciones más importantes al nivel nacional para la conservación de nuestra diversidad biológica, no solo de México, sino por nuestra condición de megadiversidad, inclusive de todo el mundo.

Las áreas naturales protegidas (ANPs) son una herramienta cultural bastante añeja con registros de su existencia desde hace más dos mil años en Grecia con las ágoras arboladas (Cunningham y Cunningham, 2010) y la India (Adams, 2000), China y hace 1200 años en Europa cuando 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 del 1669 (Chester, 2008).

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

Como parte de las ANPs, también existen zonas marinas protegidas como una herramienta de gestión de la corriente principal de la conservación de la biodiversidad para ayudar a la gestión de recursos en casi todos 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 hectáreas de mar y 35 hectáreas de tierras costeras (Kelleher, 1998).

La IUCN clasifica en 7 categorías a las áreas Naturales Protegidas (Tabla 1) y desde 1911 hasta 1973 con 13 el número y extensión creció en 1974 con 43 a 27,188 en el 2011 que ocuparon 24,236,478.69 $km^{2.}$

Este tipo de áreas existen desde hace dos mil años en la India (Adams, 2000), en Europa a partir del año 680 para proteger al pato Eider (Jones-Walters y Čivić, 2013) y en Norteamérica por la extinción de la paloma pasajera (1899 silvestre / 1914 cautiverio) y la disminución de las poblaciones del bisonte (Hornaday y Walcott, 1914) creándose el Parque Nacional de Yellowstone en 1872 (Jepson y Whittaker, 2002).

Tabla 1. Categorías de las Áreas Naturales protegidas de acuerdo a la clasificación de la IUCN

CATEGORIA 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 características
CATEGORÍA IV	Hábitat / Área de Gestión de Especies: área protegida manejada principalmente para la conservación mediante la intervención de gestión
CATEGORÍA V	Paisaje / paisaje marino protegido: área protegida manejada principalmente para el paisaje terrestre / marino y la conservación de la zona de recreo de la tierra, con costas mares y
CATEGORÍA VI	Gestionado Recursos de Áreas Protegidas: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales

Fuente: UNEP, 2009.

Se han descrito para el mundo 867 eco regiones terrestres y México ha sido dividido en 51 eco regiones (Nivel III) siendo el país con más eco regiones en Latinoamérica. Por otro lado, desde 1935 cuando se decretó la primera Área Marina Protegida (AMP) en América, (Kelleher, 1998) en la actualidad existen ocho eco regiones

marinas en México de las que la eco región Pacífico Transicional de Monterrey no tiene registrada alguna AMP y el restante presenta diversas áreas de conservación con importancia mundial. Con sus ocho ecoregiones marinas (Fig. 2) en su zona económica exclusiva integra 34 ANPs marinas (Tabla 2) que totalizaban hasta 2008 191 ANPs en México (CONABIO, 2009; Comisión Cooperación Ambiental, 2013).

Así desde la primera ANP decretada en México en 1876 (Vargas-Márquez, 1997; Figueroa y Sánchez-Cordero, 2008), incrementando su número en 1932 a 23 ANPs (Vazquez y Valenzuela-Galvan, 2009) hasta 176 en 2012 (Tabla 2) (CONABIO, 2012) siendo el 12.92% del territorio (Fig. 2).

Fig. 1. Crecimiento en número y extensión territorial de las ANPs en el mundo (1911-2011). Fuente: IUCN and UNEP-WCMC (2012) The World Database on Protected Areas (WDPA): February 2012. Cambridge, UK: UNEP-WCMC.

Las ANPs y su zonificación se establecen por medio de un decreto en el que se definen las "modalidades" de la propiedad dentro de su programa de manejo determinándose la subzonificación y las reglas administrativas de acuerdo con el contenido de la LGEEPA, regulando los usos del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). De esta forma las ANPs en México están distribuidas en 41 como Reservas de la Biosfera, 67 como Parques Nacionales, cinco como Monumentos, ocho como Áreas de Protección de

Recursos Naturales, 37 son Áreas de Protección de Flora y Fauna y 18 Santuarios que suman 25,387,972 ha o el 12.92% del territorio nacional (Tabla 3).

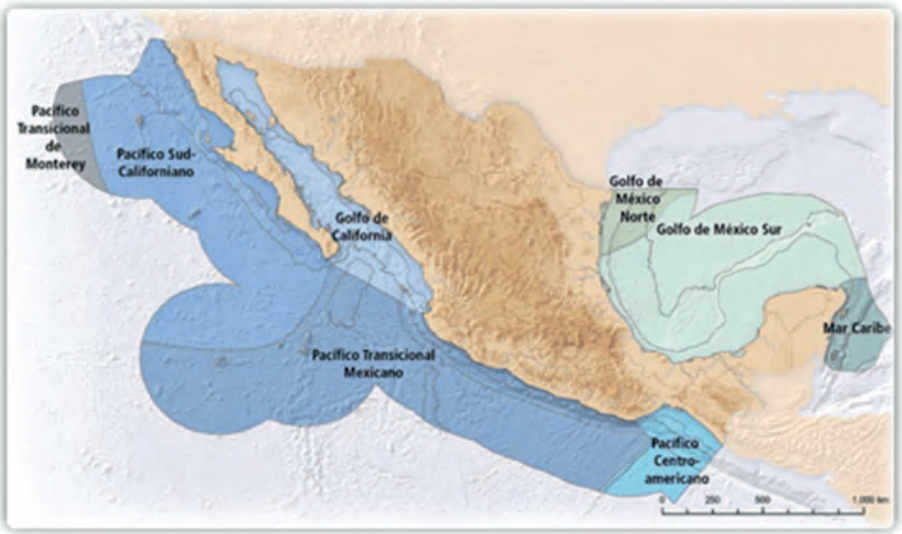


Fig. 2. Ecoregiones marinas de México. Fuente: (Wilkinson *et al.*, 2009).

Además de las ANPs federales, México mantiene otras zonas catalogadas como sitios RAMSAR. México en 1971 firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, el convenio del mismo nombre, para la conservación de los humedales para la conservación de las aves acuáticas migratorias el cual entró en vigor en 1975 (RAMSAR, 2013).

Este instrumento no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de la ONU y México a través de la CONANP administra 138 sitios (SEMARNAT-CONANP-RAMSAR, 2013), con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas de humedales que incluyen especies amenazadas (SEMARNAT, 2013) en la NOM-059-SEMARNAT-20011 o la lista del CITES (SEMARNAT, 2013).

La CONANP había inscrito 130 humedales con 1´938,876 Ha en el 2009 (Fig. 3) siendo México el segundo lugar mundial por el número de sitios y por la superficie incorporada de este tipo de ecosistemas, los cuales poseen especies ya sea dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el CITES, o por ser zonas de refugio o alimentación (SEMARNAT, 2013).

Tabla 2. Localización de las Áreas Marinas en México por ecorregión (CONABIO, 2009; CONABIO, 2012; CONANP, 2013).

Golfo de México Norte
Laguna Madre y Delta del Río Bravo
Pacífico Sud-Californiano
Isla Guadalupe
Golfo de México Sur
Yum Balam
Arrecife Alacranes
Ría Celestún
Los Petenes
Laguna de Términos
Sistema Arrecifal Veracruzano
Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan
Golfo de California
Alto Golfo y Delta del Río Colorado
Islas del Golfo de California
Bahía de Los Ángeles, Canal de Ballenas y Salsipuedes
Archipiélago de San Lorenzo
Isla San Pedro Mártir
Bahía de Loreto
Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo
Cabo Pulmo
Bahía de Cabo San Lucas
Islas Marías
Islas Marietas
Mar Caribe
Arrecife de Puerto Morelos
Isla Contoy
Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc
Arrecifes de Cozumel
Arrecifes de Sian Ka'an
Sian Ka'an
Banco Chinchorro
Arrecifes de Acalak
Pacífico Transicional Mexicano
Archipiélago de Revillagigedo
Huatulco
Islas de la Bahía de Chamela
Laguna de Chacahua
El Veladero
Pacífico Centroamericano
La Encrucijada

Fuente: CONABIO (2009; 2012) y CONANP (2013).

Desde el 2002 México está dividido en nueve regiones las Áreas Protegidas (Tabla 4) pudiéndose desde entonces para administrar y realizar las tareas de conservación directa en estas zonas (SEMARNAT-CONANP, 2007) (Fig. 4).

Debido a la regionalización los ecosistemas que se incluyen dentro de las ANPs varían acorde a la latitud y topografía (Tabla 1), siendo los mejor representados con más del 40% la vegetación acuática y subacuática, la selva perennifolia con el 14%, el matorral xerófilo y la vegetación semiárida con el 11%, el bosque mesófilo de montaña con el 10%, seguidos del Bosque de coníferas y el bosque de encino con el 6% cada uno, la selva tropical caducifolia, subcaducifolia y espinosa con el 5% y el pastizal natural, halófilo y gipsófilo con casi el 2% (Beazury-Creel, 2009). Dependiendo del tipo de ANP, es posible establecer más de una zona núcleo o de más de una de amortiguamiento integrando también subzonas de protección, uso restringido, uso tradicional, uso público, recuperación, asentamientos humanos, aprovechamiento sustentable y/o aprovechamiento especial (Tabla 5).

Tabla 3. Nombre y localización por región de las ANPs registradas en México hasta el 2012

Región	Nombre	Categoría
PBCyPN	Archipiélago de Revillagigedo	RB
	Archipiélago de San Lorenzo	PN
	Bahía de Loreto	PN
	Bahía de Los Ángeles, Canales de Ballenas y de Salsipuedes	RB
	Balandra	APFyF
	Cabo Pulmo	PN
	Cabo San Lucas	PN
	Complejo Lagunar Ojo de Liebre	RB
	Constitución de 1857	PN
	El Vizcaíno	RB
	Islas del Golfo de California (BC, BCS)	APFyF
	Isla Guadalupe	RB
	Sierra de San Pedro Mártir	PN
	Sierra La Laguna	RB
	Valle de Los Cirios	APFyF
	Ventilas Hidrotermales de la Cuenca de Guaymas y la Dorsal del Pacifico Oriental	SANT

Continúa ...

	Zona Marina del Archipiélago de Espíritu Santo	PN
PYyCM	Arrecife Alacranes	PN
	Arrecife de Puerto Morelos	PN
	Arrecifes de Cozumel	PN
	Arrecifes de Sian Ka'an	RB
	Arrecifes de Xcalak	PN
	Balaán Ka'ax	RB
	Banco Chinchorro	RB
	Calakmul	RB
	Costa occ. De i Mujeres, Pta Cancún y Pta Nizuc	PN
	Dzibilchantún	PN
	Isla Contoy	PN
	La porción norte y la franja costera oriental, territorial y marina de la Isla de Cozumel	APFyF
	Los Petenes	RB
	Manglares de Nichupte	APFyF
	Otoch Ma_Ax Yetel Kooh	APFyF
	Playa adyacente a la localidad denominada Rio Lagartos	SANT
	Playa de Isla Contoy	PN
	Ría Celestún	RB
	Ría Lagartos	RB
	Sian Ka'an	RB
	Tiburón Ballena	RB
	Tulum	PN
	Uaymil	APFyF
	Yum Balam	APFyF
CyEN	Barranca de Metztitlan	RB
	Cerro de La Estrella	PN
	Cerro de Las Campanas	PN
	Ciénegas del Lerma	APFyF
	Corredor Biológico Chichinautzin	APFyF
	Cumbres del Ajusco	PN
	Desierto de Los Leones	PN
	Desierto del Carmen o de Nixcongo	PN
	El Chico	PN

Continúa ...

	El Cimatario	PN
	El Histórico Coyoacan	PN
	El Tepeyac	PN
	El Tepozteco	PN
	El Veladero	PN
	Fuentes Brotantes de Tlalpan	PN
	General Juan Álvarez	PN
	Grutas de Cacahuamilpa	PN
	Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla	PN
	Iztaccihuatl-Popocatepetl	PN
	Lagunas de Zempoala	PN
	Lomas de Padierna	PN
	Los Mármoles	PN
	Los Remedios	PN
	Malinche o Matlalcueyatl	PN
	Molino de flores Netzahualcoyotl	PN
	Nevado de Toluca	APFyF
	Sacromonte	PN
	Sierra de Huautla	RB
	Sierra Gorda	RB
	Sierra Gorda de Guanajuato	RB
	Tehuacan-Cuicatlan	RB
	Tula	PN
	Xicotencatl	PN
	Zpftc Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	APRN
FSIyPS	Benito Juárez	PN
	Bonampak	MN
	Boquerón de Tonalá	APFyF
	Cañón del Sumidero	PN
	Cascada de Agua Azul	APFyF
	Chan-kin	APFyF
	El triunfo	RB
	Huatulco	PN
	La encrucijada	RB
	La sepultura	RB

Continúa ...

	La Cantún	RB
	Lagunas de Chacahua	PN
	Lagunas de Montebello	PN
	Metzabok	APFyF
	Montes Azules	RB
	Naha	APFyF
	Palenque	PN
	Playa de Escobilla	SANT
	Playa de la Bahía de Chacahua	SANT
	Playa de Puerto Arista	SANT
	Selva El Ocote	RB
	Playa de Tierra Colorada	SANT
	Volcán Tacana	RB
	Yagul	MN
	Yaxchilan	MN
	Zona de Protección Forestal Territorial de los municipios La Concordia, Ángel Albino Corzo, etc	APRN
GMyPC	Cañón de Río Blanco	PN
	Cañón del Usumacinta	APFyF
	Cofre de Perote	PN
	Laguna de Términos	APFyF
	Laguna Madre y Delta del Río Bravo	APFyF
	Los Tuxtlas	RB
	Pantanos de Centla	RB
	Pico de Orizaba	PN
	Playa de Rancho Nuevo	SANT
	Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan	APFyF
	Sistema Arrecifal Veracruzano	PN
	Zona Protectora Forestal Vedada la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa	APRN
NEyS-MOr	Cadnr004	APRN
	Cadnr026	APRN
	Cañón de Santa Elena	APFyF
	Cerro de La Silla	MN
	Cuatrocienegas	APFyF

Continúa ...

	Cumbres de Monterrey	PN
	El Potosí	PN
	El Sabinal	PN
	Gogorrón	PN
	Maderas del Carmen	APFyF
	Mapimi	RB
	Ocampo	APFyF
	Rio bravo del Norte	MN
	Sierra de Álvarez	APFyF
	Sierra del Abra Tanchipa	RB
	Sierra la Mojonera	APFyF
OyPC	Barranca del Cupatitzio	PN
	Bosencheve	PN
	Cadnr001	APRN
	Cerro de garnica	PN
	Chamela-cuixmala	RB
	El Jabalí	APFyF
	Insurgente José María Morelos	PN
	Islas de la Bahía de Chamela	SANT
	Isla Isabel	PN
	Islas Marías	RB
	Islas Marietas	PN
	Lago de Camecuaro	PN
	La Primavera	APFyF
	Las Huertas	APRN
	Mariposa Monarca	RB
	Marismas Nacionales Nayarit	RB
	Playa Cuitzmala	SANT
	Playa de Maruata y Colola	SANT
	Playa de Mismaloya	SANT
	Playa el Tecuan	SANT
	Playa Mexiquillo	SANT
	Playa Piedra de Tlacoyunque	SANT
	Playa Teopa	SANT
	Pico de Tancitaro	APFyF

Continúa ...

	Rayón	PN
	Sierra de Manantlán	RB
	Sierra de Quila	APFyF
	Volcán Nevado de Colima	PN
	Zicuiran-Infiernillo	RB
NyAGC	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	RB
	Cadnr043	APRN
	Campo Verde	APFyF
	Cascada de Bassaseachic	PN
	Cumbres de Majalca	PN
	Playa Ceuta	SANT
	El pinacate y Gran desierto de Altar	RB
NyS-MOc	Isla San Pedro Mártir	RB
	Janos	rb
	La Michilia	RB
	Los Novillos	PN
	Médanos de Samalayuca	APFyF
	Meseta de Cacaxtla	APFyF
	Papigochic	APFyF
	Playa el Verde Camacho	SANT
	Sierra de Alamos-Río Cuchujaqui	APFyF
	Sierra de Órganos	PN
	Tutuaca	APFyF

Discusión

El manejo y administración de las ANPs en México ha sido un elemento complicado y complejo para resolver por la gran extensión territorial del país con sus diferentes eco regiones y climas (Bezaury-Creel, 2005) tan diversos que le otorgan ser uno de los territorios con mayor biodiversidad en el mundo (Lövei y Lewinsohn, 2012). Bajo este esquema, desde mediados del siglo pasado, en México la administración de la ANPs se ha venido gestionando para definir la posición dentro del organigrama gubernamental en México hasta nuestros días.

En el periodo comprendido entre 1934 y 1940 se lleva a cabo una reforma agraria postergada y el Estado mexicano comienza un proceso de valoración de los bosques,

mismos que se empiezan a ver como un recurso no necesariamente abundante y por ende con límites finitos, lo que genera un primer gran auge en la creación de ANPs y las bases para formar una conciencia pública de los servicios que estos ecosistemas brindan a la sociedad (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009).

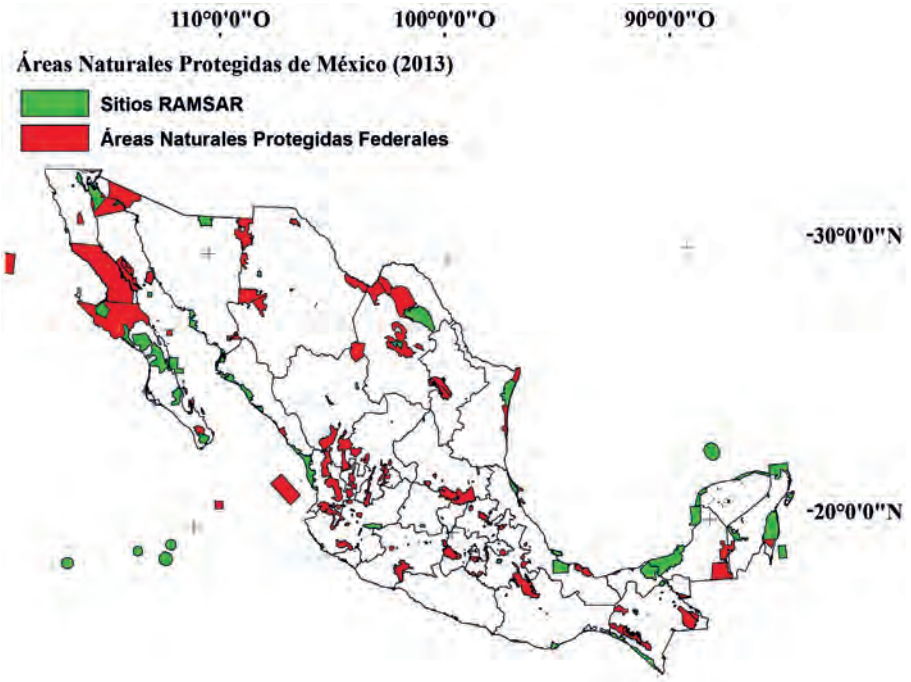


Fig. 3. Localización cartográfica de las Áreas Naturales Protegidas Federales y sitios RAMSAR en México. Fuente: Modificado de CONANP, 2013.

En 1970 con Echeverría como parte de la Departamento de Protección de la Pesca y dividiéndose en la administración de López Portillo en los Departamentos de Pesca, Forestal y de Parques. Ya con Miguel de la Madrid, la gestión de la ANPs se ubicó bajo la tutela de una Secretaria de estado, la SEDUE, bajo la coordinación de Subsecretaría de Ecología en las Direcciones de Parques Reservas y Áreas Ecológicas Protegidas, y de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009; Esquivel Ríos *et al.*, 2011). En ese sexenio se decreta la

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) donde se unifica legalmente la administración de las ANPs y plasma los principios de la política pública ambiental mexicana como la creación de ANPs en todo el país, con la finalidad de controlar y restringir las actividades humanas que pusieran en peligro su biodiversidad (Esquivel Ríos *et al.*, 2011).

Tabla 4. Número y superficie cubierta de ANPs dividida por Categoría (CONABIO, 2012).

Número de ANP	Categoría	Superficie (hectáreas)	Porcentaje de la superficie del territorio nacional
41	Reservas de la Biosfera	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	**TOTAL**	**25,387,972**	**12.92**

Fuente: CONANP (2013).

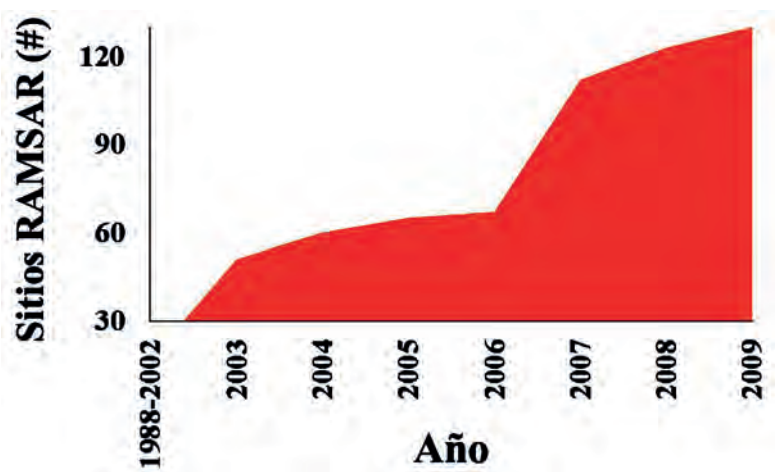


Fig. 4. Designación anual de los humedales RAMSAR en México (SEMARNAT, 2013).

Durante el sexenio de Salinas de Gortari, la gestión unificada de las ANPs nuevamente se rompe cuando las funciones asignadas a la SEDUE se transfieren a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y el manejo de los parques nacionales otra vez se devuelve a la SARH, la Subsecretaria de Ecología se convierte en el INE con la Dirección General de Aprovechamiento Ecológico de los Recursos Naturales (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). Esto dividió a las ANPs en Parques Nacionales Terrestres ubicado en la Dirección Forestal y el resto de las ANPs en la nueva Agencia de Protección Ambiental (Beazury-Creel, 2009).

Tabla 5. Clasificación de la regiones de las Áreas Naturales Protegidas en México

Región	Nombre
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 Costera y Golfo de México
9	Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano

Fuente: SEMARNAT-CONANP (2007).

Con el Presidente Zedillo entre los años 1994 y 2000 las ANPs finalmente comienzan a ser atendidas sobre el terreno y dejan de representar meros instrumentos "de papel" (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009), se concentraron jurisdiccionalmente la silvicultura, la fauna, la pesca, el agua, la contaminación y la zona federal de los 20 m de la costa bajo la coordinación de la nueva Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y es cuando las ANPs, incluyendo los Parques Nacionales, se reunificaron de nuevo bajo la Coordinación de la nueva Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP (Bezaury-Creel, 2005; Esquivel Ríos *et al.*, 2011). También es cuando en 1996 se crea la Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas (UCANP), que queda liberada de la administración de la gestión de la flora y fauna silvestre de todo el país (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009).

En el sexenio del Presidente Fox, se acompaña de un fortalecimiento real de la capacidad institucional del Estado nacional para manejar adecuadamente las áreas establecidas por medio de un incremento sustancial en su presupuesto y personal, así como la consolidación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) creada en el 2000 (Vidal *et al.*, 2004; Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009) con el objeto de conservar la biodiversidad en México y la promoción de actividades económicas alternativas bajo un enfoque regional (Vidal *et al.*, 2004; Morzaria-Luna *et al.*, 2014). No obstante, la SEMARNAP se transforma en SEMARNAT separando a Pesca e integrándola en la SAGARPA provocando conflictos con las zonas costeras y marinas en su administración y protección (Beazury-Creel, 2009; Esquivel Ríos *et al.*, 2011).

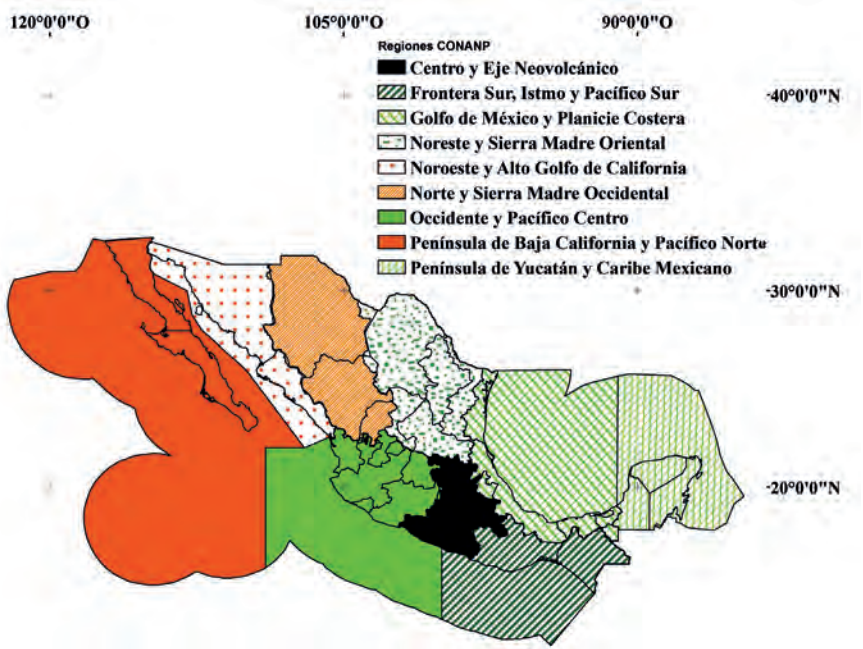


Fig. 5. Ubicación de los límites geográficos entre las 9 regiones administrativas de la CONANP. Fuente: CONANP (2013).

Con el presidente Felipe Calderón ya se abordaron cuestiones ambientales de una manera seria y estratégica, anunciándose en 2007, la Estrategia Nacional para el

Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas que fue una de las más innovadores en la gestión integrada de los recursos marinos en México., logrando la integración horizontal de la legislación ecológico general del territorio y de todas las regiones marinas de la nación, la Gestión Integrada de Costas y Océanos, una Política Nacional de Costas y Océanos con la gestión de los humedales costeros incluyendo manglares, y la protección de las costas y biodiversidad marina con un desarrollo sostenible del turismo, la pesca y la acuicultura en las zonas costeras y marinas (Cruz y McLaughlin, 2008).

Tabla 6. Subzonas de zonificación para las áreas naturales protegidas en México y actividades permitidas en ellas. *actividad permitida.

	NUCLEO		AMORTIGUAMIENTO						
ZONA/Subzona	Protección	Uso restringido	Uso tradicional	Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	Aprovechamiento sustentable de agroecosistemas	Aprovechamiento especial	Uso público	Asentamientos humanos	Recuperación
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				*					
-Actividades turísticas				*					
-Actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad					*				
-Agroforestería y silvopastoril compatibles					*				
-Infraestructura o explotación de recursos naturales con						*			
-Infraestructura apoyo turismo, investigación , monitoreo al		*					*		
-Asentamientos humanos								*	*
-Introducción de especies locales									

Fuente: Modificado de González-Ocampo *et al.*, 2014.

Durante estos períodos presidenciales, la política ambiental se desplazó en importancia, siendo en un principio un eslogan político con el presidente Salinas,

posteriormente colocándose como prioridad de alto nivel con Zedillo (Fig. 6). El gobierno de Fox se caracterizó con una "disminución de la agenda ambiental" y el sector privado jugó un papel importante en el cabildeo contra las iniciativas legislativas relacionadas con la protección del ambiente (Diez, 2006) y que con Calderón, se abordan estas cuestiones ambientales de forma seria y estratégica.

Fig. 6. Transición de las diferentes dependencias de gobierno bajo la cual se encontraban regidas las ANPs desde el sexenio del Presidente Echeverría hasta el sexenio del Presidente Zedillo.

Fuente: Modificado *de* Gil Corrales, 2009.

La LGEEPA prevé dos espacios básicos que favorecen la participación social para la gestión de las ANPs: el CONANP (órgano de consulta del secretario de la SEMARNAT) y los consejos asesores para cada una de las ANP. El CONANP se integra por representantes de instituciones académicas y centros de investigación, agrupaciones de productores y empresarios, ONGs, organismos de carácter social o privado y personas con reconocido prestigio en la materia, diversas unidades de la

propia SEMARNAT y otras dependencias y entidades de la administración pública federal (Bezaury-Creel y Gutiérrez Carbonell, 2009). El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) agrupaba hasta el 2012, 61 Áreas Naturales Protegidas (34 Reservas de la Biosfera, 15 Parques Nacionales, 10 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 1 Monumento Natural y 1 Santuario) (CONANP, 2013). Este sistema fue creado en 1982 con la finalidad de homogenizar la información y facilitar la revisión y evaluación de cada una de las ANP, pero no fue hasta que el gobierno mexicano obtuvo una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) en 1994 cuando se fortaleció (Vidal *et al.*, 2004). Legislativamente, la LGEEPA (Artículo 76 Título Segundo, Capítulo I, sección IV) determina que la SEMARNAT es responsable de la gestión del SINAP en la que se incluyen "áreas que por su biodiversidad y características ecológicas sean consideradas de especial relevancia en el país", incorporando más de 12 millones de hectáreas con base a 12 características relevantes legalmente (CONANP, 2013).

La administración de las ANPs en México ha sido complicada desde sus inicios, el gestionar elementos biológicos y ecosistemas tan diversos requiere una inversión grande de recursos económicos, humanos y legislativos para integrar en un solo esquema áreas marinas, costeras y forestales. No obstante el fortalecimiento y su incierta autonomía de la CONANP están rindiendo frutos en cuanto al número y extensión territorial para la conservación de los diferentes ecosistemas radicados en México. Es claro que se requiere más inversión en los elementos señalados, y el más importante de ellos es el financiero ya que todavía algunas de las ANPs mexicanas carecen de vigilancia suficiente y permanente.

Una alternativa pudiera ser un esquema de concesión a ONGs con renombre y experiencia en el tema de conservación de ANPs y los pobladores de estas áreas, que por ley se involucren directamente en la vigilancia, mantenimiento, conservación y distribución de los ingresos por los servicios ambientales de estas zonas. Esta alternativa de por sí filosa ante la oleada de privatizaciones en el país en el último sexenio generaría muchas dudas pero los autores consideramos que pudiera ser una herramienta eficiente en la conservación de las ANPs si se da con la consolidación de autonomía plena de la CONANP en su gestión y administración.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

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.

Beazury-Creel, J. E. 2009. *El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos*. The Nature Conservancy Programa México - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F.

Bezaury-Creel, J. y D. Gutiérrez Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. 385-431. In. Capital Natural de México. CONABIO. México, D.F.

Bezaury-Creel, J. E., *Protected areas and coastal and ocean management in México*. Ocean & Coastal Management, 48 (11–12): 1016-1046.

Comisión Cooperación Ambiental, *Ecoregiones Marinas, 2008*. http://www.cec.org/Page.asp?PageID=122&ContentID=1324&SiteNodeID=1295&BL_ExpandID=. 2013.

Conabio, *Ecorregiones marinas*. Comisión Nacional para la Diversidad. http://www.biodiversidad.gob.mx/region/ecorregiones1.html. 2009.

Conabio, Áreas Protegidas decretadas de México. SEMARNAT-CONANP. 2012.

Conanp, *Regiones de Áreas Naturales Protegidas de México*. http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm. 2013.

Cruz, I. y R. J. Mclaughlin, *Contrasting marine policies in the United States, Mexico, Cuba and the European Union: Searching for an integrated strategy for the Gulf of Mexico region*. Ocean & Coastal Management, 51 (12): 826-838.

Cunningham, W. P. y M. A. Cunningham. 2010. *Biodiversity -Preserving landscapes-*. 247-271. In. Environmental science a global concern. New York: McGraw-Hill.

Chester, C., *Transboundary protected areas. Retrieved from*. The Encyclopedia of Earth. http://www.eoearth.org/view/article/156688 2008.

Diez, J. 2006. *Political Change and Environmental Policymaking in Mexico*. Taylor and Francis. 282.

Esquivel Ríos, S., G. Cruz Jiménez, L. Zizumbo Villareal, C. Cadena Inostroza y R. D. C. Serrano Barquín, *Turismo rural, política ambiental y redes de política pública en la Reserva de La Biosfera de la Mariposa Monarca*. Revista de do Programa de Pós-graduasao em Turismo, 3 (2): 290-300.

Figueroa, F. y V. Sánchez-Cordero, *Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico*. Biodiversity and Conservation, 17 (13): 3223-3240.

Gillespie, A., *Defining internationally protected areas*. In: Journal of International Wildlife Law & Policy. pp: 229+. 2009.

González Ocampo, H. A., P. Cortés Calva, L. I. Íñiguez Dávalos y A. Ortega Rubio, *Protected Areas of Mexico [Las áreas naturales protegidas de México]*. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (60): 7-15.

Hornaday, W. T. y F. C. Walcott. 1914. *Wild life conservation in theory and practice: lectures delivered before the Forest School of Yale University, 1914*. Yale University Press.

Iucn y Unep, *The World Database on Protected Areas*. UNEP-WCMC http://www.wdpa.org/Statistics.aspx. 2009.

Jepson, P. y R. J. Whittaker, *Histories of Protected Areas: Internationalisation of Conservationist Values and their Adoption in the Netherlands Indies (Indonesia)*. Environment and History, 8: 129-172.

Jones-Walters, L. y K. Čivić, *European protected areas: Past, present and future*. Journal for Nature Conservation, 21 (2): 122-124.

Kelleher, G., *A global Representative System of Marine Protected Areas*. Protected Areas: Making the Global Connection, 15 (3): 17-24.

Lövei, G. L. y T. M. Lewinsohn, *Megadiverse developing countries face huge risks from invasives*. Trends in Ecology & Evolution, 27 (1): 2-3.

Morzaria-Luna, H., A. Castillo-López, G. Danemann y P. Turk-Boyer, *Conservation strategies for coastal wetlands in the Gulf of California, Mexico*. Wetl Ecol Manag, 22 (3): 267-288.

Semarnat-Conanp-Ramsar, *Humedales de México*. CONANP. http://ramsar.conanp.gob.mx/la_conanp_y_los_humedales.php. 2013.

Semarnat-Conanp, *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, pp: 50.2007.

Semarnat, *Agenda Internacional: RAMSAR*. semarnat. http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/RAMSAR.aspx. 2013.

Semarnat. 2013. *Estrategia mexicana de Comunicación, Educación, Concienciación y Participación (CECOP) en humedales 2010-2015*. 37.

Undp, *Proposal for a megadiverse cooperation fund*. United Nations Development Programme. 2005.

Vargas-Márquez, F. 1997. *Parques Nacionales de México: Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Mexico, D.F.

Vazquez, L. B. y D. Valenzuela-Galvan, ¿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.

Vidal, R. M., L. Grenna y D. Calabrese. 2004. *Strategic communication planning for a national system of protected areas, Mexico*. 69-86. In: D. HamúAuchincloss E. and Goldstein W. (Eds.). Communicating Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Wilkinson, T. a. C., E. Wiken, J. Bezaury-Creel, T. F. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, *Ecorregiones marinas de América del norte*. CONANP-CONABIO-NOAA-Parks Canada-INE, Montreal: pp: 200 pp. 2009.

Para citar esta obra:

González-Ocampo, H. P., G. Rodríguez-Quiroz y A. Ortega-Rubio. 2015. *Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp.19-40). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp..

Capítulo III

La Importancia de las Áreas Naturales Protegidas en Nuestro País

Daniel Torres-Orozco, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra*
Joaquín Sosa Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara,
Luis Ignacio Iñiguez Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Las áreas naturales protegidas (ANP) han sido reconocidas a nivel mundial como una alternativa eficiente para preservar *in situ* la riqueza biológica. La aparición en México de ANP data de finales del siglo XIX, siendo nuestro país uno de los pioneros en reconocer la importancia de ellas para evitar el deterioro del ambiente. Con el tiempo el rol de las ANP ha cambiado partiendo de ser un simple medio para asegurar la conservación de la belleza natural, hasta a transformarse en espacios promotores no sólo de la conservación biológica y de la dinámica de los ecosistemas, sino del desarrollo sustentable de las comunidades humanas que en ellos habitan. El objetivo de este capítulo es el de resaltar la relevancia que tienen las ANP para la conservación del capital biológico y cultural de nuestro país y comentar algunos factores sociales y económicos dentro de los cuales se circunscribe la creación y el manejo de las ANP, destacando al mismo tiempo la importancia que a nivel mundial tienen las estrategias de bioconservación que se llevan a cabo en nuestro país.

Palabras claves: Área Natural Protegida, Bioconservación, Servicios Ecosistémicos, Externalidades, México, Desarrollo Sustentable.

Abstract

Protected Areas (PAs) are recognized worldwide as an effective way to preserve biological richness in situ. Mexico was one of the first countries in the world to recognize the PAs as mechanism to prevent landscape deterioration. However, the role of Mexican PAs has change over time from places designated to preserve nature scenery to promoters of biological conservation and sustainable development. The aim of this chapter is to describe the importance PAs in the conservation of Mexican biological and cultural capital. We present some biological, social and economic aspects of the PAs pointing the successes and challenges of their management.

Keywords: Biological Conservation, Ecosystem Services, Externalities, México, Protected Areas, Sustainable Development.

México es un país ambivalente

México, es el undécimo país más poblado del mundo con cerca de 120.8 millones de habitantes de los cuales más de la mitad se encuentran en algún grado de pobreza económica. Además el crecimiento poblacional es tal, que se pronostica la duplicación de su población en menos de sesenta años (CONAPO, 2011; Banco Mundial, 2014). Esta situación demográfica aunada a las estrategias de explotación poco eficiente de los recursos y sin una visión a largo plazo provoca una gran presión sobre los ambientes naturales, lo cual pone en riesgo la riqueza biológica del país.

Ante este panorama contrasta el hecho de que México es un país megadiverso.

La superficie de México, representa el 1.4% de la superficie terrestre y en su territorio se albergan una de la más diversas faunas y floras del mundo, ocupando el cuarto lugar a nivel mundial en número de especies de vertebrados y el quinto lugar en cuanto a diversidad de especies de plantas vasculares, sin mencionar, la gran diversidad de invertebrados (CONANP, 2010; Sarukhán *et al*., 2009). Aunado a esto, México cuenta también con una inmensa diversidad cultural representada por más de 364 variantes lingüísticas y 291 lenguas vivas, así como de tradiciones, vestimentas y costumbres que varían de una localidad a otra (Diario Oficial, 2008) (Fig. 1).

La dualidad de México se despliega al contemplar su grandísima riqueza biológica y cultural, que parecen ofrecer un ambiente propicio para el desarrollo y bienestar de todos sus pobladores, pero por otro lado contemplamos un país que enfrenta grandes retos políticos, económicos y demográficos, donde la inequidad económica de sus habitantes es preponderante. La conjunción de esta dualidad solo se logrará al acortar la brecha entre la conservación de nuestro capital natural y cultural y la creación de estrategias que favorezcan un desarrollo social y económico más equitativo. Una de las opciones que el gobierno mexicano ha encontrado para disminuir esta brecha es a través de la creación y manejo de las áreas naturales protegidas (ANP).

Figura 1. México posee una gran riqueza cultural, representada por sus etnias, sus costumbres, sus lenguas y la manera como ellas interaccionan con su entorno (habitantes del poblado de Yahualichan (cuna de la cultura Totonaca) en la Sierra Norte de Puebla.
Foto: C. Jiménez-Sierra

El objetivo de este trabajo es difundir la relevancia biológica, económica y social, presente y futura, que las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tienen para fortalecer el desarrollo de México.

¿Qué es un ANP?

Actualmente, las áreas naturales protegidas son consideradas como extensiones de mar o de tierra, que contando con un respaldo legal son destinadas a la conservación *in situ* de la biodiversidad (CONANP, 2013).

Tanto la conceptualización como la importancia relativa de las ANP, se ha ido transformando a través del tiempo conjuntamente con los cambios de la psique humana. En su origen, las ANP de México, surgieron con la finalidad de proteger la belleza de nuestros paisajes naturales. Por ejemplo, la primer ANP creada en México, y que también lo fue de Latinoamérica, fue el Parque Nacional "El Mineral del Chico". Esta reserva fue por el presidente Porfirio Díaz en el año de1898 (SEDUE, 1988) – a 25 años de haberse decretado la primera ANP en el mundo– y su objetivo fue la preservación de la belleza del paisaje constituido por la zona montañosa presente en la intersección de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transversal, en el estado de Hidalgo (CONANP, 2010). Esta área destaca por la belleza de su paisaje, la presencia de sus peñas, manantiales y presas, así como por su vegetación donde dominan los bosques de pinos, abetos, encinos y *Cupressus*.

A partir de la creación de esta primera reserva en México y hasta la década de los setenta la mayor parte de las ANPs fueron concebidas como **reservorios de la biodiversidad** destinadas al **regocijo de los visitantes.** Entre otros ejemplos de estas políticas están la creación de la primera ANP marina en Isla Guadalupe, en el año de 1922, cuyo objetivo fue proteger las poblaciones tanto de elefantes marinos (*Mirounga angustirostris*) como de Guadalupe (*Arctocephalus townsedi*) (Bezaury-Crel, 2005), o la creación en 1917 del Parque Nacional Desierto de los Leones (CONANP, 2010).

La concepción y definición mexicana actual de ANP, contempla una visión mucho más holística que la manejada en otros países. En México, las ANP fungen como estancias que aseguran la **protección de las especies** y que promueven el **desarrollo sustentable** de las comunidades humanas que ahí se encuentran (CONANP, 2013). Es probablemente por esto que el gobierno apuesta gran parte de sus esfuerzos para la conservación de la naturaleza en la creación, seguimiento y protección de las ANP. De ésta forma, la importancia de las áreas naturales

protegidas en el país tienen además de las obvias implicaciones biológicas, componentes económicos y sociales relevantes.

¿Qué tanto se protege?

Hoy en día México posee 176 ANP de carácter federal que abarcan una superficie total de 253,879.18 Km^2 y que representan el 12.92% del territorio nacional. De acuerdo con sus funciones y restricciones las ANP están agrupadas en seis categorías cuyas extensiones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas existentes en México por categoría (Modificado de CONABIO, 2014).

Categoría	Cantidad	Superficie (Km^2)	Superficie del Territorio Nacional (%)
Reservas de la Biosfera	41	126,527.87	6.44
Parques Nacionales	67	14,453.01	0.75
Monumentos Naturales	5	162.68	0.01
Áreas de Protección de Recursos Naturales	8	44,400.78	2.26
Áreas de Protección de Flora y Fauna	37	66,872.84	3.38
Santuarios	18	1,462.54	0.07
Total	**176**	**253,879.18**	**12.92**

¿Cómo se crean las ANP?

Las ANP mexicanas son creadas por decreto presidencial y las actividades que en ellas pueden llevarse a cabo quedan establecidas por el la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEPA)**, así como por el Programa de Manejo específico de cada área (CONANP, 2013).

Idealmente la designación de las ANP debiera ser resultado de una priorización basada en la riqueza y abundancia de las especies así como de la concentración de especies endémicas o en peligro en ciertas áreas (Ceballos *et al.*, 1998). Sin embargo, en la práctica las ANP de México no han emergido del análisis sistemático sobre la distribución de la diversidad biótica del país, ni tampoco a partir de solicitudes ciudadanas (Bezaury-Creel, 2005; Chapa-Vargas y Monzalvo-Santos, 2012). Más

bien han sido el resultado de iniciativas independientes encaminadas a preservar zonas específicas con algún valor biológico.

La planeación sistemática de la conservación en México es primordial para tomar las decisiones más efectivas en relación a los costos-beneficios. Fuller *et al.* (2007) señalan que si en 1970 se hubiera buscado preservar a las 86 especies de mamíferos endémicos de México al menor costo hubiera sido posible tener éxito, protegiendo un área menor al 90% de lo que actualmente representan las ANP. El panorama se hace más crítico, cuando se descubre que para el año 2000 la mayor parte de estas áreas que podrían haber sido óptimas para la conservación se encontraban ya carentes de su vegetación primaria y secundaria.

Afortunadamente, la planeación sistemática para la determinación de sitos asignados como ANP ha mejorado en los últimos años y ante los errores pasados se podría ser optimista al pensar que es mucho mejor conservar que no conservar. Sin embargo, la creación de las ANP es tan sólo el primer paso para lograr la protección de la biodiversidad.

¿Cómo es el manejo de las ANP?

Las ANP requieren de un Plan de Manejo (PM) detallado, para lograr una administración efectiva en la asignación de recursos tanto técnicos como económicos y así poder cumplir con su misión de bioconservación y de desarrollo social (Chape *et al.*, 2005). En otras palabras, aunque sea alto el porcentaje de superficie protegida en el país, mientras las ANP no cuenten o no sigan un detallado PM son meramente indicadores de compromisos políticos o gubernamentales.

La elaboración de un PM es una empresa complicada, la cual es coordinada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (CONANP, 2007).

Rodriguéz-Martínez (2008), estimó que los PM, aparecen en promedio con un retraso de once años con respecto al decreto de la creación de una determinada ANP. Afortunadamente, la elaboración de estos PM se ha incrementado vertiginosamente a partir de 1996, año en que apareció el primer PM destinado a administrar la Reserva de la Biosfera del Pinacate. En 2011 sólo un 33% de las ANP contaba con su PM y aunque se ha hecho un gran esfuerzo, a la fecha no todas las ANP cuentan

con sus respectivos Planes (Chape *et al.,* 2005; CONANP, 2013a; Reimann *et al.,* 2011).

El PM, es un elemento vital para delimitar las responsabilidades de los actores que intervienen en las ANP y establecer las metas a corto, mediano y largo plazo. Navarrete *et al.* (2011), demostraron como las zonas que cuentan con PM en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca alcanzan beneficios tanto sociales (*i.e.* manejo legal de recursos, trabajos e ingresos) como biológicos (*i.e.* menores tasas de deforestación).

La importancia biológica de las ANP

El rol más importante de las ANP es la conservación del capital natural del país reflejado en el mantenimiento de linajes genéticos, poblaciones y especies, así como en la preservación de la cobertura vegetal.

El hecho de que la biodiversidad no se encuentre homogéneamente repartida en el mundo y de que gran parte de la biodiversidad se encuentre en México coloca a nuestro país en una situación especial. Países como México donde existe gran número de especies endémicas necesitan mayor número de ANP para conseguir un mismo porcentaje de especies protegidas que países menos diversos (Rodrigues *et al.*, 2004). Esto representa un reto para nuestro país, pero también un campo de oportunidades (Fig. 2).

Figura 2. La conservación de la naturaleza *in situ*, a través de ANP, permite el mantenimiento de una gran diversidad de organismos y garantiza la continuidad de las complejas interacciones que se han desarrollado a través de miles de años de evolución. (Mariposario del Jardín Botánico de Xoxoctic, Yahualichan, Sierra Norte de Puebla).
Foto: C. Jiménez-Sierra.

-La preservación de linajes genéticos, poblaciones y especies

Las áreas naturales tienen un rol primordial en la conservación *in situ* de diversas especies. Afortunadamente, existen varias zonas protegidas en México establecidas en sitios con gran riqueza específica, así como otras en sitios donde se presentan especies endémicas, con lo que se garantiza la salvaguarda de un gran número de especies. Por ejemplo, las Reservas de la Biósfera de Los Tuxtlas (Veracruz) y de la Selva Lacandona (Chiapas) albergan un gran número de especies de mamíferos. Mientras que los Parques Nacionales del Eje Neovolcánico Transversal como los Parque Nacionales: "Izta-Popo Zoquiapan"; "Cumbres del Ajusco"; "Nevado de Colima" y el Área de Protección de Flora y Fauna "Nevado de Toluca", albergan en su conjunto una gran cantidad de mamíferos endémicos (Ceballos *et al.,* 1998).

Las ANP que cubren grandes extensiones son cruciales para mantener tamaños grandes de poblacionales de diversas especies silvestres. Por ejemplo, la Reserva de la Biosfera Calakmul (Campeche), sostiene poblaciones grandes de felinos silvestres, monos aulladores, monos araña, tapires y venados. Lo que garantiza la conservación de la diversidad genética y poblacional de estas especies, así como de otras de menor tamaño (Ceballos *et al.,* 2000; Gallina, 2012).

Desafortunadamente, existen pocos estudios sistemáticos que comparen la efectividad de las ANP mexicanas para preservar el capital natural con respecto a áreas similares carentes de protección. Uno de estos trabajos, demostró, por ejemplo, que la riqueza de aves y plantas leñosas era mayor dentro del área del "Parque Estatal Flor del Bosque" ubicado en Amozoc de Mota (Puebla) que en el área silvestre aledaña, la cual no se encontraba protegida (Badano *et al.,* 2012). Sin embargo, como la planeación sistemática de la conservación en México es poco frecuente, resulta complicado determinar si este hallazgo se debe a la casualidad de la elección de un sito más diverso para la conservación dentro del área protegida o si la alta diversidad en ella observada es el resultado de una eficaz política de protección. No obstante, este ejemplo ilustra la relevante función de las ANP en la conservación de la naturaleza.

-La preservación de cobertura vegetal

Otro rol biológico importante de las ANP, es el de la regulación de las tasas de cambio de la cobertura vegetal original. Probablemente el ejemplo más evidente es el de la disminución de las tasas de deforestación encontradas dentro de las áreas protegidas en comparación con la registrada fuera de ellas (Clark *et al.,* 2008; Cortina-Villar *et al.*, 2012). Un ejemplo de esto, lo muestran los datos sobre las tasas de deforestación anual encontradas dentro de la Reserva de la Biosfera Calakmul, las cuales han sido menores que las observadas en el áreas periférica de 10 km colindantes a dicha reserva (Mas, 2005). En general, más de la mitad de las ANP (54%; n=69), muestran efectividad para evitar cambios en el uso de suelo y de protección de su cubierta vegetal. Entre las distintas categorías de ANP, las Reservas de la Biósfera son las más efectivas en este aspecto, contrastando con la baja efectividad encontrada en los Parques Nacionales.

-La problemática biológica

A pesar de contar con grandes extensiones cubiertas por las ANP en el país, todavía queda mucho por hacer. El análisis global realizado por Rodrigues *et al.* (2004) muestra que México es uno de los países con mayor cantidad de especies mal representadas dentro de las ANP, acentuándose esto principalmente en los estados de Guerrero, Oaxaca y Veracruz (Fig. 3), lo cual coincide con los reportes de carencia de protección de la diversidad de mamíferos en áreas como Los Chimalapas y las selvas secas de Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Nayarit y Sinaloa (Ceballos *et al.*, 1998).

La Importancia económica

La importancia económica que tienen las ANP, se refleja a través de los ***beneficios directos*** *en la economía al promover empleos, ecoturismo y actividades de desarrollo sostenible, así como a través de los* ***beneficios indirectos*** *como la disminución de externalidades negativas (contaminación y pérdida de suelo, entre otros) y la obtención de servicios ecosistémicos (regulación del clima, ciclos biogeoquímicos, regulación del ciclo del agua) los cuales favorecen el bienestar humano.*

-Los beneficios económicos directos

Gran parte de la diversidad biológica y cultural de México está concentrada dentro de Áreas Naturales Protegidas. Paradójicamente, muchas de las comunidades humanas que habitan en estas zonas presentan un alto índice de marginación y pobreza. Es por esto que las ANP tienen el compromiso de provocar efectos económicos positivos principalmente en la población local (CONANP, 2013b).

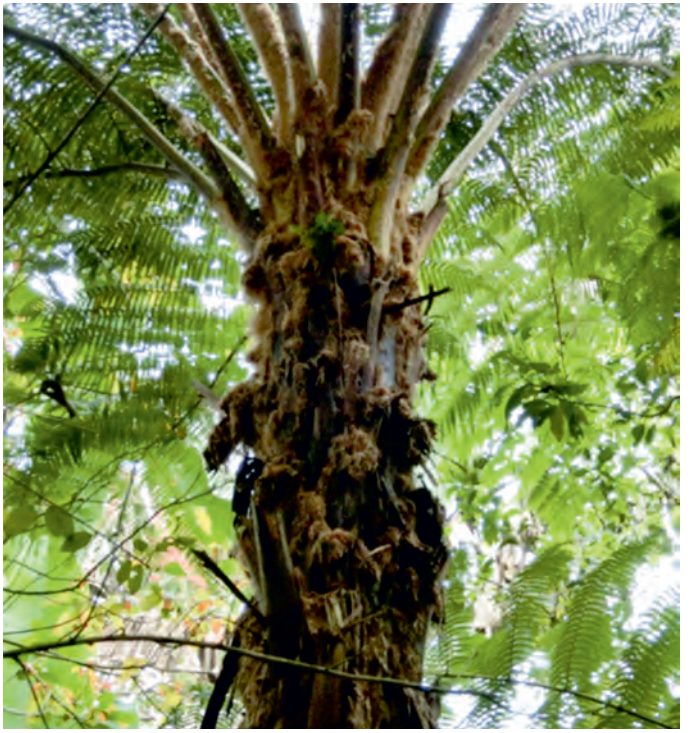


Figura 3. Los helechos arborescentes, cuyas alturas alcanzan más de 4 m, constituyen parte la riqueza biológica de los Bosques de Niebla de la Sierra Norte de Puebla. Las cuatro especies que ahí se presentan son muy sensibles a los cambios microclimáticos y su conservación solo es posible al conservar el ecosistema completo. Sin embargo, los bosques están desapareciendo por la apertura de tierras para la ganadería y la agricultura. Además, los helechos son extraídos directamente para ser usados como plantas de ornato o para elaborar a partir de su tallo, sustrato y macetas (tequique) para el cultivo de orquídeas. Uno de los pocos reservorios de estos Bosques de Niebla se encuentra en el Jardín Botánico (particular) de Xoxoctic en Yahualichan, Puebla.
Foto: C. Jiménez-Sierra.

Las ANP cuentan con un presupuesto económico importante regido desde 1997 por el Fondo para Áreas Naturales Protegidas (FANP) y es a través de la CONANP que se asegura que estos fondos sean ejercidos en actividades estratégicas para la conservación (SEMARNAT 2012b).

Las ANP brindan beneficios directos ya que son fuente de empleos crecientes en múltiples sectores. En la década de los noventa la planta de trabajadores en las áreas protegidas era nula. En el 2005 ya se contaba con 700 personas trabajando en campo, cubriendo más de 20 millones de hectáreas dentro de áreas protegidas y ejerciendo un presupuesto de 550 millones de pesos. En el 2008, el presupuesto se incrementó casi al doble con 1,000 mdp y se contó con 1,200 personas dedicadas a la protección de 161 ANP. Los empleos están destinados a asegurar la protección y vigilancia de las ANP y la mayor parte de la plantilla de empleados trabaja *in situ* (CONANP, 2010).

Con el fin de reforzar el desarrollo sustentable, la CONANP impulsa proyectos en todas sus ANP a través de programas de subsidio económico, como el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES) y el Programa de Empleo Temporal (PET). De esta forma se pretende brindar un apoyo inicial a los productores con el fin de que puedan establecerse como microempresarios sustentables (CONANP, 2013b). Actualmente existen distintas microempresas que favorecen la producción de productos alimenticios, de ornato, del vestido y de servicios. Entre el apoyo a los productos alimenticios destacan los destinados a la producción de miel, de café orgánico, de productos lácteos y en los ecosistemas marinos los apoyos destinados a la producción de abulón y langosta. Los productos del vestido incluyen productos hechos de palma y los de ornato incluyen productos de alfarería. También existen programas que apoyan el aprovechamiento de la piel de cocodrilo, así como de plantas y de peces de ornato para acuarios. Para favorecer el mercado de éstos productos la CONANP difunde en su página (web http://negocios-sustentables.conanp.gob.mx) la oferta de estos Negocios Sociales Sustentables (CONANP, 2013b). Entre las actividades de servicio brindados dentro de las ANP se incluyen actividades de ecoturismo y de educación ambiental donde se propicia la participación de biólogos y ecólogos de diversas instituciones educativas y universidades tanto de México como de otros países, así como actividades y

programas que impulsan el manejo de la caza cinegética de especies con alto valor comercial como el borrego cimarrón.

-Los beneficios económicos indirectos

Las ANP cubren una importante sección del territorio nacional en donde se espera en menor o mayor medida preservar los procesos ecosistémicos naturales

De esta forma las ANP fungen indirectamente como conservadores de bienes públicos, los cuales económicamente producen externalidades positivas. En otras palabras, los procesos como la captación de dióxido de carbono, la producción de oxígeno, la filtración del agua, la retención del suelo y de los nutrientes, así como el amortiguamiento del cambio climático, entre otros, son bienes que de ser valuados en términos monetarios arrojarían cifras de millones de pesos (Fig. 4).

No obstante, pocos son los estudios que evalúan el impacto de las ANP sobre los servicios ecosistémicos en México. Millward y Mersey (2001) demostraron mediante modelos de evaluación de cuencas y de sistemas de información geográfica que la Reserva de la Bisofera Sierra de Manantlán, ejerce una función importante en el mantenimiento de las bajas tasas de erosión del suelo. En otras palabras, de expenderse las actividades agrícolas dentro de esta área se provocaría una sobreacumulación de sedimentos en el Río Ayuquíla que muy probablemente tendría importantes repercusiones económicas (Millward y Mersey, 2001).

Un enfoque novedoso para mostrar la relevancia del valor económico indirecto que tienen las ANP en el mundo es a través del conocimiento de la disposición que muestran los pobladores para pagar por los servicios ambientales que las ANP les brindan. Por ejemplo, Sanchéz-Brito *et al. (*2013) investigaron la disposición a pagar por la existencia del servicio ecosistémico hidrológico dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna de Baja California. Sus resultados mostraron que la disposición a pagar por la protección de esta reserva aumenta con el incremento del conocimiento que los individuos tienen sobre el funcionamiento de los ecosistemas involucrados, con lo que se hace tangible la importancia de la concientización social para tener éxito en la empresa de la conservación y del uso sustentable de nuestros recursos.

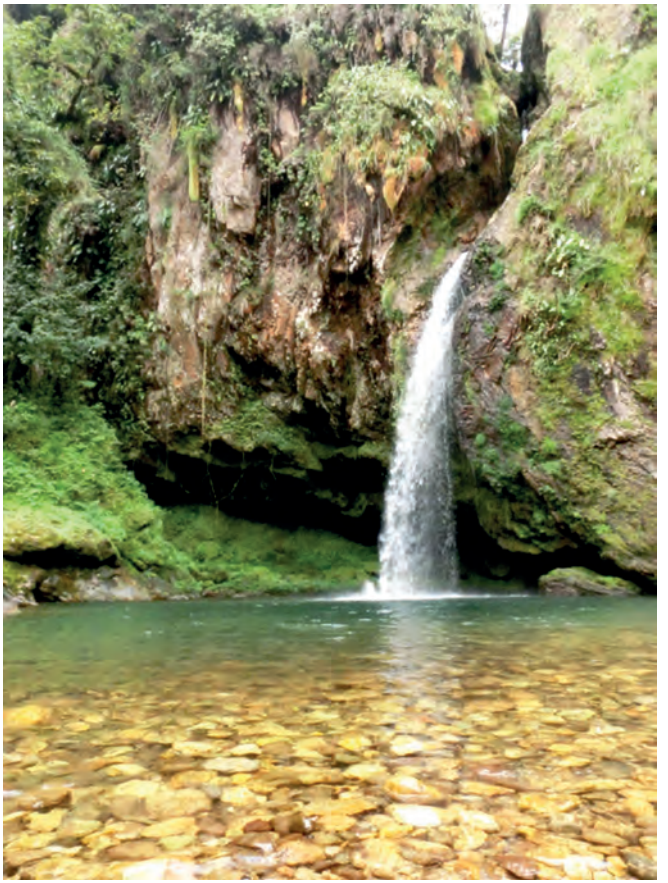


Figura 4. Cascada Las Brisas en el Área de Conservación Estatal *Nejmachpialis* en las cercanías del pueblo de Mágico de Cuetzalan. A la entrada de esta área se lee "Defendamos los bosques" y su traducción al náhuatl (lengua autóctona de los pobladores de la zona): "*Tiknemachpiaj in kouyoj*" .
Foto: C. Jiménez-Sierra.

La importancia social de las ANP

Las ANP buscan incrementar el bienestar de las comunidades locales. Esto puede lograrse a través de programas de educación y de desarrollo de actividades de uso sustentable de los recursos, talleres de monitoreo, así como a través de la promoción de actividades de investigación. Año con año se observan esfuerzos por mejorar los impactos sociales dentro de las ANP. No obstante, aún queda mucho por hacer.

Las áreas naturales protegidas no son solamente reservorios de la biodiversidad del país. Son también el hogar de un gran número de pobladores. Sin embargo, probablemente la sociedad ha sido uno de los sectores menos considerados en los proyectos de creación, manejo y desarrollo de las ANP mexicanas. Las ANP tienen la misión de contribuir con el desarrollo social sobre todo de las comunidades que se encuentran instaladas dentro de ellas (CONANP, 2007).

A pesar de que en las ANP mexicanas se han realizado diversas investigaciones tendientes a incrementar el conocimiento de nuestro capital natural y en ellas se han promovido diversas actividades de educación para la conservación y se han creado programas que impulsan el ecoturismo, pocos son los casos que confirman logros positivos sobre las condiciones sociales (*i.e.* incremento del alfabetismo, de la escolaridad, o de las condiciones de la vivienda) o en la inclusión de las comunidades locales sobre la toma de decisiones dentro de las ANP.

-El incremento del conocimiento

Las ANP se encuentran entre los ambientes mejor estudiados en México. Su estado de protección atrae a un gran número de investigadores de distintas disciplinas que buscan conocer la diversidad cultural y biológica (Fig. 5), así como favorecer la eficiencia de su manejo (Gallina, 2012). En 2008, por ejemplo, más de 200 artículos científicos se habían publicado sobre el **Parque Nacional Puerto Morelos**, convirtiéndose así en el sistema arrecifal más investigado del país (Rodríguez-Martínez, 2008). Otras ANP como las **Reservas de la Biosfera de Los Tuxtlas**, **Calakmul** y Chamela también son sitios muy importantes en la generación de conocimientos biológicos básicos de las especies y ecosistemas del país.

-El incremento en la educación para la conservación

La cultura de la conservación se logra a través de programas formales o informales de educación ambiental los cuales pretenden crear conciencia de la importancia de conservar los recursos biológicos que se han heredado, así como promover el uso sustentable de los mismos (Gallina, 2012). De esta manera se favorece una espiral en la adquisición de conocimientos e intereses por preservar el propio patrimonio biológico y cultural. En algunas reservas, por ejemplo, se han creado talleres que habilitan a los pobladores (Cortés-Calva *et al.*, 2014) para que ellos

mismos monitoreen diversas variables bióticas o abióticas de los ecosistemas y estas actividades forman un eslabón importante para el entendimiento y conservación de los ambientes particulares de cada reserva (Fig. 6).

Figura 5. Las Reservas Naturales Protegidas de México, ofrecen sitios ideales para la conservación de los recursos y para el desarrollo de investigaciones a largo plazo. Aquí se muestra un grupo de biólogos haciendo el seguimiento de cactáceas endémicas de muy pequeño tamaño que viven protegidas bajo la fronda de arbustos del matorral xerofito en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (Hidalgo).
Foto: C. Jiménez-Sierra.

-El fomento del ecoturismo

La CONANP favorece el turismo dentro de las ANP como una opción para lograr la conservación y el desarrollo sustentable para las comunidades locales que las habitan y reconoce al ecoturismo como un factor clave para combatir la pobreza y proteger el medio ambiente (CONANP, 2013c). Sin embargo, el turismo mal gestionado representa una grave amenaza debido al impacto que podría ocasionar sobre los ecosistemas, por lo que es importante regular las actividades y el número de visitantes que llegan a los centros ecoturísticos.

El desarrollo del ecoturismo propicia en los visitantes, la apreciación de la naturaleza y genera ingresos, promoviendo tanto cambios de divisas como fomentando la creación de empleos a nivel local, regional y nacional (CONANP, 2010). A nivel local se favorece el desarrollo de empresas pequeñas que manejan hoteles y campamentos, así como la capacitación del personal para conducir diversas actividades recreativas relacionadas con las características de los ambientes como: caminatas, ciclismo, rapeleo, canotaje o la práctica de inversiones subacuáticas.

Actualmente se cuenta con el portal "México Natoural" (CONANP: http://natoural.conanp.gob.mx) cuyo objetivo es promover a nivel nacional e internacional el ecoturismo en las ANP de México.

La importancia actual del ecoturismo se hizo patente en el 2012 cuando se obtuvo un registro de cerca de siete millones de turistas a los centros ecoturísticos instalados dentro Áreas Naturales Protegidas de México. Este turismo produjo una importante derrama económica en beneficio de los pobladores locales.

Además, se espera que tanto el disfrute de la naturaleza como el conocimiento y la concientización adquiridos por estos visitantes al convivir con la naturaleza los transforme en aliados de la conservación de nuestra riqueza natural (CONANP, 2013c)

-El impacto social y participación comunitaria

Los ejemplos que demuestran una efectiva participación de la comunidad local en la toma de decisiones dentro de las ANP son precarios. Uno de ellos, lo representa la creación del **Área Natural Protegida Arrecife Puerto Morelos**, la cual es una de las pocas ANP que han sido creadas a partir de una iniciativa comunal para lograr la protección del ecosistema arrecifal (Rodríguez-Martínez, 2008).

Tradicionalmente las ANP han sido impuestas y decretadas sin el conocimiento de los pobladores locales como ha sucedido en la creación de la Reserva de la Biosfera Calakmul, o de Ria Lagartos y del ANP Isla Arena (García-Frapolli *et al.*, 2009). Esta situación viola los principios de sustentabilidad y dificulta el eficiente funcionamiento de las ANP a corto y largo plazo y más aún cuando el 95% de las ANP están localizadas en áreas ejidales y/o privadas y no en tierras federales (García-Frapolli *et al.,* 2009).

Además, se ha reportado que los pobladores que habitan las ANP se encuentran

con frecuencia en conflicto entre su desarrollo social y la conservación biológica (Cortina-Villar *et al.*, 2012). Sin embargo, esto no debería de ser así. Reimann *et al.* (2011), por ejemplo, señalan que no encontraron diferencias entre el grado de escolaridad, analfabetismo o hacinamiento entre las comunidades que viven dentro o fuera de las ANP de la península de Baja California, lo que implica que las ANP no han tenido el éxito deseado en su misión de promover el desarrollo social.

Figura 6. Los pobladores de la Reserva de la Biosferea Barranca de Metztitlán (Hgo), han adquirido conciencia de la importancia de la conservación de sus ecosistemas y han aprendido la técnica para el cultivo de diversas especies de cactáceas. Actualmente, ellos son los promotores de la conservación y del uso sustentable de sus recursos.
Foto: C. Jiménez-Sierra.

Sin embargo, en el sur del país se encontró lo contario, ya que, las comunidades humanas en el Área Protegida de Flora y Fauna "Otoch Ma´ax Yetel Kooh" (Yucatán), destinadas principalmente a la protección del mono araña (*Ateles geoffroyi*), se han visto favorecidas económicamente y se ha comprobado una recuperación de la vegetación arbórea entre 1999 y 2003 debido al cambio de actividades de los pobladores quienes han abandonado la agricultura y han incremento sus ingresos debido al aumento de actividades ecoturísticas en la zona.

Sin embargo, hacen falta realizar más investigaciones para determinar el verdadero impacto social de las ANP a nivel nacional.

-La problemática social

Probablemente uno de los mayores problemas que afrontan las ANP es el hecho de que su establecimiento surge de una decisión gubernamental y no del sentir o de la necesidad comunitaria de progresar conservando su entorno. Como Reimann *et al.* (2011) comprobaron esta necesidad está fuertemente influenciada por el grado de educación ambiental de los pobladores. En este sentido resulta primordial continuar con las labores de educación ambiental. Otra alternativa para lograr la integración de los pobladores, es el desarrollo de un co-manejo de las ANP entre las comunidades locales y el gobierno federal promoviendo de esta manera la participación, la responsabilidad y los compromisos sociales (Rodríguez-Martínez, 2008). También debe ser considerada a nivel nacional, la alternativa de promover la creación de áreas protegidas privadas (*i.e.* Organizaciones Sociales Civiles (ONG), o propiedades privadas) las cuales actualmente se encuentran en sus inicios pero que a nivel mundial han sido reconocidas como alternativas viables para la conservación de diversas especies (Bezaury-Creel 2005).

La importancia transnacional

La importancia transnacional de las ANP está principalmente en su papel como zonas "fuente" que permiten incrementar la conectividad dentro y entre ellas favoreciendo así la integración general del paisaje.

La función de las ANP es la preservación de la biodiversidad mundial (Chape *et al.*, 2008). Actualmente, alrededor del 12% de la superficie del planeta se encuentra protegida bajo alguna categoría (Rodrigues *et al.*, 2004).

La forma de gestionar las ANP es decisión particular de cada país. Sin embargo, debido a que la naturaleza no reconoce los límites entre regiones políticas, se han realizado esfuerzos para establecer programas intergubernamentales que permitan incrementar la conectividad entre las ANP de distintos países.

Las ANP con cobertura internacional tienen la ventaja de que al favorecer la conectividad del paisaje se facilita el flujo genético entre las poblaciones y el intercambio de individuos entre las ANP, con lo que se disminuyen los riesgos de extinción y se incrementa la resiliencia de los ecosistemas, aunque por supuesto implican ciertos retos de manejo.

En México se reconocen tres programas de cooperación entre ANP a nivel internacional, los cuales buscan conservar la biodiversidad compartida con otros países y promover el manejo sustentable de los recursos que ahí se encuentran, estos son: 1) Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte; 2) Corredor Biológico Mesoamericano y, 3) El Corredor Arrecife Coralino Mesoamericano.

La Red de Áreas Marinas Protegidas de América del Norte (RAMPAN) busca incrementar la conectividad entre las áreas protegidas marinas desde las costas del Pacífico Mexicano hasta las de Alaska. Su objetivo principal es preservar los ambientes de migración de los grandes cetáceos. Esto a nivel nacional, trae obvios beneficios biológicos y económicos favoreciendo la continuación del flujo de ecoturismo para el avistamiento de ballenas en las costas de la Península de Baja California (CEC, 2012).

El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) representa una iniciativa multinacional para promover la protección, la conectividad y la conservación de los ecosistemas y las áreas protegidas del istmo de América, lo que mantiene también conectividad entre los ecosistemas de Norteamérica y los de Sudamérica garantizando la continuidad de los procesos evolutivos y el mantenimiento de la biodiversidad de la zona (SEMARNAT, 2012a).

La iniciativa del Sistema de Arrecifes Coralinos Mesoamericanos, considera la inclusión de las áreas naturales protegidas de Belice, Guatemala, Honduras y México para la conservación de la segunda barrera arrecifal más grande del mundo con el objetivo de preservar y comprender mejor su biodiversidad (Kramer y Kramer, 2002).

Consideraciones Finales y Perspectivas

El establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, es una alternativa viable para nuestro país, la cual debe ser fortalecida, a fin de conservar nuestra riqueza biológica y cultural. Hasta la fecha se han hecho grandes esfuerzos, sin embargo, es necesario visualizar una estrategia global a largo plazo, así como promover una mayor participación de los pobladores a través de programas de educación ambiental para alcanzar una gestión mucho más participativa.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Badano E.I, J. García-Guzmán, C.H. Vergara-Briceño., E.L. Martínez-Romero, M.N. Barranco-León, F. Luna-Castellanos, A.M. Acuña-Cors., M.A. García-Valenzuela y C.R. Ramos-Palacios. 2012. *Conservation value of natural protected area in the state of Puebla, México.* Revista Mexicana de la Biodiversidad 83**:** 834-846.

Banco Mundial. 2014. *Población total*. En: http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL Consultado el 8 de abril de 2014.

Bezaury-Creel, J.E. 2005. *Protected areas and costal and ocean management in Mexico*. Ocean and Costal Management 48: 1016-1046.

Ceballos G., Rodriguez P., Medellin, RA. 1998. *Assessing Conservation Priorities in Megadiverse Mexico: Mammalian diversity, endemicity and endangerment*. Ecological Applications 8: 8-17

Ceballos, G., C. Chávez, H. Zarza y C. Manterola. 2000. *Ecología y conservación del jaguar en la región de Calakmul*. Biodiversitas 62: 1-7.

CEC.2012.North America´s protected areas. En: http://www3.cec.org/islandora/es/item/10690-north-americas-marine-protected-areas-north-american-short-film-series-es.pdf Consultado 8 de abril de 2014.

Chapa-Vargas, L. y K. Monzalvo-Santos. 2012. *Natural protected areas of San Luis Potosí, Mexico: ecological representativeness, risks and conservation implications across scales*. International Journal of Geographical Information Science 26: 1625-1641

Chape S., J. Harrison, M. Spalding, I. Lysenko. 2005. *Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets*. Philosophical Transactions of the Royal B Biological Science 360 (1454): 443-455.

Chape S., Spalding, M. Taylor, A. Putney, N. Ishwara, J. Thorsell, D. Blasco, J. Vernhes, P. Bridgewater, J. Harrison and E. McManus. History, Definitions, Values and Global Perspectives. 2008. En: S. Chape, M. Spalding, M.D. Jenkins. 2008 (eds): The World's Protected Areas. UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press. Berkeley, USA.

Clark, S., K. Bolt, y A. Campbell, A. 2008. *Protected areas: an effective tool to reduce emissions from deforestation and forest degradation in developing countries?* Working Paper, UNEP. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, Inglaterra.

CONABIO. 2014. *Biodiversidad Mexicana*. En: http://www.biodiversidad.gob.mx/region/areasprot/enmexico.html. Consultado el 8 de abril de 2014.

CONANP. 2007. *Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012*. En: www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07-012.pdf. Consultado el 8 de abril de 2013.

CONANP. 2010. *Conservación de las Áreas Protegidas en México, importancia, pasado, presente y futuro*. En: http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07012.pdf. Consultado el 8 de abril de 2014.

CONANP. 2013a. *Áreas protegidas decretadas*. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/ Consultada el 8 de abril de 2014.

CONANP. 2013b. *Catálogo de Productos y Servicios de Áreas Naturales Protegidas*. En: http://negocios-sustentables.conanp.gob.mx/documentos/catalogo_pdf.pdf. Consultado el 8 de abril de 2014.

CONANP. 2013c. *CONANP destaca al ecoturismo en áreas naturales protegidas*. En: http://www.conanp.gob.mx/difusion/comunicado.php?id_subcontenido=359 Consultado el 8 de abril de 2014.

CONAPO. 2011 La situación demográfica de México. En: www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Publicacion_Completa_SDM2011. Consultado el 8 de abril de 2014.

Cortés-Calva, P., A. Ortega-Rubio, C.L. Jiménez-Sierra, A. Gatica Colima, I. González López. 2014. 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.

Cortina-Villar, S., H. Plascencia-Vargas, R. Vaca, G. Schroth, Y. Zepeda, L. Soto-Pinto y J. Nahed-Toral. 2012. *Resolving the conflict between ecosystem protection and use in protected areas of Sierra Madre de Chiapas*. Environmental Management 49: 649-662

Diario Oficial de la Federación (DOF) 2008. CATALOGO de las Lenguas Indígenas Nacionales: Variantes Lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. http://www.inali.gob.mx/pdf/CLIN_completo.pdf

Fuller T., V. Sánchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel, M. Linaje y S. Sarkar. 2007. *The cost of postponing biodiversity conservation*. Biological Conservation 134: 593-600.

Gallina, S. 2012. *Is sustainability possible in Protected Areas in México? Deer as an example of a removable resource*. Sustainability 4: 2366-2376.

García-Frapolli E., G. Ramos-Fernández, E. Galicia y A. Serrano. 2009. *The complex reality of biodiversity conservation through Natural Protected Area policy: Three cases from the Yucatan Peninsula*. Land Use Policy 26: 715-722.

Kramer, P.A. y P.R. Kramer (ed. M. McField). 2002. Ecoregional Conservation Planning for the Mesoamerican Caribbean Reef. World Wildlife Foundation. Washington, D.C.

Mas, JF. 2005. Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring and Assessment*. 105: 69-80

Millward, A. A y J.E. Mersey. 2001. *Conservation strategies for effective land management of protected areas using an erosion prediction information system (EPIS)*. Journal of Environmental Management. 61: 329-343.

Navarrete, JL., M.I. Ramírez y D.R. Pérez-Salicrup. 2011. *Logging within protected areas: Spatial evaluation of the monarch butterfly biosphere reserve, Mexico*. Forest Ecology and Management 262: 646-654.

Reimann H., R.V. Santes-Álvarez y A. Pombo. 2011. *El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local: El caso de la península de Baja California*. Gestión y Política Pública 20: 141-172

Rodrigues ASL., SJ. Andelman, MI. Bakarr, L. Boltani, TM. Brooks, RM. Cowling, FLC Fishpool LDC., GAB da Fonseca, KJ. Gaston, M. Hoffmann, JS. Long, PA. Marquet, JD. Pilgrim, RL. Pressey, Jç. Schipper, W. Sechrest, SM Stuart, LG. Underhill, RW Waller, MEJ Watts y W. Yan. 2004. *Effectivness of the global protected area network in representing species diversity*. Nature 428: 640-643.

Rodríguez-Martínez, R.E. 2008. *Community involvement in marine protected areas: the case of Puerto Morelos reef, Mexico*. Journal of Environmental Management 88: 1151-1160.

Sánchez-Brito I., MA. Almendarez, MV. Morales, CA. Salinas. 2013. *Valor de existencia del servicio ecosistémico hidrológico en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México*. Frontera Norte. 50**:** 97-129.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. de la Maza. 2009. *Capital Natural de México: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de Sustentabilidad. Síntesis*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

SEDUE. 1988. Plan de Manejo del Parque Nacional "El Chico". En: http://www.academia.edu/5672648/Plan_de_manejo_Parque_Nacional_El_Chico. Consultado el 18 de febrero de 2015.

SEMARNAT, 2012a. Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). En: http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/tratados-internacionales/cooperacion-regional/frontera-sur/corredor-biologico Consultado el 8 de abril de 2014.

SEMARNAT. 2012b. Fondo para las Áreas Naturales Protegidas. En: http://www.conanp.gob.mx/acciones/fanp.ph Consultado el 8 de abril de 2014.

Para citar esta obra:

Torres-Orozco, D., C. L. Jiménez-Sierra, J. Sosa-Ramírez, P. Cortés-Calva, A. Breceda Solís-Cámara, L. I. Iñiguez Dávalos y A. Ortega-Rubio. 2015. *La importancia de las Áreas Naturales Protegidas en nuestro país*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp.41-64). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 2

Aspectos Metodológicos

Capítulo IV

Valoración de las Diferentes Categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México

Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos*, Cecilia Jiménez-Sierra,
Joaquín Sosa-Ramírez y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

En este trabajo se efectúa una amplia revisión acerca de las diferentes categorías de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de México, así como de su zonificación. Nuestro objetivo es ofrecer de una manera adecuada la incorporación de los elementos clave para instrumentar de manera eficiente la planificación, operación y evaluación de la efectividad de las ANPs de nuestro país. Proponemos asimismo diferentes aproximaciones que pueden ser de utilidad para la valoración de su eficiencia respecto a sus objetivos centrales, que son la conservación y en su caso el uso sustentable de sus recursos naturales. Ya sea con los modelos de aproximación que proponemos, u otros que se pueden diseñar y aplicar, lo más importante de resaltar es que no se debe postergar más el análisis que nos permita evaluar críticamente y proponer mejoras para hacer de nuestras áreas naturales protegidas un mecanismo efectivo para conservar la gran diversidad biológica y cultural de México. Indudablemente nuestra propuesta es no solo absolutamente constructiva, sino también estratégica.

Palabras clave: Valoración eficiencia, ANPs, Conservación, Manejo sustentable.

Abstract

We conduct a review of the several management categories recognized for the Natural Protected Areas (ANPs) of Mexico, as well as its zoning classes. The

aim is to provide a way to include efficiently these key elements into the planning, operation and effectively evaluation of the ANPs in our country. Also, we propose some approaches that can be useful to evaluate their efficiency in relation with their own central objectives, that are conservation and, in some cases, sustainable natural resources use. Either with the evaluation models we propose or others which could be designed and applied, we consider that the most important subject is not to delay more the analysis to critically evaluate and to propose improvements for the ANPs operation. These must be one of the more effective instruments to preserve the high biological and cultural diversity of Mexico. Undoubtedly, our proposal is not only constructive, but also strategic.

Key words: Efficiency evaluation, Natural Protected Areas, Conservation, Sustainable management

Antecedentes

La acelerada degradación de los recursos naturales causada por las actividades humanas ha obligado, cada vez con más urgencia, a las sociedades a tomar medidas para mantener los cada vez más escasos espacios naturales, necesarios para conservar los procesos ecológicos que sostienen la vida en el planeta. Uno de los elementos centrales para la conservación de la biodiversidad a nivel global y también en México, es el desarrollo de un sistema de áreas naturales protegidas (ANP) (CONABIO, 2000). Las ANP son sitios que mantienen las condiciones naturales más similares a lo que había antes de la intervención de los humanos sobre el entorno natural, lo cual sucede cada vez más frecuentemente (Simonian, 1998). El establecimiento de áreas naturales protegidas va en aumento, y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) reporta que el 12% del territorio nacional está bajo protección legal; sin embargo, no se tienen avances importantes para evaluar cómo están funcionando las áreas tanto en lo individual, como en su conjunto (Barzetti, 1993). La valoración de las ANP en su aporte a la conservación pueden tener distintas vertientes como, por ejemplo, su aporte individual a la conservación de la biodiversidad, los procesos ecológico o los servicios ecosistémicos, su aporte conjunto en los mismos temas, pero visto como un sistema completo de áreas protegidas, su aporte al desarrollo social y económico

nacional, tanto a nivel de la sociedad en su conjunto, como para los pobladores y dueños de los recursos naturales del ANP en sí misma y en su contexto regional, o el éxito en el cumplimiento de los objetivos establecidos en el programa de manejo respectivo.

En cualquiera de estos casos es muy importante tener en cuenta la categoría y la zonificación del ANP. Esto es relevante para el trabajo de evaluación, puesto que fuera del ambiente de trabajo directamente ligado al manejo de las ANP (como lo son los directores de las ANP, el personal técnico y administrativo, así como los directivos y demás personal de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el enfoque de estudio más comúnmente aplicado por los interesados en valorar la efectividad de las ANPs, tal como lo es el caso de los investigadores, los productores y las Organizaciones No Gubernamentales, ha sido el pensar en ellas como un agregado homogéneo, cuya principal característica a valorar es su efectividad para la preservación hacia la conservación, normalmente considerando esta como algo difuso (MacKinnon *et al*., 1990). Sin embargo, es necesario tener como premisa fundamental en los procesos de evaluación que hay diferencias en los objetivos y la zonificación de las ANP, lo cual implica que se deben aplicar criterios de efectividad diseñados para cada categoría de manejo (Dudley, 2008; Primack *et al*., 2001). En la presente contribución se describirán las categorías de las ANP de México, su zonificación con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2013) y algunos elementos más que pueden ser útiles para el análisis de la efectividad para la conservación de ellas.

Esta no es una revisión exhaustiva, sino que su objetivo es ofrecer una manera accesible de entender la incorporación de algunos elementos fundamentales para la planificación, operación y evaluación de las ANP de México. Entre ellas destacan la presencia del SINAP, las diferentes categorías de manejo y la zonificación de las ANP, y; así mismo, al final proponemos algunos elementos que pueden ser de utilidad para la evaluación de su eficiencia respecto a sus objetivos centrales, que son la conservación y en su caso el uso sustentable de sus recursos naturales.

Categorías de las ANPs

En esta sección describiremos las categorías de ANP, los objetivos de manejo y la zonificación que se puede hacer en cada una de ellas (DOF, 2013). En la tabla 1

se esquematiza la relación entre las categorías de manejo y la zonificación, que se explicará y ampliará más adelante.

Tabla 1. Relación entre las categorías federales de áreas naturales protegidas en México y la zonificación permitida para cada una de ellas, según lo establecido en la LGEEPA (DOF, 2013).

Zonas	Núcleo			Amortiguamiento						
Sub-zonas	Protección	Uso restringido	Preservación	Uso tradicional	Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales	Aprovechamiento sustentable de los ecosistemas	Aprovechamiento especial	Uso público	Asentamientos humanos	Recuperación
Reserva de la biosfera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Parque nacional	X	X		X	X[1]			X	X	X
Monumento natural	X	X						X		X
Área de protección de recursos naturales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Área de protección de flora y fauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Santuario	X	X						X		X

[1]Solo en el caso de parques nacionales que tengan zonas marinas

Parques nacionales

Los criterios principales para el establecimiento de parques nacionales incluyen la presencia de sitios de belleza escénica, o con valor histórico, científico, educativo, y recreacional, con un alto potencial para el desarrollo turístico; además, que conserven características particulares de flora y fauna. Las zonas que se pueden establecer son zonas núcleo con sub-zonas de protección y de uso restringido, así como zonas de amortiguamiento con sub-zonas de uso tradicional, uso público, asentamientos humanos y recuperación. Bajo condiciones específicas, y si es explícito en el decreto, se pueden establecer sub-zonas reducidas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; si el parque nacional incluye áreas marinas, estas se pueden utilizar como esta misma sub-zona.

Reservas de la biosfera

Dentro del conjunto de áreas naturales protegidas del país, las reservas de la biosfera son el elemento más importante del sistema actualmente, en particular por su tamaño y las opciones que permiten sus objetivos de manejo.

Una reserva de la biosfera busca conservar un área que sea representativa de la diversidad ecosistémica o biológica regional, así como especies endémicas o en alguna categoría de conservación (principalmente las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010). Se busca lograr objetivos de conservación, investigación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, principalmente en beneficio de las comunidades aledañas o que estén en el interior de la misma reserva. Por esta razón, en esta categoría se pueden implementar todas las sub-zonas de manejo.

Áreas de protección de recursos naturales

Esta categoría se enfoca a la conservación de suelos, cuencas, aguas y recursos naturales de terrenos forestales; para estos últimos se aclara que aplicará en "…áreas que no queden comprendidas en otra de las categorías previstas en el artículo 46 de esta Ley" (DOF, 2013). Esto incluye reservas forestales, cabeceras de cuencas y otras zonas para la protección de cuerpos de agua, en particular cuando serán utilizadas para abastecer poblaciones humanas. Por su enfoque a los recursos naturales forestales y cuerpos de agua dulce, esta categoría no se aplica en áreas que incluyan ecosistemas marinos. En estas áreas, al igual que en las reservas de la biosfera, es posible establecer cualquier zona y sub-zona; sin embargo, para cada área en particular se definirá cuáles aplican en el decreto y el programa de manejo respectivo.

Monumentos naturales

Un monumento natural se decreta para un área muy pequeña que contiene elementos naturales con valor estético, histórico o científico. Para esta categoría no se permiten aprovechamientos de tipo extractivo, y solo pueden ser utilizados para visita pública. Por lo tanto, la zonificación incluye solamente zonas núcleo con sub-zonas de protección y uso restringido, así como zonas de amortiguamiento con sub-zonas de uso público y recuperación.

Santuarios

La categoría de santuarios se establece para áreas de superficie pequeña, pero que generalmente contienen hábitats que presentan una alta riqueza de especies, especies de distribución restringida o especies con alguna categoría de conservación. Entre estos sitios se incluyen cañadas, relictos de hábitat, cuevas, cenotes, caletas, humedales y otras unidades geográficas específicas. Solo se prevé el establecimiento de zonas núcleo de protección y de uso restringido, así como zonas de amortiguamiento de uso público y de recuperación.

Áreas de protección de flora y fauna

Dentro de las categorías de ANP que reconoce la LGEEPA, las áreas de protección de flora y fauna se enfocan a la conservación de especies (sobre todo de plantas y animales), así como los hábitats donde viven, se desarrollan y evolucionan. Por esta razón, se establece la necesidad de tomar en cuenta legislaciones y normas que convergen en el tema, como la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre otras. Al igual que en las reservas de la biosfera y en las áreas de protección de los recursos naturales, todas las zonas y sub-zonas se pueden incorporar, pero las específicas de cada ANP se definen en el decreto y el programa de manejo.

Áreas destinadas voluntariamente a la conservación

En aquellas áreas donde la Nación no detenta la soberanía y jurisdicción, y que no han sido decretadas ANP en los términos de las categorías anteriormente descritas, las personas y grupos sociales, como pueden ser las comunidades indígenas, organizaciones sociales, personas morales, públicas o privadas, así como cualquiera otra interesada, pueden proponer su incorporación a la conservación.

Para ello deben, entre otros requisitos, demostrar que tienen la legal propiedad o posesión de terrenos que mantengan las características necesarias para ser protegidas o que provean servicios ambientales, proponiéndolas como áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Estas áreas serán evaluadas, y en su caso equiparadas a alguna de las categorías de conservación de nivel federal, con su zonificación respectiva. Se considerarán como áreas productivas con una función

de interés público, y se certificarán como tales. Su administración y manejo recaerá en principio dentro del ámbito federal, pero con una fuerte co-participación de los poseedores de los terrenos.

Áreas de conservación fuera del ámbito federal

Dependiendo de lo establecido en las legislaciones locales, los gobiernos estatales (incluyendo al Distrito Federal) y municipales tienen atribuciones para establecer ANP en su territorio, con las categorías y zonificaciones reconocidas en la legislación correspondiente. Los estados y municipios no pueden decretar como áreas protegidas a aquellas que hayan sido designadas previamente como tales a nivel federal, con excepción de las áreas de protección de recursos naturales. Sin embargo, si es posible hacer una reconocimiento federal sobre un área estatal o municipal con el fin de hacer compatibles los regímenes de protección.

En aquellos sitios que incluyan zonas marítimas es posible decretar todas las categorías de ANP, con excepción de las áreas de protección de recursos naturales. Para regular el manejo de estas áreas, se debe considerar, además de lo establecido en la LGEEPA, a la Ley de Pesca, la Ley Federal del Mar y las convenciones y tratados internacionales pertinentes de los que México es signatario.

Zonificación de las ANPs

Las áreas naturales protegidas en México, junto con sus categorías y zonificación, se definen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA), en los artículos del 44 al 56 (DOF, 2013), así como en su reglamento respectivo (DOF, 2004). En estos artículos se definen las reglas para establecer áreas protegidas en el país y cuáles son las atribuciones del Estado para asegurar su conservación. Los terrenos que pueden ser destinados a la conservación mediante el establecimiento de un decreto de área natural protegida pueden tener distintos regímenes de propiedad. En primer lugar están los terrenos que son propiedad de la Nación, sobre los cuales el Ejecutivo toma la decisión de dedicar esas tierras a la conservación. En un segundo caso estarían terrenos que están en propiedad o posesión de particulares, comunidades u organizaciones pero que el Estado decide decretar como área natural protegida por la importancia que pudieran revestir para la conservación de especies o ecosistemas. Con la promulgación de la LGEEPA,

fue posible permitir que hubiera asentamientos humanos adentro de los límites de las ANP. Previamente, siguiendo el esquema del gobierno norteamericano para el establecimiento de parques nacionales, esto no era bien visto (Simonian, 1998). Sin embargo, con la llegada de esquemas más modernos en las perspectivas de la conservación, y específicamente el desarrollo del concepto de reserva de la biósfera, impulsado por la UNESCO a través del programa "Man and Biosphere (MAB)" en los años 1970, no solo fue posible incluir terrenos que no cambian en cuanto a su posesión pero si en cuanto a lo que es permitido hacer en ellos, mediante una limitación de dominio establecida básicamente por la categoría del área y su zonificación respectiva, sino también comenzó a tomarse en cuenta a los propietarios en la toma de decisiones de manejo (Halffter, 1984).

El proceso para decretar un área natural protegida debe comenzar mediante el establecimiento de objetivos claros de conservación. En función de estos objetivos es que después podrá plantearse cuál debe ser la categoría que tendrá el área, y en función de esta, cuál será la zonificación que se asigne. Entre los objetivos que marca la LGEEPA (artículo 45) para ser logrados mediante las ANP están los siguientes: Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas más frágiles, conservar la diversidad genética de las especies silvestres, preservar las especies que están en peligro de extinción u otras categorías de conservación, asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, los ecosistemas, sus elementos y sus funciones, generar espacios para la investigación científica de los ecosistemas y sus funciones, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas, proteger poblados e infraestructura de torrentes, inundaciones y otros fenómenos hidrológicos, y proteger los entornos naturales de zonas arqueológicas, históricas, artísticas y turísticas, así como áreas de importancia para la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas (Carabias *et al.*, 1994).

Aunque inicialmente se habían reconocido en la LGEEPA once categorías de áreas naturales protegidas, de las cuales nueve eran de ámbito federal, dos de ellas han sido derogadas, con lo cual quedan siete, incluyendo las áreas dedicadas voluntariamente a la conservación por ciudadanos u organizaciones de cualquier tipo. Las seis categorías reconocidas explícitamente son las reservas de la biosfera,

parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, y santuarios. Adicionalmente hay dos tipos de áreas protegidas fuera del ámbito federal, las que son decretadas tanto por los gobiernos estatales, como por los gobiernos municipales, atendiendo tanto a las legislaciones de cada entidad y las reglamentaciones respectivas de los ayuntamientos.

Es importante mencionar que la LGEEPA prevé que la conservación debe estar vinculada a los sectores sociales y productivos, pues se considera que es uno de los elementos que pueden asegurar la protección de los ecosistemas a largo plazo, mediante la vinculación al desarrollo integral de las comunidades (DOF, 2013).

Una vez establecido que es relevante la creación de un ANP, y habiendo definido sus objetivos y su categoría, el siguiente punto es definir su zonificación. Este concepto apunta al hecho de que hay diversas actividades que se pueden realizar en las ANP, mientras que otras están limitadas o de plano prohibidas. Sin embargo, las actividades deben ordenarse en el espacio delimitado por el decreto dedicando diferentes sitios a distintas cosas. Esta ordenación territorial debe atender a las características ecológicas del área, así como a las dinámicas sociales y la vocación económica de la región. Dependiendo de la categoría del ANP es el tipo de zonas y sub-zonas que es posible aplicar para su manejo.

La zonificación se establece en función de dos clases fundamentales: las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento. La zonificación básica de un ANP se establece en el decreto que la crea (DOF, 2013). La LGEEPA establece que dentro de cada zona, la sub-zonificación (particularmente importante en la zona de amortiguamiento), se define en el programa de manejo, no en el decreto. Si en el decreto no se establece una zonificación, se asume que no hay una zona núcleo claramente definida, por lo que las sub-zonas que corresponden a la zona de amortiguamiento se pueden aplicar, en tanto se respeten las establecidas para la categoría de manejo decretada. Sin embargo, es importante mencionar que, según el reglamento de la LGEEPA, la sub-zonificación si debe estar incluida en el decreto (DOF, 2004).

Se definen las zonas núcleo como aquellas que necesitan una protección estricta, para la preservación a largo plazo de sus ecosistemas (DOF, 2013). En estas zonas las únicas actividades permitidas son las que tienen que ver con la conservación, la

investigación científica (principalmente no manipulativa), la formación de recursos humanos y la educación ambiental. Todas aquellas actividades que impliquen contaminación, destrucción y modificación de hábitats, la extracción de recursos naturales o la introducción de especies exóticas o genéticamente modificadas, están expresamente prohibidas. Es posible realizar algunos aprovechamientos no extractivos (como el ecoturismo), siempre y cuando se realicen mediante un estricto control (DOF, 2013).

La sub-zonificación de las zonas núcleo incluye únicamente dos categorías, que son las de protección y las de uso restringido. Las primeras se establecen en los sitios con mejores condiciones de conservación, o donde se requiera un esfuerzo especial para mantener ecosistemas frágiles o relevantes. Por su parte, las sub-zonas de uso restringido tienen como propósito principal la recuperación o restauración de áreas que tengan procesos de degradación, mejorando o manteniendo las condiciones actuales del ecosistema. En estas zonas se puede mantener alguna infraestructura limitada para la realización de actividades de investigación científica o de monitoreo ambiental (Barzetti, 1993).

El establecimiento de la LGEEPA como marco legal para las ANP incorporó un elemento fundamental en el manejo de estas: fue posible desarrollar actividades de aprovechamiento sustentable de recursos naturales, incorporándolas así en la dinámica de desarrollo regional. La figura que permite este cambio es la zona de amortiguamiento, pues en esta se regula el uso de los recursos con un enfoque de sustentabilidad para evitar su degradación o pérdida. Hay ocho sub-zonas de amortiguamiento para distinguir los varios usos del territorio (DOF, 2013).

De entre las sub-zonas de amortiguamiento, la de preservación es la más cercana al objetivo de las zonas núcleo, pues se enfocan a proteger condiciones biológicas o ecosistemas frágiles que deben conservarse a pesar de las acciones de aprovechamiento o de manejo autorizadas. Es importante hacer notar que esta sub-zona no aparece en el reglamento correspondiente de la LGEEPA, ni es específicamente mencionada para alguna de las categorías de ANP. La sub-zona de uso tradicional es la que ha estado bajo un aprovechamiento que ha sido sustentable a lo largo de los años, incluyendo aquellos anteriores al decreto del ANP; normalmente son manejadas con métodos y técnicas tradicionales de bajo impacto, generalmente asociadas a comunidades rurales o indígenas cuyo enfoque es el autoconsumo de

subsistencia. La sub-zona de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales permiten el aprovechamiento de recursos, aunque no necesariamente tengan un componente tradicional, sino más bien la aplicación de técnicas y tecnologías que permitan y promuevan un manejo orientado al mantenimiento del ecosistema en el largo plazo; los principales beneficiarios del aprovechamiento deben ser las poblaciones locales (Carabias *et al*., 1994). La sub-zona de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas presenta un enfoque distinto a la sub-zona anterior, en el sentido de enfocarse hacia una visión de aprovechamiento integral del paisaje, y no necesariamente a uno o dos tipos de recursos naturales; en esta perspectiva integral se incorporan las actividades agrícolas y ganaderas de baja intensidad, así como acciones de agroforestería o silvopastoriles; se incorporan también acciones de conservación, control de la erosión, y la reducción de agroquímicos e insumos externos (DOF, 2013). Vale la pena mencionar que en el reglamento correspondiente se le enlista como sub-zona de aprovechamiento sustentable de agroecosistemas. La sub-zona de aprovechamiento especial se refiere a sitios puntuales donde se puede construir o mantener infraestructura para apoyar el desarrollo local o regional o para explotar recursos naturales que generen beneficios públicos, como pudiera ser un pozo de agua, un bordo de aprovechamiento comunal, el tendido de una línea eléctrica para una comunidad o una estación repetidora para telecomunicaciones; sin embargo, en todos los casos su construcción y mantenimiento deben realizarse bajo estricta supervisión y normas técnicas para reducir los posibles impactos (Barzetti, 1993). Para las zonas que por sus atractivos naturales reciben visita pública con fines de recreación y esparcimiento, se ha designado la sub-zona de uso público; una evaluación precisa de la capacidad de carga del sitio debe ser realizada, incluyendo además las necesidades de creación de infraestructura básica para la atención de los visitantes; en función de estos cálculos es el número de visitantes que se debe autorizar para el sitio (MacKinnon *et al*, 1990). Debido a que se abre la posibilidad de decretar ANP que incluyan en su interior centros de población previos al establecimiento del área protegida, se incorpora la sub-zona de asentamientos humanos; sin embargo, es importante mencionar que no se pueden crear nuevos centros de población una vez que el ANP ha sido decretada (DOF, 2013). La sub-zona de recuperación se define para aquellos sitios que han sufrido severos procesos de deterioro o degradación por las actividades humanas; las actividades permitidas

en estas zonas están fundamentalmente enfocadas a generar y mantener programas de recuperación o rehabilitación. Esta sub-zona es una categoría temporal, que deberá asignarse a otra clase de uso, una vez que se haya recuperado o rehabilitado.

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP)

Es evidente que en un país tan diverso como México, las áreas naturales protegidas mostrarán una amplia heterogeneidad respecto a sus características físicas, bióticas y sociales. A esta circunstancia hay que agregar que las ANP han sido decretadas a lo largo de muchas décadas, con criterios distintos para su establecimiento, criterios que han ido cambiando al paso de los años. Por estas razones, se hace necesario realizar una priorización de aquellas ANP que son más relevantes para la conservación del conjunto de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del país. El instrumento que establece la LGEEPA para ello es la creación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). Las áreas que se incorporan al SINAP son aquellas que se destacan por su alta riqueza de especies, contienen especies endémicas, de distribución restringida, en riesgo o algunas que no están representadas en otras áreas protegidas, o presentan una alta diversidad de ecosistemas, sobre todo si son frágiles, relictuales o de distribución limitada, así como fenómenos naturales frágiles o importantes, mantienen la integridad funcional, proveen servicios ambientales, y hay condiciones sociales que hagan viable su conservación. En el reglamento correspondiente se establece que las áreas que pertenecen al SINAP deben recibir financiamiento y apoyo de diferentes instancias.

Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC)

En 2001, el gobierno federal comenzó a operar el Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC), como un mecanismo para integrar y sistematizar información relevante para el manejo de las ANP. El diseño del SIMEC aborda tres subsistemas, que corresponden:

1) a la información general disponible para los responsables del manejo de las áreas protegidas y el público en general,
2) al monitoreo de poblaciones de especies selectas en algunas ANP, y
3) a la evaluación de algunos indicadores de desempeño.

Este último subsistema 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. Los resultados que hay disponibles para consulta muestran que sí ha habido una evolución conceptual en cuanto al diseño del SIMEC, a lo largo de nueve años (2001-2009).

En particular en el subsistema de evaluación, a finales de 2009 se redujo y clarificó el número de indicadores estratégicos para el conjunto de las áreas protegidas y se hizo una revisión crítica de las metas establecidas y la manera de medirlas; en el caso del nivel de áreas particulares hay ejemplos de qué se podría hacer, pero no un análisis sistemático de cada ANP. Sin embargo, desde entonces parece que el análisis del diseño del sub-sistema se detuvo, pues no hay disponible nada nuevo desde entonces, a pesar del cambio de sexenio. En lo que respecta a la información disponible, el subsistema de información muestra algunos datos actualizados a finales de 2013, mientras que otros han permanecido igual desde 2009 y 2010. En el subsistema de monitoreo, la situación parece ser más o menos igual, mientras que en el caso del subsistema de evaluación los datos más recientes en los indicadores estratégicos datan de 2011, mientras que casi todo lo demás es de 2009 o 2010, con la excepción de las evaluaciones externas a programas de subsidios, que llegan hasta el 2013.

Discusión académica

En diversos documentos se reconoce que uno de los elementos todavía faltantes en las ANP es la evaluación de su efectividad. Esta evaluación puede ser abordada desde diferentes puntos de vista y con metodologías distintas. La misma CONANP menciona algunas posibles aproximaciones metodológicas. Es evidente que dependiendo de una selección adecuada de métodos e indicadores se podrá establecer cabalmente si el objetivo de conservación, que es la aspiración de las ANP, se logra o no. Los distintos enfoques de análisis se basan en diferentes elementos que se deben considerar en el funcionamiento de las ANP. Por ejemplo, se pueden focalizar en los <u>insumos</u> (es decir, cuantos recursos humanos, materiales y financieros se destinan al logro de los objetivos del ANP). Otro enfoque se puede centrar en los <u>procesos</u> (cuáles son los instrumentos normativos, estratégicos y operativos para la

planeación y la gestión, cómo se traducen estos en decisiones de manejo, o cuáles son los criterios para la asignación de los recursos humanos, materiales y financieros en las diferentes actividades del área). Finalmente, el enfoque podría concentrarse en los resultados o productos (como podrían ser el incremento o la reducción en la superficie boscosa del ANP, la reducción en las hectáreas afectadas por un incendio forestal, la reducción de la densidad poblacional de alguna especie invasora o la tendencia hacia el crecimiento de áreas para el ecoturismo).

Una vez que se ha decidido el enfoque, es necesario pasar a definir el método de evaluación, así como los indicadores que se aplicarán en dicho método, señalando como se medirán. Hay dos aproximaciones a esta problemática. La primera es definir el proceso a partir de los criterios establecidos por los directivos (lo cual es conocido como una evaluación "desde arriba"); esta evaluación lleva a la creación de criterios generales que se pueden aplicar en todas las ANP, generando una estandarización que aplica para todas, independientemente de su categoría de manejo y zonificación específica. La segunda es partir de las opiniones de las personas directamente involucradas con cada ANP en particular, lo que incluye al personal que trabaja en la misma ANP, así como los pobladores que poseen o viven en los terrenos de la misma, al igual que otros actores locales de los ámbitos académico, social o productivo, para atender su problemática de conservación específica (a esto se le conoce como evaluación "desde abajo", la cual permite el empoderamiento de una mayor cantidad de actores asociados al ANP).

En el caso del SIMEC, parece ser que el enfoque para evaluar la efectividad se orienta sobre todo a los insumos y procesos, con una aproximación generalista "desde arriba". Para ello, han seleccionado la metodología propuesta por la UICN (Hockings *et al.*, 2000), que se basa en tres elementos principales, que son la idoneidad del diseño del ANP, la idoneidad de los sistemas y procesos para el manejo de la misma, así como en la determinación del logro de los objetivos de conservación del ANP. Para hacer esto se analizan seis elementos: contexto o situación actual, planificación, insumos, procesos, productos e impacto. El análisis se realiza midiendo 30 indicadores que fueron previamente seleccionados (CONANP, 2009).

Conclusiones y perspectivas

Un enfoque como el descrito arriba puede funcionar bien desde un punto de vista del análisis general de todas las áreas, sin profundizar en las particularidades de

cada ANP. Sin embargo, podríamos considerar un enfoque diferente, a partir de la premisa de la amplia heterogeneidad de condiciones en las que funcionan nuestras ANP, tanto en su contexto ecológico y social, como por la diversidad de categorías de manejo que presentan. Es posible que el enfoque y los métodos planteados arriba no sean suficientes para establecer si un ANP cumple o no su función primordial. Por lo tanto, sería adecuado buscar una mayor participación de los actores locales (incluyendo, por supuesto al personal que labora en el ANP) en la definición de los criterios de eficiencia, integrando tanto su experiencia en el campo, como los componentes de categorización y zonificación de las ANP, y revisando su impacto e interacciones desde el ámbito local hasta el internacional, en un gradiente respectivamente de mayor a menor profundidad en el análisis. Una combinación que consideramos valdría la pena de ser explorada para mejorar el análisis son el modelo "Sistema de manejo para áreas protegidas basado en ecosistemas (Ecosystem-based management system for protected areas)" y el "Modelo pluridimensional de gobernanza (Pluri-dimensional model of governance)" (Mendoza-Sammet y Quinn, 2010; Mendoza-Sammet *et al.*, 2010). El primer modelo presenta un enfoque centrado en los resultados o salidas del sistema, de los cuales se definen los indicadores mediante una jerarquía de la planificación que va de la legislación y las políticas nacionales a la definición de indicadores y resultados específicos de cada ANP individual. Esta jerarquización se define para diversos temas en cuatro componentes que incluye el ANP: ambiental, social, económico y operativo. El segundo modelo establece tipos de gobernanza, que se representan en cinco ejes o dimensiones analíticas: ambiental, social, económica, administrativa y de conocimiento. A lo largo de cada eje se establece un gradiente de influencia sobre el ANP en seis niveles: interno (del ANP), local, estatal, regional, nacional y transnacional.

Ya sea con estos modelos u otros que se pueden diseñar y aplicar, lo más importante de resaltar es que no se debe postergar más el análisis que nos permita evaluar críticamente y proponer mejoras para hacer de nuestras áreas naturales protegidas un mecanismo efectivo para conservar la gran diversidad de México. Indudablemente nuestra propuesta no solo es absolutamente constructiva, sino también estratégica.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Barzetti, V. (ed.). 1993. *Parques y progreso. Áreas protegidas y desarrollo económico en América Latina y el Caribe*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) y Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Gland, Suiza. 258 pp.

Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. 1994. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México 138 pp.

CONABIO. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. 103 pp.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2004. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en materia de áreas naturales protegidas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F., México.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2013. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F., México.

Dudley, N. (ed.). 2008. *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Gland, Suiza. X + 96 pp.

Halffter, G. 1984. *Las reservas de la biosfera: Conservación de la naturaleza para el hombre*. Acta Zoológica Mexicana (ns), 5:4-48.

Hockings M., S. Stolton y N. Duley. 2000. *Evaluating effectiveness: A framework for assessing the management of protected areas*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 121 pp.

Mackinnon, J., K. Mackinnon, G. Child y J. Thorsell. 1990. *Manejo de áreas protegidas en los trópicos*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Gland, Suiza. 314 pp.

Mendoza-Sammet, A. y M. S. Quinn. 2010. *Governance challenges for wildland preservation in Canada and Mexico*. International Journal of Wilderness, 16(2):13-21.

Mendoza-Sammet, A., M. S. Quinn y D. Thompson. 2010. *Evaluating protected area management*. Pp. 522-533. En: Bondrup-Nielsen, S., K. Beazley, G. Bissix, D. Colville, S. Fleming, T. Herman, M. McPherson, S. Mockford y S. O'Grady (eds.). Ecosystem Based Management: Beyond Boundaries. Proceedings of the Sixth International Conference of Science and the Management of Protected Areas, 21–26 May 2007, Acadia University, Wolfville, Nova Scotia. Science and Management of Protected Areas Association.

Primack, R., R. Rozzi y P. Feinsinger. 2001. *Establecimiento de áreas protegidas*. Pp. 449-475. En: Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (eds.). Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. 797 pp.

Simonian, L. 1998. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Ecología (INE), SEMARNAP. México, D.F., México. 345 pp.

Para citar esta obra:

Iñiguez-Dávalos, L.I., C. Jiménez-Sierra, J. Sosa-Ramírez y A. Ortega-Rubio. 2015. *Valoración de las diferentes categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia- Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp.67-84). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo V

Caracterización, Diagnóstico y Manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: Propuesta Metodológica

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza*,
Francisco Uribe-Osorio y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Si bien las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) de México son estratégicas y fundamentales la realidad es que las metodologías para determinar su óptimo manejo no se encuentran tan desarrolladas como en el caso de las Áreas Terrestres Protegidas. A través de este proyecto se generó una propuesta metodológica para determinar las acciones requeridas para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas marinos y costeros de diez ecosistemas insulares prioritarios en el Golfo de California. La propuesta metodológica incluye una fase de caracterización y regionalización, durante la cual se generan mapas, figuras tablas y bases de datos detalladas. La fase de recomendaciones de manejo se basa en determinar la vocación de cada ecosistema analizado, generando en conjunto una serie de lineamientos para que sean incorporados a un "Plan General de Manejo de las Áreas Marinas Protegidas del Mar de Cortés".

Palabras clave: caracterización, diagnóstico, manejo; calidad-salud ambiental

Abstract

Due the importance of the Marine Protected Areas (MPA´s) and its sustainable management to Mexico, an expedition of field work and cabinet tasks were

performed between 2007 and 2008 in ten marine ecosystems of interest in the Gulf of California. Maps, figures, tables and a detailed data base were made in the characterization and regionalization phase. In the cabinet phase, two types of management criteria were raised: general ones and those based on the vocation of each site characterized to integrate the proposal for a " General Management Plan for Marine Protected Areas of the Cortez Sea".

Key words: Characterization, diagnosis and management; environmental quality and health.

Antecedentes

En la República Mexicana se encuentra alrededor del 10 % de la flora mundial, representada por más de 25,000 especies de plantas superiores en 23 tipos de suelo, de los 25 establecidos por la FAO (1997), conformando una gran diversidad de hábitats con un enorme potencial de aprovechamiento. Estas condiciones hacen de nuestro territorio, una de las áreas de reproducción de especies silvestres más importantes del continente americano. Por su clima y vegetación, es un santuario de múltiples especies migratorias, como tortugas marinas, ballenas, aves e insectos. La riqueza faunística de nuestro país incluye unas 449 especies de mamíferos, 1,051 especies de aves, 692 especies de reptiles y 285 especies de anfibios, sin contar la gran variedad de especies de invertebrados y de fauna marina, que conjuntamente constituyen una diversidad biológica de gran relevancia a escala mundial (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1989).

En marzo de 1988 entró en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuyo título segundo se refiere a las Áreas Naturales Protegidas. En México, las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son aquellas zonas del territorio nacional de alta importancia ecológica sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción. Las Áreas Marinas Protegidas (AMPs) son instrumentos estratégicos para preservar la biodiversidad en porciones -costeras, marinas, insulares, estuarinas o acuáticas- del territorio, representativas de ecosistemas, en los que el ambiente original no ha sido alterado en forma significativa por las actividades humanas, que requieren sujetarse a diversos regímenes de protección o conservación, o que en caso de haber sufrido algunos daños deben ser restauradas para que su aprovechamiento pueda ser sustentable.

Entre los ecosistemas marinos, tan solo en el Golfo de California hay 898 islas que constituyen cerca de la mitad de la superficie del territorio insular de México. En los territorios insulares, la primera Zona de Reserva Natural y Refugio para la Fauna Silvestre Nacional fue la Isla Tiburón, decretada en 1963 (DOF. 15/03/63 citado por Diario Oficial de la Federación, 2001). La Isla Rasa, fue la segunda Zona Natural y Refugio de Aves, decretada en 1964, considerando la protección del carrán elegante (*Sterna elegans*) y de la gaviota ploma (*Larus heermanni*) (DOF. 30/05/64 citado por Diario Oficial de la Federación, 2001).

A éstos decretos se agregan el del Parque Nacional Isla Isabel, Islas Lobos, Venados y Pájaros, como Zona de Reserva Ecológica y Zona de Refugio de Aves Marinas y Migratorias de la Flora y Fauna Silvestre, el 8 de diciembre de 1980. En 1993 la declaratoria de Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y en 1996, la del Parque Nacional Marino Bahía de Loreto, que incluye la zona marina e Islas Coronados, del Carmen, Danzante, Santa Catalina y Monserrat (Diario Oficial de la Federación, 2001).

El Área de Protección de Flora y Fauna Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre: Islas del Golfo de California, frente a las costas de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, a partir del 7 de junio de 2000 se decretó como Área de Protección de Flora y Fauna en México (Diario Oficial de la Federación, 2001).

La Reserva de la Biósfera Bahía de los Angeles, Canal de Ballenas y Canal de Salsipuedes y las islas del Parque Nacional Zona Marina, Archipiélago de San Lorenzo, representan ecosistemas costeros y marinos que se caracterizan por una alta productividad biológica, valor paisajístico reconocido, buen estado de conservación y constituyen un activo natural muy valioso para México y el mundo, en lo referente a pesca comercial, pesca deportiva, investigación científica, recreación, así como un refugio natural de diversas especies marinas de interés.

Algunas especies presentes en la Reserva de la Biósfera, Zona Marina de Bahía de los Angeles, Canal de Ballenas y Canal de Salsipuedes y en el Parque Nacional Zona Marina Archipiélago de San Lorenzo, presentan un régimen de protección especial, como los mamíferos marinos: rorcual común (*Balaenoptera physalus*), rorcual tropical (*B. edeni*), ballena azul (*B. musculus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), orca (*Orcinus orca*), ballena gris (*Eschrichtius robustus*), cachalote

(*Physester macrocephalus*), delfín de rostro largo (*Delphinus capensis*), calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynha*) y lobo marino de California (*Zalophus californianus*) (Diario Oficial de la Federación, 2001). Escalona *et al.* (2001), Calderón Aguilera (2005; 2006) y algunos otros autores, han efectuado la caracterización de otros rasgos en estas AMPs.

Aunque casi el 75 % de las extinciones de especies más recientes de la Tierra han tenido lugar en islas, Stephen Edwards, de la "Sustainable Use Initiative de la World Conservation Union", manifiesta que la frecuencia de las extinciones conocidas entre los años 1900 y 1990 no denota tendencias ni a la alta, ni a la baja.

La curva de relación entre las especies y el área que habitan es fundamental para la teoría de la biogeografía insular, pero los parámetros empleados para describir dicha curva, no han reflejado una relevancia teórica. El balance entre la inmigración y la extinción de especies en las islas es una necesidad lógica. La biogeografía insular fortalece erróneamente el supuesto común de que las comunidades ecológicas se encuentran ya sea en equilibrio o en una progresión determinista hacia el clímax sucesivo (Martin, 2000).

Si las teorías maltusianas sobre la crisis de la Humanidad hubieran sido totalmente ciertas, ya no estaríamos aquí. En la actualidad, los avances tecnológicos han permitido contrarrestar el pronóstico fatalista del exterminio del Planeta Tierra y la consecuente extinción de la vida. Algunos investigadores, como el demógrafo Robert Kates de la Brown University, señala que todos los descubrimientos tecnológicos han transformado el significado de los recursos e incrementado la capacidad de carga de la Tierra. Los países desarrollados disponen de tecnología agrícola que podría prevenir, y revertir la pérdida de selvas tropicales y de otros hábitats silvestres en todo el planeta. Por otra parte, es muy poco probable que la tecnología energética del mundo actual, vaya a ser la misma que la que habrá a principios del siglo veintidós (Eberstadt, 2000; Taylor y VanDoren, 2000).

Por desgracia, los factores que evitan la restauración, protección, conservación y el aprovechamiento sustentable del medio ambiente, no son ni la tecnología ni el crecimiento económico. Usualmente, la causa son las barreras institucionales, incluyendo inseguridad en la tenencia de la tierra, gobiernos corruptos y falta de educación. La humanidad representada por gobiernos e instituciones, debe asegurarse que los individuos, las empresas y los centros de investigación, tengan

suficientes incentivos para explorar, descubrir e inventar las formas que permitirán satisfacer las necesidades futuras de energía, alimentos, salud, servicios ambientales y bienes materiales. La miseria y el vicio no son un destino inevitable para la humanidad, como la ruina del medio ambiente tampoco lo es. Dos siglos después de Malthus, sabemos que el crecimiento exponencial del conocimiento y no de la demografía, es la verdadera clave para entender el futuro promisorio que nos espera a la humanidad y al Planeta Tierra (Martin, 2000; Bailey, 2000).

Estrategias como la "desmaterialización", son pasos hacia la reducción del impacto ambiental sin dejar de cumplir con otros objetivos humanos. La desmaterialización, significa usar menos materias primas y menos energía consumida por unidad producida. Las innovaciones de la desmaterialización son: 1) aligeramiento: usar menos del mismo material, diseñando cambios en el producto o mejorando el material, 2) sustitución: reemplazo de un material denso y poco eficiente por uno menos denso y más eficiente, así se logra un peso menor, aunque no necesariamente un menor volumen de los materiales y 3) reciclaje: reproceso de residuos industriales, así como de desechos de los consumidores (Scarlett, 2000).

Por otra parte, el indicador más confiable de salud pesquera es un régimen administrativo que incluya incentivos para la salvaguarda y la conservación. Las Cuotas Individuales Transferibles (CIT), otorgan el derecho de capturar cierto porcentaje de la captura total permisible en el tiempo y dichas cuotas, pueden venderse o comprarse. Aunque en realidad las CIT no ofrecen derechos privados, pueden ser vistas como si se encaminaran a esa dirección. A diferencia de los controles basados en la reglamentación, éstas brindan incentivos para la conservación de los recursos pesqueros, debido a que el bienestar de la zona de pesca se capitaliza en el valor de las CIT. Mientras mejores sean las perspectivas de pesca, más valdrán las CIT, al tiempo que permitirán a los propietarios, obtener beneficios de los pasos que se den desde hoy para asegurar la salud futura y a largo plazo en la zona pesquera. Inclusive algunos bancos estarían aceptando las CIT en forma de garantía para que nuevos pescadores obtengan créditos en forma más sencilla, y con ello, les sea más fácil acceder a la zona pesquera (De Alessi, 2000). Asimismo, las Unidades Funcionales de Manejo (UFM) son sistemas complejos con características que determinan cómo funcionan las pesquerías dentro de límites

geográficos y temporales específicos (En: Morán Angulo *et al.*, 2002).

La finalidad de este proyecto fue el generar una propuesta metodológica para coadyuvar a sentar las bases para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas marinos y costeros, determinando su vocación y generando una serie de lineamientos para que sean incorporados a un "Plan General de Manejo de las Áreas Marinas Protegidas del Mar de Cortés".

Material y métodos

Se desarrolló una búsqueda documental y cartográfica, así como la revisión de imágenes analógicas y digitales de las islas del Mar de Cortés. En función del análisis de esta información se determinaron diez sitios específicos de interés. Una vez identificados se procedió a efectuar expediciones a cada uno de ellos, con trabajo de campo intensivo para efectuar la caracterización, regionalización y diagnóstico de su estado actual. Derivado del análisis de esta información se definió la vocación de las zonas marinas y costeras de cada uno de los diez sitios elegidos. Con base en la información obtenida y en las observaciones efectuadas, se realizó la propuesta para el Plan General de Manejo de las Áreas Marinas Protegidas. En la fase de caracterización y regionalización, se produjeron mapas, figuras tablas y bases de datos detallados de la zonificación. En la fase de gabinete, se plantearon dos tipos de criterios de manejo: generales y con base en la vocación de cada sitio caracterizado.

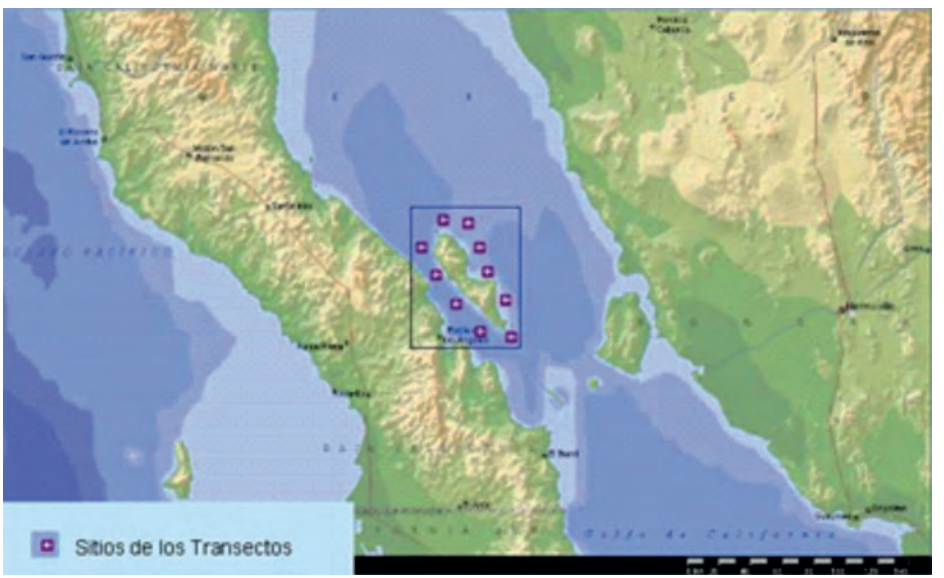
Durante el trabajo de campo se efectuaron transectos (Figs. 1 y 2) en cada una de diez islas del Golfo de California elegidas para desarrollar la caracterización de micro hábitats y subregiones geográficas en la fase de caracterización y regionalización. La caracterización comprendió la prospección inicial de la costa de cada una de las islas a bordo de una lancha con motor fuera de borda, tras lo cual se procedió a efectuar la selección de sitios de interés por sus rasgos fisiográficos y por la presencia de organismos de importancia ecológica. Se ubicaron geográficamente los intervalos de profundidad en cada subregión a partir del trazo de transectos con apoyo de la proyección visual, la ecosonda y el GPS (Global Positioning Satellite) Garmin.

En cada sitio de interés se efectuó el tendido de un transecto en sentido perpendicular a la línea de costa (Figs. 1 y 2). En cada transecto se determinaron 5 niveles de profundidad con ecosonda [30 pies (9.144 m), 45 pies (13.716 m),

60 pies (18.29 m), 75 pies (22.86 m) y 100 pies (30.48 m)]. Se determinaron la temperatura y la salinidad superficiales de la columna de agua con sensores de campo YSI. A cada profundidad en cada sitio de los transectos, se efectuó la localización geográfica con GPS, se tomaron fotografías de la fisiografía costera, de la flora y de la fauna.

Se procedió a ubicar geográficamente con el GPS el punto del tendido de cada transecto desde la costa (Figs. 1 y 2). Después de estas operaciones, se efectuó una prospección visual por buceo con equipo SCUBA (Self Container Underwater Breathing Apparatus), fotografiando los recursos pesqueros sésiles, devolviéndolos al sitio donde se encontraron y registrando los peces, mamíferos y aves avistados *in situ*. Se vació la información en bitácoras de campo, donde se describió inmediatamente la fisiografía observada a lo largo de cada descenso submarino, así como las especies de flora y fauna encontradas.

Fig. 1. Distribución de sitios seleccionados para el trazo y ejecución de transectos costeros y prospecciones por buceo SCUBA en una de diez islas caracterizadas en el Golfo de California: la Isla Ángel de la Guarda, cuya administración compete a Baja California.



Fuente: elaboración propia, colocación de coordenadas geográficas sobre un plano satelital.

La vocación de cada sitio donde se efectuaron los transectos (Figs. 1 y 2) se determinó con base en su aptitud, grado de conservación, características físicas y bióticas, la presencia de especies de interés tanto de la pesca actual, como de la pesca potencial o bajo regímenes de protección por su valor estético y ecológico. A partir de guías de campo como las de Tucker Abbott (1974), Morris *et al.* (1980), Roberts (1989), la FAO (1995a; 1995b; 1995c), Robles *et al.* (1998), Moran (1999), Oberbauer (1999), Hendrickx *et al.* (2005), Macintosh (2006; 2007) y "Sea Challengers" (Gotshall, 1998; Bertsch, 2007a; 2007b), se desarrolló la identificación y el listado de nombres científicos y comunes de las especies observadas.

Fig. 2. A partir de la selección y marcaje de puntos de interés en la costa insular, se ubicaron isóbatas de cinco profundidades por transecto, con apoyo de ecosonda y GPS, y se efectuó una caracterización visual por buceo SCUBA en cada uno de los transectos trazados. Fotografías: Ortiz-Gallarza, 2007 por encargo de la CONANP.

Fuente: elaboración propia, representación esquemática de los transectos respecto a su distancia y profundidad desde la costa.

El trabajo de campo en los diez ecosistemas insulares dio lugar al desarrollo de 4 a 10 transectos de cinco estaciones de muestreo en cada uno de ellos con base en el tamaño y en la distancia a la que se encontró cada isobata desde la costa y obteniendo una caracterización puntual de estaciones de trabajo y de prospecciones *in situ* a partir de lo cual fue posible definir la aptitud, vocación y los criterios de manejo más apropiados para lograr la correcta administración sustentable de los ecosistemas de las Áreas Marinas Protegidas.

Resultados

Descripción Física, Descripción Biótica [Flora y Fauna]

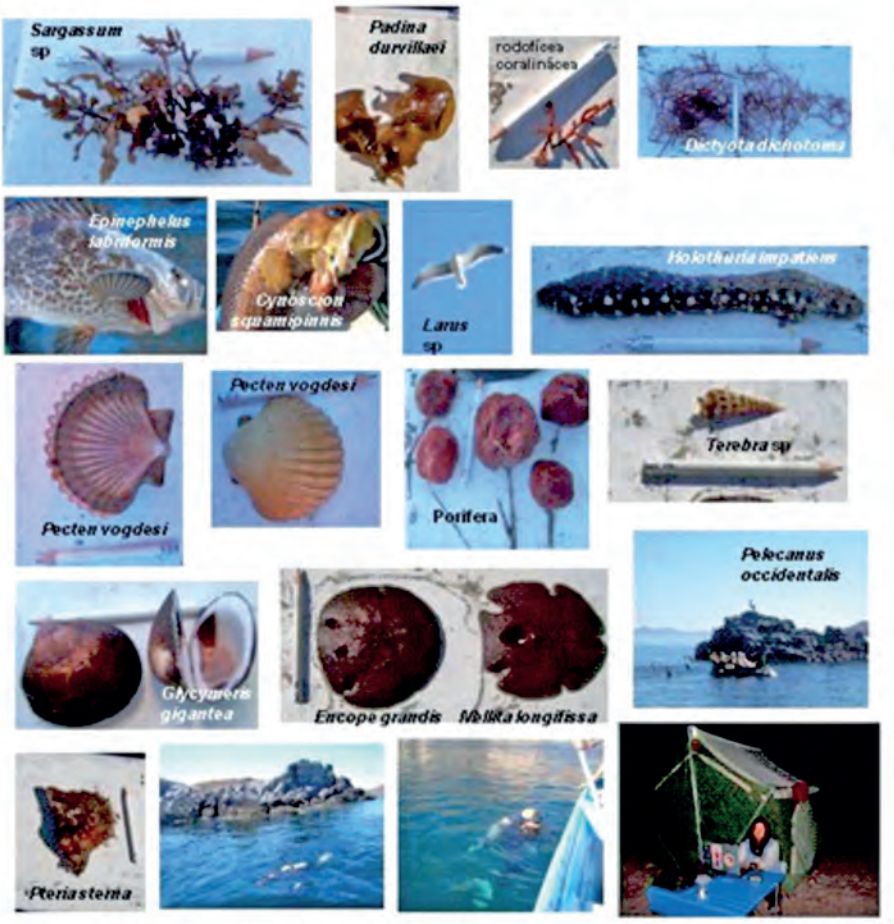
En general para los diez ecosistemas insulares elegidos destacan en el área de estudio algunas especies de flora como el cardón pelón y barbón *Pachycereus pringlei*, *P. pectenaboriginum* y *P. X. orcuttii*, el agave o maguey costero *Agave shawii*, cuya floración es de septiembre a mayo, la lechuguilla *Agave sobria* y el agave del desierto *A. deserti*, el torote blanco *Pachycormus discolor*, las chollas *Opuntia ramosissima*, *O. acanthocarpa*, *O. cholla* y *O. bigelovii*, el palo Adán *Fouquieria diguetii* y el sauce *Salix goodingii*. En la zona continental del litoral occidental del Golfo de California destaca la presencia de una asociación vegetal de "milapas" o cirios *Idria* (*Fouquieria*) *columnaris* y matorral sarcocaulescente de composición específica diversa. Entre la vegetación litoral destacan las especies de pastos marinos *Salicornia bigelovii*, *S.* (*Arthrocneum) subterminalis* y *S.* (*A.*) *virginica*. En la cabecera de la Bahía de los Ángeles hay una gran zona de inundación con algunos mangles rojos en su extremo sur. Este es el límite norte de distribución de la especie. En muchas de las islas hay una o más especies de mangles. En algunas áreas específicas abundan pequeños bosques, donde las especies *Rhizophora mangle* (rojo enano), *Laguncularia racemosa* (blanco o chino), *Avicennia germinans* (negro o salado) y *Conocarpus erecta* (botoncillo) son comunes.

Las macroalgas abundan en el litoral rocoso del Golfo de California, donde pueden observarse camas de *Sargassum* spp cubriendo diversas superficies y compartiendo el hábitat con parches de *Padina durvillaei*, *Dictyota dichotoma* y otras muchas rodofíceas coralináceas, feofíceas y clorofíceas (Fig. 3).

Las aves marinas más conocidas son las gaviotas (*Larus* spp), las tijeretas, los cormoranes y algunas más que llegan en busca de alimento (Fig. 3). Diferentes variedades de pelícanos, como *Pelecanus occidentalis* (Fig. 3) se encuentran en las islas e islotes cercanos a los litorales, pues en ellas acostumbran a hacer sus nidos, igualmente que otras aves llamadas guaneras, dejan su excremento en las rocas. A

lo largo de las playas es posible encontrar al gavilán pescador *Pandion haliaetus*, que vuela a baja altura y penetra en forma sorpresiva, parecida a la del pelícano, al mar para extraer los peces que le sirven de alimento. En las islas, islotes y promontorios, habitan igualmente los lobos marinos *Zalophus californianus*, los pelícanos *Pelecanus* spp y los cormoranes *Phalacrocorax auritus* (Figs. 3 y 4).

Fig. 3. Especies de algas, aves, esponjas, equinodermos, holotúridos, moluscos y mamíferos marinos, propias de los ecosistemas de las AMPs de México y algunas labores de campo. Fotografías: Ortiz-Gallarza y Uribe-Osorio, 2007 por encargo de la CONANP.



Fuente: elaboración propia del collage de fotografías.

Entre los moluscos destacan el gasterópodo de ornato *Terebra* spp y los bivalvos *Pecten vogdesi*, *Glycymeris gigantea*, *Pteria sterna* (Fig. 3), *Atrina maura*, *Pinna rugosa*, *Nodipecten* (*Lyropecten*) *subnodosus*, *Spondylus calcifer* (Fig. 4), entre otras especies.

Fig. 4. Especies de aves, equinodermos (estrellas y erizos), moluscos y mamíferos marinos, propias de los ecosistemas de las AMPs de México; además labores de recolecta de peces. Fotografías: Ortiz-Gallarza y Uribe-Osorio, 2007 por encargo de la CONANP.

Fuente: elaboración propia del collage de fotografías.

Los equinodermos son muy abundantes, como la estrella de mar espinosa *Astropecten armatus*, la cual se alimenta de una variedad de invertebrados infaunales, incluyendo bivalvos, gasterópodos y otros equinodermos como los "dólares" de arena *Encope grandis* y *Mellita longifissa* y la estrella "chispas de chocolate" *Nidorellia armata* (Fig.4),

cuyo cuerpo café está ornamentado con rasgos negros o de un tono pardo oscuro; se distribuye a través de todo el Golfo de California y del litoral del Pacífico, hasta Chile; se alimenta de algas e invertebrados. La especie *Pentaceraster cumingi* tiene una coloración naranja rojiza, o verde con rojo en la superficie aboral, o gris con ornamentaciones rojo brillante. También son abundantes las especies *Pharia pyramidata* y *Phataria unifascialis* (Fig. 4). Un camarón que hace las veces de comensal es la especie *Periclimenes soror*, ocasionalmente vive en la parte de arriba de los brazos y se desplaza alrededor de éstos para colectar detritus. Entre las especies de estrellas de mar con más de una docena de brazos se encuentra *Acanthaster ellisii*, que tiene de 13 a 16 brazos, los cuales son cortos respecto al grosor de la gran región discal central (Fig. 4). La estrella de mar "sol del Golfo" *Heliaster kubiniji*, presenta de 20 a 25 brazos. Se registra desde Baja California hasta Nicaragua. Las variaciones de la distribución aparentemente se relacionan con la aparición del ENSO. Esta era la especie de estrella marina de mayor abundancia

Se desarrollaron tres listados de especies pesqueras actuales, potenciales y bajo protección especial de la fauna local, macroalgas, invertebrados, peces óseos, tiburones, rayas, tortugas y mamíferos marinos a partir de las observaciones efectuadas y de la literatura especializada que fue consultada. Entre las especies de peces se observaron especímenes de cabrillas (i. e. *Epinephelus labriformis*), aguaditos (*Cynoscion squamipinnis*) y barracudas (*Sphyraena lucasana*) (Figs. 3 y 4). Además del pepino de mar *Isostichopus fuscus* se encontró a *Holothuria impatiens* (Fig. 3). En virtud de la carencia de información para un diagnóstico fidedigno de la presión por pesca a la que están sometidas en la actualidad las AMPs, los escenarios para un pronóstico inmediato y mediato de la actividad pesquera y acuícola, podrán desarrollarse una vez que sea generada la información necesaria para ello con la ayuda de los productores en cada una de las localidades de pesca.

También son muy abundantes las esponjas (Fig. 3) y los erizos con especies como *Eucidaris thouarsii*, *Tripneustes depressus* y *Arbacia incisa* (Fig. 4).

Criterios generales y por vocación.

1. Criterios Generales.

Los criterios generales que se contemplan en el Plan general de Manejo de Áreas Marinas Protegidas, se refieren a la definición de la vulnerabilidad de las áreas, su vocación, algunos principios básicos, consideraciones sobre ecoturismo y apreciación de la naturaleza, códigos de conducta para la pesca y acuicultura sustentable, investigación y monitoreo de las especies ecológicas, pesqueras y de las pesquerías, medidas de manejo, medidas administrativas, investigación y monitoreo ambiental y ecológico, transversalidad, participación social, vinculación interinstitucional y ejercicio de las atribuciones de cada institución, control y vigilancia, recomendaciones referentes a las actividades acuícolas, aspectos de importancia sobre las tecnologías pesqueras, la ingeniería de alimentos, el aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros, el mejoramiento de las cadenas productivas, las donaciones, la generación de recursos propios, el servicio voluntario, la planeación y puesta en marcha de otras actividades de motivación para la participación, necesidad de sistematizar la información, así como de desarrollar y aplicar indicadores de sustentabilidad y de desempeño y por último, la visión que se espera obtener tras la aplicación del mismo. A continuación se describen las propuestas consideradas para cada uno de los aspectos mencionados.

1.1. Vulnerabilidad. Las costas siempre han sido un foco de atención. El contraste entre el paisaje árido de las playas y desiertos y el azul de los ecosistemas marinos, siempre ha fascinado a los viajeros, produciendo una demanda creciente de actividades, particularmente, aquellas que involucran la pesca y el ecoturismo. Sin embargo, los ecosistemas costeros son extremadamente frágiles. Su evolución biológica en condiciones de aislamiento, hace a estos ecosistemas, altamente vulnerables al impacto externo de todas las actividades humanas, tal como el deterioro de su hábitat, la introducción de especies alóctonas o exóticas, la pesca en períodos de reproducción de las especies objetivo y la colecta de objetos que puede representar una verdadera "rapiña". En particular la introducción de especies alóctonas o exóticas, tales como gatos o ratas, que usualmente llegan como "polizontes" en las embarcaciones pesqueras o de recreo, frecuentemente producen

un incremento en las tasas de mortalidad entre las colonias de anidación de aves marinas, o de algunas especies de reptiles endémicos, los cuales no cuentan con mecanismos evolutivos de defensa contra estos nuevos depredadores y son presas fáciles. Al mismo tiempo, la demanda creciente de turismo resulta en la construcción de desarrollos turísticos, los cuales incrementan el riesgo de perturbación de los hábitats delicados. No obstante, es posible promover una forma genuina de turismo de bajo impacto, de forma tal que no se dañe el ambiente y que sea factible la preservación de las costas y de sus bellos atractivos naturales, con el denominado ecoturismo.

1.2. Vocación. Es importante determinar la vocación de las Áreas Marinas Protegidas AMPs y formalizarla. Por citar un ejemplo, en un documento base del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (Espejel *et al.*, 2004; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006) se establece la vocación general para las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) Paralelo 28°-Bahía de Los Ángeles e Isla Ángel de la Guarda para conservación y aprovechamiento, efectuando actividades relativas a turismo, pesca ribereña y pesca industrial.

1.3 Principios básicos. Para desarrollar un ecoturismo y una pesca sanos, es importante asignar un valor económico justo a los servicios que los ecosistemas de las AMPs proveen; generar un ingreso directo para la conservación de las áreas protegidas, generar ingresos directos e indirectos para los participantes de las comunidades locales como cajas de ahorro, actividades alternativas a la pesca, para lo cual se espera el establecimiento de la infraestructura necesaria, la construcción de rutas de acceso, muelles flotantes, zonas seguras e inocuas de atraque a las zonas de interés; crear incentivos de conservación en las comunidades locales como la emisión de bonos, la motivación fiscal; construir sistemas de conservación local que consideren facilidades para la compra de tierras o su concesión bajo comodatos o convenios temporales, fuera de las AMPs, pero cercanas a ellas y que presenten potencialidad de uso en la maricultura o la acuicultura, o para el establecimiento de plantas de productos diversos de las industrias pesquera, alimenticia, cosmética y farmacéutica, como enlatados, patés, agares, alginatos, carragenanos, o de instalaciones ecoturísticas para las visitas guiadas a los sitios de interés de las AMPs,

como cabañas construidas con ecotecnias sustentables fuera de las AMPs pero a una distancia apropiada para ir y regresar en el mismo día después de los mini cruceros o excursiones cortas; promoción del uso sustentable de los recursos naturales y reducción de las amenazas a la biodiversidad.

1.4. Ecoturismo y apreciación de la naturaleza. Por ejemplo, para aligerar la presión de la mortalidad por pesca de los recursos marinos, se pueden desarrollar micro tours o micro cruceros -orientados al conocimiento de la historia natural, de la apreciación de la naturaleza y del paisaje, desde una perspectiva de la concientización ambiental, la difusión de la cultura y riqueza natural nacional, así como de la educación-, los cuales tendrían un bajo impacto ambiental y permitirían la ocupación temporal y regulada de las islas.

Según Robles *et al.* (1998) los sitios temporales para acampar, comprobadamente producen menos daños al ambiente que los desarrollos turísticos que involucran una infraestructura permanente, pues no requieren los servicios proporcionados por los hoteles convencionales. Sin embargo, si el ecoturismo se vuelve una moda y no un instrumento de gestión, al igual que en el caso de la actividad pesquera, también puede propiciar los riesgos de degradación ambiental.

1.5. Códigos de conducta para la pesca sustentable. Los diversos actores que utilizan las islas, deben estar conscientes de que el verdadero valor de los archipiélagos del Golfo de California, radica en su excelente estado de conservación y en su alta diversidad biológica. Los tipos de desarrollos más benéficos para estos ecosistemas tan frágiles, deben involucrar medidas estrictas de conservación para esta herencia natural, incluida la observancia de reglas de comportamiento y de respeto estrictas, denominados actualmente códigos de conducta, para ser seguidas al pie de la letra por todos aquellos que visiten las islas, específicamente para la conservación, la pesca y el ecoturismo. Los principales desafíos para lograr la práctica de una actividad pesquera sustentable, consisten en contar con la información necesaria sobre los eventos reproductivos de las especies sujetas a extracción, asegurar que las artes de pesca y embarcaciones para este fin, sean amigables u óptimas desde el punto de vista ambiental, que se respeten las áreas cruciales para la conservación de los stocks de reproductores, que se lleven registros apropiados sobre las

capturas y que se respeten las especificaciones reglamentarias como épocas de veda, tallas mínimas de captura, etc. La participación de pescadores y de otros grupos interesados es crucial para diseñar la política pesquera sustentable. La pesca es una actividad prioritaria o primaria que genera ingresos, empleos y alimentos. Para su desarrollo debe garantizarse la conservación, tanto de los stocks pesqueros, como de la calidad ambiental necesaria para su permanencia. La pesca responsable debe contribuir a la preservación de los recursos marinos y a la producción futura. Es necesario conciliar la producción pesquera con la preservación de los ambientes marinos en un manejo sustentable. No hay que olvidar que desde el punto de vista económico, una mayor inversión en extracción pesquera, involucra poner en riesgo a la misma industria, que la sobre capitalización de flotas lleva a la sobre explotación de los recursos pesqueros y que para obtener beneficios a largo plazo en la industria pesquera, los participantes deben ser limitados. Un incentivo para dejar de pescar en la zona núcleo de las AMPs puede ser el otorgamiento de una compensación, ya sea económica o con la concesión para efectuar actividades como el ecoturismo, el acuarismo o la exportación de artesanías producidas con materias primas recicladas, entre otras. Para lograr la pesca y la acuacultura sustentables, también es necesario seguir los lineamientos técnicos y administrativos establecidos en las Cartas Nacionales Pesquera y Acuícola y en las Normas Oficiales Mexicanas Pesqueras (i. e. NOM-017-PESC-94 relativa a los lineamientos vigentes para el desarrollo de la pesca deportiva). Permitir la rotación de bancos explotados de todas las especies bentónicas. Compensar los errores de las estimaciones de la densidad de las poblaciones de especies objetivo de las pesquerías.

Controlar de mejor manera las pesquerías localmente, -se requiere una colaboración estrecha entre pescadores y operativos de las AMPs-. Exigir una eficiente vigilancia a las autoridades que tienen dicha responsabilidad por atribución legal, para evitar la pesca furtiva. Procurar el otorgamiento de permisos y concesiones a pescadores legalmente establecidos y pertenecientes a las comunidades aledañas a las AMPs, así como la estructuración de Unidades Funcionales de Manejo (UFMs).

Establecer convenios con SAGARPA, PROFEPA, SEDENA y SEDEMAR para establecer puntos de control en aeropuertos y aduanas para controlar el tránsito de la exportación de productos pesqueros a los mercados internacionales para impedir definitivamente la pesca ilegal.

1.6. Investigación y monitoreo de las especies pesqueras y de las pesquerías. Los estudios continuos que deben promoverse y coordinarse en las inmediaciones de las Áreas Marinas Protegidas versan sobre la biología pesquera de las especies potenciales para la pesca y la acuicultura, su dinámica poblacional, ecología, oceanografía biológica, pesquerías; en cuanto a tecnologías: ingeniería pesquera, ingeniería sanitaria, ingeniería de alimentos, biología reproductiva, histología, genética, patología, vectores de infecciones y sintomatología. Los monitoreos periódicos relativos a la pesca y la acuicultura de las Áreas Marinas Protegidas deben estimar la biomasa, determinar el potencial pesquero, analizar las variaciones de tallas y pesos, con énfasis en las de captura y conocer la distribución geográfica estacional de las especies y sus modificaciones. Los parámetros poblacionales de las especies objetivo deben ser registrados también continuamente: natalidad, migración, morbilidad, mortalidad, longevidad, historia de vida, ciclo reproductivo, potencial reproductivo). Evaluar la mortalidad por pesca, determinación de capturas por unidad de esfuerzo, determinaciones de madurez gonadal y fecundidad.

1.7. Medidas de manejo. Para emitir opiniones sobre el manejo de las especies pesqueras y acuícolas deben consultarse la Carta Nacional Pesquera (CNP), la Carta Nacional de Acuacultura y la Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s) Pesqueras y Acuícolas. Que establecen i. e.: Talla Mínima Legal con base en madurez reproductiva: Sardina (150 mm L. P.), Macarela (125 mm L. P.) y Anchoveta (100 mm L. P.). Si aun no están determinadas las tallas mínimas legales de captura de alguna especie de interés potencial, deberá procurarse la realización de un estudio para la estimación de la madurez gonadal de dicha especie en cada ciclo anual. Y aunque dicha talla esté establecida, siempre es importante corroborar que ésta sea la apropiada con base en las condiciones presentes.

1.8. Medidas administrativas. Derivadas de la información continua generada sobre las especies objetivo, podrán establecerse las medidas administrativas, como es el caso de las vedas, las cuotas máximas de captura, las tallas mínimas de captura y de primera reproducción; mediante la transcripción permanente de la información contenida en las bitácoras de pesca y la transcripción permanente de la información contenida en los avisos de arribo. Los ecosistemas marinos deben ser manejados

como unidades regionales para el monitoreo, el manejo y la investigación. Debe procurarse la salud de los ecosistemas sanos o prístinos y la restauración de los ecosistemas costeros que pudieran sufrir alguna degradación, o sufrir la disminución de las poblaciones pesqueras por efecto de la sobreexplotación.

1.9. Investigación y monitoreo ambiental y ecológico. Para tal efecto es importante contar con registros continuos de las variaciones abióticas, fisicoquímicas, del cambio climático global, de la contaminación de las aguas y de los sedimentos, del impacto antropogénico de diversas actividades productivas, así como de las variaciones bióticas estacionales, estocásticas, para determinar si hay afectaciones en la comunidad marina por efecto de la pesca que pudieran modificar sustancialmente la trama trófica, entre otros efectos.

1.10. Transversalidad. Es indispensable la coordinación entre las variadas dependencias del Gobierno Federal que tienen que ver con las actividades pesqueras y acuícolas desarrolladas en Áreas Naturales Protegidas, como son SAGARPA, CONANP, PROFEPA, SEMAR, SECTUR, Gobiernos Estatales, Gobiernos Municipales, instituciones académicas y de investigación, organizaciones no gubernamentales y productores, para el seguimiento de las pesquerías y ecología de los recursos pesqueros principales de las Áreas Marinas Protegidas. Ya que la coordinación interinstitucional define propuestas de concurrencia entre diferentes instancias de la administración pública federal, con el objeto de mitigar presiones sociales en contra de la conservación; el apoyo a proyectos de desarrollo con un sentido ecológico; la regularización de la tenencia de la tierra; la vigilancia; el manejo del patrimonio natural y el fomento a actividades alternativas como el ecoturismo como elemento de financiamiento, valoración y fortalecimiento de intereses orientados al manejo sustentable. La educación, capacitación y desarrollo de cuadros técnicos es un propósito de indudable alcance, al permitir un reforzamiento mutuo entre la conservación en áreas naturales protegidas y la formación de especialistas, científicos y técnicos, en donde la participación de universidades e instituciones de investigación juega un papel crucial. Las oportunidades de desarrollo regional que ofrecen las AMPs quedan definidas a través de los ordenamientos ecológicos y los planes de manejo, como instrumentos de integración territorial y productiva

AMPs-regiones circundantes, a través de la regulación y la promoción del manejo de la vida silvestre. De la búsqueda de nuevos mercados para productos originados en las AMPs. Del financiamiento de la banca de desarrollo y la convergencia con programas sectoriales que puedan sumarse y sinergizar los esfuerzos de conservación y desarrollo sustentable.

1.11. Participación social. La participación y corresponsabilidad social es indispensable en el manejo pesquero y acuícola de las islas, es importante involucrar a las comunidades, así como fomentar el diseño y operación de convenios con universidades para investigación biológica, ecológica y pesquera; tesis, pasantías y servicios sociales, convenios con fundaciones y ONG´s; acuerdos de coordinación para el manejo conjunto, administración compartida con los Estados y los Municipios. La incorporación del sector privado al financiamiento de las AMPs

La promoción empresarial a favor de la conservación y la formalización de apoyo administrativo y jurídico a las iniciativas comunitarias, sociales y privadas. Coadyuvar y promover la formación de diversas comisiones de trabajo como por ejemplo para acciones como: a) la concertación de convenios con instituciones gubernamentales (Federación, Estado, Municipios), con instituciones académicas, de investigación u otra índole, fundaciones, ONGs y otros grupos; b) la búsqueda de fideicomisos; c) la búsqueda de financiamientos a nivel nacional e internacional, d) la ejecución de trabajo voluntario, etc.

1.12. Vinculación interinstitucional y ejercicio de las atribuciones. Los recursos que se explotan en las AMPs o sus inmediaciones: almeja burra (*Spondylus calcifer*) y pepino duro (*Isostichopus fuscus*) se encuentran contenidos en la NOM-ECOL-059 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002), por lo cual su explotación está asociada a permisos de fomento, para dar seguimiento a su explotación. En la mesa técnica de SEMARNAT donde se tratan estos permisos y se desarrollan las reuniones para opinar sobre su otorgamiento, siempre deberá participar un representante de la CONANP circunscrito a las áreas de interés y a sus sitios de influencia. Recientemente, la CONAPESCA también expide permisos de fomento relativos a las AMPs o sus áreas de influencia, de recursos pesqueros como peces de ornato, langostas, caracoles, algunas almejas, etc., cuyo otorgamiento,

dadas las atribuciones actuales de la CONANP contenidas entre otras leyes, en la Ley de Pesca y Acuacultura Sustentables vigente, debe estar sujeto al proceso de emisión de la opinión técnica de un representante estatal de la CONANP, quien deberá ser notificado de todos los permisos otorgados en las AMPs y sus sitios de influencia, lo que hasta el momento aún no se ha efectuado. Las autoridades locales, como, la Subdelegación de Pesca, debe otorgar la información relativa a los permisos de pesca, bitácoras y avisos de arribo de todos los recursos pesqueros a la CONANP, para efectos como los del diagnóstico y pronóstico para los programas de manejo pesquero correspondientes. A largo plazo se espera que sea posible la descentralización en el manejo de las AMPs hacia las autoridades de los estados y municipios aledaños a su ubicación geográfica, para hacerla más eficiente, expedita y transparente.

1.13. Control y vigilancia. La carencia de oficinas de CONAPESCA y de las Delegaciones de la SAGARPA en diversas entidades, no permite que haya un control efectivo de las actividades pesqueras en todos los sitios, por lo cual lo conveniente es que se establezcan oficinas en todos los poblados pesqueros, sobre todo aquellos muy alejados, o que en su defecto, el seguimiento y otorgamiento de permisos de pesca vinculados a la zona de influencia de las AMPs, dependa totalmente de la CONANP y la vigilancia de la actividad pesquera dependa de representaciones o destacamentos permanentes de PROFEPA, SEMAR y SEDENA. Es muy importante la promoción para la formación de cuantos consejos de pesca y acuacultura sean necesarios en torno a la toma de decisiones para el manejo de dichas actividades en las AMPs y sus áreas de influencia. La construcción de torretas de observación en sitios estratégicos de las AMPs además de ser fundamental para la vigilancia y el control de visitantes, servirá para llevar registros periódicos de las especies migratorias. Asimismo, es necesaria una señalización adecuada (letreros, señales, pequeñas boyas), así como la construcción y el mantenimiento de muelles flotantes, inocuos en los cuales puedan atracar las patrullas de vigilancia y su tripulación, haciendo posible un mayor control y vigilancia sobre las actividades de los visitantes y el tránsito de las embarcaciones.

1.14. Actividades acuícolas. En materia de acuicultura es importante enfatizar la necesidad de controlar los aportes de materia orgánica y no liberarlos directamente hacia las aguas sin ser tratados, ya que está bien documentada la relación cercana que existe entre la presencia de afloramientos o proliferaciones microalgales de especies que producen toxinas marinas de diversos tipos y efectos en la biota relacionados con las actividades productivas del ser humano. Asimismo, es importante asegurarse de que las semillas de las especies que se cultiven sean únicamente especies autóctonas o nativas de las islas, canales y bahías en donde se desarrollen los cultivos.

La construcción de estanques debe ser guiada y asesorada cuidadosamente, para evitar al máximo la alteración de los flujos de materia y energía en los ecosistemas marinos y costeros de interés. Respecto al control de calidad de los productos pesqueros y acuícolas, debe corroborarse periódicamente que en los tractos digestivos de las especies de moluscos, crustáceos y peces que estarán destinadas al consumo humano no se encuentran organismos productores de toxinas marinas, como es el caso de: *Gymnodinium catenatum* o *Pirodinium bahamanese* var. *compressum* que contienen toxina paralizante PSP (Paralysing Shellfish Poisoning); *Dynophysis acuminata* y *D. caudata* que producen toxina diarreica DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning); *Nitzschia pungens*, *N. pseudodelicatissima* y *N. pseudoseriata* generadoras de toxina amnésica ASP (Amnesic Shellfish Poisoning); *Gambierdiscus toxicus*, *Ostreopsis siamensis* y *Prorocentrum lima* relacionadas con la toxina de la Ciguatera (Cigatera) o Ciguatotoxina (Cigatoxina) (CFP) que se presenta en los músculos de especies de peces del género *Sphyrna* y las familias Labridae y Serranidae; y *Gymnodinum breve* captada por exposición a aerosoles de la brisa de mar que es productora de toxina neurotóxica NSP (Neurotoxic Shellfish Poisoning).

1.15. Tecnologías pesqueras. Se procurará la evaluación de la eficiencia, la selectividad y la inocuidad ecológica de las artes de pesca y de las embarcaciones utilizadas para efectuar la actividad, el manejo idóneo del producto, el procesamiento más oportuno y adecuado, entre los principales.

1.16. Ingeniería de alimentos. En cuanto al procesamiento primario y secundario de los productos pesqueros se propiciará la implementación de tratamientos y

acciones que le confieran a los productos pesqueros un mayor valor agregado, como pueden ser fileteado, salado, empanizado, congelado, deshidratado, ahumado, encurtido, precocido, enlatado, etc.

1.17. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. Se darán facilidades para que los productores cuenten con las medidas necesarias para dar cumplimiento a las Normas Oficiales mexicanas 120 y 128, así como las Normas Internacionales ISO 9000 y 14000 para asegurar la calidad de los productos pesqueros y acuícolas y con ello la inocuidad de la actividad, de los productos y el incremento del valor de los mismos.

1.18. Mejoramiento de las cadenas productivas. Coadyuvar al desarrollo de análisis de fortalezas y debilidades, de análisis de riesgos, de estrategias de mercado para conferirles un alto valor agregado a los productos pesqueros. Propiciar una comercialización eficiente que contemple tal vez acciones como la publicidad, la exportación, la búsqueda de oportunidades de venta, la estructuración de paquetes de transferencia tecnológica con compradores nacionales o extranjeros, y la asesoría y asistencia técnica de instituciones y organizaciones.

1.19. Donaciones. Fortalecer el programa de donaciones voluntarias deducibles de impuestos, haciendo partícipes a las empresas y empresarios a nivel local, estatal, nacional e incluso internacional, a los medios de comunicación, a las instituciones y asociaciones que tienen que ver con la pesca, la acuicultura, la apreciación de la naturaleza, la divulgación de la ciencia, la difusión de la cultura, etc. Fomentar campañas para recaudar fondos técnicos y científicos, para el monitoreo de las pesquerías y de la biología y ecología de las especies productivas y de las especies carismáticas de las AMPs.

1.20. Generación de recursos propios. Se pueden generar recursos propios registrando los derechos de uso de los diseños caricaturizados o estilizados de las especies carismáticas y con ellos producir todo género de objetos como material didáctico (rompecabezas, móviles, modelos físicos, libros, software, posters, cuadernillos), material lúdico (libros de colorear, juegos de mesa, muebles infantiles

y juveniles, banderines, balones, etc.), material de difusión y divulgación de la ciencia (páginas o sitios de internet, revistas impresas y electrónicas, libros, videos, etc.), ropa y accesorios deportivos (pants, trajes de baño, camisetas, gorras, termos para agua, equipo de acampar, etc.) y escolares (mochilas, cuadernos, crayolas, lápices de colores, estuches para lápices, juegos de geometría, agendas), muebles, todo tipo de artículos de papelería, entre los principales. El objetivo es desarrollar un mercado de productos vinculados a la promoción de las AMPs y de sus prácticas de conservación y de aprovechamiento sustentable. Coadyuvar a la instalación y mantenimiento de tiendas operadas por la localidad (ie. en Mazunte, Oax. la venta de productos naturales de belleza en una cooperativa), en las cuales se expendería material didáctico, material lúdico, ropa deportiva, infantil, accesorios, juegos de mesa, manualidades hechas con materiales de reciclaje o con diseños alusivos a las especies carismáticas y a los sitios más representativos de las AMPs, alimentos alusivos a los animales marinos, como galletas de animalitos marinos, o chocolates, nuggets, hamburguesas y embutidos de pescados y mariscos en forma de ballenas, pelícanos, peces o delfines. Las visitas guiadas, los viajes de pesca supervisados, las expediciones para visualizar a las especies carismáticas como mamíferos marinos o aves marinas, son una excelente manera de generar recursos propios captando el interés de visitantes nacionales y extranjeros, para lo que se requiere un mayor montaje ecoturístico: viveros, caminamientos, cultivos extensivos, colecciones base en exhibición de flora y fauna viva, etc. Establecer campañas permanentes en el marco del desarrollo de la mercadotecnia y de las estrategias de publicidad, comunicación social, educación y difusión que potencialmente tienen las especies bajo protección, que en el Golfo de California abundan y todas ellas son altamente carismáticas. Tortugas, lobos marinos, ballenas, delfines, marsopas, lobos marinos, la vaquita marina, numerosas especies de aves, entre muchos más.

1.21. Servicio voluntario. Fomentar el programa de trabajo voluntario y ampliarlo a lo relacionado con pesca y acuacultura, análisis de pesquerías, diseño de artes de pesca inocuas, desarrollo de técnicas de mercadotecnia, industrialización de productos pesqueros, entre otros. Captar tesistas y servidores sociales en proceso formativo a todos los niveles para que den seguimiento a las acciones y al monitoreo de la pesca y la acuacultura, o a otras actividades propias de las AMPs

y de sus objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable, para que sus aportaciones sean sin fines de lucro. Captar labores de voluntariado vinculadas a los centros de readaptación social de menores y adultos y a los programas de aplicación de castigos a infractores de tránsito, a menores infractores. Escuelas, centros de desarrollo humano, asociaciones civiles, organizaciones no gubernamentales, estudiantes, grupos deportivos y de otras instituciones (ie. el convenio con los Boy Scouts de México). Algunas tareas que podrían ejecutar los voluntarios son también: pintura, limpieza, tiraje de folletos, su difusión y distribución; desarrollo de reportajes, de material didáctico, de códigos de conducta en formatos legibles, traducción de los mismos a diversos idiomas; desarrollo de software relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable, incluyendo juegos de realidad virtual con fines didácticos y recreativos para concientizar a las nuevas generaciones de su importancia crucial; levantamiento de inventarios de flora, fauna y otros; promoción de donaciones para formar bibliotecas y centros de enseñanza; organización de prácticas deportivas como maratones o competencias, rallyes, campamentos de verano; reparación de vehículos e instalaciones, avituallamiento de sitios con productos promotores o patrocinadores, reparación y donación de equipo marino, proyectos de ecotecnias. Construcción, actualización y mantenimiento de páginas particulares en la red. Planeación y desarrollo de futuros proyectos.

1.22. Otras actividades de motivación a la participación. Concursos de dibujo, de elaboración de papalotes, globos, manualidades de papiroflexia, libros de colorear, obras de teatro, música infantil y juvenil, convocatorias para el desarrollo de sistemas de enseñanza- aprendizaje de técnicas de apreciación de la naturaleza, certámenes para el desarrollo de ecotecnias relativas a la pesca, la acuacultura, la conservación y el ecoturismo. En general fomentar la diversificación de las experiencias potenciales en cuanto a técnicas aplicadas a la apreciación de la naturaleza, a la educación ambiental, a la difusión de la cultura y de la riqueza de los recursos naturales del país y de ofertarla de México para el mundo. Proyectar en auditorios la información en videos y promover la venta de artículos (i. e. en la Playa López Mateos, B. C. S. en torno al avistamiento de la ballena gris se venden sudaderas, vasos, tazas, binoculares, salvavidas, gorras, plumas y suvenires de ornato). Desarrollo de campañas de limpieza, de ahorro energético, de ahorro

del agua, promoción del uso de artículos con empaques no contaminantes, del uso de productos de limpieza no contaminantes, del uso y producción de artículos que tienen un bajo costo energético en su producción y operación.

1.23. Sistematización de la información necesaria. Es necesario establecer Sistemas de Información Ambiental que sean alimentados a partir de monitoreos de los principales parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad y pH), paralelamente a un sistema de información de la producción pesquera local, fundamentado en los permisos existentes que ha otorgado la CONAPESCA y retroalimentado permanentemente con los registros de la información periódica de las capturas, la composición, estado gonadal y merística de las especies objetivo o sujetas a explotación por permiso y por unidad de captura, para determinar, entre otros parámetros fundamentales, la captura, la captura por unidad de esfuerzo, las tallas mínimas de los reproductores, las tallas idóneas mínimas para la captura, las clases de edad, el reclutamiento, la mortalidad por pesca, entre los principales parámetros de la biología pesquera. El sistema de información de AMPs es una estrategia para facilitar el manejo y extender el conocimiento sobre las áreas marinas protegidas y contribuir a la generación de consensos y a la movilización de recursos y voluntades sociales. Implica nuevas herramientas de cómputo, sistemas de clasificación y comunicación, sistemas de información geográfica, biológica y ambiental, bases de datos relacionados a la biodiversidad, publicaciones y aspectos relativos a la comunicación social. El citado sistema de información de AMPs, debe contemplar la incorporación de bases de datos de los inventarios, tanto de valores ecológicos y estéticos, como de las especies de flora y fauna por localidades, con sus rasgos de identificación, su ubicación geográfica y otras características de descripción y caracterización. Asimismo, inventarios de la infraestructura material y humana con que se cuenta en cada AMP. Por otra parte, dicho sistema debe modelar procesos relacionados tanto con la ecología, como con la administración de las AMPs y de sus especies de flora y fauna de interés para la pesca, la protección y la conservación. Con éste sistema se debe tener la posibilidad de incorporar de una forma continua y dinámica la información relativa a los levantamientos periódicos o resultados de los monitoreos, así como la de los controles aplicados y los resultados de las prospecciones efectuadas, para tener la capacidad de determinar

y estimar todas las tasas de cambio. En los ámbitos jurídico, fiscal, técnico y científico el Sistema de Información de AMPs debe contar con información necesaria y suficiente como para poder desarrollar métodos para evaluar el desempeño de cada acción y actividad desarrollada con relación a la pesca y la acuacultura. Es menester evaluar y diagnosticar de forma permanente los recursos pesqueros de las Áreas Marinas Protegidas y alimentar y depurar continuamente las bases de datos sistematizadas.

1.24. Indicadores de sustentabilidad y de desempeño. Es fundamental el desarrollo de indicadores de desempeño de las actividades de pesca, acuacultura y ecoturismo y su aplicación y seguimiento en el tiempo. También es necesario desarrollar indicadores operativos adecuados de la salud de los ecosistemas. La salud de cada ecosistema representa el punto final deseable del manejo ambiental.

Requiere supervisión y adaptación dinámica. Los modelos, las evaluaciones y los índices de desempeño son útiles en el contexto de modelos de toma de decisiones, que deben incluir un diálogo sostenido entre los usuarios y administradores y la construcción de consensos que involucran evaluaciones adaptativas, cualitativas y cuantitativas, estudios comparativos de ecosistemas y una modelación integrada.

1.25. Visión. Con la aplicación del presente Plan de Manejo se espera lograr la adecuada valoración de los servicios ambientales, el fomento de un avalúo o valoración realistas y el incremento de los insumos disponibles, para lograr la consolidación de los sistemas de manejo de pesca, acuacultura y ecoturismo en las AMPs: administración sistematizada, infraestructura apropiada, adecuada organización de usos, servicios y sus controles, equipamiento, señalización, control de capacidad de carga (determinada mediante la investigación nacional e internacional), evaluaciones continuas de las capturas y del tránsito de embarcaciones, interacción comunitaria, capacitación, desarrollo comunitario, desarrollo de actividades idóneas para ambos géneros, supervisión, monitoreo, usos alternativos, promoción de proyectos productivos sustentables, gestión y concertación para el otorgamiento de permisos y concesiones, reformulación continua de los programas y proyectos, red de oficinas de control (AMPs CONANP, SEDEMAR, SEDENA, SAGARPA, PROFEPA, PGJ, PFP, SEDUE, SECTUR), patrullaje continuo, asistencia médica, vigilancia y servicios de emergencia eficientes, entre los rubros más relevantes.

2. Criterios por Vocación.

En cuanto a los criterios por vocación, se determinaron 11 vocaciones principales en las AMPs: 1) Vocación para el buceo recreativo, y/o educativo y/o científico. 2) Vocación para la pesca de autoconsumo, y/o deportivo-recreativa-didáctica, y/o comercial. 3) Vocación para el ecoturismo. 4) Vocación para el campismo. 5) Vocación para el avistamiento de especies de interés o carismáticas. 6) Vocación para la navegación y el tránsito de embarcaciones. 7) Vocación para la instalación de muelles flotantes de atraque. 8) Sitios de vigilancia y control. 9) Sitios de anclaje. 10) Sitios de control de tránsito de embarcaciones y de registro de avistamiento de mamíferos. Y 11) Sitios destinados a la total conservación.

En seguida se describen las vocaciones señaladas y los criterios recomendados para el desarrollo de las principales acciones de conservación y de aprovechamiento sustentable, los cuales se sugiere sean aplicados para cada una de ellas en las AMPs

Los sitios específicos en cada uno de los ecosistemas pueden presentar en algunos casos varias vocaciones conjuntamente, por tal motivo se debe tomar en cuenta la caracterización y regionalización específica de cada transecto para determinar los límites y la compatibilidad de vocaciones. En el presente plan de manejo se caracterizó el fondo marino hasta una profundidad de 100 pies (30, 45, 60, 75 y 100 pies), considerando que en la práctica del buceo autónomo (SCUBA) o del buceo por bombeo (tipo Hooka), para el trabajo de extracción de especies bentónicas, pues es esa profundidad la que ha sido considerada como la máxima para no sufrir accidentes graves ocasionados por los efectos del síndrome de descompresión en cada descenso.

Tomando en cuenta que en las AMPs objeto del desarrollo del presente plan de manejo, no se cuenta con cámara de descompresión para proporcionar el tratamiento adecuado para atender los casos severos de síndrome de descompresión, es necesario establecer como medida general de seguridad la recomendación o norma básica en la cultura de la práctica del buceo en las AMPs, de no efectuar actividades a mayor profundidad a la indicada, a no ser que se realicen las paradas de descompresión señaladas en las tablas correspondientes y que ya se cuente con una cámara de descompresión cerca de las AMPs y de los servicios de un operador certificado para su manipulación y la presencia de un médico o de un especialista

en técnicas hiperbáricas certificado, que se responsabilice de la aplicación del tratamiento correspondiente.

2.1. Vocación para el buceo recreativo, educativo y científico. Cada sitio puede presentar una vocación para la realización de los tres tipos de buceo, dos de ellos o solamente uno. Si el sitio tiene una alta diversidad y abundancia de especies locales sésiles frágiles, (litoral rocoso) éste sólo tendrá aptitud para el buceo científico bajo supervisión, o desarrollado en visitas guiadas con responsables calificados, certificados y debidamente acreditados, con la prohibición de extraer cualquier tipo de flora, fauna, o material abiótico, sin la previa solicitud y el otorgamiento del permiso de recoleta que ampare la extracción de ejemplares con fines de investigación científica. Si el sitio tiene moderada diversidad y abundancia de especies locales sésiles frágiles, (litoral con mayor contenido de arenas que de rocas), será apto para efectuar en él actividades inherentes al buceo científico y al buceo educativo con vigilancia, contando con la supervisión de guías calificados y certificados, con la prohibición de extraer cualquier tipo de flora, fauna o material abiótico, sin la previa solicitud y el otorgamiento del permiso de recoleta que ampare la extracción de ejemplares con fines de investigación científica. Podrá dársele éste uso toda vez que el usuario o el prestador de servicios, paguen los derechos correspondientes y se de cumplimiento a los criterios aplicables vigentes, ya establecidos en programas oficiales. La filmación submarina y la toma de fotografías requerirá de una autorización especial, para lo cual deberá comprobarse la intención de su uso solamente con fines científicos, educativos y de difusión, sin fines de lucro, o en su caso, los fondos generados por la venta o manipulación de imágenes y videos deberán canalizarse a la CONANP para apoyar la realización de las operaciones de conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de las AMPs.

2.2. Vocación para pesca de autoconsumo, deportivo-recreativa-didáctica, y comercial. Cada sitio puede presentar una vocación para la realización de los tres tipos de pesca legal que existen en México, para realizar dos de ellos o solamente uno. Si el sitio tiene una alta diversidad y abundancia de especies locales sésiles frágiles, (litoral rocoso), con la probable presencia de especies pesqueras bajo el

régimen de protección, éste no tendrá aptitud para ningún tipo de pesca. Solamente se considerará la extracción de algunos ejemplares de especies pesqueras con fines científicos, previa solicitud y otorgamiento del permiso de recoleta que ampare la extracción de ejemplares solo bajo justificados objetivos de investigación científica, avalados siempre además de por el INAPESCA, por la CONANP, para efectuar la salida de pesca, el permisionario o concesionario deberá sujetarse al escrutinio y a la supervisión de inspectores calificados y debidamente acreditados.

Si el sitio tiene de moderada a baja diversidad y abundancia de especies locales sésiles frágiles, (litoral con mayor contenido de arenas que de rocas o completamente arenoso), será apto para efectuar en él, actividades inherentes a los tres tipos de pesca, contando con la supervisión de guías calificados y certificados, con la prohibición de extraer cualquier tipo de recursos pesqueros de flora y fauna sin la previa solicitud y el otorgamiento del permiso de pesca o de la concesión, que ampare la extracción de ejemplares con fines específicos y solamente para las especies indicadas, según la composición de las capturas. Las artes de pesca empleadas deberán ser amigables ecológicamente hablando y permitir en caso necesario, el escape de especies protegidas, como los mamíferos marinos, las tortugas marinas u otras especies sujetas al régimen de protección. Para efectuar la salida de pesca, el permisionario o concesionario deberá sujetarse en todo momento, al escrutinio y a la supervisión de inspectores calificados y debidamente acreditados. Aunado a lo anterior, es obligatorio el cumplimiento a los criterios aplicables vigentes.

La filmación submarina y la toma de fotografías requerirá de una autorización especial, para lo cual deberá comprobarse la intención de su uso solamente con fines científicos, educativos y de difusión, sin fines de lucro, o en su caso, los fondos generados por la venta o manipulación de imágenes y videos deberán canalizarse a la CONANP para apoyar la realización de las operaciones de conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de las AMPs.

2.3. Vocación para el ecoturismo. Si el sitio no es frágil desde el punto de vista de su diversidad y abundancia de especies sésiles de flora y fauna, su vocación puede ser ecoturística y podrá dársele este uso toda vez que se paguen los derechos correspondientes y siguiendo siempre los criterios vigentes. La filmación submarina y la toma de fotografías requerirá de una autorización especial, para

lo cual deberá comprobarse la intención de su uso solamente con fines científicos, educativos y de difusión, sin fines de lucro, o en su caso, los fondos generados por la venta o manipulación de imágenes y videos deberán canalizarse a la CONANP para apoyar la realización de las operaciones de conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de las AMPs. El kayakismo y las visitas, cruceros o tours guiados podrán permitirse en estos sitios toda vez que el usuario o el prestador de servicios paguen los derechos correspondientes y den cumplimiento a los criterios aplicables vigentes.

2.4. Vocación para el campismo. Si el sitio cumple con las condiciones mínimas necesarias para permitir que se establezca un campamento, siguiendo siempre los criterios vigentes ya establecidos. Podrá dársele este uso toda vez que se paguen los derechos correspondientes. La filmación submarina y la toma de fotografías requerirá de una autorización especial, para lo cual deberá comprobarse la intención de su uso solamente con fines científicos, educativos y de difusión, sin fines de lucro, o en su caso, los fondos generados por la venta o manipulación de imágenes y videos deberán canalizarse a la CONANP para apoyar la realización de las operaciones de conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de las AMPs.

La natación solamente podrá realizarse si está relacionada con las recomendaciones contenidas en los programas correspondientes.

2.5. Vocación para el avistamiento de especies de interés o carismáticas. En sitios de inaccesibilidad para la realización de buceo y de valor en las actividades de las especies carismáticas, y/o donde la alta diversidad y abundancia de especies sésiles de flora y fauna, fundamentalmente por la presencia de litoral rocoso y de condiciones apropiadas para la proliferación de especies bénticas, puede resultar adecuado efectuar expediciones guiadas en las AMPs para avistar y apreciar la presencia de las especies carismáticas (i. e. tiburón ballena, ballenas, lobos marinos, marsopas, delfines, tortugas, pelícanos, etc.). Podrá dársele éste uso toda vez que el prestador de servicios pague los derechos correspondientes y se de cumplimiento a los criterios aplicables vigentes.

2.6. Vocación para la navegación y el tránsito de embarcaciones. Sitios que por su gran profundidad, dificultad para efectuar operaciones de atraque o cercanía a sitios de reproducción o alimentación de especies sujetas al régimen de protección sólo pueden funcionar como rutas o vías de navegación y para el tránsito de embarcaciones. Podrá dársele éste uso toda vez que se paguen los derechos correspondientes y se de cumplimiento a los criterios vigentes ya establecidos.

2.7. Vocación para la instalación de muelles flotantes de atraque. Sitios aledaños a los sitios de vocación pesquera y a los sitios de vocación para la práctica de actividades de buceo, ecoturismo y campismo, deberán ser patrullados continuamente para evitar que se efectúen acciones inapropiadas y deberán contar con sistemas de seguridad y de atención contingencias, como es el caso de sistemas de comunicación, agua potable, botiquín y bengalas de señales. Podrá dársele éste uso toda vez que se paguen los derechos correspondientes y se de cumplimiento a los criterios vigentes.

2.8. Sitios de vigilancia y control. Sitios estratégicos desde donde sea posible avistar islotes y sitios en las islas y sus alrededores, que por la abundancia y diversidad de especies carismáticas protegidas que en ellos se encuentran, no deben ser utilizados para ninguna actividad de las mencionadas anteriormente, para evitar perturbar a la fauna o lesionarla. La utilidad de estos sitios está relacionada con el control de embarcaciones, el combate al narcotráfico y las acciones necesarias para evitar la pesca ilegal. Debe darse cumplimiento a los criterios vigentes ya establecidos en otros programas de manejo.

2.9. Sitios de anclaje. Son sitios aledaños a aquellos de vocación pesquera, para el buceo o ecoturística, que estarán destinados a permitir el anclaje de embarcaciones, ya sea para efectuar acciones de vigilancia, de apreciación de la naturaleza, paradas de descanso o de emergencia, donde se reciban apropiadamente señales de radio o se efectúen recorridos cotidianos, para coadyuvar al establecimiento de la red local de control, vigilancia y patrullaje. En estos sitios podrán efectuarse actividades relacionadas con la observación científica, el monitoreo, la educación ambiental, la

apreciación de la naturaleza, la difusión y la comunicación. Podrá dársele uso a estos sitios toda vez que se paguen los derechos correspondientes y se de cumplimiento a los criterios aplicables vigentes.

2.10. Sitios de control de tránsito de embarcaciones y de registro de avistamiento de mamíferos. Aquellos sitios estratégicos, que por sus condiciones permiten establecer alguna infraestructura de diseño amigable con las AMPs, como dormitorios para guardaparques y vigilantes, casetas de vigilancia, torres o torretas de avistamiento, boyas y señalamientos de diversos tipos, todos ellos especialmente diseñados para que sea abatibles o fácilmente desmontables, pero con la resistencia suficiente para que presenten la eficiencia y seguridad necesarias para cumplir con los requerimientos de la normatividad vigente en materia de construcción para sus usuarios. Debe darse cumplimiento a los criterios aplicables vigentes.

2.11. Sitios destinados a la total conservación. Islotes y sus sitios de influencia, o secciones de las islas, que por la abundancia y diversidad de las especies protegidas carismáticas que en ellos se encuentran, no deben ser utilizados para ninguna actividad de las mencionadas anteriormente, para evitar perturbar a la fauna o lesionarla. Debe darse cumplimiento a los criterios aplicables vigentes ya establecidos en otros programas.

Discusión

Los criterios aquí desarrollados comprenden tanto los considerados por los autores, como aquellos que fueron recopilados o expresados por distintos investigadores que se han avocado a la importante tarea de la protección, la conservación, la restauración y el diagnóstico de los ecosistemas marinos de gran relevancia para el país. Entre los trabajos que pueden mencionarse al respecto, destacan los de Lluch-Cota *et al.* (2000) en el Golfo de California, Arizpe (2004) en el arrecife de Cabo Pulmo, BCS. y Zavala González *et al.* (2004) en el Alto Golfo de California.

También se consideraron los de Quijano Poumián y Rodríguez Aragón (2004), León (2004) y Rivera Arriaga *et al.* (2004) relativos al manejo de la zona costera, y los de Ortiz-Gallarza en las Bahías de Guaymas en Sonora (2001) y de Salina Cruz, La Ventosa, Chipehua y Guelaguichi en Oaxaca (2007) sobre salud ambiental y modificaciones derivadas del impacto antropogénico y sus medidas de mitigación.

En cuanto a los criterios para la administración de los recursos pesqueros y acuícolas, puede mencionarse a Ochoa (2003), Aguilar-Palomino *et al.* (2003), Bravo Peña *et al.* (2003), Camacho Osuna (2003), De la Cruz González (2003), Huerta García (2003), Jiménez Badillo, (2003), Palleiro Nayar (2003), Sosa Nishizaki (2003), Toledo Reza (2003), Villavicencio Peralta (2003), Wakida Kusunoki (2003), Weaver *et al.* (2003a; 2003b), Zárate-Noble (2003) y Quintanilla Montoya *et al.* (2004). Drumm y Moore (2002) aportan criterios para el turismo ecológico en áreas de protección que son el hábitat original de las especies de CITES (2006) en IUCN (2007).

Las leyes, reglamentos, e instrumentos legales mexicanos que inciden en el manejo de los recursos de las Áreas Marinas Protegidas, también contribuyen de manera importante en la administración sustentable, la definición de criterios de valor dentro de la administración y toma de decisiones correspondientes, y se tomaron en cuenta para la estructuración de los criterios de manejo de este estudio (Secretarías de Estado 1989 a 2006, Diario Oficial de la Federación 1986 a 2007 y Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos 1978 a 2005), sin embargo, aun hay muchos aspectos que deberán ser integrados a éstos instrumentos legales a mediano y a largo plazo.

Conclusiones

Con este trabajo se aporta una propuesta metodológica para la caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México con base en su aplicación práctica entre 2007 y 2008 a diez islas del Alto Golfo de California: Ángel de la Guarda, La Ventana, El Piojo, Cabeza de Caballo, Smith-Coronado, San Lorenzo, Las Ánimas, Salsipuedes, Rasa y Partida. En este estudio se integran veinticinco criterios generales, once vocaciones de las AMPs mexicanas y los criterios de manejo correspondientes a cada vocación. Asimismo, se generaron cuarenta y siete fichas de caracterización, tres listados, un glosario y tres bases de datos específicas de los ecosistemas marinos mencionados para uso exclusivo de la CONANP en la toma de decisiones de la administración del Área de Protección de Flora y Fauna Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre: Islas del Golfo de California, la Reserva de la Biósfera Bahía de los Angeles, Canal de Ballenas y Canal de Salsipuedes y el Parque Nacional Zona Marina, Archipiélago de San Lorenzo, Baja California.

Recomendaciones

Esperamos que los detalles metodológicos y los criterios planteados en este trabajo coadyuven a generar una línea base para el uso, manejo y preservación sustentables de los ecosistemas marinos, que por su trascendencia ecológica, económica, cultural y estética, formen parte del sistema de Áreas Marinas Protegidas de México.

Agradecimientos

Desarrollamos esta metodología a solicitud de las Autoridades de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP en Baja California. Debido a ello sólo damos a conocer a grandes rasgos el procedimiento y los criterios generados por razones de confidencialidad, ya que la administración y toma de decisiones de manejo de las AMPs en nuestro país, es atribución legal de dicha Institución. El Dr. Alfredo Zavala González y el M. en C. Carlos Ramón Godínez Reyes por intermediación del Biól. Benito Bermúdez Almada de la Región Península de Baja California y Pacífico Norte de la CONANP, proporcionaron las facilidades para la ejecución. Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente.

Literatura Citada

Aguilar-Palomino, B., D. Kosonoy-Aceves y F. Ramos-García. 2003. *La pesca artesanal en la Costa de Jalisco*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 16 de enero de 2009.

Arizpe, O. 2004. *El Turismo como Alternativa a la Pesca en el Manejo de un Arrecife Coralino*. Caso Cabo Pulmo, Golfo de California. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. p. 573-588.

Bailey, R. 2000. *Reporte Tierra La herencia del siglo XX*. McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. 380 pp.

Bertsch, H. 2007a. *Sea of Cortez Marine Invertebrates*. 2nd Ed. Sea Challengers Press.

Bertsch, H. 2007b. *Gorgonians and Sea Pens-Colorful Flamboyance*. Sea. Challengers Press.

Bravo Peña, L.C., A. Espinoza Tenorio y O. Pedrín. 2003. *La componente de equidad social en los criterios de asignación de permisos y concesiones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 30 de enero de 2009.

Calderón Aguilera, L.E. 2005. *Primera etapa de la evaluación de la densidad poblacional del pepino de mar Isostichopus fuscus en la Costa Este de Baja California*. Produce Fundación. Dirección de Pesca y de Fomento Agropecuario del Gobierno del Estado de Baja California y CICESE.

Calderón Aguilera, L.E. 2006. *Evaluación de las poblaciones de pepino de mar Isostichopus fuscus en el Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo*. CICESE. CONANP/02/AP01/PRODERS/09/06. Noviembre, 2006. 17 pp.

Camacho Osuna, J.J. 2003. *Propuesta de resectorización de la actividad pesquera mexicana*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 31 de enero de 2009.

CITES. 2006. *The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Appendices I, II, III*. http://www.cites.org/index.html consultada el 2 de marzo de 2009.

CONAPESCA. 2004. *Anuario Estadístico de Pesca*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. SAGARPA.

De Alessi, M. 2000. *Pescando soluciones. El estado de la pesca en el mundo*. En: Reporte Tierra. La herencia del siglo XX. Bailey, R. (ed). McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. p. 89-119.

De la Cruz González, F.J. 2003. *Conservación y Desarrollo: El Punto frágil del Manejo*

Pesquero. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 9 de marzo de 2009.

Diario Oficial de la Federación. 1986. *Ley Federal del Mar*. Diario Oficial. 8 de enero de 1986. Diario Oficial de la Federación. 2001. *Aviso mediante el cual se informa al público en general que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, asimismo, se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo respectivo, el plano de localización y zonificación de dicha área*. Martes 17 de abril. Diario Oficial (Primera Sección). México. p. 7-42.

Diario Oficial de la Federación. 2004. *Ley de Aguas Nacionales*. Jueves 29 de abril de 2004. Diario Oficial. México.

Diario Oficial de la Federación. 2005. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de Parque Nacional, exclusivamente la zona marina que circunda al complejo insular conocido como Archipiélago de San Lorenzo, ubicada en el Golfo de California, frente a las costas del Municipio de Ensenada, Estado de Baja California con una superficie total de 58,442-80-45.40*. Diario Oficial. Lunes 25 de abril de 2005.

Diario Oficial de la Federación. 2006. *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. Diario Oficial. Viernes 15 de diciembre de 2006.

Diario Oficial de la Federación. 2007. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y Canal de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California*. Diario Oficial (Primera Sección). Martes 5 de junio de 2007. p. 5-18.

Diario Oficial de la Federación. 2007. *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Nuevas Reformas. Lunes 12 de febrero de 2007. Diario Oficial. México.

Diario Oficial de la Federación. 2007. *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables*. Martes 24 de julio de 2007. Diario Oficial (Primera Sección). México.

Drumm, A. y A. Moore. 2002. *An Introduction of Ecotourism Planning*. The Nature Conservancy. 97 pp.

Eberstadt, N. 2000. *Perspectivas para la población mundial en el Siglo XXI ¿El fantasma del despoblamiento?* En: Reporte Tierra La herencia del siglo XX. Bailey, R. (ed). McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. p. 65-87.

Escalona Alcázar, F.J., L.A. Delgado Argote, M. López Martínez y G. Rendón Márquez. 2001. *Late Miocene vulcanism and marine incursions in the San Lorenzo Archipelago, Gulf of California, Mexico*. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 18(2): 111-128.

Espejel, I., C. León, J.L. Férman, G. Bocco, F. Rosete, B. Graizbord, A. Castellanos, O. Arizpe y G. Rodríguez. 2004. *Planeación del Uso del Suelo en la Región Costera del Golfo de California y Pacífico Norte de México*. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. p. 321-339.

FAO. 1997. *Zonificación agro-ecológica. Guía general Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos*. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de Suelos de la FAO, 73. Roma, Italia. M-51.

FAO. 1995a. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I. Plantas e Invertebrados*. Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. Departamento de Pesca de la FAO/Instituto de Investigación Senckenberg. Comisión Europea, Dirección General para el Desarrollo. Agencia Noruega para el Desarrollo Internacional (NORAD) M-43. p.1-646.

FAO. 1995b. Guía *FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen II. Vertebrados*. Parte 1. Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. Departamento de Pesca de la FAO/Instituto de Investigación Senckenberg. Comisión Europea, Dirección General para el Desarrollo. Agencia Noruega para el Desarrollo Internacional (NORAD) M-43. p. 647-1201.

FAO. 1995c. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen III. Vertebrados*. Parte 2. Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem. Departamento de

Pesca de la FAO/Instituto de Investigación Senckenberg. Comisión Europea, Dirección General para el Desarrollo. Agencia Noruega para el Desarrollo Internacional (NORAD) M-43. p. 1201-1813.

Gotshall, D.W. 1998. *Sea of Cortez Marine Animals. A Guide to the Common Fishes and Invertebrates Baja California to Panama.* Sea Challengers. 110 pp.

Hendrickx, M.E., R.C. Brusca y L.T. Findley. 2005. *Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México.* Parte 1. Arizona-Sonora Desert Museum. 429 pp.

Huerta García, M. 2003. *Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Langosta en el Parque Nacional Huatulco, Oaxaca, Méx*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 5 de febrero de 2009.

IUCN. 2007. *Red List of Threatened Species. The World Conservation Union. The IUCN Species Survival Commision*. http://www.iucnredlist.org/ consultado el 17 de febrero de 2009.

Jiménez Badillo, L. 2003. *La Pesca Artesanal inmersa en un Área Natural Protegida*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 22 de febrero de 2009.

León, C. 2004. *Piezas de un rompecabezas: dimensión socioeconómica de las costas de México*. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. p. 5-26.

Lluch-Cota, S.E., A. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Aureoles-Gamboa, J.J. Bautista- Romero, R. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortéz-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel Herrera, G. Fernández, M. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, M. Karhu, D. Lluch-Belda, D.B. Lluch-Cota, J. López Martínez, S.G. Marinone, M.O. Narváez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez, C.A. Zavala, R.A. Schwartzlose y P.A. Sierra-Beltrán. 2000. *The Gulf of California: Ecosystem*

view and Environmental trends. http://www.pices.int/publications/special_publications/NPESR/2005/File_11pp_193-200.pdf consultado el 30 de diciembre de 2008.

Macintosh, G. 2006. *Two Months on Guardian Angel Island*. Discover Baja Travel Club. p. 1, 8-11.

Macintosh, G. 2007. *Guardian Angel Island - A Diamond in the Rouge*. Discover Baja Travel Club. p. 10-11.

Martin, R. B. 2000. *Diversidad biológica. Visiones divergentes acerca de su estado y enfoques divergentes respecto de su conservación*. En: Reporte Tierra La herencia del siglo XX. Bailey, R. (ed). McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. p. 215-249.

Moran, R. 1999. *La Isla de Guadalupe y su Flora*. En: Vegetación de Baja California. Fremontia, Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de California. Edición Especial, Julio 1999. p. 42-51.

Morán Angulo, R.E., M.T. Bravo Mercado, S. Santos Guzmán y J.R. Ramírez Zavala (eds). 2002. *Manejo de Recursos Pesqueros Reunión Temática Nacional*. Universidad Autónoma de Sinaloa. 463 pp.

Morris, R.H., D.P. Abbott y E.C. Haderlie. 1980. *Intertidal Invertebrates of California*. Stanford University Press. Stanford, California, E. U. A. 665 pp.

Oberbauer, T. A. 1999. *Las Islas del Pacífico, Joyas de Baja California*. En: Vegetación de Baja California. Fremontia, Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de California. Edición Especial, Julio 1999. p. 39-41.

Ochoa, J.L. 2003. *Mareas Rojas. Proliferaciones Micro-algales Nocivas y Biotoxinas Marinas en México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. ISBN 968-5715-06-8. 84 pp.

Ortiz Gallarza, S.M. 2001. *Fauna Béntica de la Bahía de Guaymas, Sonora, indicadora de contaminación de origen orgánico*. Tesis Maestría en Ciencias, Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 136 pp.

Ortiz Gallarza, S.M. 2007. *Sustentabilidad Ecológica, Salud Ambiental y Contaminación en Ecosistemas Acuáticos*. Tesis Doctor en Ciencias, Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales, Orientación en Ecología. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 404 pp.

Palleiro Nayar, J.S. 2003. *La Pesca del camarón en el Alto Golfo de California*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El

Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 9 de febrero de 2009.

Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. 1978. *Decreto por el que se establece una zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre, en las islas que se relacionan, situadas en el Golfo de California.* 2 de agosto de 1978. 3 pp.

Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. 1999. *Reglamento de la Ley de Pesca.* Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 29 de septiembre de 1999. 11 pp. Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. 2000. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.* Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 11 de noviembre de 2000.

Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. 2005. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.* Publicada en el Diario Oficial de la Federación, miércoles 7 de diciembre de 2005. 94 pp.

Quijano Poumián, M. y B. Rodríguez-Aragón. 2004. *El Marco Legal de la Zona Costera*. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G. J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS- Universidad, Universidad de Quintana Roo. p. 69-84.

Quintanilla Montoya, A.L., R.I. Rojas Caldelas, E.A. Corona Zambrano, O. Pedrín, L. Zizumbo Villareal, S.I. Larios Castillo, R. Guzmán Obispo y M. Galileo Hernández. 2004. *Diseño participativo de una estrategia de Desarrollo Rural Sustentable para la comunidad de Bahía de Los Ángeles, Baja California, México*. 182 pp. UABC/IIO/CONANP/APFFIGC. Propuesta de Programas de Desarrollo Rural Sustentable (PRODERS).

Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). 2004. *El Manejo Costero en México.* Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS- Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 pp.

Roberts, N.C. 1989. *Baja California Plant Field Guide*. Natural History Publishing Company. La Jolla, California, E. U. A. 309 pp.

Robles, A., E. Ezcurra y C. León. 1998. *The Sea of Cortés. A Place with a Future*. Photography: R. Doniz, H. Hall, A. Cabrolier, N. Triedo y A. Martínez. Editorial México Desconocido, S. A. de C. V. México. 182 pp.

Scarlett, L. 2000. *Hacer más con menos; desmaterialización, ¿triunfo ambiental desdeñado?* En: Reporte Tierra La herencia del siglo XX. Bailey, R. (ed). McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. p. 41-63.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2004. *Carta Nacional Pesquera*. Diario Oficial de la Federación, lunes 15 de marzo de 2004. p. 76-180.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2006. *Carta Nacional Pesquera*. Diario Oficial de la Federación, viernes 25 de agosto de 2006. p. 15-128.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1989. *Información básica sobre las Áreas Naturales Protegidas de México*. Subsecretaría de Ecología, Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales, Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 84 pp.

Secretaría de Educación Pública. 1992. *Baja California, tierra extremosa y riqueza en los mares*. Monografía Estatal. El Libro de mi Tierra. Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos. 203 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. *Norma Oficial Mexicana NOM-059- ECOL-2001, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación, miércoles 6 de marzo de 2002. Segunda Sección. p. 1-85.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1996. *Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000*. 138 pp.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000a. *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. 6 pp.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000b. *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California*. México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 262 pp.

Sosa Nishizaki, O., J.L. Castillo Géniz, J.C. Pérez Jiménez y C. Rodríguez Medrano. 2003 *¿Podremos normar la pesca de tiburón?* Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera

Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 3 de febrero de 2009.

Taylor, J. y P. VanDoren. 2000. *Energía suave, datos duros. La electricidad para el siglo XXI*. En: Reporte Tierra La herencia del siglo XX. Bailey, R. (ed). McGraw-Hill Companies, Inc. E. U. A. p. 121-163.

Toledo Reza, H. 2003. *Factores ambientales que inciden en las políticas de Manejo y el desarrollo de la Actividad Pesquera en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 2 de febrero de 2009.

Tucker Abbott, R. 1974. *American Seashells. The Marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. 2nd ed. Van Nostrand Reinhold Company. 663 pp.

Villavicencio Peralta, L. 2003. *Propuesta de Reformas Legales para sancionar la pesca ilegal de recursos pesqueros de alto valor en el mercado*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 4 de febrero de 2009.

Wakida Kusunoki, A.T. 2003. *Consideraciones para el establecimiento de la pesquería del camarón siete barbas (Xiphopenaeus kroyeri) en las costas de Campeche*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 8 de enero de 2009.

Weaver, A.H., L. Bourillón, J. Torre y J. Egido. 2003a. *Creando una Reserva Comunitaria para mejorar el manejo pesquero en Bahía de Kino*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 7 de enero de 2009.

Weaver, A.H., J. Torre, A. Sáenz-Arroyo y L. Bourillón. 2003b. *Promoting fisher participation in management through capacity building and knowledge exchange opportunities in the Gulf of California*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 9 de febrero de 2009.

Zárate Noble, V.M. 2003. *Análisis del marco teórico-práctico de las estrategias pesqueras de ordenación y manejo con miras a promover un impacto estratégico en el ambiente, la sociedad y la economía*. Foro: La Pesca Ribereña en México: una crisis desatendida. 11-12/12/2003. El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California. http://www.colef.mx consultado el 12 de enero de 2009.

Zavala González, A., C. Godínez Reyes y R. Enríquez Andrade. 2004. *La Conservación de las Islas del Mar de Cortés: experiencias en Baja California*. En: El Manejo Costero en México. Rivera Arriaga, E., G.J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath y F. Rosado May (eds). Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. p. 353-365.

Para citar esta obra:

Ortiz-Gallarza, S. M., F. Uribe-Osorio y A. Ortega-Rubio. 2015. *Caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: propuesta metodológica*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 85-128). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo VI

Uso de la Geomática para el Análisis Espacio-Temporal de las Áreas Naturales Protegidas

Ernesto Soto-Galera y Myriam Adela Amezcua-Allieri*

Resumen

El análisis de los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en espacio y tiempo requiere de información con características especiales como son área, ubicación, estacionalidad y frecuencia de los procesos que se dan en el sistema. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sistemas de cómputo capaces de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y desplegar información georeferenciada, ayudan al manejo y análisis de grandes volúmenes de información, permitiendo un mayor entendimiento de los procesos que se dan en los ecosistemas y un mejor manejo de las actividades que realiza el hombre en ellos, contribuyendo a mantener la vitalidad económica y la calidad ambiental. La presente contribución describe como el campo de la Geomática permite estudiar a los ecosistemas desde una perspectiva holista, e implementar un análisis multiescala, espacio-temporal y multifactorial, ocupando diversas herramientas como la percepción remota. En el análisis de la información, se trabaja con la variable geográfica (posición espacial) en el tiempo, lo que permite hacer análisis en espacio-tiempo. Para complementar el análisis de información, se ocupan los SIG que facilitan la captura, manejo y análisis de la información geográfica. El poder estudiar espacial y temporalmente las variables ecológicas, sociales y económicas facilita el realizar estudios integrales, útiles para estudios ecológicos, ambientales y sociales de las ANP.

Palabras clave: Geomática, SIG, percepción remota, escala espacial, escala temporal

Abstract

The analysis of the ecosystems of protected natural areas (PNA) in space and time requires information with special features such as area, location, seasonality and frequency of the processes occurring in the system. Geographic Information Systems (GIS), computer systems able to integrate, store, edit, analyze, share and display geographically referenced information, help manage and analyze large volumes of information, allowing a greater understanding of the processes that occur in ecosystems and better management of the man activities, helping to maintain economic vitality and environmental quality. This contribution describes how Geomatics allows the study of ecosystems from a holistic perspective, as well as implements a multiscale and multi-temporal space analysis, using various tools such as remote sensing. In the analysis of information, we used to work with the geographic variable (spatial position) over time, which allows space-time analysis. To complement the analysis of information, authors deal with GIS to facilitate the capture, manage and analysis of the geographic information. The space and time analysis of the ecological, social and economic variables facilitates integrated studies which are useful for ecological, environmental and social studies of the PNA.

Key words: Geomatics, GIS, remote perception, spatial scale, temporal scale

Antecedentes

En el estudio de los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) existen dos factores que influyen notablemente en los resultados obtenidos, uno es la escala espacial en la que se enmarca el área de estudio y el otro es el periodo de tiempo en que se analiza al ecosistema. Definir las fronteras en tiempo y espacio de un ecosistema ha generado una amplia discusión entre los investigadores. Desde que Tansley acuñó el concepto de ecosistema se ha escrito mucho sobre la relación escala-tiempo, lo que ha propiciado nuevos enfoques en la forma de estudiar, aprovechar y conservar estos sistemas (véase por ejemplo, Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

El estudiar a los ecosistemas en espacio y tiempo requiere de información con características especiales como son área, ubicación, estacionalidad, y frecuencia de los procesos que se dan en el sistema. Esta información se puede enfocar, por ejemplo, desde el punto de vista de la ingeniería de ecosistemas, es decir, en cómo los organismos cambian físicamente el entorno abiótico y cómo éste se relaciona de nuevo con la biota. En esta visión, las escalas temporales y espaciales son clave para entender la importancia y uso del concepto de ingeniería de los ecosistemas, informar sobre las funciones desempeñadas por los ecosistemas y su incorporación en contextos ecológicos más amplios (Hastings *et al.*, 2007). Sin embargo, el reto es identificar las escalas de observación apropiadas para la investigación del ecosistema, lo que depende de los procesos en estudio (Habeeb *et al.*, 2005).

Escala espacial

El tamaño del ecosistema y la escala en que se estudia condicionan el entendimiento del sistema, por ejemplo los disturbios que son frecuentes a escalas espaciales pequeñas se podrían considerar parte de la dinámica del ecosistema sin perder estabilidad, sin embargo, disturbios que son considerados grandes (por ejemplo, incendios y huracanes), que se presentan con menor frecuencia, son a veces no considerados parte de la dinámica del ecosistema. Lo expresado anteriormente queda poco claro cuando se cambia de escala de observación, lo pequeño y grande se vuelve subjetivo y los límites del ecosistema podrían parecer rígidos (Shriner *et al.*, 2006). Además, los procesos que se dan tienen distintas escalas y no están limitados a fronteras bien definidas, así en los ecosistemas que son grandes en extensión como es el caso de una ecorregión[1], solo disturbios muy grandes y raros puede sobrepasar la capacidad de estabilización, mientras que si se consideran ecosistemas pequeños, la probabilidad de que ocurra un evento desestabilizador es mucho mayor (O´Neill, 2001).

Escala temporal

Respecto al tiempo, en intervalos cortos de observación la variabilidad de los ecosistemas es pequeña y su comportamiento es estable, mientras que en periodos largos de observación, es más probable que se presenten eventos catastróficos, haciendo al ecosistema inestable. Así, la relativa estabilidad de los sistemas no solo

es medida por la capacidad de recuperarse de un disturbio, sino también por el tiempo que transcurre hasta el siguiente disturbio.

Las dimensiones temporales y espaciales pueden ser vistas como similares e inseparables, sin embargo, su medición no lo es. Considerando que las medidas espaciales son los cambios de estado entre dos entes sobre el espacio y en un tiempo dado, las medidas temporales son cambios en el estado, sobre el tiempo, de un mismo ente, por lo que todas las medidas de tiempo engloban movimientos en el espacio (Kellerman, 1989).

Las características del tiempo con las que se estudian la progresión de eventos en un sistema incluyen dirección, duración y frecuencia. La duración describe la continuidad de un evento en un espacio con algún cambio asociado. La frecuencia se refiere al número de veces que sucede un evento en un intervalo de tiempo. Así, estudiar el tiempo como una variable discreta en lugar de una continua permite, algunas veces, tener una mayor comprensión de un proceso dinámico en un sistema complejo, y entender los patrones en el cambio (Yattaw, 1999).

No hay una sola escala correcta con la cual se pueda estudiar el comportamiento de un ecosistema, se debe determinar cuál es el nivel apropiado de agregación y simplificación que sirve para el análisis. La selección de las escalas para la investigación es muy dependiente de la pregunta que tiene que ser contestada. Los parámetros y procesos importantes en una escala, frecuentemente no son importantes en otra escala. Una investigación exitosa define primero a que escala será observado el fenómeno[1] de interés y después se seleccionan los métodos y análisis apropiados para entender los patrones y procesos espacio- temporales.

La determinación de la escala espacial y temporal a usar para examinar un fenómeno geográfico es de gran importancia debido a que estas pueden afectar a los objetivos, metodología y resultados del análisis. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) incorporan información de percepción remota, geoestadística y otras disciplinas de la Geomática[2], con el fin de ayudar a comprender relaciones

[1] Según Olson *et al.* (2001), las ecorregiones o biorregiones son unidades geográficas con flora, fauna y ecosistemas característicos. Son una división de las grandes "ecozonas" o regiones biogeográficas. Las divisiones políticas de municipios, estados y países, no respetan los procesos ecológicos, por lo que es importante el desarrollo de políticas públicas que incluyan escalas espaciales adecuadas y que consideren la dinámica ambiental.

[2] Existen diversas definiciones de Geomática, las cuales se pueden resumir en ciencia y tecnologías relacionadas al manejo de la información georeferenciada. También es un término científico para definir la medición, manejo, almacenaje, análisis y despliegue de descriptores y posición de localidades en la Tierra, en un contexto geográfico e integral.

espacio-temporales de los ecosistemas. Recientemente estas herramientas han permitido modelar y simular procesos tales como la dinámica que se da en el clima, en el océano o en la biota, lo que permite evaluar procesos de gran escala como es el calentamiento global. La verificación y refinamiento de estos modelos requiere de sofisticados análisis de grandes volúmenes de datos multidimensionales, así como el manejo de escalas y series de tiempo (Bastian *et al.*, 2006). Un área prioritaria para el análisis de los cambios y patrones de cambio en los ecosistemas, es el desarrollo de modelos que representen procesos dinámicos e interacciones espaciales que incluyan múltiples escalas, múltiples dimensiones y una amplia diversidad de tipos de datos, solo así se podrá tener una mejor idea de los que sucede.

La presente contribución describe como el campo de la Geomática permite estudiar a los ecosistemas de las Áreas Naturales Protegidas desde una perspectiva holista[3], e implementar un análisis multiescala, espacio-temporal y multifactorial, ocupando diversas herramientas como la percepción remota. En el análisis de la información, se trabaja con la variable geográfica (posición espacial), lo que permite hacer análisis en espacio-tiempo, para complementar lo anterior, se ocupan los SIG que facilitan la captura, manejo y análisis de la información geográfica.

Discusión

La ecología estudia a los seres vivos y su medio ambiente, para lo cual se requiere de datos espaciales debido a la necesidad de saber la localización y distribución de las especies. Tradicionalmente la obtención de datos ecológicos es a través de la observación directa de los fenómenos, esto permite tener una alta exactitud en las medidas que se realizan, pero es un trabajo muy arduo e impráctico cuando se llevan a cabo estudios que no son locales (Aplin, 2005).

El estudiar los ecosistemas a distintas escalas espaciales implica evaluar distintos factores como son la resolución espacial, el tiempo de trabajo, el costo y la incertidumbre en los datos, lo que repercutirán en el desarrollo y los resultados.

Cuando se trabajan áreas pequeñas, la colecta de información del ecosistema se puede hacer de forma directa, teniendo una mayor certidumbre de los datos,

[3] La holística alude a la tendencia que permite entender los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan. Se refiere a la manera de ver las cosas enteras, en su totalidad, en su conjunto, en su complejidad, pues de esta forma se pueden apreciar interacciones, particularidades y procesos que por lo regular no se perciben si se estudian los aspectos que conforman el todo, por separado (Barrera-Morales 1995).

pero si se requiere medir en diferentes épocas del año, el trabajo, el tiempo y los recursos empleados aumentan, sin embargo el costo-beneficio puedes ser aceptable, ganando exactitud y resolución en los resultados.

La observación directa de los ecosistemas se complica a escalas espaciales grandes (e.g. 1:1,000,000, 1:500,000), el esfuerzo en la adquisición y manejo de información aumenta considerablemente, lo que repercute en el tiempo y costo del estudio. La exactitud que se obtiene en la medición directa se reduce por las múltiples variables a medir en áreas extensas y se manejan grandes cantidades de información. Si el estudio contempla evaluar el ecosistema a lo largo del tiempo, la medición directa se hace inviable (Urban, 2005).

Como se observa la Fig. 1, cuando se estudia un ecosistema hay dos factores que hacen que el tiempo y costo empleados en la obtención de información varíen: la certidumbre y la resolución de los datos. Si se requiere tener una visión muy general del ecosistema, los costos y el tiempo empleados serían bajos, sin embargo, cuando se requiere estudiar a una mayor profundidad los procesos que en el ecosistema ocurren, el detalle de la información (resolución) debe ser mayor, lo que permitirá tener un mejor conocimiento del ecosistema.

Desafortunadamente la ecología para las ANP actual no está siendo conducida a una escala significativa para los tomadores de decisiones políticos, por lo que para hacer la mayor parte de la investigación pertinente para las políticas públicas, se requiere llevar a cabo la investigación en colaboración interdisciplinaria entre ecologistas y científicos sociales. Sin embargo, el reto de llevar a cabos investigaciones interdisciplinarias útiles sólo hace hincapié en los problemas de escala: los ecologistas y los científicos sociales tradicionalmente enmarcan sus preguntas de investigación a diferentes escalas, planteando así objetivos diferentes durante la gestión de los recursos naturales. Stevens *et al.* (2007) argumentan que la investigación aplicada ecológica debe tener un mayor impacto en la información política de medio ambiente, poniendo mayor atención a la magnitud de los esfuerzos de investigación, es decir, definir propiamente la escala del estudio, y apoyando estos esfuerzos científicos con mayor presupuesto.

Debido al creciente interés de estudiar más allá de escalas locales, los ecólogos tienen la necesidad de ocupar un amplio rango de escalas espaciales para evaluar desde un paisaje hasta todo el planeta.

Herramientas de la Geomática han llegado a ser fundamentales en muchas investigaciones biológicas, ya que permiten obtener y manejar información en distintas escalas espaciales y temporales de los ecosistemas, reduciendo los costos del proceso de investigación. Además estas herramientas permiten identificar y detallar las características biofísicas de los hábitats, prediciendo la distribución y la variabilidad espacial en la riqueza de especies, detectando los cambios naturales o los ocasionados por el hombre. Estas mediciones están sujetas a errores, pero pueden ser corregidas con procesos matemáticos e información de campo, lo que permite tener datos con la suficiente resolución para ser integrada en estudios ecológicos (Kerr y Otrovsky, 2003).

Figura 1. Aumento en costo y tiempo cuando se requiere tener una menor incertidumbre del sistema y un mayor detalle de la información. Fuente: Elaboración propia.

La Geomática en el análisis de ecosistemas de ANP

La Geomática tiene repercusiones en todas las disciplinas que dependen de datos espaciales, incluyendo estudios ambientales, planeación, ingeniería, navegación, geología y geofísica, oceanografía y análisis de riesgo. En el área de la ecología la

Geomática se utiliza desde adquisición de coordenadas geográficas en un muestreo hasta la modelación espacial de un proceso ecológico.

Durante el estudio de un ecosistema, la Geomática usa diferentes datos provenientes de distintas fuentes, incluyendo sensores e instrumentos, instalados en plataformas aéreas, marítimas ó ubicadas en tierra. Esta información es procesada y manipulada usando diferentes software y hardware, así combina tecnologías y disciplinas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la Percepción Remota (PR), la Geoestadística, el Geoposicionamiento Global (GPS), las bases de datos, etc. A continuación se describen brevemente algunos conceptos, con énfasis en su aplicación en estudios ecológicos.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Ecología de las ANP

Un SIG es un sistema para crear, almacenar, analizar y manejar datos espaciales y sus atributos asociados. En estricto sentido, es un sistema de cómputo capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y desplegar información georeferenciada (Azuara y Ramírez, 1994).

Los SIG describen los datos geográficos de un mundo real en términos de su posición, de acuerdo a un sistema de coordenadas, a sus atributos (como es color, altura, costo, pH, distancia, etc.), y a sus interacciones con otros datos (Burrough, 1989). Así, los SIG son poderosas herramientas computacionales que permiten modelar, manipular, evaluar y predecir escenarios de lugares de interés permitiendo al hombre tener una mejor abstracción de la realidad.

Antes de los SIG, los estudios ambientales quedaban sesgados en su análisis espacial, se dificultaba la representación geográfica del área de estudio y la interrelación de los datos alfanuméricos (base de datos) con las representaciones espaciales (mapas) se volvían muy difíciles. La utilización de los SIG es cada día más frecuente debido a la necesidad de espacializar la información generada, la modelación de distintas variables y la representación gráfica de los resultados.

Así estos sistemas son requeridos en: estudios de contaminación ambiental, impacto ambiental, ordenamiento ecológico, monitoreo ambiental, manejo y aprovechamiento e inventario de recursos, estudios de riesgo, estudios de factibilidad (costo-beneficio), etc.

Uno de los aspectos que no se debe olvidar es que los SIG son herramientas que sirven de apoyo a los tomadores de decisiones en forma rápida y objetiva, disminuyendo la incertidumbre. También los SIG pueden ser adaptados para ser consultados de una manera sencilla por personas no especialistas, permitiendo una mayor accesibilidad y difusión de la información.

En la ecología y ciencias ambientales, los SIG posibilitan a los investigadores examinar las condiciones de la superficie de la Tierra, la atmósfera y ciertas capas de sub-superficie, por medio de datos satelitales, así permiten examinar variaciones de procesos que ocurren en la tierra en periodos de tiempo de días, meses y años. Otro aspecto importante en el estudio del medio ambiente es la cantidad y el tipo de información, debido a que la evaluación de los ecosistemas requiere de una gran cantidad de información que no solo se circunscribe a datos físicos, químicos y biológicos, sino cada vez se ocupa más información social, económica y política en su estudio. Así, dependiendo del área de estudio y el periodo a evaluar, será la cantidad de información que tiene que ser procesada.

En lo referente a los estudios de cobertura del suelo que ha contribuido a inventariar, evaluar y monitorear los recursos naturales de un ecosistema, anteriormente se realizaba mediante un exhaustivo trabajo en el campo y la interpretación de fotografías aéreas. Pero en la dos últimas décadas, el uso de la teledetección[4] y los SIG han ayudado a agilizar estas tareas, permitiendo también la evaluación de áreas más grandes y disponiendo de una mayor información acerca del sitio estudiado, tanto en el tiempo como en el espacio. Así, regiones que por su extensión, complejidad y accesibilidad eran muy difíciles de estudiar, por ejemplo el Amazonas o la vegetación del Ártico, hoy en día se monitorean continuamente (Tommervik *et al.*, 2003; Vieira *et al.*, 2003).

Percepción Remota (PR) en la Ecología de las ANP

La PR[5] involucra la detección y medida de la radiación reflejada o emitida en diferentes

[4] Consiste en la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el objeto (como por ejemplo aviones, satélites, astronave, boyas o barcos). En la práctica, la teledetección remota consiste en recoger información a través de diferentes dispositivos de un objeto concreto o un área (Jensen, 2007).

[5] La percepción remota es una técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores

anchos de banda de objetos distantes o materiales, por lo que se pueden identificar y categorizar en clases, substancias y distribución espacial. Por lo general los datos son recogidos a través de sensores instalados en plataformas aerotransportadas o en satélites, los cuales captan la energía emitida o reflejada, obteniéndose una imagen, con una banda para cada una de las regiones del espectro que pueda captar el sensor.

Los avances en tecnología han permitido contar con instrumentos cada vez más precisos que proporcionan una mayor información en las imágenes. Su aplicación está ampliamente difundida en instituciones superiores, gobierno federal e iniciativa privada.

En la ecología de las ANP se requiere de datos sobre la distribución y localización de las especies estudiadas, tradicionalmente la colecta de datos es por medio de observaciones y mediciones directas en campo, con lo que se obtiene una alta precisión en los datos, pero implica un trabajo arduo que se hace muy difícil de realizar cuando se trabaja a escalas regionales (Aplin, 2005). La PR se ha empleado con frecuencia en estudios ecológicos debido la relación costo-área en la toma de datos, a la multitemporalidad y al registro de datos en áreas con poca accesibilidad.

Se pueden describir tres grades áreas donde se aplica la PR: 1) en la ecología; la clasificación de coberturas de suelo para identificación de tipos de vegetación e inferencia de hábitats; 2) en la medición de parámetros del ecosistemas como son índice de área foliar, productividad primaria neta, índices de vegetación, fragmentación entre otros; y 3) detección de cambios y monitoreo de los ecosistemas, en lo que se involucran las variables de tiempo y espacio (Kerr y Ostrovsky, 2003). Las nuevas plataformas satelitales con mayores resoluciones (hasta 1m en pancromático[6] y 4m en multiespectral[7]), y sensores hiperespectrales[8], permiten hacer nuevos estudios en

instalados en plataformas espaciales, suponiendo que entre la Tierra y el sensor existe una interacción energética- ya sea por la energía solar, por un haz energético artificial o por emisión propia (Chuvieco, 1990).

[6] Dicho de una placa o de una película: Cuya sensibilidad es aproximadamente igual para los diversos colores (CCRS, 2004).

[7] Una imagen multiespectral se compone de imágenes del mismo objeto, tomadas en diferentes longitudes de onda electromagnética (Sabins, 1978). Puede ser luz visible, infrarroja, ultravioleta, rayos X o cualquier otra banda del espectro.

[8] Los sensores remotos hiperespectrales, por otro lado, colectan datos simultáneamente en docenas o cientos de angostas y adyacentes bandas espectrales. Estas mediciones hacen posible derivar un espectro continuo para cada celda de imagen (CCRS, 2004).

ecología, por ejemplo, evaluación de arrecifes de coral, patrones de distribución de especies vegetales, impactos ambientales por procesos humanos o naturales.

Como se observa en la Fig. 2, la percepción remota satelital proporciona poca información de ecosistemas o partes de estos cuando se trabaja a escalas espaciales pequeñas, pero el avance tecnológico ha aumentado la resolución de los satélites, y aunque hay satélites que puedan captar objetos de centímetros (satélites militares), su costo es muy elevado.

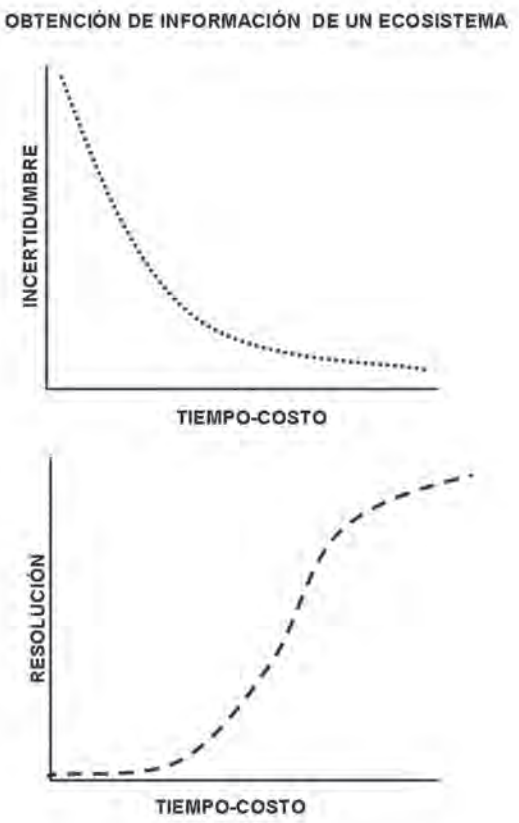


Figura 2. Relación entre el tamaño del ecosistema, el tiempo y costo necesarios para obtener información del ecosistema con un método directo (observación) y uno indirecto (percepción remota satelital). Fuente: Elaboración propia.

Se han mandado satélites al espacio para que adquieran imágenes de sistemas en particular, como es el SeaWifs para el estudio de los océanos, los GOES para condiciones meteorológicas, los satélites de la red GPS (Global Positioning System, por sus siglas en inglés) para geoposicionamiento global, el proyecto MODIS para el estudio de los procesos que ocurren en tierra, mar y baja atmósfera. Sensores remotos como el lidar y radar, el primero utilizado en cálculo de alturas por ejemplo en la estructura de un dosel vegetal, y el radar ampliamente usado en zonas que por sus condiciones meteorológicas, no permite el empleo de otros satélites (Clark *et al.*, 2004; Treuhaft *et al.*, 2004).

Hay procesos del ecosistema que no pueden ser medidos a través de la PR, sin embargo, se han documentado un gran número de estudios que aplican esta técnica para examinar de forma directa o indirecta ciertos compartimentos del sistema tanto en ambientes acuáticos y marinos (Aplin, 2005) como terrestres (Soto-Galera *et al.*, 2010).

Cuando se estudian por ejemplo cambios de uso de suelo, climatología, desertificación, expansión urbana, entre otros, la PR es una buena herramienta, debido a que se obtiene información de áreas grandes en periodos de tiempo cortos y costos bajos, lo cual sería muy difícil de realizar por muestreos convencionales, otro aspecto importante es que por medio de la PR se tiene información histórica de los sistemas, debido a que los primeras imágenes satelitales comerciales son de la década de los 70´s. Si se utiliza información de la fotografía aérea se podría retroceder otras décadas (Petit y Lambin, 2002).

Geoestadística en la ecología

La Geoestadística[9] ofrece una manera de describir la continuidad espacial, que es un rasgo distintivo esencial de muchos fenómenos naturales, y proporciona adaptaciones de las técnicas clásicas de regresión para tomar ventajas de esta continuidad (Isaaks y Srivastava, 1989).

[9] Es una rama de la estadística que trata fenómenos espaciales. Su interés primordial es la estimación, predicción y simulación de dichos fenómenos, es la aplicación de la teoría de las variables regionalizadas, es decir las variables que presentan una estructura espacial de correlación, a la estimación de procesos o fenómenos espaciales. El uso de geostadística en ecología fue introducida por primera vez de forma explícita por Robertson (1987), aunque fue desarrollado con mayor detalle por Rossi *et al.* (1992). Legendre y Fortin (1989) incluye a la geoestadística como una de las herramientas para la descripción de patrones espaciales en ecología.

La modelación espacial es la adición más reciente a la literatura estadística. Geología, ciencias del suelo, agronomía, ingeniería forestal, astronomía o cualquier disciplina que trabaja con datos colectados en diferentes locaciones espaciales necesita desarrollar modelos que indiquen cuando hay dependencia entre las medidas de los diferentes sitios. Usualmente esta modelación concierne con la predicción espacial, pero hay otras áreas importantes como la simulación y el diseño muestral.

La aplicación de la Geoestadística es amplia: la minería; el petróleo (en la caracterización de reservorios, en la simulación condicional de variables petrofísicas, en el uso de la sísmica en las estimaciones); en la pesca (estimación de provisiones de peces, de variables condicionantes, profundidad, temperatura del agua); en la geofísica marina (problemas de filtrar perturbaciones temporales que mezclan el magnetismo espacial, en las características de su cartografía).

Las técnicas y procedimientos geoestadístico son aplicados en distintos campos de investigación científica, siendo una de las actividades más comunes el uso de datos geográficos para inferir características de amplio grupo de datos geográficos, así como evaluar patrones espaciales.

Las técnicas geostadísticas se han extendido en su uso en la ecología y en las ciencias ambientales. Los variogramas son comúnmente usados para describir y examinar autocorrelaciones espaciales, el *kriging* es el método utilizado interpolar espacialmente variables autocorrelacionadas[10], así la Geoestadística es una manera de describir la continuidad espacial de cualquier fenómeno natural. Con ella se llega a conocer la forma en que varía cualquier variable continua en el espacio en una o varias escalas seleccionadas, con un nivel de detalle que permite cuantificar la variación espacial de la variable en distintas direcciones del espacio. Esta disciplina utiliza funciones para modelar la variación espacial, y estas funciones son utilizadas posteriormente para interpolar en el espacio el valor de la variable en sitios no muestreados. Los resultados son siempre dependientes de la escala espacial elegida.

[10] De acuerdo con Izquierdo y Márquez (2006), el *kriging* es una estimación muy robusta, ya que se basa en la función continua que explica el comportamiento de la variable en las distintas direcciones del espacio, y que en contraste con otros métodos de interpolación (como por ejemplo, interpolar un punto usando los valores de los puntos que le rodean ponderados por la distancia que los separa), permite asociar la variabilidad de la estima (conocido como grado de incertidumbre).

Por ejemplo, si se quiere relacionar la distribución de especies de plantas con el contenido en humedad del suelo, los resultados serán distintos si se muestrea en un cuadrado de 5 x 5m que en uno de 100 x 100m. Habrá entonces dos diferentes patrones espaciales (aunque el mayor engloba, y a veces oculta al menor), y dos diferentes grados de incertidumbre asociados a la respuesta a nivel de individuo a la variación.

Consideraciones finales y perspectivas

La heterogeneidad espacial a escala de ecosistema y de paisaje ha sido reconocida desde el comienzo del desarrollo de la ecología. La ecología del paisaje no es más que el reconocimiento explícito de esta heterogeneidad. La ecología ha desarrollado una serie de técnicas más encaminadas al reconocimiento de la continuidad en las comunidades vegetales, sin olvidar la existencia de discontinuidades, y de todo ello ha surgido el estudio de los análisis de gradientes, fronteras, ecotonos[11], etc. La necesidad de cuantificar estadísticamente el grado y la escala espacial en que cambian las comunidades vegetales no ha sido prioritaria, entre otras cosas porque esta heterogeneidad era percibida visualmente, y por ello era espacialmente predecible.

La geostadística en las ANP ha permitido cuantificar la escala y grado de variación espacial de recursos para plantas y animales y su relación con la distribución de los organismos. Esta variación espacial es clave para explicar procesos ecológicos a diferentes escalas espacio-temporales. Uno de los procesos más claros es la relación entre diversidad y heterogeneidad espacial. Por ejemplo, una especie de crecimiento rápido puede llegar a sombrear y desplazar competitivamente a algún vecino de otra especie de crecimiento más lento. El resultado de la competencia, estimado en condiciones homogéneas de laboratorio, siempre sería el mismo: la especie de mayor crecimiento desplaza a su vecina de menor crecimiento. Sin embargo, en condiciones naturales algunos individuos de la especie de crecimiento más rápido podrían haber germinado en sitios (o micrositios) deficientes en recursos, igualando en crecimiento a la especie más lenta y permitiendo la coexistencia de ambas especies en un espacio relativamente pequeño (Gallardo, 2006). El uso de Geostadística en ecología pretende, en último término, entender las interacciones entre las especies y sus recursos en ambientes heterogéneos.

[11] Es la zona de transición entre dos o más comunidades ecológicas (ecosistemas) distintas.

Como se ha revisado, los SIG y otras tecnologías de la Geomática ayudan al manejo y análisis de grandes volúmenes de información permitiendo un mayor entendimiento de los procesos que se dan en los ecosistemas y un mejor manejo de las actividades que realiza el hombre en ellos, contribuyendo a mantener la vitalidad económica y la calidad ambiental. El poder estudiar espacial y temporalmente las variables ecológicas, sociales y económicas facilita el realizar estudios integrales.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo. M. A. Amezcua Allieri agradece al SNI por la distinción otorgada. Al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Aplin, P. 2005. *Remote sensing: ecology*. Progress in Physical Geography 29 (1): 104-113.

Azuara, I. y A. Ramírez. 1994. *Tecnologías y manejo de información geográfica en bioconservación*. Ciencia y Desarrollo 118: 58-65.

Barrera-Morales, M. 1995. *Importancia del Enfoque Holístico*. Medio Internacional 8. Fundación Sypal. Caracas, Venezuela. 138 pp.

Bastian, O., R. Krönert y Z. Lipsky. 2006. *Landscape diagnosis on different space and time scales – a challenge for landscape planning*. Landscape Ecology 21: 359–374.

Burrough, P.A. 1989. *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido. 194 pp.

CCRS. 2004. *Fundamentals of Remote Sensing*. Canada Centre for Remote Sensing. Columbia, Canadá. 258 pp.

Clark, M.L., D.B. Clark y D.A. Roberts. 2004. *Small-footprint lidar estimation of sub-canopy elevation and tree height in a tropical rain forest landscape*. Remote Sensing of Environment 91: 68–89.

Chuvieco, E. 1990. *Fundamentos de teledetección espacial*. Rialp. Madrid, España. 453 pp.

Gallardo, A. 2006. *Geostadística*. Ecosistemas. Monográfico 3, 11 pp.

Habeeb, R., J. Trebilco, S. Wotherspoon y C. Johnson. 2005. *Determining natural scales of ecological systems*. Ecological Monographs 75(4): 467–487.

Hastings, A., J.E. Byers, J.A. Crooks, K. Cuddington, C.G. Jones, J.G. Lambrinos, T.S. Talley y W.G. Wilson. 2007. *Ecosystem engineering in space and time*. Ecology Letters 10: 153–164.

Isaaks, E.H. y R.M. Srivastava. 1989. *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press. New York, Estados Unidos. 561 pp.

Izquierdo, T. y A. Márquez. 2006. *Comparación de métodos de interpolación para la realización de mapas de precipitación para el acuífero de Icod-Cañadas (Tenerife, Islas Canarias)*. Geogaceta 40: 307-310.

Jensen, J.R. 2007. *Remote sensing of the environment: an Earth resource perspective*. Prentice Hall. New Jersey, Estados Unidos. 608 pp.

Kellerman, A. 1989. *Time, space, and society: Geographical societal perspectives*. Kluwer Academic Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 133 pp.

Kerr, J.T. y M. Ostrovsky. 2003. *From space to species: ecological applications of remote sensing*. Trends in Ecology and Evolution 18: 299–305.

Legendre, P. y M.J. Fortin. 1989. *Spatial pattern and ecological analysis*. Vegetation 80: 107-138.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington, Estados Unidos. 102 pp.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J.A. D'amico, I. Itoua, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao, y K.R. Kassem. 2001. *Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth*. BioScience 51(11): 933-938.

O´Neill, R. 2001. *Is it time to bury the ecosystem concept? (with full military honors, of course!)*. Ecology 82(12): 3275-3284.

Petit, C. y E. Lambin. 2002. *Impact of data integration technique on historical land-use/land-cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes*. Landscape Ecology 17: 117–132.

Rossi, R.E., D.J. Mulla, A.G. Journel, y E.H. Franz. 1992. *Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence*. Ecological Monographs 62: 277-314.

Robertson, G.P. 1987. *Geostatistics in ecology: interpolating with known variance*. Ecology 68: 744-748.

Sabins, F.F. 1978. *Remote sensing, principles and interpretation*. Waveland Pr Inc. California, Estados Unidos. 512 pp.

Shriner, S., K. Wilson y C. Flather. 2006. *Reserve networks based on richness hotspots and representation vary with scale*. Ecological Applications 16(5):1660–1673.

Stevens, C.J., I. Fraser, J. Mitchley y M.B. Thomas. 2007. *Making ecological science policy-relevant: issues of scale and disciplinary integration*. Landscape Ecology 22(6): 799-809.

Soto-Galera, E., J. Piera, y P. López. 2010. *Spatial and temporal land cover changes inTerminos Lagoon Reserve, Mexico*. Revista de Biología Tropical 58(2): 565-575.

Tommervik, H., K.A. Hogda y L. Solheim. 2003. *Monitoring vegetation changes in Pasvik (Norway) and Pechenga in Kola Peninsula (Russia) using multitemporal Landsat MSS/TM data*. Remote Sensing of Environment 85(3): 370-388.

Treuhaft, R.N., B.E. Law y G.P. Asner. 2004. *Forest attributes from radar interferometric structure and its fusion with optical remote sensing*. Bioscience 54: 561–71.

Urban, D. 2005. *Modeling ecological processes across scales*. Ecology 86(8): 1996–2006.

Vieira, I., A. Silva de Almeida, C. Davidson, T. Stone, C. Reis de Carvalho y J. Guerrero. 2003. *Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazonia*. Remote Sensing of Environment 87 (4): 470-481.

Yattaw, N. 1999. *Conceptualizing space and time: A classification of geographic movement*. Cartography and Geographic Information Systems 26(2): 85-98.

Para citar esta obra:

Soto-Galera, E. y M. A. Amezcua-Allieri. 2015. *Uso de la Geomática para el análisis espacio-temporal de las Áreas Naturales Protegidas*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 129-146). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo VII

Índice para la Toma de Decisiones Sobre Recursos Bióticos en Áreas Naturales Protegidas

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza* y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Existen muchos métodos que inciden en el estudio de la biodiversidad de especies bióticas, así como en su caracterización, distribución, sus ciclos de vida e interacciones biológicas. Sin embargo, las herramientas metodológicas que tienen que ver con la toma de decisiones para el logro de un manejo sustentable de ellas, son muy escasas y su uso está aun muy lejos de generalizarse para poder asegurar que la administración de los recursos naturales sea adecuada y eficiente y para decidir si las estrategias para calificar las políticas empleadas, son las mejores para cada caso, ecosistema y comunidad de interés. Debido a ello resta mucho trabajo por hacer en cuanto a la generación de instrumentos útiles para la toma de decisiones ambientales, especialmente, en sitios que por sus condiciones especiales se han hecho acreedoras a la denominación de Áreas Naturales Protegidas. El propósito de éste trabajo es retomar la propuesta de los índices e indicadores de sustentabilidad como herramientas idóneas en la orientación del manejo de los recursos naturales en las Áreas Naturales Protegidas. El uso de índices e indicadores es ideal para cuantificar la eficiencia de las decisiones de manejo a inmediato, mediato y largo plazo. Ya desde hace varias décadas, las autoridades internacionales en las cumbres mundiales, han indicado la necesidad de abordar su creación, aplicación, validación y adaptaciones prácticas respecto a los ecosistemas y a las especies considerados entre los más importantes en nuestro planeta. Esperamos que la aplicación del

índice propuesto contribuya significativamente a conducir el manejo sustentable de los recursos naturales de las ANPs de nuestro país.

Palabras clave: índices, toma de decisiones sustentable, políticas de protección de especies

Abstract

There are many methods that affect the study of biodiversity of biotic species as well as their characterization, distribution, life cycles and biological interactions. However, the methodological tools that deal with decision-making to achieve the sustainable management of them are very scarce and its use is still very far from being generalized to ensure that the management of natural resources is adequate and the strategies, efficient for deciding whether to qualify the policies employed, are the best for each case, ecosystem and community of interest. Because of this, it is still much work to do in terms of generating useful tools for environmental decision-making, especially at sites whose special conditions have made them worthy of the designation of protected areas. The purpose of this chapter is to revive the proposal of indices and indicators of sustainability as suitable tools in guiding the management of natural resources at the Natural Protected Areas. The use of indices and indicators is ideal for measuring the efficiency of management decisions immediately, immediate and at long term. Since several decades, the international authorities in the world summits have indicated the need to address its creation, implementation, validation and practical adaptations to the ecosystems and the species considered among the most important in our planet. We hope that the implementation of the proposed index contribute significantly to driving the sustainable management of natural resources of the Natural Protected Areas in our country.

Key words: Indexes, sustainable decision-making, species protection policies

Antecedentes

La Primera Cumbre de la Tierra tuvo lugar en Estocolmo, Suecia en el año de 1972. Veinte años después, en Río de Janeiro, Brasil se desarrolló la Segunda y por último, en 2002, se produjo una Tercera en Johannesburgo, Sudáfrica. El Programa

XXI es un plan de acción exhaustivo que por consenso habrá de ser adoptado universal, internacional, nacional y localmente, por las organizaciones del Sistema de Naciones Unidas, los Gobiernos y Grupos Principales en cada zona en donde el Ser Humano influya en el medio ambiente (United Nations, 1987; 1989). La Agenda XXI (Brundtland y Troyer, 1990; Brundtland, 1991; UNSD. 2001), la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y la Declaración de Principios para la Gestión Sostenible de los Bosques se firmaron por más de 178 países en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED), que fue la que tuvo lugar en Brasil del 3 al 14 de junio de 1992.

La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se formalizó durante la UNCED, reafirmando la Declaración de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de Junio de 1972. Con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas. Procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial. Reconociendo la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar, proclama que:

Principio 1. Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

Principio 2. Los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus recursos, según sus políticas ambientales y de desarrollo.

Principio 3. El desarrollo debe responder a las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Principio 4. La protección del medio ambiente debe constituir parte integrante del proceso de desarrollo.

Principio 5. Todos deben de contribuir a erradicar la pobreza, reduciendo las disparidades en los niveles de vida.

Principio 6. Se deberá dar especial prioridad a la situación y las necesidades especiales de los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados y los más vulnerables desde el punto de vista ambiental. En las medidas internacionales que se adopten con respecto al medio ambiente y al desarrollo también se deberían tener en cuenta los intereses y las necesidades de todos los países.

Principio 7. Los Estados cooperarán solidariamente a proteger y restablecer la salud del ecosistema Tierra, siendo mayor la responsabilidad de los países desarrollados que ejercen una fuerte presión sobre el medio ambiente.

Principio 8. Para alcanzar el Desarrollo Sostenible, los Estados deberán reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.

Principio 9. Los Estados deberán aumentar el saber científico y tecnológico e intensificar la transferencia de tecnologías nuevas e innovadoras.

Principio 10. El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la amplia participación ciudadana, asegurando el acceso a la información y a la adopción de decisiones. Los Estados deberán fomentar la sensibilización y la participación de la población. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos.

Principio 11. Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas que aplican algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico para otros países, en particular los países en desarrollo.

Principio 12. Los Estados deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que llevara al crecimiento económico y el desarrollo sostenible de todos los países, a fin de abordar en mejor forma los problemas de la degradación ambiental.

Principio 13. Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respectiva de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales.

Principio 14. Los Estados deberían cooperar efectivamente para desalentar o evitar la reubicación y la transferencia a otros Estados de cualesquiera actividades y sustancias que causen degradación ambiental grave o se consideren nocivas para la salud humana.

Principio 15. La falta de certeza científica absoluta no deberá de usarse como excusa para postergar decisiones.

Principio 16. Las autoridades nacionales deben fomentar la internalización de los costos ambientales.

Principio 17. Deberá de emprenderse la evaluación de impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional.

Principio 18. Los Estados deberán de comunicarse y ayudarse en caso de desastres ambientales.

Principio 19. Los Estados deberán informar a aquellos a los que puedan afectar con sus actividades de forma temprana y de buena fe.

Principio 20. Las mujeres deben de tener una activa participación en la ordenación del ambiente y del desarrollo.

Principio 21. Deberá de movilizarse a la juventud para su participación en el proceso de desarrollo sustentable.

Principio 22. Los Estados deberán asegurar la participación de las comunidades aborígenes en los procesos.

Principio 23. Deberá de protegerse el medio ambiente y los recursos naturales de los pueblos sometidos a opresión, dominación y ocupación.

Principio 24. Los Estados deberán de respetar las disposiciones de derecho internacional que protegen al ambiente en épocas de conflicto.

Principio 25. La paz, el desarrollo y la protección ambiental son interdependientes e inseparables.

Principio 26. Los Estados deberán resolver sus controversias de acuerdo a la Carta de Naciones Unidas.

Principio 27. Los Estados y las personas deberán de contribuir solidariamente en la aplicación de estos principios y en el desarrollo de las prioridades establecidas en el Programa y en la Agenda del Siglo XXI.

Como puede apreciarse, la declaratoria comprende a grandes rasgos todos aquellos aspectos que ya sea de forma directa o indirecta, tienen la finalidad de aprovechar y conservar debidamente los recursos naturales abióticos y bióticos de generación en generación, permitiendo asegurar el bienestar social de todos los habitantes del planeta, sin excluir a ningún grupo, al alentar una integración económica que pueda cumplir con los lineamientos éticos fundamentales en el ámbito de las instituciones internacionales avocadas a trabajar por el bien común de la Humanidad.

La Comisión para el Desarrollo Sostenible (CDS) se creó en diciembre de 1992 para asegurar el seguimiento de la UNCED, supervisar y dar cuenta de la realización

de acuerdos a escala local, nacional, regional e internacional. Se acordó que desde 1997 (Resolución A/RES/S-19/2) la Asamblea General de las Naciones Unidas, reunida en sesión especial, llevaría a cabo una revisión cada cinco años de los progresos en torno a los acuerdos asumidos desde la Segunda Cumbre de la Tierra. El 55º período de sesiones de la Asamblea General decidió en diciembre de 2000, que la CDS sirviera como órgano central de organización de la Tercera Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Johannesburgo, Sudáfrica.

La figura siguiente contiene una síntesis general de los aspectos prioritarios de la Agenda Siglo XXI derivada del Informe Brundtland en los rubros: Sistema Ambiental, Sistema Social, Sistema Económico y Sistema institucional. En el Sistema Ambiental están contemplados tanto los elementos abióticos [atmósfera, agua suelo], como los elementos bióticos [flora y fauna] de los ecosistemas y los efectos resultantes de su utilización como es la generación de desechos contaminantes (Fig. 1). Destaca la necesidad de dar atención prioritaria a los ecosistemas vulnerables y de promover la producción sustentable y el desarrollo rural, así como efectuar un manejo ecológico de los desechos y planificar y administrar todas las actividades que se desarrollan en los distintos ecosistemas del planeta.

Cuando las demandas de combustibles, alimentos y materias primas, exceden la capacidad de carga de los ecosistemas y el procesamiento y abasto de los mismos mediante procesos industriales, produce acumulación de desperdicios, es prioritario efectuar acciones de restauración y de mitigación de efectos que permitan la conservación y el mantenimiento de los recursos abióticos y bióticos de aquellos ecosistemas más vulnerables (Handley, 1998) como son las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios con Categoría Ramsar.

El Profesor Grime (1979) de la Universidad de Sheffield en la Gran Bretaña, tras efectuar numerosos estudios de la vegetación, propuso el uso de las especies de flora para calificar o indicar el estado de "salud ecológica" de los ecosistemas terrestres. Diseñó un modelo de las especies de la vegetación del Reino Unido en forma de triángulo equilátero, donde colocó en los tres vértices a las especies calificadas como: Ruderales, Tolerantes al Estrés y Competidoras. En el centro del triángulo las tres clases de especies tienen igualdad de condición. Sin embargo, conforme se acercan a los vértices, están implícitos incrementos de tres gradientes, cuando hay un aumento del enriquecimiento orgánico proliferan las especies

Competidoras [helecho], al elevarse el estrés, aumenta la oportunidad para las especies Tolerantes al Estrés [tomillo silvestre] y cuando el incremento es en el grado de perturbación, se ven favorecidas las especies Ruderales [amapolas]. Entre las especies Competidoras y las Tolerantes al Estrés se encuentra el roble, entre las Ruderales y las Competidoras está el perifollo y entre las Tolerantes al Estrés y las Ruderales existe la orquídea púrpura temprana. Los bioindicadores son muy buenas herramientas para determinar el estatus de los ecosistemas en cuanto a la perturbación, el estrés y el enriquecimiento de materia orgánica.

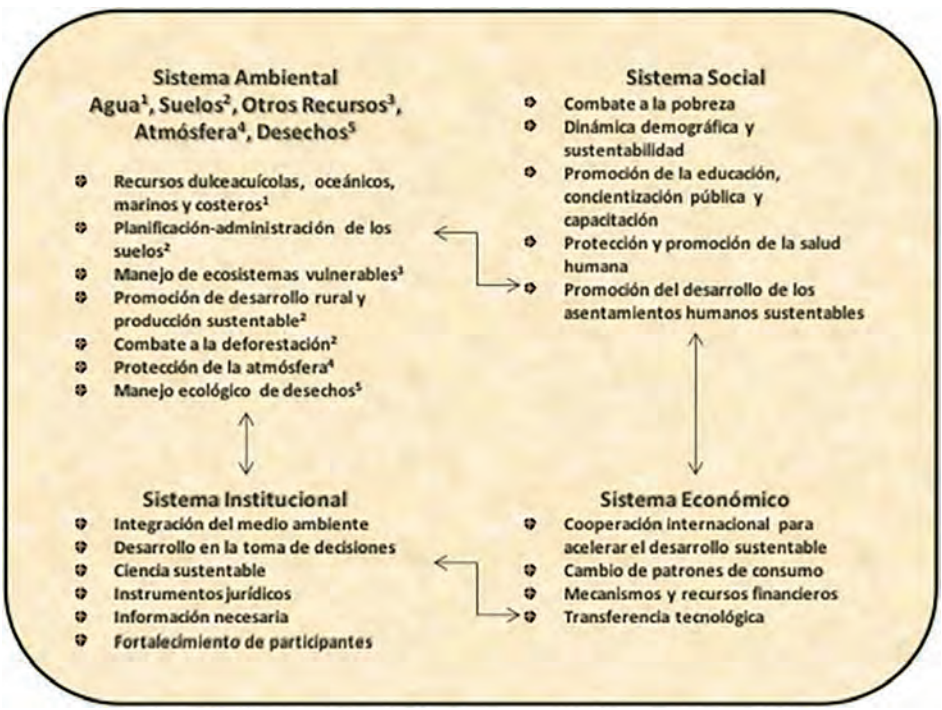


Fig. 1. Prioridades de la Agenda XXI en materia de toma de decisiones sustentables.
Fuente: elaboración propia con información de INEGI/SEMARNAP, 2000 En: Ortiz-Gallarza, 2007).

De acuerdo con el Dr. Handley (1998) de la Universidad de Manchester, las tareas que lleva a cabo un experto en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales son como las de un médico que atiende a su paciente. Se debe partir de un diagnóstico para poder establecer qué aspectos presentan problemas, dicho diagnóstico da lugar a efectuar un pronóstico de lo que puede llegar a ocurrir al aplicar

las acciones para resolver los problemas detectados, y con base en el pronóstico, puede entonces prescribirse un tratamiento según la gravedad del diagnóstico y del pronóstico efectuados. Tanto en el ejercicio de la medicina, como en el del manejo ecológico, lo mejor es hacer uso de la prevención en lugar de tener que aplicar un tratamiento o una restauración, ya que los cambios en el ambiente pueden producir modificaciones a nivel individuo, población, comunidad y ecosistema de severidad variable (Fig. 2).

Fig. 2. Respuestas al estrés a distintos niveles de organización biológica.
Fuente: adaptado de Beeby, 1993 y Hanley, 1998.

Algunos esfuerzos por estimar la sustentabilidad y el grado de impacto ecológico, para conservar las condiciones abióticas y los recursos naturales de diversos ecosistemas

son los de autores como De Camino y Mullers (1996), quienes analizaron los requerimientos para el desarrollo y la aplicación de indicadores de sustentabilidad agrícola orientados hacia un desarrollo socioeconómico equilibrado. Bombace (1993) evaluó y discutió los aspectos ecológicos relacionados con el impacto de las pesquerías en el Mar Adriático. Malkina-Pykh y Pykh (2001) desarrollaron índices e indicadores para sistemas acuáticos sustentables desde el enfoque del análisis de sistemas. Kaluarachchi y Zhao (2001) abordaron la determinación de riesgos a la salud humana derivados de la exposición de diversas poblaciones a sitios de disposición de residuos peligrosos.

Los índices de sustentabilidad e indicadores de desempeño, son la herramienta idónea para el análisis socioeconómico ambiental, a partir de información disponible, mediante la síntesis de información básica (Barrera-Roldán *et al.* 1998; 2003a; 2003b; 2004; Rodríguez Crespo, 2004; Ortiz-Gallarza, 2002; 2007; Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003; Ortiz-Gallarza y Ramírez-López, 2003; Ortiz Gallarza *et al.*, 2005). La construcción de índices numéricos que orientan con asertividad la toma de decisiones, se enfoca a metodologías de evaluación cuantitativa del manejo sustentable con implicaciones ecológicas, económicas y sociales (Barrera-Roldán *et al.*, 1998; 2004; Ortiz-Gallarza, 2001; 2002; 2007).

Algunas herramientas actuales para el manejo de los recursos naturales, tienen su origen en las matrices de impacto y en sus ponderaciones respecto a los compartimentos y elementos más importantes de los ecosistemas que deben considerarse para efectuar determinaciones y modelos de manejo, como son aquellas desarrolladas por Leopold *et al.* (1971), Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988), Gómez Orea (1995) y Hess (2000).

Los índices de desempeño han sido presentados inicialmente en los foros económicos mundiales, y algunos de ellos han demostrado una serie de aplicaciones prácticas en cuanto a la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos naturales, como son el Índice de Desarrollo Sustentable, el Índice de determinación de la Huella Ecológica o el Índice de Sustentabilidad. El interés fundamental del desempeño sustentable es desarrollar el capital económico y el capital social, mientras se ejerce una administración apropiada del capital ambiental (UICN, 1997).

En el ámbito de las pesquerías y la acuicultura, investigadores de algunos países europeos y suramericanos, han incursionado en los aspectos vinculados a la

sustentabilidad y a la toma de decisiones consensuada entre científicos, gobernantes y los sectores productivo y social. Algunos precursores de la conceptualización de sustentabilidad son los trabajos de CCPE (2002), Mohin (2005) y la Universidad de Chile (2009). También se ha abordado en México desde hace varias décadas el enfoque de índices e indicadores con relación a aspectos como la determinación de la calidad del agua (Domínguez-Parra, 1986) y recientemente, se ha evaluado el desempeño de la acuicultura en términos de su sustentabilidad (Magallón-Barajas *et al.*, 2007).

Con base en modelos de índices e indicadores de evaluación del desempeño sustentable, en México se han desarrollado: el Indice de Sustentabilidad Industrial (Barrera Roldán et *al.* 2003a; 2003b; 2004), el Índice de Sustentabilidad Industrial del Sistema Natural (Ortiz-Gallarza *et al.*, 2003), del Subsistema Suelo (Rodríguez-Crespo, 2004) y del Subsistema Agua (Ortiz-Gallarza, 2002), el Índice de Sustentabilidad de la calidad sedimentaria en ambientes acuáticos (Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003) el Índice de Evaluación Ambiental de Ecosistemas Acuáticos (Ortiz-Gallarza *et al.*, 2005; Ortiz-Gallarza, 2007), entre otros (Ortiz-Gallarza y Paniagua-Chávez, 2012).

En la conservación de las poblaciones y comunidades bióticas, es fundamental la valoración de la capacidad de carga en cada ecosistema, la cual asume los límites en los números de individuos que pueden sostenerse sin riesgos ambientales (Abernethy, 2001).

Toda vez que ya existe una sólida infraestructura de investigación, conservación y preservación de los recursos bióticos de las Áreas Naturales Protegidas mexicanas y los Sitios de Categoría Ramsar, el propósito del presente capítulo es proponer herramientas para la valoración de la toma de decisiones respecto a su manejo sustentable y equilibrado.

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, -hoy conocida en forma abreviada como el Convenio de Ramsar-, ya que fue firmado en dicha ciudad iraní por los representantes de los países interesados en conservar los humedales. Su misión es preservar aquellos humedales de suma importancia a nivel mundial. Hasta octubre de 2013 México llevaba declarados un total de 138 sitios Ramsar que protegen un área total de 8´959,543 de hectáreas (Fig. 3). Entre ellos se incluyen varias zonas que

tienen la consideración de Parques Nacionales (Tabla 1), como los de Isla Contoy, Lagunas de Montebello, Loreto, Isla Isabel, Arrecife de Cozumel y Cabo Pulmo, o de Reservas de la Biósfera como las de Los Petenes, El Pinacate, el Archipiélago de Revillagigedo, el Banco Chinchorro, Chamela-Cuixmala o La Encrucijada (Tabla 2) (CONANP, 2013).

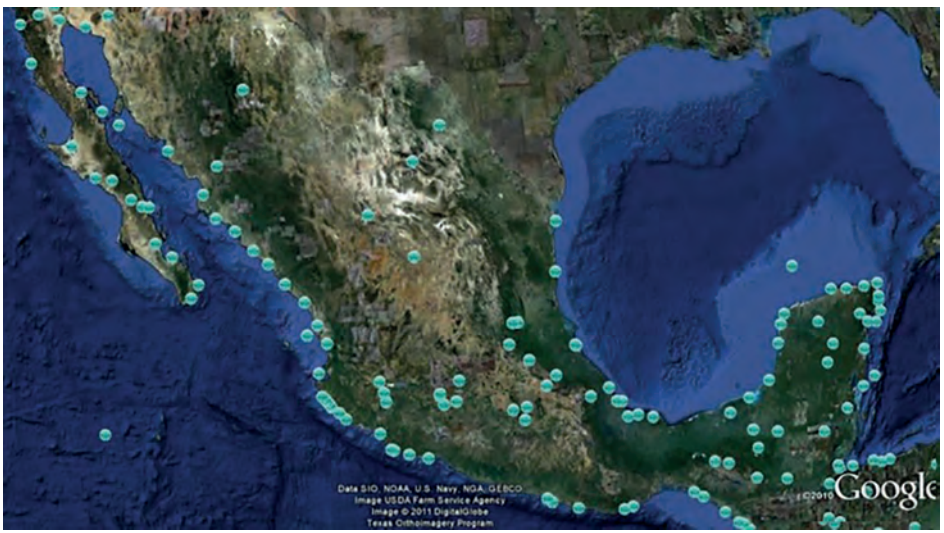


Fig. 3. Señalización de los humedales mexicanos catalogados como sitios Ramsar.
Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

Por mencionar un ejemplo, el Sitio Ramsar Número 113 (Tabla 2) corresponde a la Sierra de Álamos en el Estado de Sonora. Allí se ubica el Río Cuchujaquí (Fig. 4), el cual reviste una gran importancia para la conservación de los ecosistemas desérticos de la Sierra Madre Occidental de México y de las llanuras costeras occidentales, los cuales son muy frágiles. Este sitio posee desde bosques tropicales caducifolios, situados en las tierras bajas, hasta densas zonas boscosas pobladas por especies de hojas perennes. La cadena montañosa, Sierra Madre Occidental se extiende paralela a la costa del Océano Pacífico y está surcada por numerosos acantilados excavados por los ríos que fluyen hacia esta costa. En el Río Cuchujaquí abrevan varias especies de felinos como son los pumas, jaguares y ocelotes. En el perímetro de este Sitio Ramsar viven cerca de 400 personas que participan en la gestión de las zonas de amortiguamiento y de transición.

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas de México, administradas por la CONANP. Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

Península de Baja California y Pacífico Norte
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en: B. C., B. C. S. y Son.
Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios
Parque Nacional Archipiélago de San Lorenzo
Parque Nacional Bahía de Loreto
Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y Canal Salsipuedes
Parque Nacional Archipiélago del Espíritu Santo
Parque Nacional Cabo Pulmo
Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe
Noroeste y Alto Golfo de California
Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar
Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir
Norte y Sierra Madre Oriental
Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas
Parque Nacional Cumbres de Monterrey
Occidente y Pacífico Centro
Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán
Centro y Eje Neovolcánico
Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin
Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa
Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl
Reserva de la Biosfera Sierra Gorda
Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán
Península de Yucatán y Caribe Mexicano
Áreas Naturales Protegidas en la Península de Yucatán
Parque Nacional Arrecife Alacranes
Parque Nacional Arrecifes de Cozumel
Parque Nacional Tulúm
Proyecto Dominó

Material y métodos

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología de manejo sustentable con base en índices de evaluación cuantitativa del grado de sustentabilidad -para

apoyar la toma de decisiones de los expertos y de las autoridades involucradas en el manejo de los recursos bióticos en el ámbito de la conservación y de la ejecución de políticas que involucren prácticas sustentables en las Áreas Naturales Protegidas y en los Sitios de Categoría Ramsar.

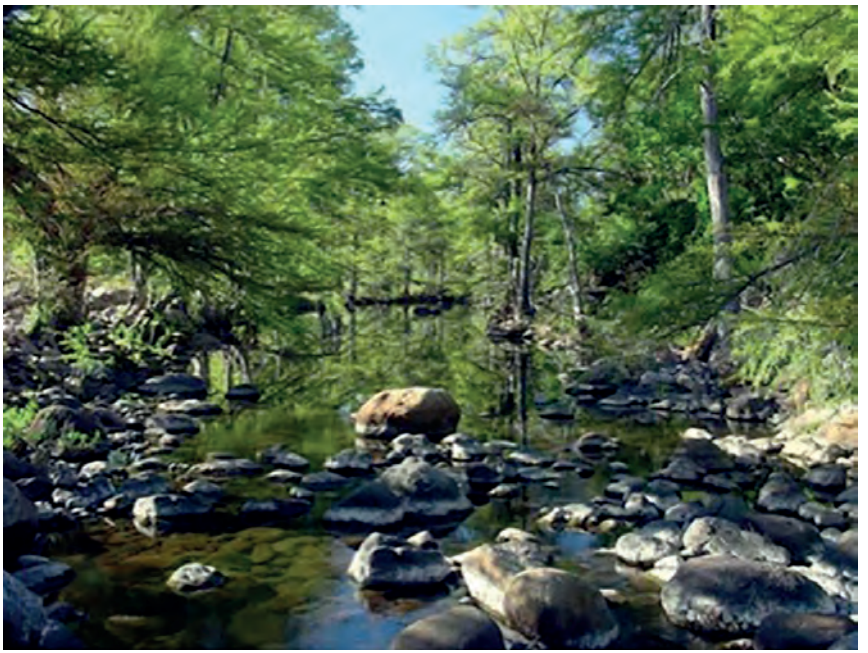


Fig. 4. Río Cuchujaquí, Sierra de Álamos, Sonora, Sitio Ramsar de México.
Fotografía: cortesía de Mark Dimmitt 24/04/2014, Sierra de Álamos.

Se consideró desarrollar los índices de sustentabilidad con base en un modelo de árbol de decisiones de atributos múltiples. En éste, cada atributo tiene una función de utilidad que lo uniformiza y le asigna un valor específico que lo asocia a la escala de valores de 0 a 1, donde el cero (0) representa la situación más desfavorable para la sustentabilidad y el uno (1) la más favorable (Barrera *et al.*, 1998; 2003a; 2003b) y permite considerar los atributos, ya sea independientes, o integrados.

Cuando un impacto incide de manera negativa en los recursos naturales y ecosistemas de interés, la tendencia de la sustentabilidad es a decrecer, opuestamente, si se trata de la incidencia positiva de un impacto, la tendencia de la sustentabilidad es a incrementarse (Fig. 5).

Tabla 2. Humedales: "Sitios Ramsar" protegidos por la CONANP (2013). Fuente: Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

Sitios 1 a 47	Sitios 48 a 93	Sitios 94 a 138
1. El Jagüey, Buenavista de Peñuelas, Ags.	48. Playa Tortuguera Tierra Colorada, Gro.	94. Manglares de Nichupté, Q. Roo
2. Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, B. C.	49. Laguna de Tecocomulco, Hgo.	95. Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel, Q. Roo
3. Isla Rasa, B C	50. Laguna de Metztitlán, Hgo.	96. Arroyos y Manantiales de Tanchachín, S. L. P.
4. Estero de Punta Banda, B. C.	51. Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jal.	97. Ciénaga de Tamasopo, S. L. P.
5. Bahía de San Quintín, B. C.	52. Laguna de Sayula, Jal.	98. Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sin.
6. Laguna Hanson, B. C.	53. Laguna de Zapotlón, Jal.	99. Laguna Playa Colorada-Sta. María La Reforma, Sin.
7. Laguna San Ignacio, B. C. S.	54. Laguna de Atotonilco, Jal.	100. Laguna Huizache-Caimanero, Sin.
8. Laguna Ojo de Liebre, B. C. S.	55. Estero La Manzanilla, Jal.	101. Sistema Lagunar Ceuta, Sin.
9. Parque Nacional Bahía de Loreto, B. C. S.	56. Estero El Chorro, Jal.	102. Ensenada de Pabellones, Sin.
10. Parque Nacional Cabo Pulmo, B. C. S.	57. Laguna Xola-Paramán, Jal.	103. Sistema Lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, Sin.
11. Balandra, B. C. S.	58. Estero Majahuas, Jal.	104. Lagunas de Sta. María-Topolobampo, Ohuira, Sin.
12. Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz, B. C. S.	59. Laguna Barra de Navidad, Jal.	105. Marismas Nacionales, Sin. -Nay.
13. Oasis Sierra de La Giganta, B. C. S.	60. Laguna Chalacatepec, Jal.	106. Isla San Pedro Mártir, Son.
14. Sma. Ripario de La Cuenca y Estero de San José del Cabo, B. C. S.	61. Sistema Lagunar Estuarino Agua Dulce-El Ermitaño, Jal.	107. Agua Dulce [Reserva de la Biosfera El Pinacate, Son.]
15. Oasis de la Sierra El Pilar, B. C. S.	62. Presa La Vega, Jal.	108. Sma. Lagunar Agiabampo-Bacrehuis-Río Fuerte Antiguo, Sin.- Son.
16. Humedal La Sierra de Guadalupe, B. C. S.	63. Lago de Chapala, Jal. –Mich.	109. Complejo Lagunar Guásimas-Estero Lobo, Son.
17. Humedal Los Comondú, B. C. S.	64. Playón Mexiquillo, Mich.	110. Humedales de Yavaros-Moroncarit, Son.

Continúa ...

18. Humedales del Delta del Río Colorado, B. C.-Son.	65. Humedales del Lago de Pátzcuaro, Mich.	111. Humedales de Bahía Adaír, Son.
19. Sma. de Humedales Remanentes, Delta del Río Colorado, B. C.-Son.	66. Laguna Costera El Caimán, Mich.	112. Sierra de Ajos Basipe, Son.
20. Reserva de la Biosfera Los Petenes, Camp.	67. Laguna de Zacapu, Mich.	113. Sierra de Álamos, Son.
21. Área de Protección de Flora y Fauna de Términos, Camp.	68. Playa Maruata, Mich.	114. Bahía San Jorge, Sonora
22. Playa Tortuguera Chenkán, Camp.	69. Playa de Colola, Mich. , Mich.	115. Canal del Infiernillo y Esteros del Territorio Comcaac [Xepe Coosot], Son.
23. Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chis.	70. La Alberca de los Espinos, Mich.	116. Estero El Soldado, Son.
24. Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chis.	71. La Mintzita, Mich.	117. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tab.
25. Área de Protección de Flora y Fauna de Nahá y Metzabok, Chis.	72. Laguna de Hueyapan del Texcal, Mor.	118. Playa Tortuguera Rancho Nuevo, Tamps.
26. Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chis.	73. Parque Nacional Isla Isabel, Nay.	119. Laguna Madre, Tamps.
27. Sistema Estuarino Puerto Arista, Chis.	74. Islas Marietas, Nay.	120. Presa de Atlangatepec, Tlax.
28. Humedales de Montaña La Kisst, Chis.	75. La Tovara, Nay.	121. Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan, Ver.
29. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Cabildo-Amatal, Chis.	76. Baño de San Ignacio, N. L.	122. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
30. Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Gancho-Murillo, Chis.	77. Cuencas y corales de la zona costera de Huatulco, Oax.	123. La Mancha y El Llano, Ver.
31. Humedales La Libertad, Chis.	78. Playa Tortuguera Cahuitán, Oax.	124. Sistema Lagunar Alvarado, Ver.
32. Sistema Estuarino La Boca del Cielo, Chis.	79. Lagunas de Chacahua, Oax.	125. Sistema de Lagunas Interdunarias de la Cd. de Veracruz
33. Laguna La Babícora, Chih.	80. Playa Barra de la Cruz, Oax.	126. Humedales de la Laguna La Popotera, Ver.
34. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sma. Lagunar Catazajá, Chis.	81. Presa Valsequillo, Pue.	127. Laguna de Tamiahua, Ver.
35. Humedales de Montaña María Eugenia, Chis.	82. Sma. de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Pue.-Hgo.	128. Cascadas de Texolo y su entorno, Ver.

Continúa ...

36. Río San Pedro-Vado de Meoquí, Chih.	83. Presa Jalpan, Qro.	129. Manglares y Humedales de Tuxpan, Ver.
37. Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, Coah.	84. Parque Nacional Isla Contoy, Q. Roo	130. Humedal Reserva Ría Lagartos, Yuc.
38. Río Sabinas, Coah.	85. Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, Q. Roo	131. Dzilam, Yuc.
39. Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, Col.	86. Sian Ka´an, Q. Roo	132. Reserva Estatal El Palmar, Yuc.
40. Santuario Playa Boca de Apiza-El Chupadero-El Tecuanillo, Col.	87. Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Q. Roo	133. Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yuc.
41. Laguna de Cuyutlán Vasos III y IV, Col. 42. Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, D. F.	88. Bala´an K´aax, Q. Roo	134. Parque Estatal Lagunas de Yalahau, Yuc.
43. Parque Estatal Cañón de Fernández, Dgo.	89. Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Q. Roo	135. Otoch Ma´ax Yetel Kooh, Yuc.
44. Laguna de Santiaguillo, Dgo.	90. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Q. Roo	136. Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yuc.
45. Cienégas de Lerma, Edo. de Méx.	91. Playa Tortuguera X´cacel X´cacelito, Q. Roo	137. Anillo de Cenotes, Yuc.
46. Laguna de Yuriria, Gto.	92. Laguna de Chichankanab, Q. Roo	138. Lago de San Juan de los Ahorcados, Zac.
47. Presa de Silva, Gto.	93. Parque Nacional Arrecife de Cozumel, Q. Roo	

De tal manera que aspectos como el contenido de oxígeno la salinidad o la temperatura, deben conservarse en intervalos que a las especies bióticas les produzcan condiciones favorables para su prevalescencia espacio-temporal.

Aspectos como el contenido de nutrimentos, si se encuentran en concentraciones equilibradas, serán aspectos sustentables, no obstante, tanto sus excedentes, como sus carencias, no conducen a la sustentabilidad. Entonces para fines prácticos, aquí son representadas las tendencias de la sustentabilidad de manera lineal, muy simple. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las relaciones ecológicas entre el entorno natural y las especies bióticas, son mucho más complejas de eje en eje si se consideran todas aquellas variables involucradas en su funcionamiento. La valoración nos permite calificar qué tanto se acerca un aspecto a la sustentabilidad en cada gradiente mínimo-máximo.

Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP

El Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas *IEMANP*, está constituido por los siguientes seis subíndices:

-Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida *SEEE*

-Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés *SEEVI*

-Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés *SEEAI*

-Subíndice del grado de Estrés Ecológico *SEE*

-Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos *SURB*

-Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable *SAAMS*

A continuación se describe el algoritmo de cálculo y los alcances de cada uno de los subíndices, que integran el *IEMANP*:

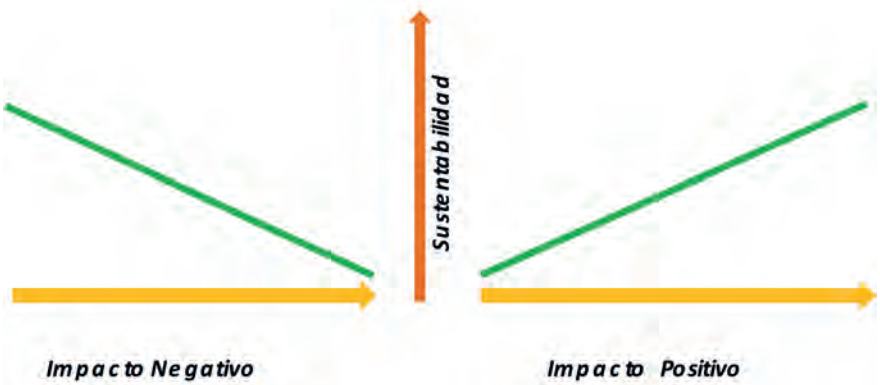


Fig. 5. Tendencias de la sustentabilidad de acuerdo al tipo de impacto sufrido en su entorno.

1. Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida SEEE

SEEE = ([Número de trabajos de caracterización detallada del(os) ecosistema(s) del ANP en el periodo i/Número de trabajos de interés del ANP con mayor y mejor producción en el mismo periodo i]/100)/100

Además de la proporción de estudios de caracterización disponibles de cada una de las Áreas Naturales Protegidas y de los Sitios de Categoría Ramsar, éste subíndice permitirá contrastar entre el mayor y el menor grado de conocimiento que se ha generado en cada una de las áreas y sitios de interés, permitirá comparaciones en el gradiente espacio temporal, así como la detección de las carencias de información que deberá ser desarrollada para poder orientar adecuadamente la investigación científica necesaria a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo, que simplifique la toma de decisiones y eficientice el manejo ecológico de los ecosistemas prioritarios acercándolo cada vez más a la sustentabilidad.

2. Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés SEEVI

SEEVI = ([Número de especies vegetales en estatus de protección del ANP en el periodo i/Número de especies vegetales en estatus de protección del ANP con mayor número de especies vegetales en estatus de protección en el mismo periodo i]/100)/100

Se sugiere que se maneje este subíndice por grupos principales, como macroalgas, fitoplancton; vegetación del estrato herbáceo, vegetación del estrato arbustivo, vegetación del estrato arbóreo, epífitas, rastreras, vegetación riparia y vegetación ruderal, teniendo en cuenta las especies de la flora contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Este subíndice también permitirá efectuar comparaciones y establecer qué información se requiere para completar los diagnósticos y pronósticos de las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar en torno a la flora.

3. Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés SEEAI

SEEAI = ([Número de especies animales en estatus de protección del ANP en el periodo i/Número de especies animales en estatus de protección del ANP con mayor número de especies animales en estatus de protección en el mismo periodo i]/100)/100

Igualmente puede manejarse este subíndice por grupos principales, como invertebrados, aves, anfibios, reptiles, peces; roedores, mamíferos, teniendo en cuenta las especies de la fauna contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De la misma manera, este subíndice permitirá efectuar comparaciones y establecer qué información se requiere para completar los diagnósticos y pronósticos de las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar respecto a la fauna.

4. Subíndice del grado de Estrés Ecológico SEE

SEE = ([Indicadores del grado de estrés ecológico en el ANP en el periodo i/ Indicadores del grado menor de estrés ecológico del ANP considerada como la mejor conservada en el mismo periodo i]/100)/100

Algunos indicadores de estrés ecológico en el compartimento biótico sugeridos pueden ser: diversidad de Shannon y Wiener, de Menhinick, riqueza de Margalef, índices de dominancia, e índices tróficos. La diversidad, riqueza, dominancia óptimos son los que se deben referir a 1.0 o 100% de su estimador de sustentabilidad.

En el caso del compartimento abiótico la valoración puede hacerse a nivel de atmósfera, suelo y agua en ambientes terrestres; y en columna de agua, sedimentos y contenido de contaminantes en ambos compartimentos en ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y marinos.

La valoración con base en la información existente por cada caso, puede realizarse con apoyo en la siguiente tabla de valores de ponderación del estrés detectado en las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988) (Tabla 3).

Una fórmula de apoyo al cálculo del SEE en el compartimento abiótico es la siguiente fórmula de ponderación:

SEE = ([+/-] (3*Grado de Afectación+2*Área de Influencia+Tiempo de Manifestación+PermanenciadelEfecto+Ponderación*(Recuperabilidad)+Aumento Progresivo+Acción+Regularidad de la incidencia))/10

5. Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos SURB

SURB = Límites de la capacidad de carga *vs.* grados de utilización actual de cada compartimento biótico de cada Área Natural Protegida i y de cada Sitio Ramsar j.

Se considera flora por grandes grupos y fauna por grandes grupos teniendo en cuenta las especies no sujetas a protección, como las pesqueras de uso comercial.

La valoración con base en la información existente por cada caso, puede realizarse con apoyo en la siguiente tabla de valores de ponderación de la utilización de los

recursos bióticos en las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988) (Tabla 4).

Una fórmula de apoyo al cálculo del SURB en el compartimento abiótico es la siguiente fórmula de ponderación, también basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988):

SURB = ([+/-] (3*Grado de Tolerancia+2*Competencia+Resiliencia+Tolerancia a Efectos+Afectación*(Manifestación)+Bioacumulación+Respuesta a la Acción+Reincidencia))/10

Tabla 3. Factores de ponderación para el Subíndice del Grado de Estrés Ecológico.
Fuente: adaptado de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988).

Carácter	Grado de Afectación	Área de Influencia	Tiempo de Manifestación	Permanencia del Efecto
Benéfico (+) Perjudicial (-)	1=Baja 2=Media 4=Alta 8=Muy alta 12=Total	1=Puntual 2=Parcial 4=Amplia 8=Total 12=Crítica	1=Largo plazo 2=Mediano plazo 4=de Inmediato 8=Crítico	1=Breve 2=Temporal 4=Semi permanente 8=Permanente
Ponderación	**Recuperabilidad**	**Aumento Progresivo**	**Acción**	**Regularidad de la Incidencia**
0=Sin efecto 1=indirecto 2=directo	1=Corto plazo 2=Mediano plazo 4=Largo plazo 8=Daño irreversible	1=Bajo 2=Intermedio 4=Alto 8=Muy Alto	1=Leve 2=Moderada 3=Alta 4=Muy alta	1=Baja 2=Mediana 4=Alta 8=Muy alta

6. Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable SAAMS

SAAMS = Número de acciones sustentables por compartimento y por grupo en el Área Natural Protegida i o en el Sitio Ramsar *vs*. Total de acciones sustentables por compartimento y por grupo.

7. Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP

IEMANP = ([Mediana de las determinaciones de SEEE]+ [Mediana de las determinaciones de SEEVI]+ [Mediana de las determinaciones de SEEAI]+ [Mediana de las determinaciones de SEE]+ [Mediana de las determinaciones de

SEE]+ [Mediana de las determinaciones de SURB]+ [Mediana de las determinaciones de SAAMS])/6/100/100)

Por las observaciones realizadas al construir y aplicar otros índices e indicadores (Barrera-Roldán *et al.*, 1998; 2003a; 2003b y 2004), se considera a la mediana como un buen estimador de la tendencia central en las evaluaciones de grado de sustentabilidad de distintos lugares y con base en diversos aspectos. No obstante, la naturaleza y la calidad de los datos determinará si debe emplearse la mediana, o debe ser reemplazada por la media.

Tabla 4. Factores de ponderación para el Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos.

Simbiosis	Grado de Tolerancia	Competencia	Resiliencia	Tolerancia a Efectos
Benéfica (+) Perjudicial (-)	1=Baja 2=Media 4=Alta 8=Muy alta 12=Total	1=Puntual 2=Parcial 4=Amplia 8=Total 12=Crítica	1=A corto plazo 2=A mediano plazo 4=A largo plazo 8=Escasa respuesta	1=Alta 2=Intermedia 4=Baja 8=Nula
Afectación	**Manifestación**	**Bioacumulación**	**Respuesta a la Acción**	**ReIncidencia**
0=Sin efecto 1=indirecta 2=directa	1=A corto plazo 2=A mediano plazo 4=A largo plazo 8=Crónica	1=Baja 2=Intermedia 4=Alta 8=Muy Alta	1=Leve 2=Moderada 3=Alta 4=Muy alta	1=Baja 2=Mediana 4=Alta 8=Muy alta

Fuente: adaptado de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988).

Resultados

Como ya se mencionó la entidad federal que tiene la atribución del manejo sustentable de las Áreas Naturales Protegidas y de los Sitios de Categoría Ramsar en nuestro país, es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la CONANP. Para proceder al cálculo y a la aplicación del Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP, el cual está constituido por los seis subíndices: Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida SEEE, Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés SEEVI, Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés SEEAI, Subíndice del grado de Estrés Ecológico SEE, Subíndice de Utilización de los Recursos

Bióticos SURB y Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable SAAMS, primero es necesario integrar una base de datos estandarizada con toda la información sistematizada de cada uno de los sitios sujetos a protección especial, así como automatizar el cálculo de cada uno de estos subíndices y del índice integrado.

Una vez organizada la información en la forma apropiada que puede ser por ejemplo, un libro de trabajo de Excel, para efectuar los cálculos, el algoritmo puede enlazarse a los datos mediante una serie simplificada de macros, que permitirán la obtención de resultados de manera inmediata y organizada de una manera sencilla y práctica para ser consultada fácilmente, para permitir comparaciones en distintos tiempos y entre las diferentes Áreas Naturales Protegidas y los distintos Sitios Catalogados como Ramsar.

Una vez obtenidos los subíndices podrán aplicarse ponderaciones en función a los tipos de ecosistemas, sus peculiaridades, sus características en común y sus diferencias.

Discusión

En trabajos previos hemos procedido primero a desarrollar las bases de datos con toda la información disponible para calificar las condiciones del Sistema Natural de los ecosistemas, y paralelamente hemos diseñado los índices, subíndices y sus algoritmos de cálculo (Barrera-Roldán *et al.*, 2003a, 2003b; Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003; Ortiz-Gallarza et al., 2005; Ortiz-Gallarza y Paniagua-Chávez, 2012; Ortiz-Gallarza y Ortega-Rubio, 2014). Sin embargo, en esta ocasión, en virtud de que los principales depositarios de la gran cantidad de información correspondiente a las Áreas Naturales Protegidas y a los Sitios Catalogados como Ramsar, es la CONANP, a ella corresponde su utilización y manejo, así como la toma de decisiones correspondiente a las áreas y sitios sujetos a protección especial con base en su importancia ecológica para México. Debido a ello, se pone a su disposición la herramienta aquí diseñada para aplicarla a la información con la que se desarrollaron las declaratorias de las ANP y las fichas técnicas de los Sitios Ramsar.

Ya son tradicionales algunos trabajos que proporcionan las pautas para el manejo y la toma de decisiones de los ecosistemas terrestres (Grime, 1979; Beeby, 1993; Hanley, 1998) y de los ecosistemas costeros (Snedaker y Getter, 1985). Considerando que en México hay ambientes muy distintos, por citar el ejemplo de

las costas, destacan los ecosistemas de playas y dunas, manglares, arrecifes coralinos, estuarios, lagunas, lechos de pastos marinos, entre otros. En cuanto al uso de los recursos costeros, las actividades que se han desarrollado sin una planificación adecuada y que han modificado en mayor medida el uso del suelo han sido la urbanización, la industria, la generación de energía, la explotación agropecuaria y forestal, el establecimiento de comunicaciones y transportes, las pesquerías y las actividades acuícolas. Se ha establecido que los estudios de ecología de comunidades y ecosistemas son muy buenos estimadores de las condiciones de salud ecológica que presentan (Ortiz-Gallarza, 2001).

En cuanto a los cambios en el estado de salud de los ecosistemas, éstos se evalúan a partir del monitoreo, la verificación de la regulación, el dimensionamiento y la evaluación de las acciones institucionales y de toma de decisiones para manejar los ecosistemas. Para los ecosistemas marinos los señalamientos se establecieron en la Conferencia de las Naciones Unidas en Desarrollo y Medioambiente (Sherman y Duda, 1999).

Los módulos vinculados a la sustentabilidad del ecosistema (Sherman y Duda, 1999) son: productividad, peces y pesquerías, contaminación y salud del ecosistema, condiciones socioeconómicas y regímenes de gobierno pertinentes. La implementación de estos índices se ha efectuado en un esfuerzo de colaboración entre la NOAA, NMFS y cinco países costeros del Golfo de Guinea.

1. Módulo de Productividad, la productividad puede estar relacionada con la capacidad de carga de los ecosistemas para sostener los recursos, 2. Módulo de Peces y Pesquerías, los cambios en la biodiversidad entre las especies dominantes de las comunidades de peces en los ambientes marinos son consecuencia de una sobreexplotación excesiva o de la contaminación costera; 3. Módulo de Contaminación y Salud del Ecosistema, la contaminación ha sido el agente forzante principal en los cambios de las cosechas de biomasa. De entre todos los índices se consideran como medidas experimentales del estado cambiante del ecosistema y de su salud: diversidad, estabilidad, cosechas, productividad y resiliencia. Destacan la hidrografía, el plancton y los nutrientes entre los principales parámetros de influencia; 4. Módulo Socioeconómico, se caracteriza por su énfasis en las aplicaciones prácticas de los hallazgos científicos para el manejo de los ecosistemas

y en la integración explícita del análisis económico con la investigación científica para asegurar que las mediciones para el manejo prospectivo, sean de costo efectivo.

Conclusiones

La metodología que aquí se desarrolla y propone, se diseñó con la intención de apoyar a las autoridades de la Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT en la toma de decisiones relativa a la administración y el manejo sustentable de las áreas sujetas a protección especial en el país. Se espera que constituya una herramienta práctica y útil en el desempeño de dicha tarea para coadyuvar a la conservación de los recursos naturales y para lograr llevar a cabo la utilización sustentable de éstos en aquellas áreas sujetas a aprovechamiento que satisfagan debidamente las necesidades actuales y futuras de los ciudadanos mexicanos.

Recomendaciones

El índice que se propone aquí y que se ha desarrollado a partir de los seis subíndices que lo integran, debe ser aplicado, validado y depurado con los datos reales correspondientes a las declaratorias de las diversas Áreas Naturales Protegidas ANP y de los 138 Humedales Categoría Ramsar de nuestro país. De esta manera será posible adaptarlo y calibrarlo para aplicarse en todo tipo de ecosistemas, tanto terrestres, como acuáticos y entonces se podrán efectuar comparaciones y ponderaciones, que orienten eficazmente las políticas de administración sustentable en las ANP y en los Sitios Ramsar.

Las limitaciones impuestas a éstos modelos cualitativos y cuantitativos de evaluación del estatus y del desempeño relativo al manejo de los recursos naturales y del medio ambiente que constituye su hábitat y su entorno, únicamente corresponden a la cantidad y calidad de la información disponible y a su grado de sistematización, para hacer posible su estimación con la precisión debida y su utilización para facilitar el proceso de toma de decisiones.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos

agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura Citada

Abernethy, V. D. 2001. *Carrying capacity: the tradition and policy implications of limits*. Ethics in Science and Environmental Politics. Inter-Research January 23: 9-18.

Barrera-Roldán, A., A. Saldívar y J. Correa. 1998. *Propuesta metodológica para la elaboración de un índice de desarrollo sustentable. En*: De la economía ambiental al desarrollo sustentable. Saldívar A. (Ed.). p. 181-281. UNAM. México, D. F.

Barrera-Roldán, A., S. M. Ortiz-Gallarza, P. Rosales Calzadas, L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Angeles, A. Saldívar, E. Villaseñor y S. Aguilar. 2003a. *Diseño para el cálculo del Índice de Sustentabilidad Industrial*. Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro Público del Derecho de Autor, Secretaría de Educación Pública, México DF. No.: 03-2002-121613211900-01. Titular Instituto Mexicano del Petróleo.

Barrera-Roldán, A., S. M. Ortiz-Gallarza, P. Rosales, L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Angeles, A. Saldívar, E. Villaseñor y S. Aguilar. 2003b. *Industrial Sustainability Index*. En: Ecosystems and Sustainable Development. Volume I. Wessex Institute of Technology. Siena, Italy. June 2003. pp. .337-346.

Barrera-Roldán, A., A. Saldívar, P. Rosales, L. Rodríguez, S. M. Ortiz-Gallarza, M. Nava, S. Aguilar y E. Villaseñor. 2004. Índice de Sustentabilidad Industrial: Refinería "Miguel Hidalgo". Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía, Vol. 35 No.137: 77-93. Instituto de Investigaciones Económicas. Universidad Nacional Autónoma de México.

Beeby, A. 1993. *Applying Ecology*. Chapman and Hall. London. 441 pp.

Bojórquez Tapia, L. A. y A. Ortega Rubio. 1988. *Las evaluaciones de Impacto Ambiental: conceptos y metodologías*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A. C. CIBNOR, La Paz, B. C. S., México.

Bombace, G. 1993. *Ecological and fishing features of the Adriatic Sea. En*: Sherman, K., L. M. Alexander y B. D. Gold (Eds.). Large Marine Ecosystems: Stress Mitigation and Sustainability, D. C. A. A. A. S. Press. p. 119-136.

Brundtland, G.H. y W. Troyer. 1990 *Preserving Our World: A Consumer's Guide to the Brundtland Report*. Firefly Books.

Brundtland, G. H. 1991. *Sustainable Development: A viable strategy for global change*. Guest Editorial: International Journal of Global Energy Issues. p. 113-116.

CCPE. 2002. *Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura europea*. Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comunicación: *COM/2002/0511/19 de septiembre de 2002.

CONACyT. 2014. Redes Temáticas CONACyT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/Redes/listado.html consultado el 7 de febrero de 2014.

CONANP. 2013. *Sitios Ramsar*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php#top consultado el 27 de febrero de 2014.

De Camino, R. y S. Mullers. 1996. *Esquema para la Definición de Indicadores*. Agroecología y Desarrollo. No. 10.CLADES. http://www.clades.org/r10.htm consultado el 16 de febrero de 2014.

Domínguez-Parra, S. 1986. *Estudio de la calidad reglamentaria y ecológica de las aguas costeras en la Bahía de Acapulco, Gro. y proximidades, realizado de noviembre de 1978 a marzo de 1979*. Tesis de Posgrado. Instituto de Ciencias del Mar. UNAM. 150 pp.

FAO. 2007. *The World´s Aquatic Genetic Resources: Status and Needs*. Item 6.2 of the Draft Provisional Agenda. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Eleventh Regular Session, Rome 11-15 June 2007. CGRFA-11/07/15.2. W/J9581/s. Italy.

Gómez Orea, D. 1995. *Evaluación de Impacto Ambiental*. Espasa Calpe. España.

Grime, I. P. 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. John Wiley and Sons.

Handley, J. 1998. *Restoration Ecology*. Biological Sciences Review, Vol. 10(5): 18-22.

Hess, A. 2000. *La Evaluación de Impacto Ambiental, un instrumento imprescindible*. Instituto de Estabilidad, Facultad de Ingeniería. UNNE. Argentina.

INEGI/SEMARNAP. 2000. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 203 pp.

Kaluarachchi, J. J. y Q. Zhao. 2001. *Human health risk assessment at hazardous waste sites with population heterogeneity*. En*:* Villacampa, Y., C. A. Brebbia y J. L. Usó (Eds.). Ecosystems and Sustainable Development III. WITpress. pp. 511-520.

Leopold, L. B., F. E. Clark, B. B. Hansman y J. R. Baisley. 1971. *A procedure for evaluating environmental impact*. Geological Survey Circular No. 645. Government Printing Office. Washington, D. C. U. S. A. 3 pp.

Magallón-Barajas, F. J., H. Villareal Colmenares, F. Arcos-Ortega, S. Avilés-Quevedo, R. Civera-Cerecedo, P. Cruz-Hernández, A. González-Becerril, V. Gracia-López, A. Hernández-Llamas, J. Hernández-López, A. M. Ibarra-Humphries, C. Lechuga-Deveze, J. M. Mazón-Suáztegui, A. F. Muhlia-Melo, J. Naranjo-Páramo, R. Pérez-Enríquez, M. Porchas-Cornejo, G. Portillo-Clark y J. C. Pérez-Urbiola. 2007. *Desarrollo Sustentable de la Acuicultura en México. Orientaciones Estratégicas*. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LX Legislatura. Noviembre de 2007. 256 pp.

Malkina-Pykh, I. G. y Y. A., Pykh. 2001. *Indices and indicators of water sustainability: systems analysis approach*. *En*: Villacampa, Y, C. A. Brebbia y J. L. Usó (Eds.) Ecosystems and Sustainable Development III. WITpress. pp. 543-552.

Mohin, T. 2005. *Análisis del Desarrollo Sustentable en la Industria del Salmón en Chile*. Independent Study Project (ISP). Collection. Paper 448. http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/448 consultado el 27 de febrero de 2014.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30/12/2010.

Ortiz-Gallarza, S. M. 2001. *Fauna béntica de la bahía de Guaymas, Son.; indicadora de contaminación de origen orgánico*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 136 pp.

Ortiz-Gallarza, S. M. 2002. Índice de Sustentabilidad Industrial, Sistema Natural, Subsistema Agua. Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro Público del Derecho de Autor, Secretaría de Educación Pública, México D. F. No.: 03-2002-071613292500-01.

Ortiz-Gallarza, S. M. y M. C. González-Lozano. 2003. *Sediment Quality Sustainability Index at the Tula River, Mexico*. Battelle Memorial Institute. Venecia, Italy.

Ortiz-Gallarza, S. M. y J. A. Ramírez-López. 2003. *Water Quality of the Tula River related to the petroleum refining industry: Accumulation factors and treatments*. En: Brebbia, C. A., D. Almorza y D. Sales (Eds.) Water Pollution 2003. WITpress. p. 67-77.

Ortiz-Gallarza, S. M., L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Barrera y E. Villaseñor. 2003. *Selection of environmental parameters to estimate an Industrial Sustainability Index*. *En*: Brebbia C. (Ed.) Sustainable Planning and Development 2003. WITpress. 10 pp.

Ortiz-Gallarza, S. M., A. Hernández-Llamas y A. Ortega-Rubio. 2005. *Diseño, Construcción y Aplicabilidad del Índice de Evaluación Ambiental de Ecosistemas Acuáticos (IEAEA)*. Interciencia 30(3): 126-133.

Ortiz-Gallarza, S. M. 2007. *Sustentabilidad Ecológica, Salud Ambiental y Contaminación en Ecosistemas Acuáticos*. Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste- CIBNOR, la Paz, B. C. S.[Estudios de caso de las costas de Guaymas, Sonora, Salina Cruz, Oaxaca, Río Tula, Hidalgo y Ecosistema Lacustre Xochimilco, Distrito Federal].

Ortiz-Gallarza, S. M. y A. Ortega-Rubio. 2014. Índices para determinar salud ambiental acuática. Estudios de Caso en las Regiones del Istmo de Tehuantepec y la Costa Oriental del Golfo de California. *En*: Vázquez Botello, A. (Ed.) Pacífico Mexicano. Contaminación e Impacto Ambiental: diagnóstico y tendencias. ICMyL-UNAM, EPOMEX CINVESTAV. 30 pp. (en prensa).

Rodríguez-Crespo, L. 2004 *Contribución a la construcción del Índice de Sustentabilidad Industrial, Sistema Natural, Subsistema Suelo*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. 96 pp.

SEMARNAT. 2012. Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/regionales/ consultado el 13 de febrero de 2014.

Sherman, K. y A. M. Duda. 1999. *Large marine ecosystems: an emerging paradigm for fishery sustainability*. Fisheries. 24(12): 15-26.

Snedaker, S. C. y C. D. Getter. 1985. *Pautas para el manejo de los recursos costeros*. Preparado por Research Planning Institute, Inc. Columbia, South Carolina para National Park Service. Serie de Información sobre Recursos Renovables. Publicación No. 2 sobre Manejo de Costas. 286 pp.

UICN. 1997. *Evaluación del progreso hacia la sostenibilidad. Enfoque, métodos, herramientas y experiencias de campo*. Equipo Internacional de Evaluación. Unión Mundial de la Naturaleza y los Recursos Naturales. CIID, COSUDE, INDI. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU. 346 pp.

United Nations. 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development*. General Assembly Resolution 42/187, 11 December 1987. 96th plenary meeting. A/RES/42/187. United Nations Department of Economic and Social Affairs.

United Nations. 1989. *Towards Sustainable Development*. *En*: Our Common Future. Chapter 2. A/42/427. Report of the World Commission on Environment and Development. 19 pp.

Universidad de Chile. 2009. *Sistemas de Indicadores de desarrollo sustentable de la industria del salmón en Chile: Asegurando la competitividad en el largo plazo*". Innova Chile. Abril 2007-Marzo 2009.

UNSD. 2001. *Agenda 21. Economic aspects of sustainable development in Mexico*. United Nations for Sustainable Development. http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/mexico/eco.htm consultado el 10 de enero de 2014.

Para citar esta obra:

Ortiz-Gallarza, S. M. y A. Ortega-Rubio. 2015. *Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 147-176). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 3

Aspectos Sociales

Capítulo VIII

Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México

Irma Cristina Espitia-Moreno*,
Cecilia Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Este trabajo estipula la importancia de contar con reportes sobre la responsabilidad social en las áreas naturales protegidas, como factor de análisis crítico en la evaluación de su sustentabilidad. Determina la medición de la generación de valor incorporando a la sociedad su aprovechamiento y destino por parte de los diferentes actores sociales. El método utilizado se basa en la revisión de estudios previos y es de corte científico en las ciencias administrativas. Los resultados encontrados establecen que los reportes publicados no son adecuados para proporcionar informes del valor que generan las empresas que cuentan con estos programas en sus estrategias de posicionamiento, a través de informes financieros, a quienes se destinan y a quienes realmente favorecen los recursos económicos que dicen aplicar. En todos los casos analizados las empresas que presumen de los recursos aportados y logros en sus informes de responsabilidad y/o sustentabilidad, lo establecen de una manera muy ambigua y vaga, por lo que no es posible establecer de que manera el capital que dicen haber invertido, realmente se han traducido en acciones exitosas de conservación de la biodiversidad y/o de la elevación de la calidad de vida de los pobladores locales. Proponemos medidas pertinentes para que en el futuro estos informes sean realmente objetivos y útiles.

Palabras Clave: Responsabilidad Social, Evaluación del desempeño, Sustentabilidad.

Abstract

This paper states the importance of social responsibility reports in protected natural areas, as a critical analysis factor in assessing sustainability. We determine the measurement of the creation values, incorporating the society in its use and destination by different social actors. The method used is based on the review of previous studies, with a scientific focus, of administrative sciences. The results obtained indicates that the published reports are not adequate to provide assessments of the value generated by companies that have these programs in their positioning strategies, through their financial reports, to whom are focused and to whom really benefits. In all cases analyzed companies boast of the resources provided and achievements in their reports of responsibility and / or sustainability, but they are very ambiguous and vague, so it is not possible to establish in what way the capital that they say that have invested, is really translated into successful actions biodiversity conservation and / or enhancing the quality of life of local people. We propose appropriate measures to ensure that in future the reports are truly objective and useful.

Keywords: Social Responsibility, Performance evaluation, Sustainability.

Antecedentes

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) se ha convertido en una nueva forma de gestión y de hacer negocios, en la cual la empresa se ocupa de que sus operaciones sean sustentables en lo económico, social y ambiental, reconociendo los intereses de los distintos grupos con los que se relaciona (CEMEFI, 2013).

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son objeto de interés por diversos actores empresariales, debido a que son una oportunidad para justificar sus programas de sustentabilidad y/o Responsabilidad Social Corporativa. Aunque son objeto de beneficios importantes en cuanto a las inversiones que reciben, es necesario hacer evaluaciones del desempeño de sus informes que presentan para obtener el distintivo y medir si efectividad.

Por lo tanto, es necesario identificar factores que determinen la relación entre los programas empresariales de protección a las ANPs de México que favorecen su conservación y los beneficios que obtienen los comuneros de esas regiones a través de informes de responsabilidad social que determine el impacto y distribución ya que no existen estudios previos. No existe bibliografía que determine los estudios aquí presentados, por lo que representa un área de oportunidad para desarrollar el verdadero impacto a través de instrumentos financieros.

Cada vez son más las empresas que en sus productos o servicios llevan la leyenda "empresa socialmente responsable". En algunos países se obliga a las empresas a publicar un informe social y medio ambiental. Sobre todo criterios éticos, sociales y ambientales utilizados en sus inversiones. Además se da preferencia a las que los presentan. Los Reportes de Responsabilidad Social son un factor de análisis crítico al momento de evaluar una empresa es la sustentabilidad de la misma. Se refiere a la capacidad de generar resultados en un espectro más amplio que el lucro mismo, que permiten demostrar su compromiso con la sociedad, medir la generación de valor incorporado a la sociedad en un periodo dado y su aprovechamiento y destino (Ramírez, 2010).

Las áreas protegidas son los destinos favoritos para desarrollar actividades de ecoturismo y turismo de aventura, por lo que éstas se han visto como una oportunidad más para que el país se desarrolle Sin embargo, es necesario identificar factores que determinen la relación que existe entre los subsidios federales de protección a las áreas naturales protegidas de México y los beneficios que obtienen los comuneros de esas regiones; a través de informes de responsabilidad social, que determine su impacto y distribución. Esto proporcionará información relevante sobre la medición de la generación de valor incorporando a la sociedad, su aprovechamiento y destino por parte de los diferentes actores sociales (CONANP, 2013)

Para este caso de estudio, se seleccionó la Región de la Mariposa Monarca, debido a que es objeto de ejecución de un Programa de responsabilidad social de The World Wildlife Fund (WWF) en alianza con la fundación "Carlos Slim" y "Telcel". Los elementos que conforman el programa son: Ambiente; Cultura, Sociedad y Economía; Impactos y Amenazas; Actividades de WWF; Socios de la región. (WWF México, 2013).

La región de la Mariposa Monarca es una zona prioritaria para el diseño de políticas de sustentabilidad, además, es heredera de un importante patrimonio histórico y cultural. Su importancia crece debido a que en ella se presenta el fenómeno natural de la migración de una de las especies que compartimos los socios comerciales de América del Norte, Canadá, Estados Unidos y México, lo que le hace estar simbólicamente ligada al tratado de libre comercio y constituye uno de los asuntos globales de interés para diversas naciones, por lo que los ojos internacionales están puestos en la región. Algunos de los conflictos para alcanzar la sustentabilidad se expresan aquí y es uno de los temas que llaman la atención de la sociedad: En ese sentido, existen múltiples expresiones de preocupación por la situación de la zona, que incluyen importantes demandas sociales, económicas y comunitarias de sus pobladores, por parte de grupos no gubernamentales, ecologistas, académicos, medios de comunicación y ciudadanos en general maravillados y cada vez más interesados por el fenómeno migratorio (DOF, 2001).

Algunas de las principales problemáticas que presenta la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca son:

- Se ha incrementado drásticamente la tasa de introducción de especies y los riesgos e impactos que esto conlleva.
- Durante la época de hibernación de las mariposas, más de 100,000 turistas visitan los santuarios.
- Los senderos se erosionan debido a la gran cantidad de personas y al uso de caballos.
- Se abren nuevos caminos debido a la falta de organización y se acumula la basura. (COFEMIR, 2012).

El *objetivo* del presente estudio fue analizar e identificar los indicadores de los informes sobre la Responsabilidad Social Corporativa en Áreas Naturales Protegidas como factor de análisis crítico en la evaluación de su sustentabilidad.

Materiales y Métodos

Ubicación y características de la zona de estudio.

Las montañas de la región de estudio (Figura 1) están cubiertas principalmente por bosques de encino hasta los 2,900 m, de pino-encino y de pino entre los 1,500 y 3,000 m, y de oyamel entre los 2,400 y 3,600 m. Otras asociaciones con menor representación son los bosques de cedro y junípero y las praderas. Las partes bajas han sido drásticamente modificadas por la agricultura y los centros de población rurales y urbanos. Cada otoño, la mariposa monarca viaja unos 4,500 kilómetros desde Canadá y Estados Unidos para llegar a su hábitat invernal en México en el mes de noviembre (Figura 2). Aquí forma agregaciones de millones de individuos por un periodo de cinco meses (WWF México, 2012).

Figura 1. Ubicación geográfica. *Fuente: INEGI (2013).*

En la región Monarca existen 493 especies de plantas, 49 de hongos, 26 de insectos y 132 de aves. El ciclo de vida de la Monarca, en el norte es de comúnmente de 2 a 6 semanas de vida: huevo (3-8 d), oruga (7-17 d), crisálida (8-15 d), adulto (30-45 d).

Nacen en primavera y durante el trayecto migratorio van teniendo desentendencia y alimentándose del néctar de las flores. Las que nacen al final del verano son las que migran a México a finales de agosto y principios de septiembre, a pasar el invierno, pero estas llegar a vivir hasta 8 meses (Fig. 3). La migración de estos insectos tienen rutas de hasta 4,500 km y su estancia en los sitios de hibernación puede ser de hasta cinco meses. Tienen un vuelo de hasta 45 km/hr, recorriendo hasta 80 a 160 km por día, durante 33-38 d. (GEM, 2012).

Los santuarios de la mariposa Monarca se ubican en el Cerro Altamirano; Cerro Pelón; Sierra Chincua; Sierra del Campanario; Cerro Picacho y Chivati-Huacal (Figura 1). Territorio que abarca parte de los estados de México y Michoacán. Se ha estimado que cada uno alberga entre 7 millones y 20 millones de mariposas (INEGI, 2013).

Figura 2. Mariposa Monarca en la Reserva (fotografia Cristina Espitia)

Es importante destacar, que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNATt, 2012) develó la primera placa alusiva a la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, como Sitio de *Patrimonio Mundial* de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Con este nombramiento, nuestro país se consolida como uno de los líderes a nivel internacional en sitios con Patrimonio Mundial, ubicándose en el quinto lugar de la lista, con 31 sitios, superando a países como la India y Alemania y en el primer lugar a nivel de los países latinoamericanos por arriba de Brasil y Perú (CONANP, 2012).

Figura 3. Mariposa Monarca adulta (fotografía Cristina Espitia)

Metodología

Se realizaron estudios de las regiones protegidas del estado de Michoacán establecidas por CONANP (2013). En cuanto al diseño del instrumento de medición, el tema del presente trabajo se ubica en la mercadotecnia y es específico en el área de estudio

social, ya que trata del comportamiento del consumidor, por lo que se utiliza el método y las técnicas propuestas por Schiffman y Kanuk (2005).

Las perspectivas teóricas que guían el desarrollo de la metodología de la presente investigación, son los enfoques positivista e interpretativista. Con este enfoque, la investigación se diseñó con fundamentos objetivos y empíricos al indagar sobre las causas del comportamiento, y al realizar estudios de investigación que puedan generalizarse a poblaciones mayores, para tomar decisiones estratégicas dentro de esta categoría (Fig. 4). En este diseño lo que se mide-analiza (enfoque cuantitativo) o evalúa-analiza (enfoque cualitativo), es la asociación entre categorías, conceptos, objetos o variables en un tiempo determinado (Hernández, *et al.*, 2003 & Tamayo, 2002).

Figura 4. Visitantes en la ANP Mariposa Monarca (fotografia Cristina Espitia)

Resultados

En lo que se refiere al informe Corporativo 2011, la empresa América Móvil, señala su compromiso con la biodiversidad, al respetar las áreas naturales protegidas y evitar afectaciones a las especies enlistadas en el inventario de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos

Naturales, UICN. Sin embargo, falta señalar en este compromiso, el listado de la NOM-059-SEMARNT-2010, elaborado por el Gobierno de México, que es más extenso y además tiene carácter de ley. Con esto se demuestra que las empresas no necesariamente están utilizando información adecuada y que además no necesariamente envían sus informes de resultados para que sean evaluados por las instancias oficiales del gobierno mexicano.

En cuanto a los programas de apoyo para la conservación de especies en México, la empresa citada, los realiza a través de la Alianza WWF–Telcel (2003), tal como es el caso del Programa de Protección y conservación de los bosques de la Reserva de la Biósfera mariposa Monarca. Entre los objetivos de este programa se señalan: a) ayudar a conservar los bosques; b) Mejorar las condiciones de vida de las comunidades locales y c) Difundir la importancia de este patrimonio.

Figura 5. Pobladora Local en la Reserva (fotografía Cristina Espitia)

Sin embargo, revisando el informe de la Empresa en relación a los santuarios de la Mariposa Monarca, a pesar de que la empresa presume de los recursos aportados y logros en sus informes de responsabilidad y/o sustentabilidad, calificando sus

logros después de 8 años de labor, como excelente su tarea de apoyo al medio ambiente y de la conservación natural. Sin embargo en ninguna parte de su informe establece ni cómo se realiza el monitoreo de estos logros. Ni cómo se monitorea el capital invertido. Mucho menos se establece cómo estas acciones han beneficiado a la población humana.

Discusión.

Lo encontrado para el caso de la Mariposa Monarca es, definitivamente, la norma a seguir por las empresas que se autodenominan "Socialmente Responsables". A continuación se presentaran otros casos de empresas que son Empresas Socialmente Responsables (ESR) y que presentan informes de responsabilidad social también ambiguos y vagos.

Por ejemplo en cuanto a otros programas de apoyo para la conservación de especies en México, la misma empresa América Móvil, que los realiza también a través de la Alianza WWF–Telcel (2003), asimismo ha invertido en los siguientes programas:

-El programa para la conservación del jaguar donde su meta es garantizar la existencia de las poblaciones de esta especie a largo plazo. Entre los datos se señala: a) El desarrollo de El Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (CENJAGUAR) en 16 sitios de México; b) La realización en 2011 del VI Simposio "El Jaguar Mexicano en el siglo XXI"; c) La implementación de Tecnologías de Información (TICs) que van desde la comunicación satelital de especies, hasta su monitoreo día con día para prevenir impactos ambientales negativos (Ceballos, 2012).

-Programa Integral para la Conservación de Especies Marinas en Peligro de Extinción en el Mar de Cortés y la Península de Baja California, con el compromiso de ser un actor fundamental en la conservación de este espacio natural para beneficio de las comunidades que lo rodean. Señalando que esta Alianza ha permitido estudiar, proteger y conservar 15 especies pertenecientes a tres grupos de fauna marina: tiburones, ballenas y tortugas marinas, enfocando sus esfuerzos en ciencia e investigación, capacitación y educación a comunidades y fortalecimiento a grupos de investigación y sociedad civil local (Carso, 2012).

Por otra parte se encuentra la Fundación FEMSA, creada en 2008 con el objetivo de hacer inversiones sociales en las comunidades de América Latina. Los proyectos que apoyan se caracterizan por ser replicables, sostenibles y por mejorar la calidad de vida en el presente y para futuras generaciones. Entre sus objetivos están: 1) Generar valor social para el futuro de las comunidades; 2) multiplicar su impacto a través de alianzas estratégicas; 3) apoyar soluciones trascendentales de largo plazo y 4) apoyar la creación de instituciones y/o proyectos permanentes y sostenibles (FEMSA, 2011).

El grupo Coca-Cola Femsa, señala en su informe de sostenibilidad 2011, que la empresa está consciente de la importancia del agua para el desarrollo de las comunidades, la protección del ecosistema y el desarrollo de su propio negocio. Para mitigar los riesgos relacionados a este importante recurso, realizan los análisis de vulnerabilidad alrededor de cada una de las plantas de elaboración de bebidas. Entre las acciones que realizan está el uso más eficiente del agua al elaborar sus bebidas, procurar el reabastecimiento de las fuentes de agua, la sostenibilidad de las cuencas hidrológicas y limpieza de cuerpos de agua. Estas acciones están encaminadas a favorecer la recuperación de los mantos acuíferos y la protección de la biodiversidad de los ecosistemas. En apoyo a esto han desarrollado programas de reforestación y protección de la biodiversidad (FEMSA, 2011).

En relación a este punto se señala que el grupo Coca-Cola FEMSA México junto a la SEMARNAT, CONAFOR y PRONATURA apoyó el Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua, con la meta de plantar 30 millones de árboles en un periodo de cinco años. Al terminar 2011 se habían sembrado ya 31 millones, con lo que se superó con un año de anticipación y con 1 millón adicionales la meta propuesta para 2012.

Se señala que "en territorio de Coca-Cola FEMSA se han plantado en los últimos cuatro años aproximadamente de 20 millones de árboles cubriendo 20,000 ha". En junio de 2011, en el marco del Día Mundial del Medio Ambiente, se inauguró en México un vivero para la comunidad de Apizaco, Tlaxcala. Este podrá producir hasta 50 mil plantas al año para reforestar y proteger la biodiversidad de zonas de la región, además de proveer un espacio donde niños, jóvenes y miembros de la comunidad podrán aprender más sobre el medio ambiente.

Se señala la existencia de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua la cual incorpora inversiones por más de $27 millones de dólares para crear, implementar y

capitalizar al menos 32 Fondos de Agua en América Latina y el Caribe, contribuyendo a la conservación de casi 3 millones de hectáreas de cuencas, que a cambio podrían beneficiar hasta a 50 millones de personas en Ecuador, Colombia, Perú, Brasil, México y otros países. Los participantes en la Alianza son The Nature Conservancy, Fundación FEMSA, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (BID, 2011).

También mencionan que, a través de los Estudios de Cuenca de Agua realizados por el Centro del Agua para América Latina y el Caribe del Instituto Tecnológico de Monterrey, establecieron en 2009 el compromiso de estudiar 14 cuencas hidrológicas en México con el objetivo de, determinar su estado actual y hacer propuestas de proyectos para su conservación. En 2011 presentaron estudios de sierra de Lobos en León, Guanajuato; y el río Zahuapan en Tlaxcala (FEMSA, 2011).

Conclusiones.

En todos los casos las empresas que presumen de los recursos aportados y logros en sus informes de responsabilidad y/o sustentabilidad, lo establecen de una manera muy ambigua y vaga, por lo que no es posible establecer de que manera el capital que dicen haber invertido, realmente se han traducido en acciones exitosas de conservación de la biodiversidad y/o de la elevación de la calidad de vida de los pobladores locales.

La problemática principal radica en que no se presentan informes específicos o exclusivos para una zona específica determinada, sino en términos generales. Además debido a que las acciones se realizan con instituciones gubernamentales, por un lado se logran sinergias, pero por otro lado estas instituciones no pueden ser jueces y parte de estos procesos. Se han formado alianzas también con organizaciones internacionales y con instituciones de educación privada quienes de alguna manera también están comprometidas, surge necesariamente las siguientes preguntas entonces, ¿Quién puede hacer una valoración objetiva de estas acciones? ¿Cómo se evalúa el éxito de estas acciones a través del tiempo? Por ejemplo: ¿Cuántos arboles sobreviven un año o dos?

Es evidente que, al analizar los informes sobre la Responsabilidad Social Corporativa en Áreas Naturales Protegidas, no se determina el factor de análisis crítico en la evaluación de su sustentabilidad. Los resultados encontrados establecen

que los Reportes publicados no son adecuados para proporcionar informes del valor que generan las empresas que cuentan con estos programas en sus estrategias de posicionamiento, a través de informes financieros, a quienes se destinan y a quienes realmente favorecen los recursos económicos que dicen aplicar.

Nuestra propuesta es que estos reportes que generan las empresas, debieran incluir mandatoriamente los informes de responsabilidad para cada una de las unidades identificadas en protección social y ecológica por parte los organismos gubernamentales responsables de estas areas. Debiera ser posible a través de estos reportes identificar las organizaciones lucrativas y no lucrativas que realizan proyectos de sustentabilidad y evaluar su viabilidad e impacto.

Finalmente, debiera ser meridianamente claro poder determinar con estos Informes de responsabilidad social de las empresas, el verdadero impacto económico, ecológico y social que reciben los comuneros de las zonas estudiadas.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Referencias

América Móvil, Informe *corporativo de responsabilidad social empresarial 2011* (América Móvil) En: http://www.americamovil.com/amx/es/cm/reports/Y/Responsabilidad2011.pdf; Consultado: 12 de junio de 2013.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Nueva iniciativa protegerá cuencas que brindan agua a 50 millones de personas en América Latina y el Caribe*. En: http://www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2011-06-09/recursos-hidricos-en-america-latina-y-el-caribe,9402.html; Consultado: 17 de marzo de 2013.

Ceballos, G.; Chávez C; Zarza H., *Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (1ª Etapa)*. CONANP, IE-UNAM, ALIANZA WWF-TELCEL, TELMEX y CONABIO, Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto HE011. México, D.F., 2012.

Centro Mexicano para la Filantropía A.C. (CEMEFI), *El Concepto de Responsabilidad Social Empresarial* En: http://www.cemefi.org/esr/; Consultado: 03 de mayo de 2013.

COFEMERMIR. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca descripción de la Problemática. En: http://www.cofemermir.gob.mx/; Consultado: 29 de noviembre de 2012.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), *Estrategia nacional para un desarrollo sustentable del turismo y la recreación de las áreas naturales protegidas de México*. En: http://www.conanp.gob.mx/pdf_publicaciones/TurismoEstrategia.pdf;Consultado: 15 de abril de 2013.

Diario Oficial de la Federación (DOF), "*Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales*". En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/aviso_monarca.pdf; Consultado: 23 de mayo de 2013.

Fomento Económico Mexicano (FEMSA), *Informe de Sostenibilidad 2011*. En: http://www.coca-colafemsa.com/kof/sostenibilidad/info2011.pdf/;Consultado: 17 de junio de 2012.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) México *Alianza fundación "Carlos Slim"* En: http://www.wwf.org.mx/wwfmex/. Consultado: 28 de mayo de 2013.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) México. *Región Mariposa Monarca* En: http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_bosques_fs_mm.php. Consultado: 23 de febrero de 2013.

Gobierno del Estado de Michoacán. (GEM) Comunicado: *Abiertos Oficialmente los Santuarios de la Mariposa Monarca temporada de Hibernación 2012-2013*. Sala de prensa. En: http://www.representacion.michoacan.gob.mx/index.php/2012-08-24-05-00-11/2012-08-24-05-03-22/124-a-partir-de-hoy-abiertos-oficialmente-los-santuarios-de-la-mariposa-monarca-en-michoacan. Consultado: 13 de enero de 2013.

Grupo Carso, S.A.B de C.V (2012) *Medio Ambiente*. Reporte 2012. En: http://www.carso.com.mx/ES/Documents/CARSO_Medio_Ambiente_2012.pdf; Consultado: 14 junio 2013.

Hernández, R.; Fernández C.; Baptista P., *Metodología de la investigación,* tercera edición, México: Ed. Mc.Graw Hill e Interamericana. 2003.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), *La Mariposa Monarca.* Sección "cuéntame" http://cuentame.inegi.org.mx/sabiasque/mariposas.aspx?tema=s; Consultado: 18 de junio de 2013.

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 http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf; Consultado: 15 de marzo de 2013.

Ramírezp. C., *Contabilidad Administrativa.* México: Editorial McGraw-Hill. 2010.

Schiffman, L. G. Y L. L. Kanuk, *Comportamiento del consumidor*, octava edición, México: Pearson Educación, 2005.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Inicia temporada de visita a santuarios de la Mariposa Monarca.* Nota de prensa. http://dsiaplicaciones.semarnat.gob.mx/sdp2009/index.php?option=com_content&view=article&id=5311:com17012-inicia-temporada-de-visita-a-santuarios-de-la-mariposa-monarca&catid=50:comunicados&Itemid=110. Consultado: 23 de enero de 2013.

Tamayo, M., *El Proceso de la Investigación Científica,* cuarta edición, México: Editorial Limusa. 2002.

Para citar esta obra:

Espitia-Moreno, I.C., C. Jiménez-Sierra y A. Ortega-Rubio. 2015. *Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp.179-193). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo IX

Aspectos Socioeconómicos de la Pesca Artesanal en las Áreas Naturales Protegidas

Gerardo Rodríguez Quiroz*, Héctor A. González Ocampo,
Everardo Barba-Macías, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón,
Miguel Pinkus-Rendón y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Los océanos representan la mayor fuente de recursos naturales, y de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, tres cuartas partes de la existencia mundial de peces del planeta están amenazados. En México, a través de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) marinas se procura la conservación de estos organismos y de los procesos naturales en su estado original. No obstante la creación de estas áreas ha demostrado que su conformación no ha necesariamente contribuido al desarrollo social y económico de las comunidades humanas que en ellas habitan, e inclusive en algunos casos actúan en contra. Por su origen, inquietud esencialmente de biólogos, sin la participación de sociólogos, las ANP marinas mexicanas no tomaron en cuenta aspectos socio-económicos, además de que existe un vacío en la definición de las atribuciones entre las distintas instituciones de gobierno en materia de manejo de los recursos naturales en estas ANP. Por lo que se sugieren algunas propuestas iniciales que pueden coadyuvar a mejorar la calidad de vida de los pescadores que viven en el seno de las ANP, incentiven la sustentabilidad de la pesca y garanticen la conservación de las especies sobre bases biológicas, sociales y económicas de una manera integral e incluyente.

Palabras clave: pescadores, marginación, áreas marinas protegidas, desarrollo económico, alternativas de trabajo

Abstract

Oceans are the major source of natural resources and according to the United Nations, three quarters of the fishing stock is threatened. In Mexico, through the implementation of marine protected areas (MPA) fish conservation and their natural environment is provided. But the creation of these areas not necessarily contributes to the social and economic development of the communities inhabiting them. Mexican MPAs does not considered socio-economic aspecst, besides that there is a gap in the definition of the responsibilities between the different government institutions on natural resource management in these MAPs. Some initial proposals are made to improve fishermen welfare, encourage fisheries sustainability and species conservation through a biological, social and economic integrated basis in a compressive and inclusive manner.

Keywords: fishermen, marginalization, marine protected areas, economic development, job alternatives.

Antecedentes

Los océanos representan la mayor fuente de recursos naturales existentes en el planeta tierra. Desde hace siglos el hombre ha recurrido al océano y cuerpos de agua adyacentes para aprovechar sus riquezas, apreciando su potencial económico y obtener grandes volúmenes de recursos vivos para alimentar a las generaciones futuras (Cifuentes y Torres, 1983; Foto 1).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, tres cuartas partes de la existencia mundial de peces del planeta están amenazados por la sobrepesca, y aunque nuestros océanos son vastos, estos no son ilimitados. Siendo así, que en los últimos 50 años se ha observado una gran expansión de la capacidad de pesca que ha llegado a la sobreexplotación de muchas pesquerías, que aún reduciendo el esfuerzo pesquero estas no alcanzarían a recuperarse del todo en las siguientes décadas (Grafton *et al.* 2010).

Los océanos proveen fuentes primarias de alimentos a millones de personas, pero sólo una pequeña parte del océano (0.01 %) está protegida de la creciente destrucción causada por las actividades humanas, sin embargo, este porcentaje no es suficiente (Greenpeace, 2013).

Figura 1. Pescadores al final de una jornada de pesca. Fotografía: Antonio Tedim.

México presenta una gran variedad de recursos de la flora y fauna acuática debido a su ubicación geográfica, extensión y características de sus costas. Tiene un litoral de 11,592.77 km^2 y una zona económica exclusiva de 21 millones 946 mil 825 km^2, lagunas costeras con una extensión de 1 millón 500 mil ha y aguas continentales con 1.3 millones ha. Sus mares se dividen en: Litoral del Pacífico, Golfo de México, el Mar Caribe, Golfo de California, Occidente de Baja California y el Interior del país (CONAPESCA, 2010).

Con base en el Atlas Pesquero del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura (INAPesca), noventa y tres de 311 especies con valor comercial son marinas, estuarinas y dulceacuícolas que se capturan con un volumen de producción de 1.5 millones de toneladas (SEMARNAP, 1999). De estas, el 79% se encuentra en declive, 15% amenazadas y 6% en proceso de desarrollo (CONAPESCA, 2010).

Discusión académica

En teoría, a través de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se promueve la conservación de la diversidad biológica y de los procesos naturales en su estado original y también teóricamente, estas acciones coadyuvan a mejorar la calidad de vida de los pescadores que se ven beneficiados de los productos que en estas zonas se protegen, premisas que en el discurso, combinan el desarrollo económico y sustentable en el manejo de los recursos naturales (Bracamonte, 2008). No obstante, no necesariamente en la retórica discursiva de la anhelada sustentabilidad, se logra la convergencia del trinomio indisoluble para alcanzar el objetivo de la existencia de estas ANP. Es decir, la conservación del ambiente, el desarrollo social y económico.

Por lo anterior, es importante insistir que la relevancia de estas áreas debe de ir más allá de la conservación de los recursos naturales, toda vez que se ha demostrado que su conformación no necesariamente ha contribuido en una significativa proporción al desarrollo social y económico de las comunidades humanas locales y de la conservación del suelo, cuencas hídricas, sitios históricos y culturales, o bien, el desarrollo de sitios eco-turísticos donde se promueva una educación ambiental que permita un mejor entendimiento de los elementos y procesos que nos rodean debido a su complejidad social y ambiental (Bracamonte, 2008).

En México existen 16 ANP marinas que equivalen a cuatro millones de hectáreas (Tabla 1), y que tienen como objetivo principal la preservación de las especies en peligro de extinción que en ellas se encuentran (CONANP, 2013) y la preservación de la biodiversidad que albergan (Fig 2.). Por ello, muchas de las acciones y propuestas de manejo en algunos parques marinos se enfocan a la recuperación de especies de alto valor comercial al existir zonas de "No Pesca" y limitar algunas actividades económicas de alto impacto al ecosistema. Asimismo, la gran mayoría de estas ANP basan su manejo en los aspectos y requerimientos ecológicos de muchas especies y limitan la actividad humana a través de zonas específicas para la pesca (McConney y Charles, 2010). Es menester enfatizar que los pescadores se encuentran entre los grupos sociales del sector primario con mayores problemas socio-económicos y que están por debajo de la línea de la pobreza (Palivela *et al.*, 2011). Adicionalmente, la falta de visión incluyente del elemento humano en dichas reservas, llega a promover inclusive la pesca clandestina de las mismas especies protegidas, debido a la falta de

alternativas de subsistencia de los pescadores, quienes se ven obligados a realizar otras actividades económicas que puedan completar sus ingresos familiares para su supervivencia.

Tabla 1. Áreas Marinas Protegidas de México (CONANP, 2013).

ANP	Superficie en Hectáreas
1. Parque Nacional Cabo Pulmo	7,111
2. Parque Nacional Alacranes	333,769
3. Parque Nacional Loreto	206,581
4. Parque Nacional Arrecifes de Cozumel	11,988
5. Parque Nacional Isla Contoy	5,126
6. Parque Nacional Arrecife de Xcalak	17,949
7. Parque Nacional Isla Isabel	194
8. Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de la Isla Espíritu Santo	48,655
9. Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro	144,360
10. Reserva de la Biósfera El Vizcaíno	2,493,091
11. Reserva de la Biósfera Arrecifes de Sian Ka´an	34,927
12. Reserva de la Biósfera Archipiélago de Revillagigedo	636,685
13. Reserva de la Biósfera Isla Guadalupe	476,971
14. Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles	387,957
15. Área de protección de flora y fauna de las Islas del Golfo de California (Canal de Ballenas y Salsipuedes BC.)	321,631
16. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	65,516

De alguna manera todo ello es indicativo que durante la génesis de las ANP marinas mexicanas no se tomaron en cuenta de manera integral e incluyente todos los aspectos socio-económicos estratégicos para su establecimiento. De hecho hasta hace muy poco, las ANP marinas eran asunto sólo para biólogos y especialistas en recursos marinos sin un aporte de los científicos sociales.

Un ejemplo específico de tal problemática es la Reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, en la que no existe una jurisdicción certera en la toma de decisiones entre las autoridades federales y estatales para resolver conflictos del aprovechamiento de los recursos pesqueros dentro de las ANP y el crecimiento y desarrollo de las comunidades en esta área del país (Bracamonte, 2008). Asimismo, aunque existe una amplia regulación ambiental en materia de uso y aprovechamiento de los recursos naturales en las ANP, no hay dependencia alguna de gobierno, que se responsabilice o se encargue de tomar las acciones conducentes en caso de incumplimiento de la ley y de los planes de manejo (Fig. 3).

Figura 2. Reserva de la Biósfera Bahía de los Ángeles. (Fotografía Gerardo Rodríguez Quiroz)

Los planes de manejo de las ANP son un documento conceptual y dinámico de planificación, que establecen las pautas para el manejo y desarrollo general de una unidad de conservación. Estas incluyen entre otros un mapa base en la que se describe el espacio-temporal de los recursos ambientales, la forma de su aprovechamiento y

su potencial como un recurso explotable a las necesidades humanas que debieran satisfacer conforme a una zonificación y un plan general conceptual de acción.

Estos planes de manejo, han permitido la preservación de las especies en peligro de extinción, la recuperación de especies de alto valor comercial al existir zonas de No Pesca, como el control y limitación en la aplicación de algunas actividades económicas de alto impacto al ecosistema.

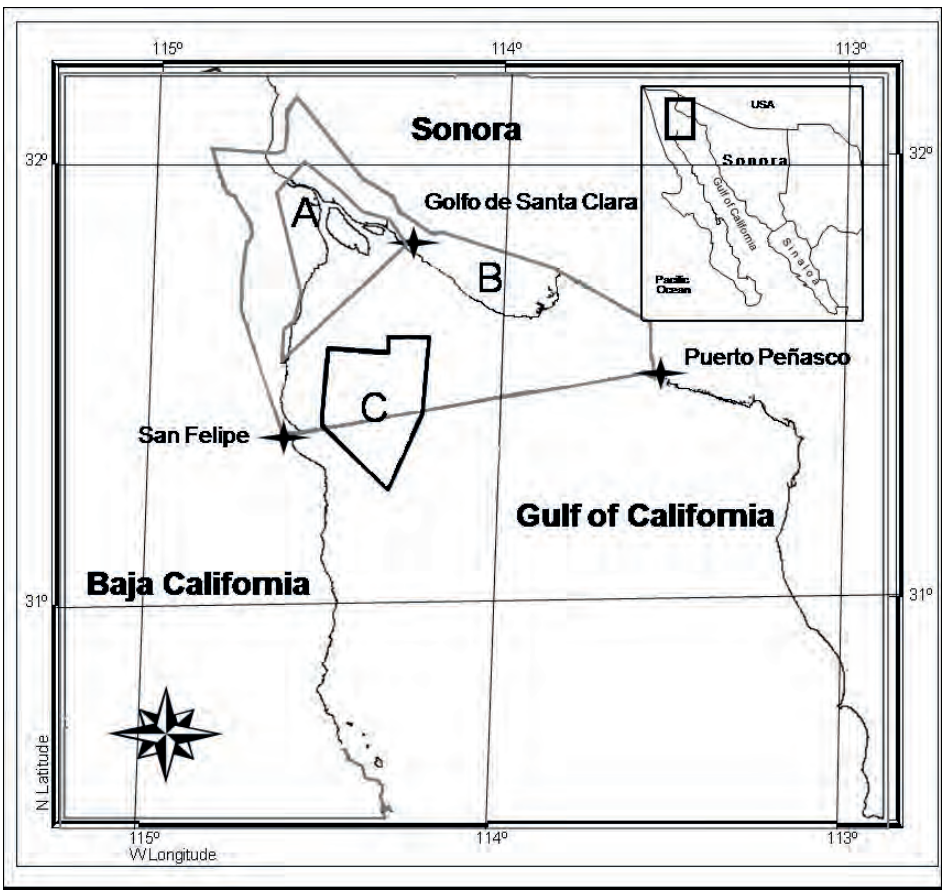


Figura 3. Mapa de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

Pero existe un vacío en la definición de las atribuciones entre las autoridades federales, como son la SAGARPA y la CONANP por mencionar un ejemplo, en materia de manejo de los recursos pesqueros en áreas naturales protegidas. Pareciera

existir una contradicción entre la razón de ser de cada dependencia, por un lado la conservación que promueve la CONANP y por el otro el aprovechamiento de los recursos que promueve la SAGARPA, siendo que lo que debiera prevalecer es el adecuado balance entre ambas.

Usualmente la intervención de la Secretaría de Marina, la PROFEPA, los oficiales de pesca de la CONAPESCA, los guarda parques de la CONANP, en acciones de inspección y vigilancia en áreas naturales protegidas, se vuelve para los pescadores un proceso de continuo hostigamiento, mientras que usualmente la pesca furtiva, que representa un porcentaje similar o mayor al de la pesca legal, se sigue llevando a cabo, sin mediar restricción alguna por ninguna autoridad. En muchas ocasiones aunque los efectos de la pesca ilegal son evidentes ninguna autoridad interviene en su detención, esto debido a que debe existir antes un levantamiento de un acta ante las autoridades correspondientes, para que los organismos autorizados a realizar las detenciones correspondientes puedan ejercer la acción correspondiente. Lo que lleva su tiempo y por ende, dadas las condiciones en que operan los pescadores furtivos, el desvanecimiento del delito.

Esta falta de actualización de procedimientos para poder fincar responsabilidades a los pescadores furtivos , entre otros factores, han propiciado que surjan situaciones de conflicto en que los pescadores y las personas que habitan las comunidades adyacentes a las ANP marinas afronten problemas de seguridad y padezcan algunos otros aspectos socio-económicos (Fernández, 1997), entre los que se encuentran: marginación, migración, falta de políticas sociales de desarrollo y bajo nivel de educación (Palivela *et al.* 2011; Valdéz-García, 2007; Toledo y Bozada, 2002).

En la política ambiental mexicana como en varias partes del mundo, en muchas ocasiones primero se han establecido las reglas para la explotación de los organismos acuáticos antes de pensar en las necesidades del pescador (Grafton *et al.* 2010), es decir, no se identifica al pescador como el eje de la industria pesquera, dejando a un lado los aspectos socio-económicos para el establecimiento de las ANP (McConney *et al.* 2003).

Debemos estar conscientes de que el pescador es el punto nodal de la actividad pesquera, de su actividad dependen además de sus familias, una larga cadena de intermediarios, comercializadores, proveedores de insumos (artes de pesca, motores, lanchas, carnada), proveedores de equipos de pesca (geoposicionadores, ecosondas,

etc.), así como proveedores de servicios de transportación (Jiménez, 2008).

Por ejemplo, las vedas debieran establecerse tomando en cuenta el conocimiento de los pescadores locales en cada región del país, que por su experiencia y trabajo de campo, están advirtiendo una modificación en el comportamiento de los organismos, en donde perciben los cambios que existen en su entorno físico tales como la temperatura del mar y otros factores antropogénicos que alteran el medio natural de los organismos existentes en un área de influencia pesquera.

Muchas veces existe un desprecio hacia el conocimiento empírico del pescador, que si fuera valorado y aprovechado por los científicos y autoridades, se ahorraría mucho tiempo y esfuerzo en la generación de la información técnica que da soporte a la regulación del aprovechamiento de los recursos pesqueros. Además muchas veces existe una falta de apoyo sustantivo para la diversificación y una gestión de valor agregado de sus productos, por parte de las autoridades estatales y grupos sociales que interactúan directamente con ellos.

Usualmente se continúa promoviendo el esquema tradicional de otorgar lanchas y motores como apoyo a la actividad, siendo que lo que requiere el sector pesquero es apoyo en infraestructura de conservación, transformación y mercadotecnia de sus productos, así como la transferencia de tecnología, que le permitan despuntar y pasar de ser una actividad de subsistencia a una actividad más empresarial que genere ganancias y por consiguiente el desarrollo económico de las comunidades asociadas.

Por lo siguiente, el pescador depende mucho de aquellas especies de alto costo en el mercado, y del valor que tengan esos productos el día de su venta en los mercados locales de sus comunidades y municipios (Fig. 4).

Muchos pescadores operan cerca de la costa para reducir costos, amén de que pocos son dueños de sus embarcaciones, y sus ganancias dependen de los costos de operación (Valdez-Gardea, 2010), así también, en la época de vedas dependen de otras actividades de bajos ingresos que no son suficientes para tener una buena calidad de vida (Rodríguez-Quiroz *et al.* 2010). La actividad que realizan es de alto riesgo, no obstante muchas veces no cuentan con servicio médico ni servicios de seguridad social.

Por lo anteriormente expuesto, se hacen algunas propuestas que consideramos pueden coadyuvar a mejorar la calidad de vida de los pescadores que viven en el seno de las ANP:

Figura 4. El camarón, el principal ingreso del pescador. Fotografía: Gerardo Rodríguez Quiroz

1) Hacer partícipes a los pescadores de los planes y medidas de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para evitar conflictos entre autoridades y usuarios de las ANP.
2) Una vez que se haya hecho del conocimiento de los pescadores de los alcances y logística de las medidas de manejo y aprovechamiento de los recursos pesqueros en esa ANP escuchar con atención las observaciones y sugerencias de ellos.
3) Promover nuevas estructuras de organización y de manejo de los recursos naturales, el cual más que limite el desarrollo de la actividad pesquera, se enfoque en preservar las especies motivo de la ANP, pero que concomitantemente se enfoque en diversificar y dar alternativas a los pescadores locales y traiga consigo beneficios sociales y económicos reales a los mismos.
4) Promover una mayor cooperación con el sector académico, público y organizaciones no gubernamentales, especialmente tomando como base las sugerencias y observaciones de los pescadores.

5) Generar el diseño de políticas públicas que atiendan la falta de empleo, la seguridad social, que promuevan la diversificación de actividades productivas, que consideren el conocimiento de la pesca que tienen los pescadores, así como, a su cultura y manejo del medio natural.

Es importante mencionar en este contexto que la mayoría de los pescadores tienen entre los 36 y 45 años de edad, y los empleos que se deben generar deben estar por arriba de los ~$2,500.00/semana, de lo contrario no dejarían la pesca tan fácilmente (Aragón-Noriega *et al.*, 2010; Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010).

De acuerdo a Lam (2012) y Lam y Calcari-Campbell (2012), es necesario incorporar también, principios éticos y de manejo para disminuir los daños que provoca la pesca como:

1) Incorporar costos sociales y ambientales por el derecho de pesca a través del cobro de cuotas al acceso y extracción del producto según la capacidad de las embarcaciones;
2) Establecer políticas pesqueras con objetivos específicos para reducir el daño pesquero promoviendo una pesca sustentable y la conservación del medio marino;
3) Legislar leyes vinculantes para crear y regular normas sociales que protejan la confianza en el sector pesquero;
4) Adoptar grupos de trabajo entre el gobierno, los usuarios de la pesca y la sociedad civil que compartan la toma de decisiones y la responsabilidad de administrar el ambiente marino a través de un marco de gobierno pesquero.

Se requiere que estas políticas de apoyo a los pescadores estén acompañadas de capacitación, créditos accesibles e inversiones en infraestructura (Fig. 5), para que así los pescadores se involucren más en estas nuevas actividades y no decaiga su calidad de vida (Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008).

Figura 5. Pescador preparándose para salir a la mar. Fotografía: Gerardo Rodríguez Quiroz

Consideraciones finales y perspectivas

Se puede manifestar que un buen desarrollo de la pesca artesanal debe basarse en un cambio de actitud y costumbres del pescador que hoy en día, no benefician el crecimiento de su actividad.

Es indispensable la participación, interacción y articulación de las partes (instituciones gubernamentales, sociedad civil, académicos) para establecer los planes de manejo dentro de una ANP marina, en donde se reconozca el valor del conocimiento local de los pescadores como un elemento que incentive la sustentabilidad de la pesca y la implementación de un Plan de Ordenamiento Pesquero dentro de las ANP, vinculado con el Plan de Manejo del área protegida.

Con ello se esperaría una mejora en la calidad de vida del pescador y a su vez, una conservación de las especies con bases biológicas, sociales y económicas.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Aragón-Noriega, E.A., G. Rodríguez-Quiroz, M.A. Cisneros-Mata y A. Ortega-Rubio. 2010. *Managing a protected marine area for the conservation of critically endangered vaquita (Phocoena sinus Norris, 1958) in the Upper Gulf of California*. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 17: 410-416.

Bracamonte Sierra, A. 2008. *Gloria Ciria Valdéz-Gardea. "Soy pescadora de almejas..." Respuestas a la marginación del Alto Golfo de California*. Región y Sociedad, 20: 199-204.

Carrasquilla-Henao, M., H.A. González Ocampo, A. Luna González y G. Rodríguez Quiroz. 2013. *Mangrove forest and artisanal fishery in the southern part of the Gulf of California, Mexico*. Ocean and Coastal Management, 83: 75-80.

Cifuentes, J.L. y P. Torres. 1983. *Recursos marinos 2*. Trillas, México DF. 76 pp.

CONANP, 2013. *Áreas Naturales Protegidas de México*. En: http://www.conanp.gob.mx/regionales, consultado el 23 de septiembre de 2013.

Cruz González, F.J. y O. Morales Pacheco. 2008. *Diagnóstico económico y social de la pesquería de camarón en el sistema lagunar La Joya-Buenavista- Cordon-Estuárico*, Chiapas. IV Foro Científico de Pesca Ribereña. Acapulco, Guerrero, 9-10 pp.

Greenpeace, 2013. *Reservas marinas*. En: http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Oceanos-y-costas/Que-proponemos/Reservas-marinas, consultado el 07 de octubre de 2013.

Grafton, R.Q, R. Hilborn, D. Squires y M.J. Williams. 2010. pp. 3-19. *Marine conservation and fisheries management: At the crossroad*. En: Grafton, R.Q., R. Hilborn, D. Squires, M. Tait y M. Williams (Eds.). Handbook of marine fisheries conservation and management. 770 pp.

Jiménez, B.L. 2008. *Management challengues of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico*. Fisheries Management and Ecology, 15: 19-26

Lam, M. E. 2012. *Of fish and fishermen: shifting societal baselines to reduce environmental harm in fisheries*. Ecology and Society, 17(4): 18. http://dx.doi.org/10.5751/ES-05113-170418

Lam, M. E. y M. E. Calcari Campbell. 2012. *The privilege to fish*. Ecology and Society, 17(4): 19. http://dx.doi.org/10.5751/ES-04156-170419

McConney, P., L. Bunce y G. Bustamante. 2003. *Human system connectivity. A need for MPA management effectiveness*. Gulf and Caribbean Research, 14: 199-201.

McConney, P. y Charles, A. 2010. *Managing small-scale fisheries: Moving toward people-centered perspectives*. pp. 532-555. En: Grafton, R.Q., R. Hilborn, D. Squires, M. Tait y M. Williams (Eds.). Handbook of marine fisheries conservation and management. 770 pp.

Palivela, H., G. Satyanarayana, P.J. Jawahar y M.S. Neeharika. 2011. *Socio-economic status of fishermen of Lawson´s bay, Visakhapatnam, India*. Ecology, Environment and Conservation, 17: 811-814.

Pascual Fernández, J. 1997. *Campesinos y pescadores: Un problema de definición*. BIBLID, 15: 15-28.

Rodríguez-Quiroz, G., E.A. Aragón-Noriega, W. Valenzuela-Quiñónez y H.M. Esparza-Leal. 2010. *Artisanal fisheries in the conservation zones of the Upper Gulf of California*. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 45: 89-98.

Rodríguez-Quiroz, G. y Bracamonte-Sierra, A. 2008. *Pertinencia de las áreas naturales protegidas como política de conservación y mejoramiento de la calidad de vida. Análisis de percepción en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Estudios Sociales, 16: 141-176.

Toledo, A. y L. Bozada. 2002. *El Delta del río Balsas: Medio ambiente, pesquerías y sociedad*. INE-Colegio de Michoacán. 294 pp.

Valdéz-Garcea, G.C. 2007. *"Soy pescador de almejas…" Respuestas a la marginación en el Alto Golfo de California*. El Colegio de Sonora. 209 pp.

Valdez Gardea, G.C. 2010. *Pesquerías globalizadas: revisitando a la comunidad marítima en el Alto Golfo de California*. Estudios Sociales*:* 18: 135-163.

Para citar esta obra:

Rodríguez-Quiroz, G., H. A. González-Ocampo, E. Barba-Macías, L. Jiménez-Badillo, M. J. Pinkus-Rendón, M. Pinkus-Rendón y A. Ortega-Rubio. 2015. *Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las* Áreas Naturales *Protegidas.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 195-209). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo X

La Perspectiva de Género en los Estudios Sociales en las ANPs de Nuestro País: una Propuesta Conceptual y Metodológica

Magdalena Lagunas-Vázques *, Adán Gerardo-Sosa y
Silva, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

El concepto de género es la categoría central de la teoría feminista. La noción de género surge a partir de la idea de que lo «femenino» y lo «masculino» no son hechos naturales o biológicos (instintivos), sino construcciones culturales, aprendidas. La perspectiva de género y su aplicación como una nueva categoría de análisis social tiene sus orígenes en el movimiento feminista, que conceptualmente se enmarca en aproximadamente 250 años de desarrollo teórico e histórico feminista. Es importante señalar que el género enmarca tanto a hombres como a mujeres, que la definición de feminidad se hace en homología con la de masculinidad, por lo que género se refiere a aquellas áreas –tanto estructurales como ideológicas– que comprenden relaciones entre los sexos. Las áreas naturales protegidas (ANPs) en el mundo, en su mayoría se traslapan o se encuentran rodeadas de territorios pertenecientes a pueblos indígenas, comunidades originales y/o rurales. En nuestro país algunos estudios establecen que 175 áreas naturales protegidas se traslapan con los territorios de 80 diferentes culturas. El uso y manejo que hacen de los recursos naturales las poblaciones rurales están conformados por las relaciones de género, ya que tanto las mujeres, como los hombres, tienen acceso y control diferente –y

en algunos casos– desiguales sobre los mismos. En nuestro país, la condición de las mujeres en las zonas rurales es exponencialmente discriminatoria, asignándoles categorías tales como pobres, rurales e indígenas, lo que inminentemente se acompaña de altos índices de analfabetismo, altas tasas reproductivas, jornadas laborales extenuantes, abusos a sus derechos humanos indiscriminadamente y en mayor proporción que en ningún otro lugar en el país, indiferencia institucional y comunitaria, carecen de derechos fundamentales. La perspectiva de género, por tanto, permite construir procesos de gestión y manejo ambiental equitativos y justos. La presente propuesta metodológica para emplearse en los estudios de género en un contexto rural, inmerso en un área natural protegida, considera el uso de metodologías multidisciplinarias con enfoque: cualitativo y participativas (Investigación Acción Participación IAP, Evaluación Rural Participativa). Uso de un conjunto multidisciplinar de herramientas (etnoecología, etnobotánicas y etnobiología), como principales actividades de investigación cualitativa. A pesar de que la igualdad está escrita en el mundo desde hace varias décadas a través de diversos documentos internacionales, la igualdad de género, hoy en los inicios del siglo XXI, es un mero discurso, y ha llegado a tal grado que corre el riesgo de quedarse en paráfrasis. Es menester de las instituciones formales y las personas que se dedican a hacer estudios –sobre género– serios, sensatos y honrados velar por el buen uso de esta perspectiva, y avanzar en ella (consolidarla intelectualmente); y de parte de todos los humanos y todas las humanas de manera responsable y honesta practicarla entera y decididamente en nuestro diario vivir, dentro y fuera de las ANPs.

Palabras clave: metodología perspectiva género ANPs, propuesta conceptual

Abstract

The concept of gender is the central category of feminist theory. The notion of gender arises from the idea that the "feminine" and "masculine" are not natural or biological facts but cultural constructions. The gender perspective and its application as a new category of social analysis has its origins in the feminist movement, which conceptually fits in about 250 years of feminist theory and historical development. Importantly, gender framed both men and women, so the definition of femininity

is in homology to that of masculinity, so that gender refers to those areas -both structural and ideological- involving relations between the sexes. Natural protected areas (NPAs) around the world, mostly overlap, or are surrounded, by lands belonging to indigenous peoples, original communities and/or rural. In our country some studies shows that approximately 175 protected areas overlap with the territories of approximately 80 different cultures. The use and handling of natural resources that make rural populations are shaped by gender relations, as both women and men have different access and control over them. In our country, the status of women in rural areas is exponentially discriminatory because includes the poor, rural and indigenous, categories which render low literacy rates, higher reproductive rates, exhausting workdays, human rights abuses and, in greater proportion than anywhere else in the country, institutional and community indifference. Lack of fundamental rights. The gender perspective therefore allows building management processes and fair and equitable environmental management, and not to exclude women or men of the benefits that sustainable management of natural resources. The proposed methodology for use in gender studies in rural, surrounded by a protected area context, consider the use of multidisciplinary approach methodologies: qualitative and participatory (Participation Action Research PAR, Participatory Rural Appraisal). Using a multidisciplinary set of ethnosciences (ethnoecology, ethnobotanical and ethnobiology) as primary tools in qualitative research activities. Although equality concept is written in the world for several decades through various international documents, gender equality, today in the early twenty-first century is a only speech, and runs the risk of becoming paraphrase. There is a need for formal institutions and individuals who are dedicated to making gender -studies- serious, thoughtful and honest to ensure proper use of this perspective, and advance (consolidate intellectually); and all humanity responsibly and honestly, and decisively in our daily lives, in and out of the NPAs .

Keywords: gender- perspective methodology NPAs , conceptual proposal

Antecedentes

La cultura introduce el sexismo, o sea la discriminación en función del sexo, mediante el género (la asignación de roles, conductas). Así cada cultura –o grupo social–,

establece un conjunto de prácticas, ideas, discursos y representaciones sociales que atribuyen características específicas a mujeres y a hombres (Lamas, 1996).

No podemos hablar de igualdad, equidad y género, sin remontarnos a tiempo atrás, a la emancipación de las mujeres qué ideológicamente se da de la mano con los nacientes estados soberanos en las sociedades occidentales europeas y sus equivalentes sociedades norteamericanas, a finales del siglo XVIII. En esos tiempos el ideario colectivo mundial propicia propuestas emancipatorias femeninas.

El feminismo tiene su nacimiento en la Ilustración, la vindicación de los derechos de la mujer no nacía sola, estaba avalada por el difuso sentimiento igualitarista que fluía en el conjunto social en el momento previo a la Revolución francesa. Fue determinante la aportación de Mary Wollstonecraft (1759-1797), quien en el contexto de la Revolución francesa y sus circunstancias personales se convirtió en una fascinante excepción del pensamiento de la época. En sus escritos de: "Vindicación de los derechos de la mujer" aborda la inclusión de la mujer en los principios universales planteados durante la Ilustración. Wollstonecraft, se podría considerar como la primera teórica feminista, sus aportaciones dan el moderno nombre de privilegio a la ancestral jerarquía entre los sexos, esta fue la radical novedad teórica que el primer Feminismo ilustrado ejercía (Valcárcel, 2001).

El análisis de textos de pensadores influyentes como Locke y Rousseau muestra que la razón ilustrada se configuró en su momento como razón patriarcal. De ahí que el proceso ilustrado sólo llegue a su término con el feminismo, puesto que sólo éste desarrolla en su verdadero sentido los ideales ilustrados de humanidad y universalismo, al considerar que las luces deben iluminar a todos y a todas. El feminismo representa la impugnación de la Ilustración desde la propia Ilustración (Valcárcel, 2001).

La recuperación histórica de la memoria feminista pasa por el feminismo premoderno, el feminismo ilustrado y el decimonónico, con hincapié en los movimientos sufragista, socialista, marxista y anarquista, y termina con el feminismo contemporáneo en sus distintas versiones de feminismo liberal, radical, socialista, de la diferencia, y con las últimas tendencias de feminismo institucional y feminismo de la tercera ola (Valcárcel, 2001); estamos hablando de alrededor de 250 **años de historia feminista**.

La teoría feminista ha desarrollado cuatro conceptos clave, para interpretar sus alcances, su mayor explicación, entendimiento y estructuración empírica y conceptual: Patriarcado, Género, Androcentrismo y Machismo y sexismo. Los cuatro están íntimamente relacionados.

Patriarcado

Hasta que fue redefinido por la teoría feminista, se consideraba el patriarcado como el gobierno de los patriarcas, de ancianos bondadosos cuya autoridad provenía de su sabiduría. De hecho, ésa es la interpretación que aún hace de la palabra la Real Academia Española.

Pero ya a partir del siglo XIX, cuando comienzan las teorías que explican que la hegemonía masculina en la sociedad es una usurpación, se utiliza el término patriarcado en sentido crítico. Es el feminismo radical, a partir de los años setenta del siglo XX, el que utiliza el término patriarcado como pieza clave de sus análisis de la realidad. Una de las definiciones más completas de patriarcado la ofrece Dolors Reguant (citada en Varela, 2014): es una forma de organización política, económica, religiosa y social basada en la idea de autoridad y liderazgo del varón, en la que se da el predominio de los hombres sobre las mujeres; del marido sobre la esposa; del padre sobre la madre, los hijos y las hijas; de los viejos sobre los jóvenes y de la línea de descendencia paterna sobre la materna.

Quienes no tienen en cuenta el patriarcado aseguran que las cosas han cambiado una barbaridad mientras que quienes lo perciben con nitidez afirman que «las cosas» no han cambiado tanto, aquello de «los mismos problemas que mutan sin desaparecer», que decía Diana Bellesi (Citada en Varela, 2014). Ambas posturas están en lo cierto. La vida de las mujeres en algunas partes del mundo se ha transformado, pero el patriarcado aún goza de buena salud.

Género

El concepto de género es la categoría central de la teoría feminista. La noción de género surge a partir de la idea de que lo «femenino» y lo «masculino» no son hechos naturales o biológicos, sino construcciones culturales. Por género se entiende, como decía Simone de Beauvoir, «lo que la humanidad ha hecho con la hembra humana». Es decir, todas las normas, obligaciones, comportamientos, pensamientos, capacidades

y hasta carácter que se han exigido que tuvieran las mujeres por ser biológicamente mujeres. Género no es sinónimo de sexo. Cuando hablamos de sexo nos referimos a la biología —a las diferencias físicas entre los cuerpos de las mujeres y de los hombres—, y al hablar de género, a las normas y conductas asignadas a hombres y mujeres en función de su sexo (Varela, 2014).

Androcentrismo

Este concepto considera que el mundo se define en masculino y el hombre se atribuye la representación de la humanidad entera (El hombre como medida de todas las cosas). El androcentrismo ha distorsionado la realidad, ha deformado la ciencia y tiene graves consecuencias en la vida cotidiana (Varela, 2014). Enfocar un estudio, análisis o una investigación desde la perspectiva masculina únicamente y luego utilizar los resultados como válidos universalmente para la humanidad entera.

Machismo y sexismo

El machismo es un discurso de la desigualdad. Consiste en la discriminación basada en la creencia de que los hombres son superiores a las mujeres. En la práctica, se utiliza machismo para referirse a los actos o las palabras con las que normalmente de forma ofensiva o vulgar se muestra el sexismo que subyace en la estructura social (Varela, 2014).

El sexismo se define como: el conjunto de todos y cada uno de los métodos empleados en el seno del patriarcado para poder mantener en situación de inferioridad, subordinación y explotación al sexo dominado, el femenino. El sexismo abarca todos los ámbitos de la vida y las relaciones humanas. Es una especie de ideología que defiende la subordinación de las mujeres y todos los métodos que utiliza para que esa desigualdad entre hombres y mujeres se perpetúe (Varela, 2014).

Por ejemplo, machismo es un piropo mientras que sexismo es la división de la educación por sexos, que ha sido una constante hasta nuestros días y que ha oscilado entre enseñar a las niñas a coser y rezar únicamente, hasta la prohibición de ingresar en la Universidad o ejercitar ciertas profesiones. El lenguaje también es un buen ejemplo del sexismo cultural vigente (Varela, 2014).

¿Cómo surge la categoría género?

La disciplina que primero utilizó la categoría género para establecer una diferencia con el sexo fue la psicología, en su vertiente médica. John Money la utilizó en 1955 y posteriormente Robert Stoller la desarrolló en su estudio de los trastornos de la identidad sexual (1968), (Lamas, 1996)

El papel (rol) de género se forma con el conjunto de normas y prescripciones que dictan la sociedad y la cultura sobre el comportamiento femenino o masculino. Aunque hay variantes de acuerdo con la cultura, la clase social, el grupo étnico y hasta el nivel generacional de las personas, se puede sostener una división básica que corresponde a la división sexual del trabajo más primitiva: las mujeres paren a los hijos, y por lo tanto, los cuidan: ergo, lo femenino es lo maternal, lo doméstico, contrapuesto con lo masculino como lo público. La dicotomía masculino-femenino, con sus variantes culturales (del tipo del yang y el yin), establece estereotipos, las más de las veces rígidos, que condicionan los papeles y limitan las potencialidades humanas de las personas al estimular o reprimir los comportamientos en función de su adecuación al género (Lamas, 1996).

La idea de género y su aplicación como una nueva categoría de análisis social –la teoría de género– tiene sus orígenes en el movimiento feminista de mediados del siglo XX. Como corriente política y filosófica, el feminismo ha buscado promover y defender los derechos de la mujer frente a una estructura tradicionalmente machista que ha impedido históricamente el desarrollo de las mujeres en igualdad de condiciones que los hombres.

Perspectiva de género

A la construcción simbólica en la que cada sexo representa su papel dentro de una cultura; en las ciencias sociales se denomina género (Lamas, 1996). Dicha construcción, reglamenta y condiciona la conducta objetiva-subjetiva de las personas, lo que es "propio" de cada sexo (Lamas, 1996), socialmente esperado y aceptado.

La perspectiva de género implica reconocer que una cosa es la diferencia sexual y otra cosa son las atribuciones, ideas, representaciones y prescripciones sociales que se construyen tomando como referencia esa diferencia sexual.

Todas las sociedades estructuran su vida y construyen su cultura en torno a la diferencia sexual. Esta diferencia anatómica se interpreta como una cuestión sustantiva que marcará el destino de las personas. Lo lógico, se piensa, es que si las funciones biológicas son tan dispares, las demás características morales, psíquicas también habrán de serlo (Lamas, 1996).

Las desigualdades entre los sexos no se pueden rectificar si no se tienen en cuenta los presupuestos sociales que han impedido la igualdad, especialmente los efectos generados por la división ámbito privado -femenino y ámbito público- masculino (Lamas, 1996). La prolongada situación de marginación de las mujeres, la valoración inferior de los trabajos femeninos, su responsabilidad del trabajo doméstico, su constante abandono del mercado de trabajo en años esenciales del ciclo de vida, su insuficiente formación profesional, la introyección de un modelo único de femineidad y el hecho de que, en muchos casos, ellas mismas no reconozcan su estatuto de víctimas de la discriminación, todo esto requiere una perspectiva de análisis que explique la existencia de la injusticia, su persistencia y la complicidad de las propias víctimas en su perpetuación (Lamas, 1996).

Es importante señalar que el género afecta tanto a hombres como a mujeres, que la definición de feminidad se hace en contraste con la de masculinidad, por lo que género se refiere a aquellas áreas –tanto estructurales como ideológicas- que comprenden relaciones entre los sexos (Lamas, 1996).

Lo importante del concepto de género es que al emplearlo se designan las relaciones sociales entre los sexos. La información sobre las mujeres es necesariamente información sobre los hombres. No se trata de dos cuestiones que se puedan separar. Los dos conceptos son necesarios: no se puede ni debe sustituir sexo por género. Son cuestiones distintas. El sexo se refiere a lo biológico, el género a lo construido socialmente, a lo simbólico.

En este sentido, lo que el concepto de género ayuda a comprender es que muchas de las cuestiones que pensamos que son atributos 'naturales' de los hombres o de las mujeres, en realidad son características construidas socialmente, que no tienen ninguna relación con la biología.

¿Porque es importante la perspectiva de género?

La distribución no equitativa de bienes y derechos, el maltrato y la discriminación hacia un género en comparación con el otro no obedece a una predisposición

biológica, sino a una rotunda negligencia humana y social (Rocha y Díaz, 2011). Las condicionantes culturales, económicas y sociopolíticas favorecen la discriminación femenina (Lamas, 1996). Estas condicionantes no son causadas por la biología, si no por las ideas y prejuicios sociales que están entretejidas en el género (Lamas, 1996), y que la cultura asigna y transmite a través de significados, reglas, características, conductas, expectativas y valores; mediadas por complejas interacciones institucionales, económicas, políticas, religiosas, etc. (Rocha y Díaz, 2011).

Una perspectiva de género, que reconoce la construcción simbólica en todas las culturas, conduce a desechar las ideas esencialistas sobre las mujeres y los hombres. No existe una "esencia" de mujer, o una de hombre; si existiera, todas las mujeres, sólo por el hecho de ser mujeres, compartirían una misma estructura vital (esencia).

La existencia de mujeres "masculinas", hombres "femeninos", personas bisexuales o andróginas y personas con una combinación de varios elementos mezclados fundamenta claramente que no hay "esencias" (Lamas, 1996).

Pero para poder notar esas diferencias, es decir tener perspectiva de género, hay que pasar otras barreras, que son asignaturas pendientes en cuanto a la igualdad y derechos humanos compete. Debe de eliminarse la xenofobia, y el racismo desde cualquiera de todos sus ángulos. Algunas prácticas culturales reproducidas en las sociedades del conocimiento o posmodernas quedan en entredicho con tantas elementales necesidades de relacionarnos en la igualdad y con igualdad como especie humana.

Es importante subrayar que la dificultad de alcanzar la igualdad con el reconocimiento de las diferencias, es un desafío relativo a todas las desigualdades (racial, étnica, religiosa, política), y que sigue sin ser analizada en el ámbito sexual.

Dentro del esquema cultural tradicional que postula la complementariedad de los sexos y la normatividad de la heterosexualidad, tanto la diferencia de las mujeres respecto de los hombres como la de las personas homosexual respecto a las heterosexuales, se traducen en prácticas sociales de opresión y discriminación: en sexismo y en homofobia (rechazo irracional a la homosexualidad) (Lamas, 1996).

Es pues, indispensable aprende a mirar con perspectiva de género, quien logra tener esa concientización ya siempre tendrá presente esa perspectiva e intentara vivir en ese sentido. No hay vuelta atrás, porque la perspectiva de género es un acto de justicia, la ruptura de estereotipos es necesaria para una sociedad más justa

y todos los que participamos en la conformación actual de la humanidad debemos hacer lo que está en nuestras manos para ello.

Género, áreas naturales protegidas y ruralidad

Las áreas naturales protegidas (ANPs) en el mundo, en su mayoría se traslapan o se encuentran rodeadas de territorios pertenecientes a pueblos indígenas, comunidades locales y/o rurales (Toledo, 2008). De tal suerte que cerca del 80% de las áreas prioritarias recomendadas para su conservación por el World Wildlife Fund (WWF) a nivel mundial, se encuentran sobrepuestas con territorios indígenas (Oviedo *et al*., 2000). Esta relación reconocida por Nietschmann, 1992 (citado en Toledo, 2008) bajo el "concepto de conservación simbiótica", y por Toledo (2005) como un "axioma bio-cultural", es notable en buena parte del mundo y especialmente en la región mesoamericana (centro y sur de México y Centroamérica), donde existe una estrecha correlación entre las áreas con cobertura forestal y de mayor importancia biológica con las áreas habitadas por pueblos indígenas (Grosvenor *et al*., 1992; Toledo 2005). Por ejemplo, estudios desarrollados por Toledo establecen que 175 áreas naturales protegidas se traslapan con los territorios de 80 diferentes culturas (Toledo, 2001; Toledo *et al*., 2002).

Esta información es de primaria importancia para la cuestión de género en ANPs, debido, a que en nuestro país, la condición de las mujeres en las zonas rurales es exponencialmente discriminatoria, asignándoles categorías tales como pobres, rurales e indígenas, lo que inminentemente se acompaña de altos índices de analfabetismo, altas tasas reproductivas, jornadas laborales extenuantes, abusos a sus derechos humanos indiscriminadamente y en mayor proporción que en ningún otro lugar en el país, indiferencia institucional y comunitaria; por lo tanto, nula autoidentificación y reafirmación como individuos. Es decir, no existen ni para ellas. Carecen de derechos fundamentales.

Uso de los recursos naturales en áreas rurales

Al hablar de la utilización de los recursos naturales nos remitimos a poblaciones rurales, por ello cualquier política o programa encaminados a su manejo debe contemplar explícitamente cómo se da la apropiación productiva de los recursos de la naturaleza y qué impacto ejercen las actividades productivas en los sistemas ecológicos (Soares, 2005).

El uso y manejo que hacen de los recursos naturales las poblaciones rurales están conformados por las relaciones de género, ya que tanto las mujeres, como los hombres, tienen acceso y control diferente –y en algunos casos– desiguales sobre aquellos, los impactan de manera diferenciada y viven las consecuencias derivadas de la degradación ambiental distintamente (Soares, 2005). De igual manera, los beneficios obtenidos del uso de los recursos naturales no son distribuidos de manera equitativa entre hombres y mujeres (Soares, 2005).

Asimismo, las mujeres rurales juegan un papel protagónico en la articulación del núcleo familiar y comunitario con el entorno natural, al realizar tareas no remuneradas, pero básicas para la reproducción de la unidad doméstica (Soares, 2005; Castorena, 2008). En la gran mayoría de los casos, son ellas las encargadas de la recolección y acarreo de leña y agua, crianza de animales y agricultura de traspatio, recolección de especies no maderables en los bosques y pesca ribereña informal (Soares, 2005). Además de recaer en ellas –las mujeres rurales– todas las acciones y actividades que tengan que ver con la crianza de los hijos y la manutención de un entorno hogareño que redunda en la conformación familiar (generalmente de tipo tradicional), costumbre tan arraigada en este tipo de entornos rurales (Lagunas-Vázques *et al*., 2013).

Género y estudios sociales en las ANPs

Según demuestra el Informe sobre el desarrollo mundial Género y Desarrollo (IDM, 2012), la igualdad de género es, por derecho propio, no solo un objetivo fundamental del desarrollo, se trata también de una medida económica acertada que ayuda a mejorar la productividad y otros resultados tanto para las futuras generaciones como para contar con políticas e instituciones de calidad.

Pero hablar a cerca de productividad, instituciones, calidad, parece que habláramos de la igualdad de género cómo el resultado del producto de un modelo económico.

La equidad e igualdad de género va más allá de lo que podemos comprender con una serie de conceptos teóricos o metodológicos, se podría decir que igualdad, equidad, habla de un avance humano con raciocinio y de comprensión de la vida misma, que finalmente nos lleva a desarrollarnos como especie. Los esfuerzos científicos por parte de entidades de gobierno, Organizaciones no gubernamentales

y asociaciones civiles en el mundo se han dado la tarea de alcanzar esta sostenibilidad humana y ambiental durante décadas. Y por ello se han puesto en marcha diversos apoyos económicos para proyectos que involucren la equidad de género y la igualdad humana.

Según el Banco Mundial (2012), los proyectos financiados por algunas organizaciones mundiales para la mejora del desarrollo sustentable y por ende en la igualdad y equidad de género durante el 2012, se asignaron US$29.000 millones a operaciones que incluyen la perspectiva del género, monto que representa el 83% del total de préstamos y donaciones del Banco Mundial.

La Asociación Internacional de Fomento dio especial consideración a la igualdad de género en su decimosexta reposición de recursos, destinando US$49.300 millones para el periodo 2011-14. Esto significa que la institución pondrá mayor énfasis en proyectos relacionados con esta materia en los países más pobres y principalmente en áreas naturales protegidas (Banco Mundial, 2012).

Durante algunos años estos esfuerzos de financiamiento para apoyar proyectos que involucren la igualdad de género se han ido consolidando en búsqueda de una mejora en la calidad humana y social, aunque a pesar de estos esfuerzos el arraigo cultural en el que muchos países están inmersos, hace suponer que ha contribuido al lento proceso de aceptación de la contribución de las mujeres en procesos de desarrollo y en diversas actividades.

Un estudio del Banco Mundial y Velázquez (2012), describen los avances conseguidos en años recientes para cerrar las brechas de género en Centroamérica.

El estudio analiza el cambiante rol económico de las mujeres durante una década en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, y encuentra que, a pesar de su baja participación en la fuerza laboral, la contribución de las mujeres a la economía ha crecido considerablemente en la región. De acuerdo con los datos de la CEPAL (2007) en la última década se ha registrado un sostenido crecimiento de la tasa de participación laboral de las mujeres en América Latina, es así que entre los años 1990 y el 2002, dicha tasa tuvo un incremento promedio de cerca de 12 puntos porcentuales, lo que la llevó de un 38% a cerca de un 50% de la población femenina urbana de 15 años y más de edad, sin embargo el promedio regional muestra que aproximadamente un 57% de las mujeres de zonas rurales enmarcadas en áreas protegidas no percibe ingresos, situación que se ve agravada

por la baja participación que tienen en la posesión de otros activos, entre otros, tierra y animales (CEPAL, 2007).

Las áreas protegidas representan el 11.5% de la superficie total del planeta.

Millones de mujeres y de hombres viven en ellas y dependen de los recursos naturales para su supervivencia, con relación a investigaciones que se han realizado en algunos países han permitido el establecimiento de ciertos criterios para la zonificación de las áreas naturales protegidas que consideren las necesidades e intereses de las mujeres, y el rol que juegan en la conservación del medioambiente en las ANPs, algunos estudios revelan la importancia de las féminas en la conservación del medio ambiente y en la lucha por la conservación de los recursos naturales. Algunos ejemplos, formaron el movimiento Chipko que logró detener la tala de bosques en India del Norte. En Sierra Leona, un estudio halló que las mujeres podían nombrar 31 usos para los árboles, mientras que los hombres sólo conocían ocho. Y con frecuencia conservan importantes cultivos de alimentos: la investigación entre 60 huertos manejados por mujeres en Tailandia halló 230 legumbres y otras especies de plantas. El suelo en las parcelas cultivadas por mujeres en Ghana mantiene su fertilidad durante más tiempo que la tierra labrada por sus hombres, mientras que la mitad de los agricultores orgánicos en Gran Bretaña son mujeres.

Si bien, las mujeres han encontrado nuevos caminos laborales y oportunidades de autorrealización, muchas de ellas que habitan las ANPs se encuentran en condiciones de marginación y de desigualdad y en serios problemas de salud.

Como resultado a la resolución forestal que adoptaron 15 estados de la India bajo el programa Gerencia Conjunta del Bosque, las mujeres tuvieron que caminar un promedio de 10 kilómetros para recolectar la leña en áreas no restringidas. La resolución estableció penas severas (flagelación pública) para quienes colectaran madera en el área protegida. El resultado fue que el 90% de las personas sancionadas fueron mujeres. Estas son algunas medidas que denotan la deficiencia de la gestión en áreas de importancia ambiental y de desconsideración gubernamental, y la violencia perpetrada contra las mujeres (Violencia solapada por la sociedad y por las instituciones).

En Latinoamérica la Reserva de la Biosfera Yasuní (RBY) ubicada en Ecuador, es una de las zonas con mayor biodiversidad del planeta, se encuentra entre las áreas protegidas con mayor extensión en el Ecuador (982.000 ha aproximadamente); en

un estudio realizado en la zona núcleo de la reserva (Parque Nacional Yasuní), se pudo comprobar que el fortalecer a las mujeres en su liderazgo político sobre los temas de la cacería ilegal, mejora sustancialmente el ejercicio de la gobernanza a nivel organizacional y comunitario. El enfoque de trabajar con mujeres para incidir políticamente y a nivel comunitario, en función de los temas de cacería ha sido raramente utilizado a nivel global (Tim Christophersen, 2010).

Diversos estudios y análisis sociales en Sudamérica resaltan la necesidad de que se inserten las mujeres desde un inicio en proyectos de conservación de la naturaleza, debido a: 1) el rol estratégico que tienen las mujeres indígenas en el uso sostenible de la biodiversidad amazónica y en la gestión territorial; 2) el valor de sus conocimientos y prácticas tradicionales; 3) la apuesta política *per se* que implica el empoderamiento de las mujeres en la Amazonía; 4) la perspectiva estratégica de soberanía alimentaria que caracteriza a la problemática; 5) la clara resistencia que tenían un número importante de mujeres Waorani a la comercialización de carne de monte en los mercados locales debido a una legítima preocupación por el futuro de su territorio (Testimonios en el Informe del Taller Participativo de Gareno, 2010).

En Brasil, la asociación de mujeres de Bahía de Sol, recibió capacitación sobre los requisitos establecidos por IBAMA, una agencia ambiental. Con este conocimiento, las mujeres pueden ayudar a los pescadores a obtener las licencias de pesca, las cuales son obligatorias para las poblaciones rurales implicadas en estas actividades.

En México, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 asumió como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable (DHS), como el proceso permanente de ampliación de capacidades (Valle, 1999) y libertades que permita a todas(os) las(os) mexicanas(os) tener una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras (PND, 2007). Se presenta en esta estrategia como una síntesis de la experiencia en la Red Género y Medio Ambiente que desde 1995 aglutina a 21 organismos e investigadoras de la sociedad civil, comprometidas a incorporar los enfoques de género y medio ambiente en las políticas públicas. Su cobertura alcanza principalmente las entidades de Sonora, Chihuahua, Veracruz, Puebla, Morelos, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Tabasco, Yucatán y Distrito Federal.

En la búsqueda de estrategias para el desarrollo y la igualdad en México, un porcentaje importante de las ANPs han concebido al ecoturismo como una herramienta en el abordaje de la problemática de conservación y desarrollo,

particularmente en las Reservas de la Biosfera. Al respecto (Díaz, 2010) asegura el ecoturismo puede efectivamente ser usado como una herramienta que dé voz e imagen, ingresos y seguridad a las mujeres con el objetivo de incrementar su participación como empresarias promotoras del desarrollo en las áreas protegidas del país.

Una propuesta conceptual y metodológica

La metodología con perspectiva de género en los estudios sociales es una herramienta que permite identificar, cuestionar y valorar la discriminación, desigualdad y exclusión de las mujeres y de los hombres, que se pretende justificar con base en las diferencias biológicas entre mujeres y hombres, así como las acciones que deben emprenderse para actuar sobre justicia intergeneracional, y crear las condiciones de cambio que permitan avanzar en la construcción de la equidad e igualdad de género.

En esta misma lógica, el análisis de género, el cual se concibe como: una forma sistemática de observar el impacto diferenciado de cualquier elemento social y su repercusión sobre los hombres y las mujeres. Este proceso inicia con la recopilación de datos desagregados según sexo y de información sensible al género sobre la población involucrada. El análisis de género también puede incluir el análisis de las múltiples formas en que los hombres y las mujeres, como actores sociales, se involucran en el proceso de transformación de roles, relaciones y procesos socialmente establecidos, motivados por intereses individuales y colectivos.

En el ámbito académico, el análisis de género también es concebido como un nuevo enfoque que permite reinterpretar las relaciones sociales de una forma más democrática al incluir las experiencias, las necesidades y los intereses tanto de hombres como de mujeres. Así, en palabras de María Cecilia Alfaro (1999) el análisis de género se refiere a: un proceso teórico-práctico que permite analizar diferencialmente los roles entre hombres y mujeres, así como las responsabilidades, el acceso, uso y control sobre los recursos, los problemas o las necesidades, propiedades y oportunidades, con el propósito de planificar el desarrollo con eficiencia y equidad para superar las discriminaciones imperantes, que limitan las posibilidades de que la mujer exprese sus necesidades y preferencias.

En suma, la utilización de una perspectiva de género, ya sea en el estudio de fenómenos sociales o en el diseño de políticas públicas a favor del bienestar de la sociedad, muestra los siguientes puntos:

1. Cómo las diferencias biológicas se convierten en desigualdades sociales.
2. Cómo estas desigualdades colocan a las mujeres en desventaja con respecto a los hombres, en algunos ámbitos (como el público), y a los hombres en desventaja respecto a las mujeres en lo que respecta a los espacios privados.
3. Cómo estas desigualdades se construyen desde el nacimiento de los individuos (construcciones sociales; simbolismos y estructuras culturales) y que no necesariamente son "naturales".
4. Cómo estas desigualdades son avaladas, se sostienen y reproducen por medio de una serie de estructuras sociales y mecanismos culturales. En ocasiones provenientes de antiguas costumbres (incluso, enunciadas sin ningún fundamento real), y por lo tanto, desfasadas respecto a las realidades sociales actuales.

La equidad de género como categoría social de análisis

Desde sus orígenes, la teoría de género ha tenido como valor fundamental la equidad entre mujeres y hombres, entendido éste como el acceso de las personas a la igualdad de oportunidades y al desarrollo de las capacidades básicas; esto significa que se deben eliminar las barreras que obstaculizan las oportunidades económicas y políticas, así como el acceso a la educación y los servicios básicos, de tal manera que las personas (hombres y mujeres de todas las edades, condiciones y posiciones) puedan disfrutar de dichas oportunidades y beneficiarse de ellas. Implica la participación de todas y todos en los procesos de desarrollo.

Con base en todo lo anterior queda claro que el enfoque de género es un elemento de justicia social, que pretende eliminar toda discriminación entre hombres y mujeres, así como garantizar la igualdad de oportunidades para todas y todos.

Asimismo, la aplicación de este enfoque intenta construir sociedades más justas y solidarias que promuevan la participación e integración de todos sus miembros, eliminando aquellas percepciones culturales que tradicionalmente han sometido a las mujeres a situaciones de vulnerabilidad y desventaja.

Biodiversidad, ruralidad y género

Una perspectiva analítica de género, entonces, ayuda a entender una forma adicional de diferenciación social que influencia el manejo ambiental. La perspectiva de género,

por tanto, permite construir procesos de gestión y manejo ambiental equitativos y justos, que no excluyan ni a mujeres ni a hombres de los beneficios que el manejo ambiental sustentable puede brindar. Nos referimos aquí no solo a la posibilidad de incluir a las mujeres en acciones y programas de gestión ambiental y manejo de recursos naturales, sino también, a la posibilidad de construir procesos que, directa e indirectamente, permitan una mayor equidad en términos de la distribución de los beneficios económicos y sociales que puede generar una adecuada capacidad de gestión ambiental (Aguilar, 2002), y en el beneficio humano igualitario.

De acuerdo a Rico (1997), la conservación se puede concebir como una oportunidad para la promoción de la equidad, igualdad y justicia; además, uno de los retos de las iniciativas de desarrollo y conservación puede ser el de generar espacios y mecanismos para llevar a cabo acciones que cumplan, simultáneamente, con las finalidades de la conservación y de la promoción de la equidad. Aguilar *et al.* (2002; 36) mencionan que una de las directrices principales del Diagnóstico Participativo con Enfoque de Género es el análisis de la realidad de género sobre el acceso, control y toma de decisiones sobre los recursos naturales que existen en un área protegida; la división sexual del trabajo, los niveles de participación y los patrones de uso del tiempo, lo que evidencia las relaciones de poder existentes.

Los estudios con enfoque de género se centran en identificar las construcciones de género, y por ende las relaciones que se establecen entre mujeres y hombres, las cuales poseen un carácter histórico-cultural y se especifican a partir de procesos asociados a territorios particulares, tales como los sistemas de producción y de apropiación simbólica y cotidiana de la naturaleza y el entorno (Rico 1997). Entre otras actividades, según Rico (1997), este tipo de análisis incluye: 1) Análisis de la situación o contexto local, 2) División sexual del trabajo, 3) Uso, acceso y control de los recursos y reparto de costos y beneficios, 4) La degradación ambiental y su impacto por sexo/género, 5) Concepciones culturales o tradicionales y 6) Niveles de participación.

El aporte que los procesos de sistematización con perspectiva de género pueden hacer es fundamental para la equidad intergenérica, condición de primer orden en el desarrollo rural. De ésta manera, la perspectiva de género en la sistematización, es un compromiso y un reto profundamente democrático, en donde los géneros, en

vez de jugar papeles funcionales prescritos que restringen la equidad, la igualdad y la solidaridad, permitan la expresión de las capacidades humanas y la creación de las condiciones que se necesitan en la construcción de un orden social más justo para mujeres y hombres de todas las edades (Rodríguez 1999).

Propuesta conceptual

De acuerdo a los elementos teóricos arriba mencionados y a la revisión exhaustiva de la literatura especializada en estudios de género, se plantea la siguiente propuesta guía para la categorización de los componentes o temas que podrían incluirse en un análisis de género de un grupo humano rural en una ANP: se precisa conocer de los componentes propuestos (Tablas 1 y 2) cual es el nivel de conocimiento, participación, responsabilidad, inclusión, apropiación, acceso, control, poder, distribución, percepción tanto de los hombres, como de las mujeres sujetos de estudio.

Componentes públicos

Decisiones/gobernanza (nivel de participación).
Uso, acceso y control de los recursos naturales, comunitario, territorial.
División sexual del trabajo.
Degradación e impacto ambiental.
Espacios comunitarios y territoriales.
Percepción sobre naturaleza y biodiversidad

Componentes privados (personales)

Decisiones personales/familiares (nivel de participación).
Uso, acceso y control de los recursos naturales.
División sexual del trabajo y responsabilidades del hogar y la familia.
Espacio personal y doméstico.
Percepción sobre naturaleza y bio diversidad

Tabla 1. Componentes de ámbito públicos. Fuente: Elaboración propia

Componentes	Subcomponentes
Decisiones/gobernanza (nivel de participación).	Toma de decisiones grupales-comunitarias Participación gobernanza local Dirección-organización laboral Administración organizacional Gestión
Uso, acceso y control de los recursos naturales, comunitario, territorial.	Tenencia de recursos naturales y del territorio Tipos de usufructos de recursos naturales y del territorio Acceso a los recursos naturales y a la tierra Recursos naturales aprovechados cómo y por parte de quien
División sexual del trabajo.	Asalariado/jornal/ingresos Programa de Empleo Temporal Granja, agricultura, pesca, etc. Servicios, oficios (ejemplos: panadero (a), tortillero (a), etc.)
Degradación e impacto ambiental.	Tipos de impacto ambiental Identificación de la afectación ambiental
Espacios comunitarios y territoriales.	Tipos de tenencia, pertenencia, usufructo (territorios ejidales, comunitarios, terrenos ganados al mar, ZFMT, territorios federales concesionados, otras concesiones) Recreación Trabajo Apoyos vecinales
Percepción sobre naturaleza y las relaciones e interacciones con la biodiversidad local.	Conocimiento y percepción de la naturaleza (recursos bióticos y abióticos locales) Apropiación y uso de la naturaleza local

Propuesta metodológica

La presente propuesta de metodología para emplearla en los estudios de género, a desarrollarse en un contexto rural, inmerso en un área natural protegida, parte de las siguientes reflexiones: a). Un grupo humano rural está altamente relacionado-influenciado y en constante interacción con la naturaleza o el ambiente natural adyacente; b). Toda interacción humana con el entorno ambiental está definida por un espacio y un tiempo (identificada geográfica y temporalmente); c). El humano local refleja en su cotidianidad el subjetivismo y los simbolismos que su entorno natural inmediato le proporcionan (crea y re-crea su cultura en la naturaleza que cohabita); d). Toda actividad social dirigida es procesal y atemporal (en tiempo real e instantánea), y así, bajo esta visión se concibe el desarrollo sostenible: como un

proceso, en un sitio especifico, en un tiempo definido, durante un momento; por último, e). Una sociedad igualitaria es una sociedad más justa, y es precisamente lo que la perspectiva de género nos ofrece al implementarla en cualquier orientación humana.

Tabla 2. Componentes de ámbito privados (personales). Fuente: Elaboración propia

Componentes	**Subcomponentes**
Decisiones personales/familiares (nivel de participación).	Motivos Responsabilidad Participación Distribución Arreglo personal Oportunidades laborales, educativas
Uso, acceso y control de los recursos naturales.	Acceso Participación Responsabilidad
División sexual del trabajo y responsabilidades del hogar y la familia.	Asalariado/jornal/ingresos Crianza Paternar/maternar Educar, contener hijos (as) Cuidados cotidianos Tareas domésticas (cocinar, acarreo de agua, leña, etc.)
Espacio personal y doméstico.	Recreación/diversión/disfrute Trabajo/Tareas/responsabilidades Descansos/ocio Salud: Emocional Reproductiva Sexual
Percepción sobre naturaleza y biodiversidad.	Conocimiento y percepción de la naturaleza (recursos bióticos y abióticos locales) Apropiación y uso de la naturaleza local

La sociedad requiere un profundo cambio, en el que tal vez, el trabajo científico enfocado a grupos humanos, con el apoyo de herramientas sociales puede ayudar en algunos aspectos de la vida humana. En su quehacer científico social, la ciencia antropológica en su disciplina social, requiere pasar del pensamiento retórico al epistémico, de la interpretación del problema a su transformación, para lo cual

es indispensable la combinación de un pluralismo metodológico (heterodoxia), conceptual, que sume en conjunto, integración y aportación, y decante en praxis contestatarias que le otorguen a la realidad actual aportaciones positivas y que sumen en beneficio para la vida planetaria en general.

Praxis sociales a partir del sujeto, del actor real, de la realidad comunitaria y de los saberes locales donde más que aplicar cuestionarios, surjan diálogos, que propicien auto-interpretaciones, auto-creaciones-construcciones reflexivas y vivenciales para todos los individuos participantes. Inmerso en el contexto universal con claridad en aspectos tales como: garantizar los principios de interculturalidad, justicia social, equidad intergeneracional y gestión sustentable de ecosistemas (Tagle, 2011).

Por lo que se considera dentro de esta propuesta el uso de metodologías multidisciplinarias con enfoque: cualitativo, participativas (Investigación Acción Participación, Evaluación Rural Participativa) y sistémicas (integradoras: análisis de sistemas); como principales herramientas para abordar los asuntos de género en un entorno rural.

Investigación cualitativa

Hoy en día, la investigación cualitativa se acopla a los métodos cuantitativos. Puede ser el inicio de un estudio longitudinal, o de una comunidad vista a través de varios aspectos, puede ser usada en el desarrollo de diseños de investigación como diagnóstico, puede ser encajada dentro de un estudio cuantitativo para producir las "descripciones gruesas" y ricas de situaciones, y también puede ser utilizada para desarrollar proyectos curriculares, a los cuales se le dan seguimiento con la investigación cuantitativa. la investigación cualitativa comprende el concepto de totalidad, de holística y por lo tanto, requiere ver cada situación dentro de su propio contexto (Morales, 1992). La investigación cualitativa es un reflejo de la vida y, por lo tanto, nos acerca a la posibilidad de cambio. Es aquí donde las historias internas, las historias personales tienen validez. Es una posición contestataria frente al conocimiento científico tradicional, su producción y su uso; que cumple también con principios de justicia social en cuanto a que cambia las preguntas: ¿no tanto qué?, ¿sino quién?, ¿no tanto cómo?, ¿sino para qué? y ¿para quién?

La investigación cualitativa si no regresa al grupo humano donde se origina y éste no se moviliza, es una investigación incompleta. La investigación cualitativa tiene

hoy día más vigor que nunca porque nos da una visión, el lenguaje y la metodología que nos permite propiciar un transformación de una realidad social, razón principal de utilizar la perspectiva de género en estudios sociales.

Algunas herramientas de la investigación cualitativa

La etnometodología a nivel micro-social, especialmente ha estado vinculado a los movimientos de promoción social en los que debe destacarse la autogestión, la toma de conciencia (politización) de los problemas, su solución, y la transformación, como es visto en comunidades de base en Brasil, Colombia, Chile, Centroamérica, etc. y en la educación popular de Cuba y Nicaragua (Morales, 2012).

Este paradigma alternativo no acepta la separación de los individuos del contexto en el cual se realizan sus vidas y, por tanto, sus comportamientos, así como tampoco ignora el propio punto de vista de los sujetos investigados, de sus interpretaciones de las condiciones que deciden sus conductas, y de los resultados tal y como ellos mismos los perciben. A través de la etnografía no se estudian los supuestos, se estudian las características concretas. Por eso entre sus características principales comprende un tipo de investigación: analítica, inductiva, holística y descriptiva. La etnografía utiliza un modelo metodológico cíclico, contrario al patrón lineal empleado por otras disciplinas de las Ciencias Sociales. Los procedimientos etnográficos tienden a superponerse y ocurrir simultáneamente. La información recolectada y las teorías emergentes se usan para reorientar la recolección de la nueva información. El trabajo de campo es la característica distintiva de la metodología etnográfica.

Determinación de las técnicas

Las técnicas más empleadas en las investigaciones etnográficas son las observaciones y las entrevistas. Como observaciones podemos mencionar por un lado la no participante, en la que el investigador observa pero no se relaciona con el objeto de estudio, y por otro lado, la observación participante en la cual el etnógrafo colabora de forma activa y así poder recoger información necesaria para su investigación. El objetivo que se pretende conseguir con esta última es describir a los grupos sociales y describir las escenas culturales de los grupos sociales todo esto a través de la vivencia de las experiencias lo más localmente cercanas y reales posibles.

Herramientas: etnoecología, etnobotánicas y etnobiología

El uso de este conjunto multidisciplinar de herramientas en las actividades de investigación cualitativa será de suma utilidad para realizar los objetivos principales de la misma, que tendrán que ver con la co participación de un dialogo horizontal, de igual a igual, y con el reconocimiento de los conocimientos y sabidurías locales que se han venido acumulando con la experiencia local. El trabajo etnográfico incluye las siguientes disciplinas: etnoecología, etnobotánicas y etnobiología, principalmente.

Una premisa de la etnoecología es que a través de la historia, el uso de los recurso naturales por parte de grupos humanos ha permitido la acumulación de conocimientos sobre biología de las especies y los procesos ecológicos locales (Reyes-García y Sanz, 2007). Por lo tanto se considera que el conocimiento ecológico tradicional puede contribuir a conformar estrategias de buen uso y manejo sostenible de los recursos naturales.

La etnobotánica con amplios antecedentes como disciplina científica tanto en la historia prehispánica como en las exploraciones por parte de las colonias Europeas en América (Sanabria-Diago, 2011). Esta especialidad antropológica, posee diversas acepciones, el presente marco conceptual se acoge a la descripción dada por Hernández-Xolocotzi (1983), quien la definió como el campo de la ciencia que estudia las interrelaciones que se establecen entre el hombre y las plantas, a través del tiempo y en diferentes ambientes. De acuerdo con este autor, la etnobotánica involucra: 1) procesos dialécticos que se generan de la interrelación medio y cultura, a través de la dimensión tiempo, 2) un campo interdisciplinario que comprende el estudio e interpretación del conocimiento, significación cultural, manejo y usos tradicionales de los elementos de la flora local.

Otro enfoque lo presenta la etnobiología, una corriente que, desde la antropología, planteó Maldonado Koerdell en 1940 (1983; citado en Sanabria-Diago, 2011) y ha sido retomada por varios investigadores en las últimas décadas, como integradora de los conocimientos que los grupos étnicos tienen sobre los recursos y procesos biológicos, involucrando la etnobotánica, la etnozoología, la etnoecología, la etnoedafología y la etnomicología como disciplinas que abarcan gran parte de los conocimientos tradicionales e integrales que expresan la enorme riqueza cultural y biológica (Sanabria-Diago, 2011), de ciertos grupos humanos étnicos, rurales y campesinos, entre otros.

Investigación Acción Participación IAP y Evaluaciones Rurales Participativas

Enmarcada en la disciplina científica de la antropología social (reflexiva y crítica) se proponen la siguientes metodología para el logro de los objetivos de educación crítica, concientización y cambios culturales de avanzada justicia social (indispensable equipo de trabajo multidisciplinario, comprometido y concientizado):

Talleres participativos (uso de herramientas participativas), y de la Evaluación Rural Participativa (Chambers, 1983, 1991, 1993; Lagunas-Vazques *et al*., 2008).

Trabajo de campo que incluye: entrevistas semi-estructuradas, diagnósticos participativos, diario de campo y entrevistas a profundidad (Taylor y Bodgan, 1987; Geertz, 1994). Talleres de capacitación y reuniones de trabajo, con el enfoque de IAP. Estancias prolongadas en la zona de estudio y trabajo etnográfico: técnicas de la etnografía observación participante, entrevistas y grupos de discusión en la recopilación de datos (trabajo de campo).

Las herramientas participativas y el trabajo comunitario son procesos que permiten crear espacios para compartir el conocimiento local (Centro Internacional para el Ambiente y el Desarrollo, 1993; Chambers, 1996), las experiencias cotidianas y el conocimiento ecológico tradicional de las comunidades, lo cual posibilita la libre expresión, el análisis y la discusión de la propia realidad local (Vázquez y Montenegro, 1999; Berkes et al., 2001).

Participar en procesos de IAP son opciones y decisiones filosóficas, éticas y metodológicas, en constante trabajo de construcción creación y re-creación, que no concluye con un producto terminado, sino más bien es un estilo de vida, la IAP hace hincapié en una rigurosa búsqueda de conocimientos y con las herramientas propicias el conocimiento es multidireccional y multidiverso, horizontal e igualitario.

Es un proceso de vida una vivencia hacia una progresiva evolución para una transformación profunda y estructural de la sociedad y de la cultura, es un proceso que requiere un compromiso, una postura ética y persistencia en todos los niveles.

Es una filosofía de vida en la misma medida en que es un método.

Por lo tanto se requiere de un equipo de investigación activista comprometido, la investigación de acción necesariamente lleva a una toma de posición en cualquier ámbito (y del equipo investigador). En caso contrario, el equipo investigador se

convierte en reportero de la situación local. La IAP es un procedimiento heurístico de investigación y como un modo altruista de vivir que puede permitirnos llegar a formas mas satisfactorias de sociedad. Emprender acciones para transformas realidad con las que se empieza el ciclo, fenómeno reconocido como persistencia cíclica.

Hacia una metodología común de aprendizaje

Es necesaria una metodología general para el análisis con perspectiva de género enfocado hacia la equidad y la igualdad humana en las Áreas Naturales Protegidas. Un marco evaluativo que estime objetivamente las tendencias sociales en un grupo humano determinado, incluido en un proceso de justicia, equidad e igualdad.

Partiendo del marco conceptual de Manejo Costero Integrado (MCI) (GESAMP, 1996), se propone un proceso cíclico de aprendizaje-concientización (persistencia cíclica) con enfoque de género para implementarlo en un entorno rural inmerso en un Área Natural Protegida, ver Figura 1.

Básicamente comprende seis pasos: 1. Sistematización, 2. Análisis y reflexión, 3. Un diagnostico específico, 4. Desarrollo e implementación de estrategias, 5. Evaluación análisis-reflexión, y 6. Retroalimentación para volver a re-iniciar el ciclo (adaptativo) con más información (sabiduría), experiencia y aproximación.

Igual que el ciclo de un programa de MCI, se habla de una experiencia madura cuando se haya logrado cerrar un ciclo y emprender uno nuevo, es decir trascender una generación, y de acuerdo para la experiencia en MCI, esto lleva de ocho a 15 años (principalmente para la primera vuelta). De esta manera, se inician procesos de retroalimentación cíclica sin fin (persistencia cíclica), sin espacio y sin tiempo determinado. Porque estos fenómenos sociales entran en los eventos vitales de un grupo humano reconocidos como proceso es decir, un evento sin tiempo ni espacio definido, que solo puede ser catalogado por sus características relevantes (en cuanto a acciones, actividades, actos, voluntades). Por lo tanto son experiencias vivenciales y procesales.

Pasos para un Proceso de Persistencia Cíclica de Aprendizaje-Concientización con Enfoque de Género (PPCACEG).

1. Existe una sistematización constante del proceso (documentación), identificación, caracterización/evaluación, implementación de estrategias sobre concientización de género (institucional-macro-micro, local, personal). 2. Análisis y reflexión constante en cada paso, 3. Un diagnostico específico, 4. Desarrollo e implementación de estrategias locales (implementación de concientización), 5. Evaluación análisis-reflexión de lo implementado, y 6. Retroalimentación para volver a re-iniciar el ciclo (adaptativo) con más información (sabiduría), experiencia y aproximación. Igual que el ciclo de un programa de MCI, se habla de un ciclo maduro que da pie (sostén o respaldo) al constante reinicio de una espiral más en este evento procesal donde el grupo humano se crea y se re-crea con justicia en la igualdad y equidad humana.

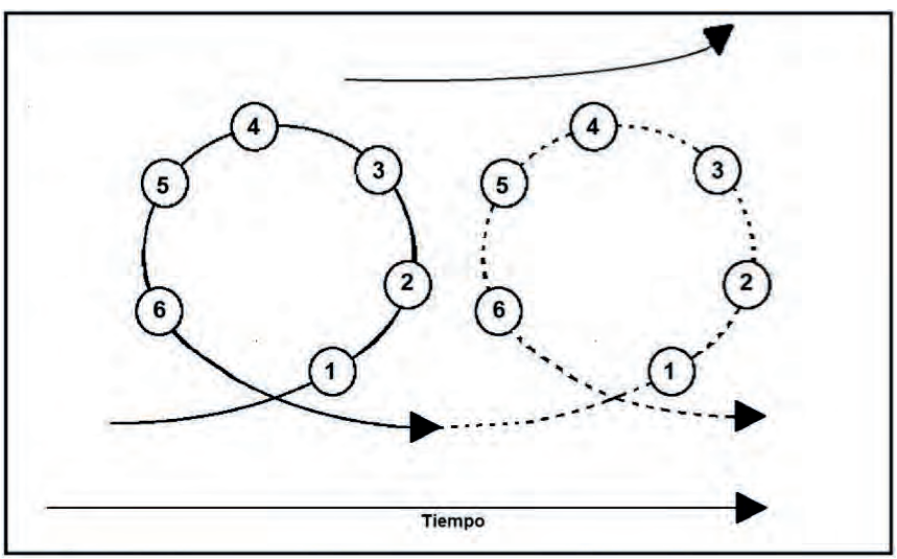


Figura 1. Modelo de persistencia cíclica para incluirse en un proceso de aprendizaje-concientización con enfoque de género en una ANP (Planteamiento conceptual tomado de el Manejo Costero Integrado, GESAMP, 1996). Fuente: Modificado de GESAMP, 1996.

Es un proceso de ida y vuelta, donde se emprende y aprende a partir de realidades comunitarias y saberes locales, dialogando, interpretando, creando y experimentando otras posibilidades de relacionarse, incluyendo: praxis comunitaria, procesos culturales, apropiación social procesos enmarcados en contextos y acotamientos

históricos, empíricos, prácticos, reales-vivenciales, naturales-ambientales, socioculturales, económicos; participando en aprendizajes de justicia social intergeneracional, esta experiencia humana en la que los grupos rurales dentro de las ANPs podrían incluirse, son emprendimientos ya implementados, algunos buenos ejemplos en nuestro país los representan Los Caracoles Zapatistas en Chiapas (Baronnet, 2011), espiral de apertura conciencia-aprendizaje para adelante, para avanzar en justicia social, como sociedad, como humanidad.

Es indispensable la sistematización y la reflexión de los procesos en todos los momentos del trabajo efectuado, y a la par la creación de formas de medir (índices, indicadores, matrices y etc.), que interpreten y respondan la siguiente pregunta de manera honesta y más cercana realidad de cómo se está viviendo el proceso de aprendizaje-concientización: ¿Qué muestra que ha habido un cambio, que la idea ha logrado arraigarse, transformando la realidad o diversificándola?

Discusión académica

La perspectiva de género en los estudios sociales provee de visibilidad a las características de desigualdad de las sociedades, que tradicionalmente se han mantenido ocultas, académicamente podemos considerar que esto es, entre otras cosas, debido a la insuficiencia de los cuerpos teóricos de las ciencias sociales para ofrecer explicaciones a la desigualdad social entre hombres y mujeres. Al respecto, sería interesante considerar que en el lenguaje binario de las ciencias sociales hegemónicas, las perspectivas de género se vuelven invisibles dentro de los entornos curriculares patriarcales. ¿Por qué no pensar que hombre no es el sexo/género opuesto a mujer, sino que son vecinos? ¿El de al lado y no el contrario? (Gil, 2008). Su homólogo/a.

Como bien lo expone Lamas (1996): el trato igualitario dado a personas socialmente desiguales no genera por sí solo igualdad. No basta con declarar la igualdad de trato, cuando en la realidad no existe igualdad de oportunidades. El discurso sobre género escrito y hablado (literario/dialógico, teórico/retórico), es una política banal y demagógica de gobiernos corruptos que debe de confluir en praxis contestataria de inmediato para que sea efectiva en cuanto a igualdad, justicia y democracia social.

Un estilo de vida equitativo e igualitario en la sociedad requiere la eliminación de los tratos discriminatorios contra cualquier grupo. En el caso específico de las

mujeres, la mitad de la población, se ha vuelto una necesidad impostergable detectar y erradicar las condiciones culturales, económicas y sociopolíticas que favorecen la discriminación femenina en todos los ámbitos y sectores. Aceptar que tener cuerpo de mujer o de hombre no significa automáticamente tener determinadas habilidades, ciertos deseos, ni lleva a realizar naturalmente ciertas tareas o a elegir ciertos trabajos o profesiones, abre un panorama vital, afectivo, educativo y laboral mucho más complejo y rico para todas las personas (Lamas, 1996).

Como señala Virginia Guzmán (Citada en Varela, 2014) la igualdad de género va mucho más allá de la igualdad de oportunidades y exige la participación de las mujeres en los procesos de transformación de las reglas básicas, jerarquías y prácticas de las instituciones públicas. En este sentido, si las mujeres no están en los espacios donde se debate y se construyen las bases de una nueva gobernabilidad, no es seguro que las instituciones públicas den cabida a sus diferentes necesidades y valores, las incluyan en procesos de capacitación de destrezas y habilidades, y se les reconozca el mismo grado de agencia que a los demás actores en el terreno público (Varela, 2014). La equidad sólo será posible si las mujeres se incluyen en el ejercicio del poder en su sentido más amplio como poder crear, poder saber, poder dirigir, poder disfrutar, poder elegir, ser elegida, etcétera.

Justicia, igualdad, equidad, democracia, y demás aspectos que subsana la perspectiva de género, son parte esencial de la diferencia sexual que proclama el feminismo; sin embargo, la diferencia va mucho más allá que la desigualdad y que la diversidad constituye un bien que se debe apreciar en los campos epistemológico, cultural, social y ecológico. Si abordamos una emergente perspectiva antropológica, hay una naciente necesidad humana de promover la diversalidad –entendida como una renuncia a las nociones clásicas de universalidad que ve en la diversidad el principio cardinal de la creatividad– (Escobedo, 2008), una lección básica de la antropología es la del respeto por la diferencia, valorar la pluralidad y la diversidad, en todos sus ámbitos, con toda su amplitud.

Feminismo, una teoría y una práctica

El feminismo tiene legitimidad teórica y ética. Es una corriente filosófica y epistemológica y una práctica sociocultural coherente y consistente. Siguiendo la efectiva propuesta de Raquel Osborne (Amoros, 1995), donde, reivindica la

acción positiva como la otra cara del principio de igualdad. Una acción positiva es una estrategia destinada a establecer la igualdad de oportunidades mediante unas medidas temporales que permiten corregir discriminaciones que son el resultado de determinadas prácticas o sistemas sociales. Es decir, no se trata de promover excepciones a la ley de igualdad, sino medidas que corrijan las desigualdades que los principios de igualdad de oportunidades generan, cuando no intervienen acciones correctoras. Por lo demás, la pertinencia de las acciones positivas viene avalada por una larga historia legal en la que resaltan el decreto de ley que las aprobó en Estados Unidos en los años sesenta del siglo pasado, la «Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas» del 9 de febrero de 1976, la «Convención para la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer» aprobada por la ONU en 1979 (Amoros, 1995). Al respecto, los ejercicios de paridad aplicados en los diversos ámbitos sociales son una excelente practica de las acciones positivas, absolutamente coherentes; sí la reivindicación es la igualdad y empezar parejos, a vivenciar las aventuras humanas presentes y futuras en el laberinto de experiencias-aprendizaje que nos corresponde construir como humanidad.

El feminismo como teoría ética considera formalmente el concepto y la reivindicación de la igualdad, y radicaliza las imprescindibles connotaciones universalistas de esta última. Sólo un concepto de igualdad que incluya tanto aspectos formales como materiales respecto de todos los ámbitos de las relaciones humanas, es éticamente aceptable para el feminismo, puesto que sólo él permitirá alcanzar la igualdad real entre los sexos. Por supuesto, la igualdad en tanto que relación de equivalencia, o idéntico valor a, admite diferencias, desemejanzas, pues es obvio que no todos los sujetos son idénticos entre sí (Amoros, 1995). De ahí que el compromiso y la responsabilidad será organizar relaciones de reciprocidad, no olvidando que forma parte de la naturaleza de la igualdad la autonomía de cada individuo. Precisamente se busca la igualdad universal, porque toda la humanidad somos diferentes.

Consideraciones finales y perspectivas

La generalización del concepto de género ha suscitado una polémica en torno a la conveniencia de continuar usándolo. A veces el término se ha tergiversado y banalizado en su aplicación. En algunos estudios macro sociales o del mercado

de trabajo, a la desagregación por sexo se la denomina género, pero la categoría permanece vacía. Algo similar ocurre cuando la palabra género sustituye a mujeres (Scott, 1990: citado en Gamba, 2005). El género requiere la búsqueda de sentido del comportamiento de varones y mujeres como seres socialmente sexuados. Aunque no constituye una categoría cerrada, sino en pleno desarrollo, la perspectiva de género favorece el ejercicio de una lectura crítica y cuestionadora de la realidad para analizar y transformar la situación de las personas. Se trata así de crear nuevas construcciones de sentido para que hombres y mujeres visualicen su masculinidad y su femineidad a través de vínculos no jerarquizados ni discriminatorios. Esta toma de conciencia es irrevocable, cuando alguien aprende a mirar con perspectiva de género, ya siempre tendrá presente esa perspectiva e intentara trabajar en ese sentido, la ruptura de estereotipos es necesaria para una sociedad más justa.

La igualdad está escrita en el mundo desde hace varias décadas a través de diversos documentos internacionales, tales como: la Declaración de los derechos humanos universales (ONU, 10 de diciembre de 1948), y se ejercen con amplitud y consonancia desde hace algunos años (La Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer ONU, 1979 entró en vigor en 1981. La Conferencia Mundial de Derechos Humanos de Viena, 1993 y la IV Conferencia Mundial sobre la Mujer de Pekín en 1995). La igualdad y la equidad de género son declaradas demagógicamente al unísono y en turno por casi todos los políticos y jefes de gobierno del mundo, todos y todas estamos de acuerdo con la igualdad y brindamos por ella. Sin embargo, la igualdad institucional, formal, legal y proclamada; no garantiza la igualdad real: lo que se vive. La igualdad de género, hoy en los inicios del siglo XXI, es un mero discurso, y ha llegado a tal grado que corre el riesgo de quedarse en paráfrasis. Es menester de las instituciones formales y las personas que se dedican a hacer estudios –sobre género– serios, sensatos y honrados velar por el buen uso de esta perspectiva, y avanzar en ella (consolidarla intelectualmente); y de parte de todos los humanos y todas las humanas de manera responsable y honesta practicarla entera y decididamente en nuestro diario vivir, dentro y fuera de las ANPs.

Agradecimientos

Al Técnico Marcos Acevedo Beltrán por su apoyo gráfico. A Fabiola Alejandra Acevedo Coutiño, estudiante de maestría de la UNAM en el posgrado de Estudios Mesoamericanos por sus aportaciones y comentarios a la temática de anexos del presente documento. A una mujer, que por su seguridad personal no es posible nombrarla, por sus aportaciones y comentarios a la temática de anexos del presente documento, ella es rural, étnica y ha vivido el mayor tiempo de su vida en un Área Natural Protegida; la autora principal agradece especial y profundamente su intensa aportación a la amplitud de sus perspectivas en su ideario personal. A los editores del libro por su atenta invitación. Al CIBNOR S.C. por su contención y soporte para el trabajo académico requerido para elaborar el presente trabajo. Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Aguilar, L., I. Castañeda y H. Salazar. 2002. *En búsqueda del género perdido, equidad en áreas protegidas*. UICN: ABSOLUTO. San José, Costa Rica. 219 pp.

Alfaro M. C. 1999. Develando el género: elementos conceptuales básicos para entender la equidad, 1a. edición. Absoluto. San José (Costa Rica). UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). 38 pp.

Amorós C. 1995. *10 palabras clave sobre mujer*, Estella, Verbo Divino, 371 pp.

Barkin, D. 1998. *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*. Editorial JUS y Centro de Ecología y Desarrollo. México. 50 pp.

Berkes, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy. 2001. *Managing small-scale fisheries alternative, directions and methods*. International Development Research Center. Canadá. 309 pp.

Castorena D. L. 2008. *Remontando el Cañón de la Zorra: ranchos y rancheros de la Sierra La Laguna*. pp. 49-109. En: Remontando el Cañón de la Zorra: ranchos

y rancheros de la Sierra de La Laguna. Castorena, L. y Breceda A. (Eds.) Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno del Estado de Baja California Sur. México. 249 pp.

Chambers, R. 1983. *Rural development: Putting the last first, Longmans*. Reino Unido. 246 pp.

Chambers, R. 1991. *Farmer's practices, professionals and participation: Challenges for soil and water management*. Documento presentado en Farmer's Practices and Soil and Water Conservation Programes, ICRISAT, India. 242 pp.

Chambers, R. 1993. *Challenging the professions: Frontiers for rural development*. Intermediate Technology Publications. Reino Unido. 143 pp.

Gamba, S. 2014. ¿Qué es la perspectiva de género y los estudios de género? http://www.mujeresenred.net/spip.php?article1395. Consultado el 10 de enero de 2014.

Geertz, C. 1994. *Conocimiento local*. Barcelona Paidos. 234 pp.

Gil, M. 2008. *Las Ciencias Sociales: En Cuerpo de Mujer y con Voz de Hombre* http://www.rebelion.org/noticia.php?id=70609. Consultado el 10 de Enero de 2014.

Grosvenor, G. M, De Souza, A. R, & Chapin, M. (1992). *The coexistence of indigenous peoples and the natural environment in Central America : a special map supplement to Research & exploration*. [Washington, D.C.]: National Geographic Society.

Lagunas-Vázques, M. 2010. *Iniciativas locales en el uso y manejo de los recursos marinos y costeros en la zona Pacífico Norte (ZPN), B.C.S., México: escenarios de manejo costero local con enfoque social*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 256 pp.

Lamas, M. (comp.) 1996. *La construcción cultural de la diferencia sexual,* México, PUEG. 24 pp.

Morales-Vallejo, P. 2010. *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?* http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1o.Muestra.pdf Consultado el 10 de enero de 2014.

Oviedo, G. L. Maffi y P. B. Larsen. 2000. *Indigenous and Traditional Peoples of the World and Ecoregion Conservation*. WWF International and Terralingua. Gland Switzerland. 126 pp.

Rodríguez, R. 1999. *Compartiendo secretos: sistematizando desde la equidad REDNAS Centroamericanas*. Unión Mundial para la Naturaleza-Fundación Arias para la Paz y El Progreso Humano. Master Litho S.A. San José, Costa Rica. 42 pp.

Rico, M. N. 1997. *Género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo.* Séptima Conferencia Regional sobre la Integración de la Mujer en el Desarrollo Económico y Social de América Latina y el Caribe. CEPAL. Santiago de Chile, Chile. 19 pp.

Soares, D. 2005. *Género, Ambiente y Desarrollo en el Valle del Vizcaíno, Baja California Sur*. Relaciones 103, verano del 2005. Vol. XXVI. 39 pp.

Tagle, D. 2011. *Economía Ecológica: Un paradigma alternativo para enfrentar los problemas de asignación de recursos.* Tesis de Doctorado en Ciencias Económica. Universidad Autónoma Metropolitana. 311 pp.

Toledo, V. M. 2008. *Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza*. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. Vol. 7: 1-26

Toledo, V. M. 2001. *Biodiversity and indigenous peoples*. pp: 1181-1197. En: S.

Levin (Ed.). Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. USA. 77 pp.

Toledo, V. M., P. Alarcón, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera y A. Rodríguez-Aldabe. 2002. *Mesoamerican ethnoecology: a review of the state of the art*. pp. 561-574. En: J. R. Stepp, F. S. Wyndham y R. S. Zarger (Eds.). Ethnobiology and Biocultural Diversity. University of Georgia Press. USA. 898 pp.

Toledo, V. M. 2005. *La ecología rural*. Ciencia y Desarrollo, 174: 36-43.

Valcárcel A. 2001. *La memoria colectiva y retos del feminismo. Unidad mujer y Desarrollo.* serie 31. CEPAL. Santiago de Chile. 32 pp.

Varela N. 2014. *Feminismo para principiantes.* http://feminismoparaprincipiantes.pressbooks.com/ Consultado el 24 de febrero de 2014.

Para citar esta obra:

Lagunas-Vázques, M., A. Gerardo Sosa y Silva, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio. 2015. *La perspectiva de género en los estudios sociales en las ANPs de nuestro país: una propuesta conceptual y metodológica.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 211-248). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Anexo I

Temática sugerida para abordar en las entrevistas semiestructuradas en las comunidades donde se pretenda aplicar la metodología

Género

Gobierno local (gobernanza)

1. Durante los últimos cinco gobiernos delegaciones, comunitarios o ejidales, ¿Cuántos de ellos fueron cargos de parte de mujeres y cuántos de hombres?

Periodo	Femenino	Masculino
1		
2		
3		
4		
5 (actual)		

2. Cuántas organizaciones, empresas y negocios locales existen en la localidad, y de estos, ¿Cuántas dueñas, directoras, coordinadoras y dirigentes son mujeres y cuántos son hombres?

Organización		**empresa**		**Negocio**		**Local**		**otro**							
F	M	F	M	F	M	F	M	F	M						

Compartir autoridad en el hogar (en las familias)

3. Cuando se toma una decisión sobre permitir a los hijos hacer algo, ¿Quién la define y autoriza, o es compartida por ambos padres?

4. Cuando se hace una inversión económica en el hogar (comprar un mueble, un vehículo o etc.), ¿Quién decide si se efectúa, y quién pone la mayor cantidad de dinero?

5. ¿Existe apoyo tanto para la mamá cómo para el papá salgan a trabajar fuera de casa, entre ellos mismo y sus familias cercanas?

6. ¿Hay preferencia para que solo salga el papá atrabajar fuera de casa y la mamá cuide de los hijos o viceversa?

Reconocimiento y trabajo remunerado en la esfera social local

7. Cuando llegan ofertas de empleo remunerado a la comunidad (por ejemplo Programas de Empleo Temporal PET, Programas de Desarrollo Rural Sustentable PRODER, etc.), ¿Cuántas mujeres y cuántos hombres participan en ellos, es igual la proporción o va dirigido sólo a los hombres o sólo a las mujeres?

8. El pago monetario que se efectúa para cualquier tipo de trabajo dentro de la comunidad, ¿Es una cantidad igual tanto si la realiza aun hombre, como si lo hace una mujer?

9. ¿Existe algún tipo de actividad tradicional en la comunidad que sólo es realizada por hombres y otras que sólo se hacen por parte de las mujeres?

Hombres	Mujeres

10. Si el entrevistado es hombre: ¿De las actividades que solo hacen las mujeres hay alguna en la que a usted de manera personal le gustaría participar, cuál es, y porqué?

11. Si la entrevistada es mujer: ¿De las actividades que solo hacen los hombres hay alguna en la que a usted de manera personal le gustaría participar, cuál es, y porqué?

Identificación personal

9. ¿Ha sentido en algún momento de su vida (desde su infancia, como adolescente o joven, hasta adulto –si lo és–) que ha perdido oportunidades, ha tenido limitaciones en opciones o no ha podido desarrollar algún deseo por su condición de ser mujer o ser hombre?

10. Si hubiera podido incidir en su nacimiento y definir su identidad, ¿Usted hubiera preferido haber sido hombre o mujer?

11. A la pregunta ¿Quién soy yo?, cuál sería su respuesta? … (Usted es…) (solicitar una auto-descripción de al menos 3 adjetivos o expresiones)

_____

_____

_____

Expectativas futuras sobre género

12. ¿Tienen Usted las mismas expectativas de vida, tanto para su hijo varón como para su hija mujer (es decir esperaría o le gustaría que tanto ella, como él estudiaran se casaran, salieran fuera del hogar, la comunidad,, viajaran etc.. por igual)?

13. ¿Respecto a su legado familiar, herencia o traspaso de algún bien, ha pensado en beneficiar a su hijo varón por ser hombre o a su hija mujer por se mujer?, podría describir su postura?

Vida silvestre

Fauna

Las siguientes preguntas tienen que ver con tratar de identificar el papel que juega la cacería en la cosmovisión indígena y o pobladores rurales, y en general sobre la fauna silvestre en la creación de normas comunitarias de regulación ambiental.

Cacería de subsistencia

¿Cómo se relacionan hombres y mujeres con la cacería?

¿Quien caza en la comunidad el hombre o la mujeres o ambos?

¿Las mujeres y los hombres cazan por igual, las mismas especies?

¿Qué significa ser cazador en la comunidad?

¿Quién decide a que tipo de cacería dedicarse o que cazar durante una expedición de caza?, se busca algún tipo de animal en particular?

¿Qué tipo de instrumentos, herramientas y/o armas se utilizan para cazar?

¿A que edad empieza a cazar la persona dedicada a cacería dentro de la comunidad?

¿Cómo se instruye en la cacería un cazador?

¿qué importancia social, cultural y personal incluye dedicarse a cazar?

¿Que animal se prefiere consumir en la casa o familia del cazador?

¿Qué proporción del animal cazado es consumido por la familia?

¿Qué proporción del animal cazado es repartido entre otras personas de la comunidad?

¿Qué proporción del animal cazado es vendido … dentro o fuera de la comunidad?

¿Cada cuanto tiempo se va a cazar en un mes cuántas veces?

¿Cada cuanto se come carne de monte en la casa a la semana?, ¿Cuántas veces durante un mes?

¿Cada cuánto se come carne comprada o adquirida de crianza doméstica durante una semana?, ¿Cuántas veces durante un mes?

¿Qué importancia tiene para la nutrición y la alimentación en su familia la cacería de autoconsumo?, considerando una valoración de 1: nada, 2: poco, 3: más o menos importante, 4: muy importante (principal fuente de proteína animal).

1____
2____
3____
4____

Capítulo XI

Efecto de la Implementación de una Área Protegida sobre el Bienestar de Comunidades Rurales de Baja California Sur

Elizabeth Olmos-Martínez*, Gonzalo Rodríguez Rodríguez,
Silvia Salas y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

En este trabajo se analizan las condiciones de bienestar y vulnerabilidad de una comunidad rural en Los Cabos, Baja California Sur dada la implementación de una Área Natural Protegida (ANP). Se emplearon indicadores para evaluar el efecto que la implementación del ANP tuvo sobre los miembros de la comunidad y su contexto. La comunidad estudiada se organiza en ranchos, donde sus pobladores son altamente dependientes del aprovechamiento de los recursos naturales. A fin de conocer las condiciones de bienestar y el sentido de vulnerabilidad que la población tiene ante factores externos, se recabo información mediante encuestas tres periodos de implementación de la reserva: 2000, 2004 y 2006. Los resultados muestran variaciones en los indicadores de bienestar entre periodos. Es evidente que los pobladores de la zona rural tienen un sentido de vulnerabilidad que se asocia a factores económicos, sociales, ambientales e institucionales. Se evidencio que los pobladores han desarrollado estrategias de manejo para enfrentar las condiciones que les generan un sentido de vulnerabilidad proveniente de fuerzas externas, ante este sentido de vulnerabilidad a fin de sobrevivir como comunidad rural pobre fuertemente condicionada al acceso de los recursos naturales en el ANP. Si bien la creación de la un área protegida en la región, ha restringido acceso a los recursos y

creado un sentido de vulnerabilidad, también ha aumentado el sentido de bienestar de la población. Se discute en torno a los factores que crean estas condiciones.

Palabras clave: bienestar, vulnerabilidad, indicadores, comunidad rural, manejo de recursos naturales, área natural protegida.

Abstract

In this paper are assessed and discussed the conditions of wellbeing and vulnerability in a rural community after the process of implementation of a Natural Protected Area (NPA) in Los Cabos Baja California Sur, using different types of indicators as tool for such analysis. The rural community considered as a case study was organized by ranches, making community members highly dependent on natural resources. The analysisi of wellbeing and vulnerability of the studied communites as well as the actions they implement to face them were based on data collected in 2000, 2004, 2006, the results shows variation in the indicators along these periods. It was evident that community members of the rural area had a sense of vulnerability associated to economic, social, environmental and institutional aspects. Community members tended to develop coping strategies to face vulnerability coming from external forces in order to survive as a rural poor community to the new conditions that control access to natural resources within the NPA. The creation of a NPA in the region has restricted the access to natural resources to people in the community and generated a sense of vulnerability, but also it has aroused an increase in the sense of wellbeing by community members. A discussion is presented regarding the factors that generate these conditions.

Keywords: Wellbeing, vulnerability, rural community, indicators, natural resource management, natural protected area

Antecedentes

Tradicionalmente las comunidades rurales han dependido del uso de los recursos naturales disponibles, lo que ha definido las condiciones socioeconómicas de la población que las habita. Con los cambios en el uso de suelo, desarrollo de programas gubernamentales y otras acciones externas se ha dado una tendencia de cambio en las formas de vida de las comunidades (Allison y Ellis, 2001).

La creciente tendencia al aumento de las zonas protegidas en diversos países incluyendo México, pone a la vista la necesidad de conciliar la preservación ambiental, con el desarrollo de las comunidades residentes en dicho territorio lo cual repercuta en la calidad de vida de los habitantes que hacen o pueden hacer uso de dichas zonas. Jentoft (2007) indica que sistemas sanos requieren de comunidades "sanas", dado que una degradación de los recursos redundará en pobreza lo que implicará mayor presión en los mismos por parte de las comunidades afectadas generándose así un circulo negativo donde la pobreza genera mayor degradación de los recursos lo que a su vez empobrece más a las comunidades que dependen de los mismos.

El ser humano transforma y rediseña a la naturaleza en donde se encuentre, teniendo un beneficio directo y permanente que ayuda al desarrollo de las localidades que habita (Danemann, 2005; Greenberg, 2005), asimismo, los recursos naturales, tienen que ver con la vulnerabilidad que el ser humano percibe dentro de su comunidad (Salas *et al.* 2011). Las visiones culturales propias de estas poblaciones permiten crear alternativas de intervención con acciones y estrategias para el manejo de los recursos naturales con arraigo comunitario (Rodríguez y Bracamonte, 2008).

El debate sobre conservación de la biodiversidad y bienestar humano en la actualidad es muy relevante (Adams y Hutton, 2007). En lo que se refiere a las cuestiones metodológicas, los estudios que evalúan el impacto de las áreas protegidas terrestres en la población local son solo predicciones referidas a los impactos sociales o medidas post creación del área protegida que se refieren al bienestar presente, pero sin datos de referencia sobre los hogares locales antes de la creación del parque o reserva en cuestión (Wilkie *et al.*, 2006).

En muchos casos , las áreas protegidas a menudo se establecen en las regiones más remotas en países donde los recursos pueden ser menos abundantes o productivos y donde los hogares no suelen tener acceso a los mercados y son los últimos en ser dotados de servicios sociales (Wilkie *et al.*, 2006).

Se asume que el uso sustentable de los recursos naturales de cualquier área no solo debe contribuir a la preservación de los mismos, sino además, generar condiciones que permitan elevar los niveles de bienestar de los habitantes de la región y promover mejores condiciones de gobernanza (Sewell, 1973; Jentoft *et al.* 2012).

Dentro del marco referido podemos ubicar como ejemplo una zona de Baja California Sur (B.C.S.), que alberga gran riqueza fisiográfica y paisajística, cuenta con gran biodiversidad endémica, la cual obedece a una compleja tipografía, heterogeneidad de sus suelos y climas, de su historia geológica y su aislamiento geográfico (Arriaga y Ortega, 1988). Dada esta riqueza se ha promovido la declaración de zonas de protección dentro de esta región, sin embargo es limitado lo que se conoce sobre las interacciones humanas y el ambiente.

Una de las áreas protegidas en B.C.S. comprende la reserva de la Biosfera Sierra la Laguna (REBISLA) decretada como Reserva de la Biosfera en el Diario oficial de la federación del 6 de junio de 1994, es un área prioritaria y representativa de la biodiversidad mexicana, siendo considerada área clave para la conservación (SEMARNAT, 2003), por su riqueza genética, diversidad de especies y la funcionalidad de los ecosistemas de la región (Ramírez, 2001).

La vida en rancho está basada en autosuficiencia y en el aprovechamiento de los recursos naturales de la región (Castorena y Breceda, 2003; Olmos 2009). El uso de estos recursos y los beneficios que generan a la comunidad es relevante para definir el bienestar de la misma, sin embargo, no existe información sobre cómo esta población se ha beneficiado de la creación de dicha reserva (Cariño, 1992). La aprobación de un nuevo régimen de protección obliga a reajustar la relación entre el hombre y el medio, de modo que el aprovechamiento que hasta ahora se hacía, demanda modificaciones

Se sabe que los conceptos de calidad de vida y bienestar son subjetivos, ya que vislumbran diferencias entre las personas, las cuales están influidas por la cultura, la historia y también por la temporalidad; es decir, influyen las variables del entorno (Sen, 1991; Rodríguez y Bracamonte, 2008). Jasek-Rysdahl (2001) indica que la forma de abordar el análisis de desigualdad tiene que ver con la concepción de bienestar social y variables para la realización vital de los individuos, entre las cuales se encuentran la felicidad, salud, ingreso, relaciones sociales y oportunidades.

Los temas de calidad de vida y bienestar conlleva a varios indicadores de tipo económico, social y psicológico donde la vulnerabilidad que las personas perciben ante situaciones problemáticas también es relevante (Rodríguez y Bracamonte, 2008; Gibbs, 2009).

Los indicadores de bienestar están compuestos por una serie de datos generados a partir de censos y encuestas a los hogares, de los cuales resulta fácil conocer el tipo

de vida y condiciones en los que se desarrolla la vida diaria de la población así como lo que llamamos bienestar (conjunto de las cosas necesarias para vivir).

Algunos de los indicadores son los siguientes:

Líneas de pobreza (Rowntree, 1901), las cuales miden la capacidad del hogar de adquirir bienes y servicios que se consideran básicos o de obtener as necesidades mínimas para mantener la eficiencia física (Renshaw y Wray, 2004).

Necesidades básicas insatisfechas (CEPAL), se refiere al hogar como unidad básica y mide el acceso a los servicios básicos y los bienes (Renshaw y Wray, 2004).

Indicadores económicos, recogen información sobre la actividad, el sector, la ocupación y los ingresos (Renshaw y Wray, 2004).

Actividad económica, identifican y distinguen a la población económicamente activa (PEA) de la población desempleada y de las personas que se dedican a otras actividades (Renshaw y Wray, 2004).

El ingreso, es un principal indicador para medir la pobreza y bienestar; por un lado el dinero es necesario para tener acceso a bienes de mercado y por otro lado es un indicador de dependencia (Renshaw y Wray, 2004).

Los recursos, en el área natural el análisis de los recursos ofrece una base sólida para medir la pobreza, deben destacar el acceso y tenencia de la tierra (Renshaw y Wray, 2004).

Indicadores de vivienda y acceso a servicios, las condiciones de la vivienda y acceso a los servicios de agua potable, saneamiento y luz son indicadores importantes en los esquemas convencionales de medición de la pobreza (Renshaw y Wray, 2004).

Los aspectos multidimensionales del bienestar también se observan en el enfoque de Medios de Vida Sostenibles (MVS). En este estudio se hace uso de este enfoque, ya que ayuda a entender cómo las familias en la comunidad estudiada enfrentan crisis al percibir un sentido de perdida de propiedad de sus recursos , lo que brinda un sentido de condiciones de riesgo y vulnerabilidad (Béné *et al*., 2007).

En términos de Allison y Ellis (2001), el enfoque de MVS es un concepto que "*busca reunir a los factores críticos que afectan a la vulnerabilidad o resistencia de la persona o las estrategias de supervivencia familiar. Este enfoque comprende, principalmente conocer los activos poseídos por la gente, las actividades que realicen, a fin de generar un nivel de vida adecuado y satisfacer otros objetivos como la reducción del riesgo y los factores que facilitan o inhiben diferentes personas obtengan acceso a los bienes y actividades*".

Macfadyen y Corcoran (2002) destacan la necesidad de hacer una diferencia entre la vulnerabilidad y la pobreza. Afirman que un programa que tiene por objeto reducir la pobreza no necesariamente va a reducir la vulnerabilidad, mientras que lo contrario si puede ser. Esto resulta importante cuando se pretende introducir políticas públicas, donde se debe tener claridad en donde se quiere incidir. En este estudio de caso, usamos percepciones de la población como punto de partida (perspectivas propias y/o nativas) para adaptar su enfoque sobre la vulnerabilidad y bienestar.

Respecto a la vulnerabilidad social, en este trabajo adoptamos el concepto definido por Chambers (1989), que se refiere a la vulnerabilidad como una condición en la que la gente se siente impotente, inseguro y expone a un riesgo, las crisis y el estrés. Es importante identificar los factores que contribuyen a la vulnerabilidad ya que estos factores tienen un impacto directo sobre los activos de las personas y las opciones que podrían estar disponibles para ellos en la búsqueda de los medios de vida beneficiosos. Aquí, la vulnerabilidad está relacionada con los activos como el capital humano, social, económico y ambiental de los sistemas sociales (comunidades, por ejemplo). Se presentan además, que son los factores sociales y ambientales que hacen que las personas se sientan vulnerables y los factores que pueden desencadenar aún más esa vulnerabilidad en las condiciones actuales en la comunidad de estudio.

A fin de entender las capacidades de la comunidad para satisfacer sus propias necesidades, es importante ir más allá de los aspectos de ingresos, cuestiones relacionadas con la educación, la organización política y social y la vulnerabilidad son pertinentes en este contexto.

En el presente estudio, el análisis de indicadores de bienestar se realizo por medio de una serie de indicadores que tienen que ver con la educación, características de la vivienda, alimentación, salud, vestido y tiempo libre para recreación.

Se plantea conocer cuál es el nivel de bienestar y su relación con los aspectos ambientales en una comunidad rural dentro de un área protegida, el análisis se realiza en diferentes periodos de tiempo; además se considera el nivel e influencia de las organizaciones sociales y gubernamentales ya que parecen influir en las estrategias de las personas de manera fundamental cuando se enfrentan a diferentes tipos de problemas, así como a su percepción de bienestar, estrategias de supervivencia, así

como a su nivel de marginación, finalmente sugerimos estrategias de desarrollo para generar un círculo virtuoso respetando las políticas establecidas.

Caracterización de la reserva de la biosfera sierra la laguna

El Área Natural Protegida REBISLA se encuentra ubicada al sur de BCS, entre los municipios de La Paz y Los Cabos con una extensión de 112,437-07-25 ha (SEMARNAT, 2003) (Fig. 1), en la cual se establece una zona núcleo (32,519 ha) y dos zonas de amortiguamiento (79,317 y 600 ha) (SEMARNAT, 2003).

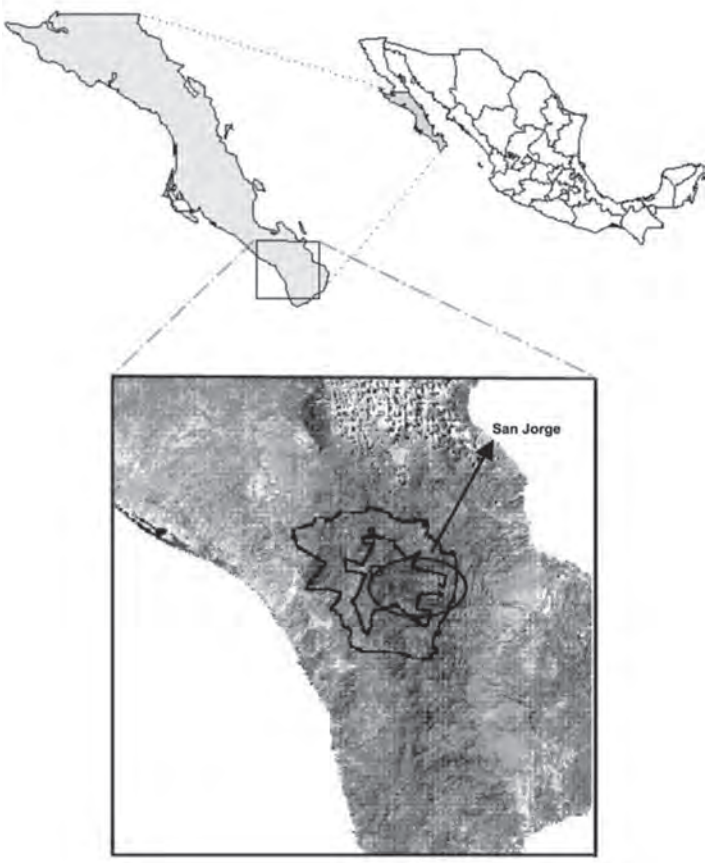


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna y del Ejido San Jorge.

La REBISLA está formada por quince sub-cuencas y es el único bosque de coníferas, selva tropical, palmar, matorral y bosques de pino-encino de la península de Baja California y una de las mejor conservadas del pacífico mexicano (SEMARNAT 2003), particularmente en su región noroeste ya que tiene ecosistemas únicos además de su importancia como sitio de recarga de los mantos acuíferos (SEMARNAT, 2003). No solo tiene importancia faunística y florística sino también social, ya que múltiples actividades antropogénicas se desarrollan dentro de estos ecosistemas (Ortega-Rubio *et al.*, 1992).

El Ejido San Jorge (ESJ) es una comunidad que se ubica en una parte de la zona núcleo y otra parte en la zona de amortiguamiento de la REBISLA. Este sitio se ubica entre los 109° 47'20" W y los 23° 28'12" N (CEI, 2002), tiene una superficie de 3,579 ha con un perímetro de 39.8 km (SEMARNAT, 2003). El área objeto de estudio comprende únicamente la zona de los asentamientos humanos.

Dentro de la REBISLA, así como en el ESJ, la organización social más importante de los ranchos es la familia, la cual se caracteriza por satisfacer parte de sus necesidades básicas del propio rancho. Los ranchos son modestos, se encuentran ubicados en planicies y laderas de los arroyos (SEMARNAT, 2003). El espacio ranchero está sujetado a la escasez y dispersión de los recursos, que junto con los factores culturales hacen que el hábitat del ranchero sea también disperso y escaso (Castorena y Breceda, 2003).

El ESJ está principalmente constituido por pequeños productores que para su sustento dependen en su mayor parte de la mano de obra familiar. Su estrategia de supervivencia se basa en la realización de diversas actividades económicas (heredadas por sus antepasados), algunas de las cuales van directamente al usufructo de los recursos naturales de una manera desorganizada; por ejemplo, la ganadería, la talabartería, el fraguado y el forjado de hierro, el cultivo de hortalizas y la elaboración de conservas (SEMARNAT, 2003); y más recientemente, dada la necesidad de aumentar sus ingresos realizan trabajos diversos del sector terciario en Santiago y Los Cabos (Olmos-Martínez, 2009). Otras actividades son la de jornalero, agricultura, fruticultura, actividad forestal, minería, artesanías y ecoturismo (SEMARNAT, 2003).

En el caso de la ganadería, la actividad se practica de manera extensiva y de acuerdo a datos proporcionados por la SEMARNAT (2003); se sabe que la falta de

un control adecuado de ésta actividad ha propiciado un sobrepastoreo de más de 80 % de la superficie apta (SEMARNAT, 2003). También se presentan rezagos en educación, salud, vivienda y otros indicadores de bienestar (Castorena y Breceda, 2003; SEMARNAT, 2003; Olmos-Martínez, 2009).

En toda la REBISLA los servicios públicos son incipientes y la población tiene bajos ingresos por lo que es un área que padece de pobreza y marginación (Castorena y Breceda, 2003). De los veintiséis ranchos existentes en el ESJ, veinticuatro se centran en una ranchería y los otros dos son unidades aisladas siendo éstas los ranchos Santa Rita y El Encinalito (Olmos-Martínez, 2009; Olmos-Martínez y González-Ávila, 2011).

Metodología

La obtención de datos cualitativos y cuantitativos se realizó a través de cuestionarios y, de investigación participativa y grupos focales. Por los pocos días que se trabajó en la comunidad, se realizaron entrevistas semi-estructuradas como mejor opción (Bråten, 2002; Ingles y Sepez, 2007). Se realizaron cuestionarios a dos grupos focales objetivo: reunión de rancheros ejidatarios convocados por el personal administrativo de la REBISLA y una familia representativa y con arraigo en la comunidad. Asimismo se visitó cada rancho realizando la encuesta solo en algunos de ellos donde se encontraba un adulto.

Para la parte cuantitativa se aplicaron censos a los pobladores, los cuales permitieron obtener indicadores socioeconómicos y la tendencia de cambio en los tres periodos de estudio. Los censos se aplicaron en tres series, la primera fue realizada por parte de la Dirección de la REBISLA en toda la reserva durante el año 2000, la segunda y tercera series fueron realizadas específicamente en el ESJ en octubre de 2004 y noviembre de 2006. Además se consultó el II Conteo de población y vivienda 2005 (INEGI, 2006) y el XII Censo general de población y vivienda 2000 (INEGI, 2000).

El total de ranchos censados en el año 2000 fueron veintiocho, en 2004 fueron veintiséis y en 2006 fueron veintitrés, donde se incluyó el 100% de los ranchos habitados en cada periodo.

La parte cualitativa se realizó a través de conversaciones no estructuradas con los pobladores a fin de conocer su percepción sobre sus condiciones de

bienestar, vulnerabilidad, expectativas de vida y estrategias para lograr sus objetivos individuales y familiares para enfrentar condiciones de vulnerabilidad. La estancia en las comunidades permitió la aplicación de investigación participativa, lo que permitió complementar información de las entrevistas formales sobre su relación con el ambiente y el uso de recursos naturales a su alcance (Brown, 1985; Finn 1994; Montero, 2003; Aguilar-Morales, 2006).

Usando la técnica de grupos focales (Merton 1987; Morgan 1997; Krueger y Casey 2000) se seleccionó una familia para discutir y evaluar cuales eran las actividades tradicionales, modo de vida y sentido de bienestar, antes y después de la creación de la REBISLA, a manera de ejemplo. Además se evaluó como la adquisición de bienes y servicios cambian su sentido de bienestar los motivos por los que se pueden sentir vulnerables (medios para ganarse la vida, cambios políticos y cambios en condiciones socioeconómicas).

Respecto a la vulnerabilidad social, en este trabajo se adoptó el concepto definido por Chambers (1989), que se refiere a la vulnerabilidad como una condición en la que la gente se siente impotente, inseguro y expone a un riesgo, las crisis y el estrés.

Es importante identificar los factores que contribuyen a la vulnerabilidad ya que estos factores tienen un impacto directo sobre los activos de las personas y las opciones que podrían estar disponibles para ellos en la búsqueda de los medios de vida beneficiosos. Aquí, la vulnerabilidad está relacionada con los activos como el capital humano, social, económico y ambiental de los sistemas sociales (comunidades, por ejemplo). Se presentan además, que son los factores sociales y ambientales que hacen que las personas se sientan vulnerables y los factores que pueden desencadenar aún más esa vulnerabilidad en las condiciones actuales en la comunidad de estudio.

Análisis comparativo de la creación del ANP y sus efectos en la población

Tradicionalmente las familias tienen un parentesco consanguíneo con las personas que habitan la zona, mostrando un cerrado movimiento intra-social. Sin embargo actualmente la dinámica social en el ESJ cambia drásticamente ya que la gente emigra a centros de trabajo fuera de la localidad; las familias sienten vulnerables ante la salida de algún miembro de su familia que pretende vivir fuera generando inestabilidad, aunado a que desincentiva la búsqueda de alternativas locales que pudieran aumentar la calidad de vida.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las entrevistas, censos y de información proporcionada por informantes claves.

Demografía y contexto de la población en el ESJ en el año 2006. Las características socioeconómicas de la población indican que la estructura poblacional del ESJ está constituida por un total de 68 habitantes, 44% mujeres y 56% hombres, de los cuales 59% se agrupa entre las clases de edad de quince y cincuenta y nueve años, mientras que 22% se encuentra entre los sesenta años y más. El total poblacional del ESJ representa el 17% del total poblacional de la REBISLA.

La población económicamente activa (PEA) suma el 34% de la población de doce y más años. Del total de esta PEA el 92% está ocupada y el 8% desocupada. En la población económicamente inactiva (PEI) 51% son amas de casa y 33% estudiantes.

Al igual que en el contexto estatal, la PEA del ESJ es menor de la mitad de su población total, por lo que una mayoría desocupada dependía de manera importante económicamente de una minoría ocupada, lo anterior se observa en la Fig. 2 que muestra que el 29% son amas de casa, 24% estudiantes y 8% adultos mayores, los cuales dependen económicamente de la PEA ocupada, de pensiones y de ayuda económica de familiares que viven en las ciudades de La Paz y Los Cabos.

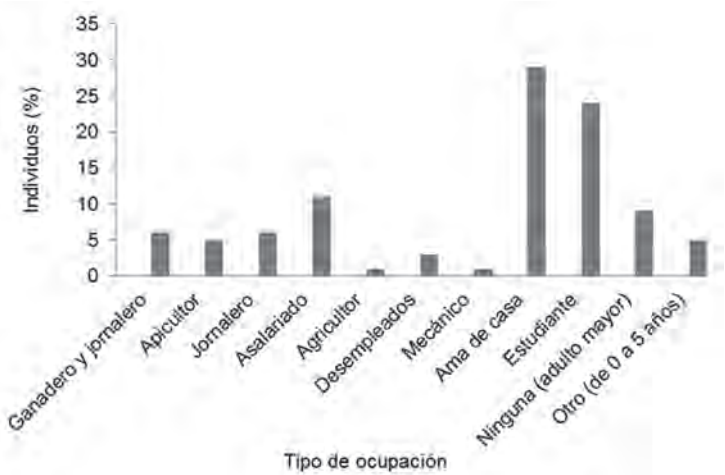


Figura 2. Tipo de ocupación de los habitantes del Ejido San Jorge, BCS

De un total de diez niños entre los seis y catorce años el 90 % resultaron ser alfabetos, el nivel promedio de escolaridad de este grupo comprende primaria terminada.

La población adulta (> de quince años) alcanzó un porcentaje ligeramente mayor (95%), con un porcentaje ligeramente mayor para hombres (97%) comparado con las mujeres (94%). El nivel de escolaridad, para la población adulta, incluyó de primaria a educación superior, de los cuales 40% tiene estudios después de la primaria (Fig. 3). Cabe mencionar que la población adulta con educación superior estudió fuera de la localidad, en el municipio de Los Cabos, y regreso a vivir con familiares asentados tradicionalmente en el área. De la población que acude a la escuela en el periodo analizado, 45% es a preparatoria, 25% en secundaria y 25% en primaria.

Ninguno de los veintitrés asentamientos humanos tiene acceso a carretera pavimentada y los caminos de terracería están en mal estado, deteriorados y en condiciones poco transitables para llegar a la Ranchería San Jorge o a los ranchos El Encinalito y Santa Rita, la propia comunidad es quien tiene que arreglar los caminos con herramientas a su alcance.

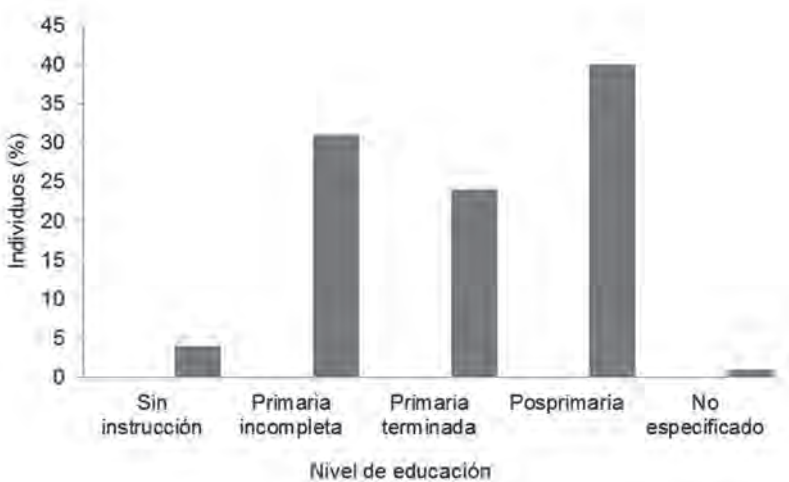


Figura 3. Nivel de educación de la población adulta del ejido de San Jorge, BCS

Las viviendas de los ranchos son modestas, 55% de ellas cuentan con dos habitaciones, el promedio de habitantes por vivienda es de tres personas y el de habitaciones de 2.5. El 42% de las viviendas está construida con material industrial (bloque sin aplanar) el resto con material regional, cartón o madera, con piso de tierra y solo algunas con ventanas; el techo de lámina o material regional. En este sentido de acuerdo a datos publicados por la Comisión nacional de población (CONAPO), los índices de marginación 2005 (www.conapo.gob) muestran que el 0% de las viviendas se encuentra sin drenaje ni excusado y sin energía eléctrica, sin embargo con datos de los cuestionarios realizados en la localidad se obtuvo que 0% cuentan con drenaje ni excusado y el 76% de las viviendas cuentan con letrina y, 32% de las viviendas no tiene energía eléctrica. Se percibe que los datos generados en información gubernamental son completamente diferentes a la realidad observada y registrada.

Actividades económicas 2006

Ganadería:

La ganadería extensiva se desarrolla en la zona de amortiguamiento de la Reserva, es la principal actividad productiva del sector primario, predomina el ganado de raza criolla adaptada a las condiciones ambientales de la región, se mantiene liberado la mayor parte del año a los agostaderos naturales. La ganadería extensiva es de bajo rendimiento y alto impacto ambiental (SEMARNAT, 2003). El ganado se vende generalmente en pie, a un costo entre $10 y $15 pesos (0.91 y 1.36 dólares americanos respectivamente) por kilo en función de la temporada, sexo o edad del animal.

La actividad se practica por un total de dieciséis familias, cuyo ganado es bovino (75%), caprino (6%), porcino (19%). Diez de las familias destinan el ganado al autoconsumo y venta, una familia sólo para autoconsumo y para cinco familias es la principal actividad económica.

Dentro del hato ganadero, 81% de la práctica es de manera extensiva (predominando el ganado bovino) y el resto intensiva, dentro esta última el ganado porcino y las aves. En época de sequía 71% de las familias alimentan al ganado a base de concentrado y pastura.

El Programa de manejo de la REBISLA (SEMARNAT, 2003) recomienda un índice de agostadero de 25 ha/UA (hectárea/unidad animal); el ESJ tiene un total

de 3,579 ha y un total de 161 cabezas de ganado bovino; por lo que la intensidad de uso sobre los recursos forrajeros para el ejido es de 22.22 ha/UA, con un índice inferior a lo recomendado por el Programa de manejo, lo que indica una explotación intensiva del recurso natural. Ramírez (2001) reporta que la ganadería extensiva no es la principal causa de pérdida de cubierta vegetal dentro de la REBISLA, sino la tala de árboles, actividad que no se practica dentro del ESJ.

Asalariados:

Los empleados asalariados realizan su trabajo principalmente en el sector terciario de las comunidades aledañas (viveros, comercios, servicios públicos, trabajos varios y uno en el sector educación), las encuestas muestran que los empleados asalariados son la principal actividad económica de los habitantes del ejido. Se observa que el proceso de urbanización y tercerización de las comunidades aledañas han influido en el modo de vida y bienestar de la población del ESJ ya que el ingreso les permite tener acceso a bienes y servicios.

Empleados jornaleros:

La mayoría de los rancheros o miembros de la familia se emplean de jornaleros dentro del mismo ejido o localidades aledañas. También tienen acceso a los Programas de Empleo Temporal (PET), administrados por la dirección de la REBISLA, donde se solicita trabajos de jornalería y mantenimiento. El PET es una estrategia de ingreso resultado de la creación de la reserva, lo cual ha ayudado a reducir la dependencia hacia los recursos naturales y es uno de los pocos programas donde los habitantes participan con simpatía, pero no se ha podido registrar mejoría en la calidad de vida de la población, en base a estos, ya que el ingreso mensual es bajo ($700 pesos mexicanos, equivalente a $53.72 dólares americanos[1]) y la temporalidad es corta (cuatro meses), por lo que solo reflejan bienestar temporal; en el presente estudio no fueron tomados como ingresos fijos derivados de una actividad económica.

Fruticultura:

La fruticultura se ha llevado a cabo desde los primeros asentamientos humanos de manera empírica y con fines de autoconsumo, sin emplear variedades registradas

[1] Tipo de cambio $13.03 por dólar americano fecha 1 de abril 2014 (Banxico).

o líneas seleccionadas. La especie más común es el mango (*Mangifera indica*) de variedad criolla. Otras especies son la guayaba (*Psidium guajaba*), papaya (*Carica papaya*), aguacate (*Persea americana*), naranja (*Citrus aurantium*) y otros cítricos. La mayoría de las familias cuentan con huertas de árboles frutales, cuyo producto es en gran medida para autoconsumo y en temporada alta es comercializado; de acuerdo a las encuestas 2006, el ingreso por comercialización ($1000 pesos equivalente a $76.74 dólares americanos[2]) no es significativo dada la falta de organización y capacitación adecuada para explotar el recurso.

Agricultura:

Es una actividad informal como estrategia de supervivencia, se siembran hortalizas (*vgr.* cebolla, tomate, chile) básicamente para auto consumo y su excedente se cambia en trueque o bien se comercializan en un porcentaje tan bajo que no es un ingreso significativo para la economía familiar, sólo una persona declaró dedicarse a agricultura para comercialización, básicamente dedicado a la producción de maíz, frijol y sorgo.

Apicultura:

Representa 17% de las actividades económicas, se practican dentro de los predios particulares y el producto es vendido en los ranchos, localidades cercanas y visitantes.

Otras actividades:

De manera aislada, algunas amas de casa se dedican a producción de quesos, chorizo y dulces regionales, lo comercializan en el mismo ejido, en comunidades aledañas y a los visitantes.

Las actividades económicas antes descritas generan ingresos para los pobladores los cuales son relativamente seguros cuando se trata de actividades del sector primario ya que dependen de las condiciones ambientales extremas que se generan en B.C.S., asimismo la actividad relacionada con el sector terciario (empleado asalariado) es una actividad que genera seguridad ya que sus ingresos son quincenales ($3,500 pesos equivalente a $268.61 dólares americanos[2]) y de manera puntual.

[2]Tipo de cambio $13.03 por dólar americano fecha 1 de abril 2014 (Banxico).

Variación de indicadores de los años 2000-2004-2006

Dentro del periodo analizado, la PEA total tuvo una variación negativa de 18% ya que como se observa en la Fig. 4, en el año 2000, ésta comprendía el 52% del total de población de doce y más años en el año 2000, mientras que para el 2006 disminuyó a 34%. Esto coincide con un aumento en el número de estudiantes del 2000 al 2006 (Fig. 4), lo que sugiere un cambio de prioridades de la población joven que continúa estudiando, lo cual se confirmó con las charlas que se llevaron a cabo con los grupos focales. Asimismo las encuestas muestran que la PEA está formada solo por población masculina.

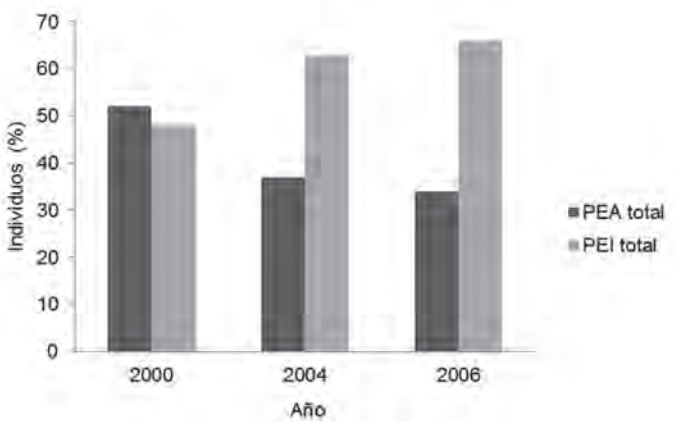


Figura 4. Cambios en los niveles de población económicamente activa (PEA) y población económicamente inactiva (PEI) en el ejido de San Jorge en tres periodos.

De manera interesante se observó que el componente de amas de casa de la PEI presenta una disminución pasando de más de 70% en el 2000 a menos de 50% en el 2006 (Fig. 5). Informantes de la comunidad indicaron que dicha variación se ha dado por que las mujeres en edad escolar ya no contraen matrimonio a edad temprana y continúan con sus estudios, por tal motivo el porcentaje de estudiantes aumento y se comportó de manera contraria con las amas de casa durante el mismo periodo. Dentro de otros miembros inactivos de la comunidad se ubican a las personas de la tercera edad. Informantes clave mencionaron que ellos esperan que la población joven tenga acceso a mejores empleos e ingresos dignos en el futuro, sobre todo

en el sector terciario, por lo que es importante que sigan estudiando, aunque esto signifique necesariamente un abandono a la vida ranchera y sus costumbres.

Las actividades económicas que se desarrollan en la comunidad fueron categorizadas en seis tipos: ganadero/jornalero, apicultor, jornalero, asalariado, agricultor y otro. Así se observó que en el año 2006 el 38% de las personas se ocupan como empleados asalariados seguidos por la actividad ganadero/jornalero (21%). Del año 2000 al 2006 se aprecia que la actividad ganadero/jornalero presentó un decremento del 34% mientras la categoría asalariados incrementó de manera importante en un 33% (Fig. 6).

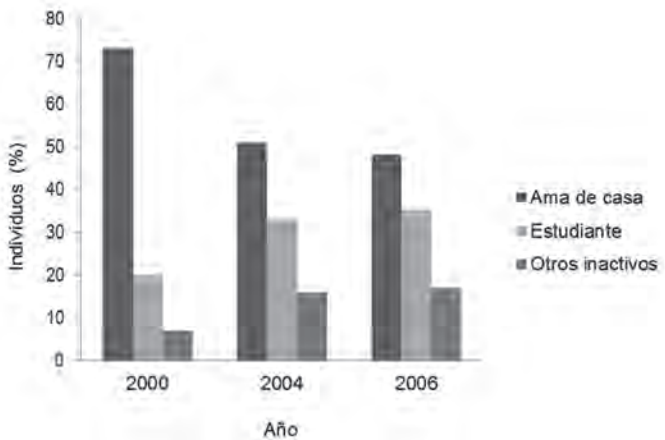


Figura 5. Cambio porcentual de tres categorías representativas de la población económicamente inactiva (PEI).

En el año 2000 el ingreso promedio mensual por familia era de $2,987 (1.43 salarios mínimos mensuales del año 2014), en 2004 de $3,146 (1.50 salarios mínimos mensuales del año 2014) y en 2006 de $5,497 (2.63 salarios mínimos mensuales del año 2014); es decir que si bien entre 2000 y 2004 no hubo cambios importantes, hacia el 2006 se generó un incremento del 84%. El ingreso proveniente en su mayoría (por el número de personas y por los montos recibidos) de los empleados asalariados.

La Tabla 1 presenta los resultados de los indicadores de bienestar analizados y su variación en los periodos 2000-2004 y 2000-2006. La *alimentación* en el consumo de alimentos básicos (*vgr*. arroz, frijol, leche, tortilla, pan, verduras, frutas, huevo,

pastas, entre otros) no presentó variación en los periodos analizados. Sin embargo el consumo de carne aumentó entre los años 2000 y 2006, ya que en el caso del primero solo el 8% de las familias reportaron alimentarse de carne al menos cuatro veces al mes, mientras que en el 2006 se presentó un incremento del 32% respecto a 2000. La carne consumida es de su propio hato ganadero o adquirido con los ganaderos de la localidad.

En 2004, 56% de la población invertía al menos $1,000 pesos (91 dólares americanos) anuales por familia para *vestido* de todos los miembros de la familia; cantidad limitada ya que para cubrir esa necesidad satisfactoriamente se requiere de una mayor cantidad de dinero, sobre todo cuando se trata de familias con un promedio de integrantes de cuatro personas en promedio, como es el caso del ESJ.

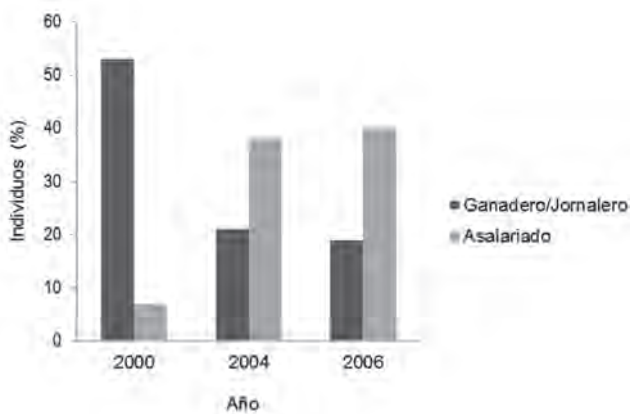


Figura 6. Variación porcentual de las dos principales actividades económicas desarrolladas en el Ejido San Jorge.

En los tres periodos de estudio el ESJ reportó disfrutar de *agua* corriente para cubrir sus necesidades básicas e incluso satisfacer necesidades de producción en algunos casos. El 100% de la población entrevistada manifestó tener acceso a este recurso en los tres periodos; los habitantes pagan una cuota por el servicio, ya que el suministro proviene de pozo, la cuota sirve para el mantenimiento de la bomba y pago de electricidad de la misma. Según datos de las encuestas, la variación de la cuota de pago es de 112% de 2000 a 2004; en 2000 la cuota representaba el 0.89% del ingreso promedio, mientras que para el 2004 representaba 1.75% del ingreso

promedio. En el caso de los ranchos Santa Rita y El Encinalito el suministro de agua es a través del arroyo más cercano.

Tabla 1. Indicadores de bienestar y su variación en dos periodos de tiempo.

INDICADOR	Población (%)			Variación de 2000 a 2004 (%)	Variación de 2000 a 2006 (%)
	Años				
	2000	2004	2006		
Alimentación (comen carne 4 veces al mes)	8	34	40	26	32
Vestido (gastan al menos $1,000 anuales)	ND	56	60		
Agua	100	100	100	0	0
Vivienda (material industrializado)	38	42	45	4	7
Uso de gas para cocinar	64	80	85	16	21
Baño interno (sólo para bañase)	18	27	30	9	12
Electricidad	96	100	100	4	4
Mobiliario y equipo hogar (cama, estufa, comedor, refrigerador)	88	96	98	8	10
Nivel educativo (entre jardín de niños y preparatoria terminada)	76	90	93	14	17
Alfabetización (población de 15 años y más)	91	95	98	4	7
Servicios de salud pública (IMSS)	25	49	55	24	30
Medios de comunicación (radio)	96	88	95	-8	-1
Medio de transporte (auto propio)	57	69	70	12	13
Tiempo libre para recreación	100	100	100	0	0

El ESJ carece del servicio de drenaje, algunas *viviendas* tienen baño interno (solo para bañarse), pero se observó un aumento en el número de viviendas con este servicio del 12% entre el año 2000 y el 2006; el agua residual es desechada al exterior de la casa y todas las viviendas cuentan con letrina o fosa séptica a unos cuantos metros. El uso de *gas* como combustible se ha incrementado en 21% de las viviendas, aumentando el bienestar de las familias ya que no requieren salir en busca de leña, reduciendo también la degradación del medio natural.

El servicio de *electricidad* lo brinda la Comisión Federal de Electricidad, atiende 100% de la demanda en viviendas de la ranchería en el año 2006. En los ranchos Santa Rita y el Encinalito el suministro es por medio de plantas de luz solar, el mantenimiento tiene un costo promedio de $150 pesos mensuales (13.66 dólares americanos en el periodo analizado).

El *mobiliario y equipo del hogar* con el que cuenta cada una de las viviendas permite aumentar el bienestar, en 2006, 98% de las familias poseían cama, estufa, refrigerador y comedor; aumentando 10% respecto al año 2000.

En 2000, 76% de la población contaba con algún *nivel educativo*, el nivel de escolaridad incluye jardín de niños hasta preparatoria, aumentando 17% para el año 2006, con un total del 98% de su población. Cabe mencionar que dentro de la localidad cuentan con escuelas de nivel preescolar y primaria, la secundaria y preparatoria se encuentra en la localidad de Santiago que se encuentra a quince minutos de San Jorge, por lo que tienen que trasladarse diariamente hasta sus escuelas por medio de una camioneta donada por el gobierno estatal.

El servicio de *salud pública* para los habitantes del ESJ ha aumentado 30%, por arriba del doble de los beneficiarios del año 2000; el aumento se debe a los empleados asalariados, lo que les permite tener servicios de salud atendidos por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Además todos los habitantes siguen teniendo acceso al servicio de salud por parte de las jornadas médicas tradicionales (Secretaría de salud) ofrecidas en la ranchería; las cuales tienen un costo de $60 (5.46 dólares americanos) por consulta; sin embargo los costos de medicinas pueden ser onerosos para ellos.

En el indicador *medios de comunicación* (auditivos o visuales), las familias que contaban con aparato de radio disminuyó 1% debido a descompostura y falta de reparación, en 2006, 85% de las familias cuentan con televisión, el servicio telefónico ha aumentado 14%.

El *medio de transporte* como indicador de movilidad física, muestra que dentro del ejido la población con auto propio aumentó 13% del 2000 al 2006, cabe mencionar que los autos son modelos viejos y que no existe transporte público para el ejido.

El 100% de las personas entrevistadas afirmó que tiene *tiempo libre* para recreación y actividades deportivas al aire libre o actividades artesanales en casa y reuniones sociales.

Efecto de la implementación de la reserva en la comunidad

Las visitas y observaciones efectuadas en el área de estudio muestran que las tradiciones y actividades que realizan los habitantes del ESJ han cambiado, ya sea en el ámbito social o económico, dado el nuevo régimen de área natural protegida en el que se encuentra el ejido. Según indicaron los informantes, debido a la falta de interés del gobierno para proveer apoyo a la comunidad, las personas han tenido que salir del ejido para buscar empleos abandonando el trabajo en sus tierras y tradiciones.

El 60% de los informantes indicaron tener algunas cabezas de ganado el cual mantienen para fines de autoconsumo, ellos no perciben la ganadería como una fuente potencial de ingreso, asumen más bien una economía de subsistencia. Sólo el 30% de los antes mencionados dicen que la actividad ganadera es su principal fuente de ingreso.

Las actividades del sector primario que históricamente se habían venido desarrollando en el ESJ, han sido afectadas desde la creación de la reserva ya que las actividades económicas se han restringido por una serie de leyes y reglamentos que involucran además del respeto a las zonas núcleo, un control en zonas de amortiguamiento donde las actividades humanas deben tener poco impacto sobre los ecosistemas; en ese sentido los pobladores perciben limitado potencial de desarrollo para las futuras generaciones en actividades económicas que tradicionalmente se mantenían.

Como se muestra en la Fig. 6, del año 2000 al 2006 se manifiesta un cambio significativo en las actividades que desarrollo la PEA ocupada pasando de un 8% de la población ocupada en el sector terciario (en la categoría de empleado asalariado) a un 40% en el 2006 quedando solo un 19% de esta población en la actividad ganadero-jornalero en el 2006, cuando en el año 2000, ésta constituía poco más del 50%. La población joven ha cambiado las expectativas de vida que tenían sus padres y abuelos, incluso son incentivados por los primeros para que salgan de la reserva y busquen otro modo de vida.

Los resultados antes mencionados y aquellos derivados del trabajo con los grupos focales muestran que la población ha sentido cambios en su forma de vida desde la implementación de la reserva. Por otro lado hay un sentido de exclusión y

por el otro se percibe un sentido de oportunidad. Así por ejemplo los participantes del grupo focal manifestaron un sentido de invasión y de exclusión desde la implementación de la reserva. Por ejemplo, el jefe de familia de dicho grupo indicó "hemos vivido aquí por generaciones, siempre habíamos tenido oportunidad de organizarnos familiarmente y realizar actividades tradicionales sin restricciones, pero desde la creación de la reserva el ganado ha disminuido porque existe sobrepastoreo de agostaderos naturales, la caza se ha restringido como medio de alimentación tradicional para nuestras familias, los jóvenes salen a buscar trabajo fuera del ejido para ayudar al ingreso familiar"

Por otro lado, a pesar de sentirse excluidos, algunos informantes del grupo focal indicaron que la implementación de la reserva ha traído algunos beneficios porque se obtuvieron inversiones por parte de Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT) y la Comisión nacional de áreas naturales protegidas (CONANP) para el desarrollo de actividades de ecoturismo, que han sido bien aceptadas por la población masculina de adultos. Con el paso del tiempo dicha actividad no se ha desarrollado de una manera formal. Algunos de los rancheros que habitan la REBISLA ofrecen sus servicios como guías y renta de bestias de carga, lo que les reditúa ingresos extras (Olmos-Martínez y González-Ávila, 2011).

Otros programas promovidos no fueron tan exitosos, estos incluyen el programa de realización de composta y la creación de un vivero, actividades propuestas para mujeres quienes mostraron apatía ante ellos. El dinero del primer programa les fue otorgado y lo asumieron, pero sin interés por la actividad. El segundo se inició, pero no se le dio seguimiento (Olmos-Martínez, 2009).

Sentido de vulnerabilidad de los pobladores

Como de indicó anteriormente, el grupo focal manifestó sentirse excluidos del área donde han vivido por generaciones desde hace mas de 300 años. Se sienten vulnerables, ya que consideran que los usuarios de los recursos son los administrados por la federación con un programa de manejo de los recursos naturales donde ellos no participaron ni opinaron y ahora simplemente se sienten vigilados en las actividades que desarrollan en el área. Es interesante que los pobladores no distingan la diferencia entre usuario y administrador al referirse a las personas que trabajan para la reserva. Asimismo lamentan no haber sido considerados en las decisiones asociadas a la implementación y manejo de la reserva.

Por otro lado también se sienten vulnerables ante el bajo ingreso que pueden adquirir dentro de la comunidad ya que existe incertidumbre sobre las fuentes de ingreso que se puedan generar, aunado al sentido de abandono de las generaciones jóvenes al salir a localidades cercanas en busca de empleo mejor remunerado, lo que los hace sentir vulnerables ya que se sienten abandonados.

Fenómenos naturales como huracanes, generalmente en la época de septiembre-octubre, son otra fuente de vulnerabilidad para la población ay que han aumentado en frecuencia y dadas las condiciones de su comunidad (caminos de terracería, casas hechas de material regional, las cuales no resisten tempestades de esa naturaleza) los impactos pueden ser muy grandes, como destrucción de caminos y casas.

Finalmente, un aspecto no menos importante, se encuentra asociado a aspectos de salud, ya que no cuentan con consultorio médico que les ayude a resolver problemas de manera cotidiana, solo cuentan con las jornadas de salud de la Secretaría de Salud del estado, la cual consiste en enviar un médico a las localidades dentro del área una vez a la semana.

Resumiendo, la sensación de vulnerabilidad ha crecido entre los miembros de la comunidad al aumentar la frecuencia de fenómenos naturales como huracanes, así como el cambio de actividades económicas dadas las nuevas restricciones y todo ello con las consecuentes implicaciones sociales. Estos impactos generan incertidumbre a nivel familiar y en la comunidad en general.

Como plantean Seijo *et al.* (1998) debido a que la incertidumbre no puede ser eliminada, la acumulación de conocimientos a través de la recopilación de información puede ayudar a desarrollar estrategias para hacer frente a tal incertidumbre.

Para ello es necesario implementar mecanismos que permitan aumentar la información que brinde elementos a la comunidad para desarrollar estrategias que les permita lidiar con esa incertidumbre. Entre los elementos que pueden ser abordados se pueden integrar tres bloques donde se puede buscar aumentar el conocimiento de los pobladores: a) aquellos asociados a los recursos naturales disponibles y "accesibles" (dadas las regulaciones); b) aspectos relacionados con el manejo de la reserva y como ellos pueden ser involucrados en el mismo; y c) aspectos de mercado que den viabilidad a productos generados u obtenidos por los miembros de la comunidad con oportunidades de generación de ingreso (ganado por ejemplo).

El acercamiento de conocimiento más amplio de los beneficios que en el largo plazo la reserva puede generar para los miembros de la comunidad podría darles más certidumbre y favorecer la implementación de programas en los que se involucren fácilmente. Esto también involucra un acercamiento con las autoridades de la Dirección de la REBISLA para conocer mejor los lineamientos de acceso a los recursos naturales, así como que los responsables de la reserva conozcan cuáles son las expectativas de los miembros de la comunidad. Una certeza sobre el mercado laboral que existe podría generarse para los jóvenes de la comunidad podría ayudar a reducir el sentido de vulnerabilidad de los pobladores del ejido.

Es necesario además contar con el apoyo de las instancias de gobierno para reducir ese sentido de vulnerabilidad, el que los miembros de la comunidad busquen formas de organización con objetivos comunes, así como el mecanismo institucional que puede promover políticas y recursos que ayuden a aumentar las capacidades de la población y ayuden a disminuir las fuentes que generan el sentido de vulnerabilidad.

Adicionalmente es necesario contar con información sobre factores ambientales que pudieran generar condiciones de riesgo y generar estrategias de prevención y mecanismos de contingencia para afrontar dichos riesgos (Salas *et al.* 2007; Seijo 2007).

Estrategias de la población para enfrentar la vulnerabilidad

Las estrategias de afrontamiento pueden ser entendidas como las medidas concretas que la gente usa para dominar, tolerar o reducir al mínimo los acontecimientos estresantes. Por lo tanto, estas estrategias están relacionadas con los pueblos y la capacidad de hacer cambios y resistir (Jóhannesson *et al.,* 2003). Según Bærenholdt y Aarsæther (1998), el afrontamiento puede ser definido como la forma en que las personas desarrollan diferentes estrategias que tengan sentido para ellos y que ayude a mitigar los acontecimientos estresantes. Aarsaether y Bærenholdt (2001) definen las estrategias de supervivencia en tres dimensiones importantes a saber, la innovación, la creación de redes de trabajo y la formación de la identidad, mismas que están relacionadas entre sí.

En este sentido los habitantes del área de estudio manifestaron realizar algunas estrategias para enfrentar condiciones de estrés y como una forma de vida dentro de un área que ahora ya no controla. Podemos dividir estas en proactivas y reactivas.

En las primeras se encuentran aquellas que desarrollan por iniciativa propia y las segundas incluyen aquellas donde esperan apoyos externos para poder solventar sus problemas. En ocasiones se da una mezcla de estrategias proactivas y reactivas.

Entre las estrategias asociadas a sus actividades económicas-productivas, han tratado de practicar la ganadería intensiva por mayor tiempo y no solo en época de sequía e implementar la mejora en la calidad del alimento ofrecido al ganado bovino para obtener mejora en la calidad del ganado; a las afueras de la localidad, pero aún dentro de la REBISLA, lograron implementar un corral de manejo para la época de venta del ganado. Asimismo, el comisariado ejidal hace el trabajo de búsqueda constante de subsidios estatales, federales y de otras organizaciones para la alimentación del ganado, así como para la construcción de bebederos y corrales.

Por otro lado han reducido el hato ganadero, para disminuir el impacto sobre los agostaderos naturales, como era común en época de la práctica ganadera extensiva (pastoreo).

Otra estrategia de desarrollada en la búsqueda de ingresos económicos es la oferta de servicios turísticos gracias a la creciente actividad turística que se lleva a cabo en la zona, el paisaje, la fauna y la flora de la región han sido factores atractivos para los que gustan de la naturaleza, de tal suerte, que un sector de la población en estudio se ha relacionado con actividades turísticas tales como guía de turistas, restaurante, paseos, cabalgatas, etc.

Las estrategias que han desarrollado tomando en consideración el futuro de las nuevas generaciones es promover que sus hijos realicen estudios fuera de la localidad y obtengan un grado académico que les ayude a mejorar sus ingresos y nivel de vida.

Esto ha incentivado la migración de jóvenes hacia localidades cercanas, situación que afecta a toda la familia. Los padres manifiestan que poco pueden hacer ya que ellos mismos han impulsado esas acciones para sus hijos.

Las mujeres de la comunidad también tienen su estrategia de supervivencia y mitigación de pobreza, ya que elaboran duces regionales, quesos y otro tipo de productos alimenticios. Es típico de las economías de subsistencia que toda la familia contribuya a la generación de recursos para el sustento de la familia. Es decir, la unidad en la que se organiza el trabajo es la familia, en la que todos sus miembros hábiles contribuyen al ingreso o sustento familiar. No obstante, en el caso de las

mujeres esto puede conllevar una "invisibilización" o menor reconocimiento de sus labores o de su contribución. Se las conceptualiza bajo lo que se entiende por trabajo doméstico, aunque pueda ser fundamental o imprescindible para la subsistencia de la familia y de la comunidad.

Sobre la situación de ingresos bajos en actividades económicas dentro de la localidad, lo que ha dado un sentido menor de vulnerabilidad a los pobladores, según manifiesto por los entrevistados que se han acercado a la Dirección de la REBISLA es el tener acceso a los programas de empleo temporal (PET), los cuales ayudan a mitigar el tiempo de espera para la venta de ganado y el bajo ingreso que tienen al realizar otras actividades económicas tradicionales dentro de la reserva.

Asimismo, también con programas de desarrollo impulsados por la Dirección de la REBISLA, algunos pobladores han tenido acceso a fondos económicos dirigidos a proyectos productivos relacionados con ecoturismo y actividades afines. A su vez este acercamiento les ha ayudado a conocer más sobre el área natural protegida y su programa de manejo.

Por su parte, en el aspecto de salud, han tenido que invertir en medicinas preventivas que les ayude a mitigar las enfermedades más comunes, así como la práctica de la automedicación.

En el caso de los desastres naturales, la población ha tomado como estrategia, en la medida de lo posible, la construcción de viviendas de material industrializado para reducir la destrucción de las mismas en caso de huracanes y/o ciclones. Asimismo, ha crecido la cultura de prevención con la compra de víveres de la canasta básica para ser usados en la época de incomunicación con el resto de las localidades a causa de la ruptura de caminos y medios de tránsito.

Estrategias de la Dirección de la REBISLA

La oficina de la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, dentro del marco de la política ambiental, dispuesta en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA), ha trabajado bajo las estrategias de desarrollo y conservación de los recursos naturales con la administración de los mismos, donde la población tiene que acatar una serie de restricciones que la limita al uso de los mismos, protegiendo la zona núcleo y operando solo en la zona de amortiguamiento, donde se permiten los asentamientos humanos, dichas restricciones se encuentran en el Artículo 48 de la LEGEEPA que dice:

[….] " … sólo podrán realizarse actividades productivas emprendidas por las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o con su participación, que sean estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable [….]"..

El programa de manejo, publicado en 2003, menciona las actividades permitidas y prohibidas dentro de la matriz de zonificación (SEMARNAT, 2003). En ese sentido, la percepción que tienen los habitantes de lo que significa la reserva, está basada en restricción de actividades únicamente como ya ha sido referido.

A partir del programa de manejo se han implementado PETs, que han sido efectivos solo en pocas comunidades, en el caso de la zona de estudio, se han beneficiado temporalmente algunos pobladores, sin embargo, aunque brindándose genere un ingreso a los jornaleros participantes temporalmente, de manera práctica no se han fomentado capacidades en la población ayudando así al desarrollo socioeconómico del ESJ, y consecuentemente las condiciones de vida de la población en el largo plazo. Solo se percibe un mejoramiento en el uso y manejo de los recursos naturales ya que los PET están dirigidos a actividades relacionadas con la conservación y preservación de los recursos naturales tales como trabajos de jornalería y guardabosque, pero dada la "naturaleza temporal" de estos programas, no hay certeza de que se mantengan en el tiempo.

Concretamente se han implementado proyectos de desarrollo ecoturístico acordes con las vocaciones naturales del área, los cuales se encuentran en fase de ejecución y apoyan las actividades permitidas en las zonas y subzonas de la REBISLA (Olmos-Martínez, 2009; Olmos-Martínez y González Ávila, 2011); además de los Proyectos "Viveros" y "Elaboración de composta" dirigido a mujeres.

La Dirección de la REBISLA manifiesta que las actividades económicas realizadas en el área desde el punto de vista de la sustentabilidad van encaminadas al crecimiento económico, bienestar, calidad de vida y equidad de género. No obstante el trabajo realizado a la fecha no deja ver claramente dichos beneficios.

Se observó, durante las visitas a la comunidad, que la mayoría de los miembros de la población se muestra apática respecto a las actividades y programas desarrollados con recursos económicos proporcionados por la dirección de la reserva. Estos muestran su descontento al tener limitaciones en sus condiciones de calidad de vida, bienestar, acceso a los recursos pero manifiestan que "*les gusta como están*",

tienen un gran arraigo por la tierra y sus costumbres, el cual, cualquier citadino no compartiría.

Discusión

El concepto de bienestar, como también el de vulnerabilidad, es subjetivo, ya que vislumbran diferencias entre las personas, las cuales están influidas por la cultura, la historia y también por la temporalidad; es decir, influyen las variables del entorno (Sen, 1991; Rodríguez y Bracamonte, 2008; Olmos-Martínez *et al.*, 2013). Además Jasek-Rysdahl (2001) expresa que la forma de abordar el análisis de desigualdad tiene que ver con la concepción de bienestar social y variables para la realización vital de los individuos, entre las cuales se encuentran la felicidad, salud, ingreso, relaciones sociales y oportunidades.

La creación de un régimen de protección para el área de la REBISLA ha significado un profundo cambio en la relación entre los habitantes y el medio natural, ya que la imposición de restricciones con respecto al uso de los recursos ha limitado el acceso a éstos por parte de los residentes. Esto implica un cambio en su modo de vida y en sus expectativas, lo que conlleva un incremento de la incertidumbre que se materializa en una percepción de vulnerabilidad (Olmos-Martínez *et al.*, 2013).

En ese sentido cabe señalar que los instrumentos de protección ambiental están diseñados específicamente para proteger el medio natural y no a las poblaciones humanas que se asientan en éste. Indudablemente la protección de espacios naturales valiosos puede suponer un elevado potencial turístico, pero no siempre ocurre que los residentes estén preparados para comprender las nuevas oportunidades, ni cuentan con la capacitación necesaria para emprender nuevas actividades. Se constata que resulta necesaria la aplicación de herramientas específicas que permita capacitar a los usuarios potenciales para facilitar el aprovechamiento de esas nuevas oportunidades, reorientar su relación con el medio natural, y facilitar la incorporación de la población a nuevas actividades económicas al mismo tiempo que se busca mejoras en el medio natural (Salas *et al.*, 2011; Jentoft *et al.*, 2013).

La administración de la REBISLA ha promovido algunas actividades en este sentido y si bien el tiempo transcurrido desde la creación de la reserva y la puesta en práctica de estas medidas no es mucho, parece que hasta el momento los resultados no son tan alentadores. Por el contrario, la mejora de la calidad de vida es a causa de la salida de población para ocuparse en actividades terciarias en áreas cercanas.

Como consecuencia de este fenómeno, así como del incremento del nivel educativo de los jóvenes, se ha venido dando una pérdida paulatina de la población, de modo que, si no se toman medidas, puede producirse una situación de insostenibilidad social, debido al envejecimiento de los residentes (Olmos-Martínez *et al.*, 2013).

Consideraciones finales y perspectivas

Es necesaria la búsqueda de fórmulas participativas de modo que pueda corregirse la sensación de exclusión de la población respecto a un entorno que durante 300 años han manejado de modo autónomo, de manera que se facilitara un proceso de acercamiento de intereses entre la gestión del medio y la comunidad local.

En definitiva y, a pesar del potencial existente, la REBISLA todavía no ha contribuido a mejorar las condiciones de bienestar de la población, ha generado sentimiento de vulnerabilidad y exclusión por parte de la población, siendo, pequeñas condiciones de mejora se atribuyen más a estrategias personales de búsqueda de opciones que de alternativas proporcionadas por quien los excluye de acuerdo a su percepción. Un reto importante es cambiar esa percepción en los pobladores de REBISLA para favorecer la valorización económica del entorno natural y acción participativa en la conservación de los recursos. Hasta el momento la sostenibilidad natural se ha impuesto a la sostenibilidad social, lo que aumenta el sentido de vulnerabilidad de los pobladores, especialmente ante el atractivo del mercado laboral de núcleos terciarizados próximos.

Es de esperarse que si se aumentan las capacidades de la comunidad y se involucra a los pobladores locales en el manejo de los recursos, se pueda ir cubriendo su sentido de bienestar y consecuentemente se puede reducir el impacto que esto puede tener en la reserva, generando así un círculo virtuoso, a diferencia de pobreza asociada a degradación de los recursos generando un círculo vicioso donde los pobladores degradarán una fuente potencial de riqueza (Salas *et al.,* 2007).

Agradecimientos

Esta investigación se llevó a cabo durante estudios doctorales de la primera autora realizados en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y

diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP). Un reconocimiento especial a los habitantes del Ejido San Jorge por su importante participación.

Literatura citada

Adams, W.M. and J. Hutton. 2007. *People, parks and poverty: political ecology and biodiversity conservation*. Conservation and Society 5 (2): 147-183.

Aarsæther N. y J. O. Bærenholdt. 2001. *Reflexive local development: coping strategies in a globalized environment*. Pp. 15-40. En Aarsæther N. y J.O. **Bærenholdt (**Eds.). The Reflexive North. Nordic Council of Ministers, Copenhague.

Aguilar-Morales J. E. 2006. *La investigación participativa, México*: Asociación Oaxaqueña de Psicología AC. En: http://www.conductitlan.net/investigacion_participativa.htm, consultado el 16 de abril de 2010.

Alison E. y F. Ellis. 2001. *The livelihoods approach and management of small-scale fisheries*. Marine Policy (25):377-388.

Arriaga L. y A. Ortega-Rubio. 1988. *Características generales*. Pp. 15-24. En Arriaga L y A. Ortega (Comp.). La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas.

Bærenholdt J. O. y N. Aarsæther. 1998. *Coping Strategies in the North: Local Practices in the Context of Global Restructuring*. En Aarsæther N y J.O. Bærenholdt (Eds.). Coping Strategies in the North: Local Practices in the Context of Global Restructuring. Nordic Council of Ministers, Copenhague.

Béné C., G. Macfadyen y Allison E.H. 2007. *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and security*. Fisheries Technical Paper (481):125.

Bråten E. 2002. *Studentfeltarbeidet i fare?*. En Pragmatisk tilnærming *Norsk* Antropologisk Tisdsskrift 13 pp.

Brown L.D. 1985. *People-Centered Development and Participatory Research*. Examen educativo de Harvard 55 (1):69-75.

Cariño M. 1992. *Los hombres y el aprovechamiento de los recursos naturales del ambiente en la época colonial de Sudcalifornia*. Pp. 21-44. En Ortega A. (Ed.). Uso y manejo

de los recursos naturales en la Sierra de la Laguna. Centro de Investigaciones Biológicas.

Castorena L. y A. Breceda-Solís. 2003. *Diagnóstico social y diseño de estrategia operativa para la Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna. Baja California Sur, México*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / Banco Mundial. La Paz, B.C.S. México.

Centro Estatal de Información (CEI). 2002. *Localidades de Baja California Sur a través de sus regiones y micro regiones*. Centro Estatal de Información y Gobierno del estado de Baja California Sur, Documento complementario al tercer informe de gobierno del Lic. Leonel Cota Montaño. Censo de Población y Vivienda 2000. Tomo I.

Chambers R. 1989. *Editorial Introduction: Vulnerability, coping and policy*. IDS Bulletin 20 (2):1-7.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2005. Índices de marginación. En: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_marginacion_2005_ , consultado el 27 de enero de 2009.

Danemann G.D. 2005. *Dimensiones humanas y problemática ambiental*. Pp. 5-7. En Danemann G.D. (Ed.) Las dimensiones humanas en el estudio y conservación del Golfo de California. Pronatura Noroeste.

Finn J. 1994. *The Promise of Participatory Research*. Revista de servicios sociales progresivos 5(2):25-42.

Gibbs *M. T. 2009. Resilience: What is it and what does it mean for marine policy makers? Marine Policy.33: 322-331*.

Greenberg J. B. 2005. *Neoliberal reforms and the political ecology of fishing in the upper gulf of California*. Pp. 9-18. En Danemman G.D. (Ed.). Las dimensiones humanas en el estudio y conservación del Golfo de California. Pronatura Noroeste.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2000. *XII Censo general de población y vivienda 2000*. Principales resultados por localidad. En: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2000.aspx?c=27437&s=est, consultado el 23 de febrero de 2009.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2006. *II Conteo de Población y vivienda 2005*. Principales resultados por localidad 2005. En: http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2005.

aspx?c=27436&s=est, consultado el 17 de febrero de 2009.

Ingles P. y J. Sepez. 2007. *Anthropology's contributions to fisheries managemen*. NAPA Bulletin 28:1-12.

Jasek-Rysdahl. 2001. *Apply Sen´s capabilities framework to neighborhoods: using local asset maps to deepen our understanding of well-being*. Review of social economy 59(3):313-29.

Jentoft S. 2007. *Limits of governability: Institutional implications for fisheries and coastal governance*. Marine Policy 31:360-370.

Jentoft S. J. P. Pascual- Fernández, R. de la Cruz Modino, M. González-Ramallal, R. Chuenpagdee. 2012. What stakeholders think about marine protected áreas: Case studies from Spain. Human Ecology. 40. 185-197.

Jóhannesson G., U. D. Skaptadóttir y K. Benediktsson. 2003. *Coping with Social Capital? The Cultural Economy of Tourism in the North*. Sociologia Ruralis 43.

Krueger R.A. y M.A. Casey. 2000. *Answering Questions about the Quality of Focus Group Research*. Pp. 195-206. En Krueger R.A. y M.A. Casey (Eds.). Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research. Thousand Oaks.

Macfadyen G. y E. Corcoran. 2002. *Literature review of studies on poverty in fishing Communities and of lessons learned in using the sustainable Livelihoods approach in poverty alleviation strategies and Projects*. FAO. Fisheries Circular 979. 93pp.

Martínez G. 2002. *Desarrollo regional, sociodemografía y condiciones de vida de la población chamela Chiapas*. Papeles de población (34):259-277. octubre-diciembre.

Merton R.K. 1987. *The focussed interview and focus groups: continuities and discontinuities*. Public Opinion Quarterly 51(4):550-566.

Montero M. 2003. *Teoría y práctica de la psicología comunitaria: la tensión entre la comunidad y sociedad*. Editorial Paidós.

Morgan D.L. 1997. *Focus groups as qualitative research*. En Qualitative Research Methods Series 16 (second edition) Thousand Oaks.

Ocampo J.A. 1999. *Políticas institucionales para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Serie 19 Medio ambiente y desarrollo, CEPAL/ECLAC, Santiago de Chile.

Olmos-Martínez E. 2009. *Análisis socioeconómico y del uso de recursos naturales en comunidades terrestre y costera de Baja California Sur: recomendaciones para su desarrollo*

sustentable. Tesis de doctorado en uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 129 pp.

Olmos-Martínez, E. y M.E. González-Ávila. 2011. *Estrategias de desarrollo local sustentable en un área natural protegida de baja california sur*. Universidad y Ciencia 27 (3): 281-298.

Olmos-Martínez E., M.E. González-Ávila y M.R. Contreras-Loera. 2013. *Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México*. Polis [En línea], 35. Puesto en línea el 30 septiembre 2013. En: http://polis.revues.org/9158; DOI: 10.4000/polis.9158, consultado el 15 octubre 2013.

Orozco M.E. 2005. *Articulación de economías domésticas al desarrollo regional del Alto Lerma, México*. Papeles de población (46):189-222.

Ortega-Rubio A. 1992. *Uso y Manejo de los recursos naturales en la Sierra de la Laguna*. Centro de Investigaciones Biológicas de BCS, AC. 367 pp.

Ramírez-Espinoza J.A. 2001. *Identificación de áreas críticas para la protección de la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Sierra la laguna, Baja California Sur*. Tesis de Maestría en uso, manejo y preservación de los recursos naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 122 pp.

Renshaw J. y N. Wray. 2004. *Indicadores de bienestar y pobreza indígena*. Departamento de Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo.

Rodríguez G. y A. Bracamonte. 2008. *Pertinencia de las ANP como política de conservación y mejoramiento de la calidad de vida. Análisis de percepción en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. Estudios sociales XVI (32):141-176.

Rowntree B.S. 1901. *Poverty: a study of town life*. Ed. Macmillan and Co. 437 pp.

Salas S., R. Chuenpagdee, J. Seijo y A. Charles. 2007. *Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean*. Fisheries Research 87:5-16.

Salas S., M. Bjørkan, F. Bobadilla, M. A. Cabrera. 2011. Addressing Vulnerability: Coping Strategies of Fishing Communities in Yucatan, Mexico. Pp 195-220. In S. Jentoft and A. Eide (eds.), Poverty Mosaics: Realities and Prospects in

Small-Scale Fisheries, Springer Science+Business Media B.V.

Seijo J.C., O. Defeo y S. Salas. 1998. *Fisheries bio-economics: theory, modelling and management*. FAO Tech. Fish. Doc. 368. 108 pp.

Seijo J. C. 2007. *Considerations for management of metapopulations in small-scale fisheries of the Mesoamerican barrier reef ecosystem*. Fisheries Research 87:86-91.

Secretaría del medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). 2003. *Programa de manejo Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sen A. 1991. *Welfare, preferences and freedom*. Journal of econometrics 50(1-2):15-29.

Sewell W. 1973. *Broadening the approach to evaluation in resources management decision-making*. Journal of environmental management 1: 67-102.

Silva Lira I. 2003. *Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local*. Serie gestión Pública No. 42 / Dirección de Gestión del desarrollo Local y Regional / ILPES-CEPAL. 64 pp.

Vilas C. M. 2005. *Pobreza, desigualdad y sustentabilidad democrática: el ciclo corto de la crisis argentina*. Revista Mexicana de Sociología 67(2): 229-269.

Walter L., S. Salas y N. Eslava. 2005. *Caracterización socio-económica de la pesquería artesanal de la sardina (sardinilla aurita) en el sureste de la Isla Margarita*. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas 39(3):197-322.

Wilkie, D.S., G.A. Morelli, J. Demmer, M. Starkey, P. Telfer, y M. Steil. 2006. *Parks and People: Assessing the Human Welfare Effects of Establishing Protected Areas for Biodiversity Conservation*. *Conservation Biology* 20: 247-9.

Para citar esta obra:

Olmos-Martínez, E., Rodríguez Rodríguez, G., Salas S. y A. Ortega-Rubio. 2015. *Efecto de la implementación de una Área Protegida sobre el bienestar de comunidades rurales de Baja California Sur.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 249-282). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 4

Aspectos Ambientales

Capítulo XII

Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an

Francisco Valadez-Cruz*,
Gabriela Rosiles-González y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen:
Del inventario de algas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se resaltan aquellas especies que potencialmente tienen la cualidad de bioindicadores, lo que constituye una referencia útil para el monitoreo de sus sistemas acuáticos, la evolución de los efectos de las actividades humanas sobre dichos sistemas, la planificación y manejo sustentable de los ecosistemas y para la conservación de su biodiversidad.

Palabras clave: Algas, bioindicadores, diversidad, sistemas acuáticos cársticos, calidad del agua, México.

Abstract:
From the checklist of the algae from Sian Ka'an Biosphere Reserve the species with potential as bioindicator are enhanced, which is an useful reference for the monitoring of its aquatic systems, the evolution of the effects of human activities on such systems, the planning and sustainable management of ecosystems and for its biodiversity conservation.

Key Words: Algae, bioindicators, diversity, karst aquatic systems, water quality, México.

Antecedentes

En lengua Maya Sian Ka'an significa "donde nace el cielo", y es precisamente ahí en donde está ubicada esta Reserva de la Biosfera, comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas: 19º05' y 20º06' N, 87º23' y 88º03' O (Fig. 1), en el Estado de Quintana Roo. La Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (RSBK) cuenta con tres zonas núcleo y abarca una superficie de 528,000 ha (Fig. 2). La temperatura media anual en la región es de 26–27 °C, con máxima de hasta 35° C en verano y mínima de 17° C en enero y la precipitación media anual es de 1,250–1,300 mm (SMN, 2010). La Reserva incluye las principales comunidades vegetales de la Península de Yucatán: selva tropical, vegetación inundable, comunidades arbustivas. Así como, numerosos cuerpos de agua: cenotes, lagos, lagunas costeras, bahías someras con influencia de agua dulce y una plataforma arrecifal (CONANP, 2007).

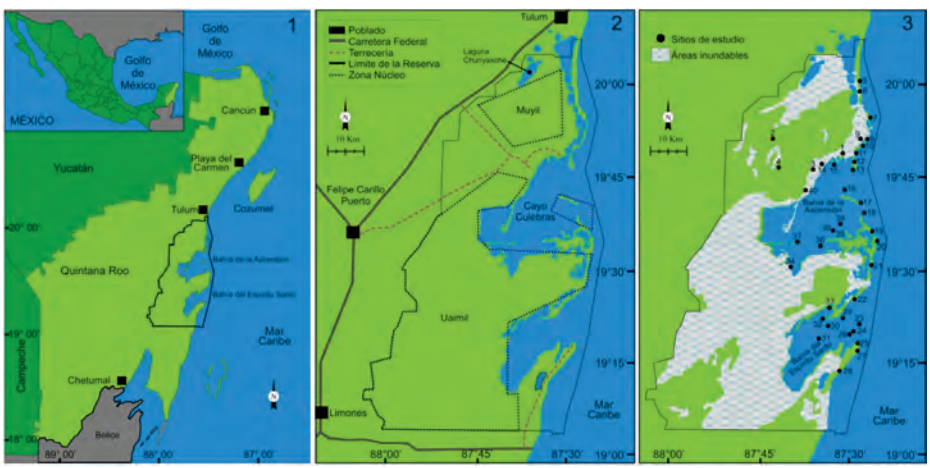


Figura 1. Ubicación de la RBSK, Quintana Roo, México. **2**. Vías de acceso a las zonas núcleo. **3**. Áreas inundables y sitios de estudio. Figuras de Francisco Valadez.

Naturaleza cárstica de Sian Ka'an y su sensibilidad a la contaminación

La plataforma cárstica de la Península de Yucatán, donde se localiza la RBSK, se caracteriza por su limitada variación de altitud, escurrimiento subterráneo y ausencia de una red fluvial superficial. Las fisuras, fracturas y fallas de las rocas, son los elementos que originan y controlan los sistemas cársticos (cavernas y cenotes) y desde luego el acuífero distintivo de la región. En estos sistemas cársticos la

continua disolución de carbonato de calcio ($CaCO_3$) resulta en aguas alcalinas que facilitan la precipitación de fósforo (P) con el $CaCO_3$ (McGlathery *et al.*, 1994).

Este proceso agota el P de la columna de agua limitando la productividad primaria (Howarth *et al.*, 1995; Lapointe *et al.*, 1992; Short *et al.*, 1990). En lo general, los sistemas acuáticos cársticos, como los de Sian Ka'an, se consideran oligotróficos por sus bajas concentraciones de nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT). Sin embargo, la alta permeabilidad y baja retención de contaminantes por la roca caliza hacen del acuífero altamente vulnerable a la contaminación por excesivas entradas de nutrientes de origen antropogénico, las cuales pueden alteran las proporciones naturales de nutrientes tanto en las áreas de recarga como al interior de la Reserva (Beddows *et al.*, 2007).

Un estudio realizado por ASK (2003), señala que entre el 70 y el 90 % de las aguas servidas en los Municipios de Solidaridad/Tulum y Carrillo Puerto corresponden a aguas no tratadas (Fig. 5) y que el 68 % de las aguas residuales (tratadas o no) son inyectadas de manera directa al acuífero en el Estado de Quintana Roo (Fig. 5). Lo anterior sugiere que el crecimiento poblacional en las zonas de influencia de Sian Ka'an (Fig. 4) y el manejo inadecuado de las aguas residuales representan una potencial amenaza para la integridad ecológica de la Reserva (RAMSAR, 2003). Lo anterior se magnifica si consideramos que el transporte de contaminantes, en este tipo acuífero, es extremadamente rápido y de atenuación limitada (Kaçaroğlu, 1999).

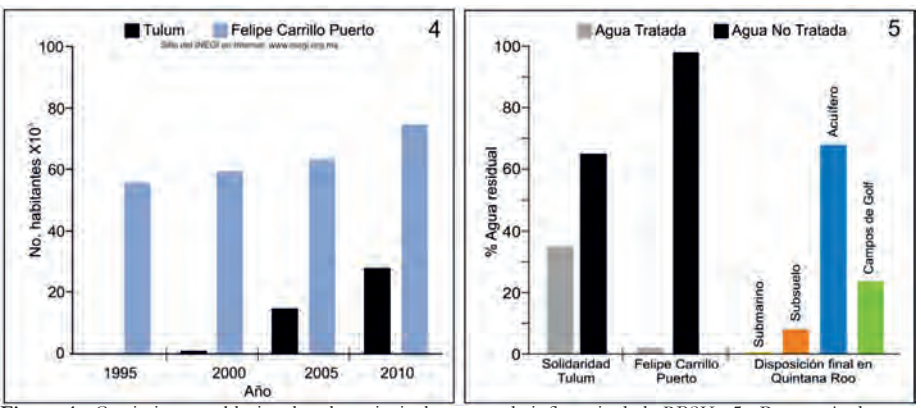


Figura 4. Crecimiento poblacional en las principales zonas de influencia de la RBSK. **5**. Porcentaje de agua residual en las principales zonas de influencia y su disposición final en Quintana Roo. Figuras modificada de ASK, 2003.

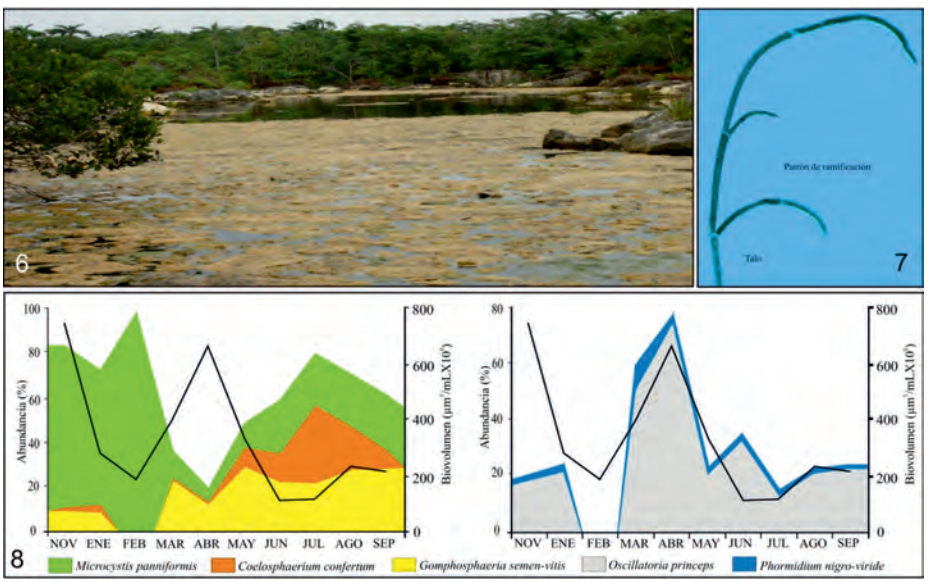
Mutchler *et al.* (2007), proporcionan evidencia de que las aguas residuales (altas concentraciones de $\delta^{15}N–NO_3$), han impactado distintos sistemas acuáticos en la Riviera Maya. Por otra parte, Hernández-Terrones *et al.*, (2011), sugieren que las altas concentraciones de $N–NO_3$ y las altas densidades de coliformes encontradas en varios pozos de Puerto Morelos son indicadores de contaminación del agua subterránea. Si bien, algunos cuerpos de agua son más vulnerables que otros, es un hecho que la excesiva entrada de NT y PT favorece la ocurrencia de crecimientos masivos de algas (Valadez *et al.*, 2013), lo cual contribuye al deterioro estético y pérdida de biodiversidad, acumulación de nutrimentos en los sedimentos, abatimiento de la concentraciones de oxígeno disuelto y cambios en las cadenas tróficas de los sistemas acuáticos.

Ejemplo de lo anterior es la recurrente floración del alga verde *Cladophora glomerata* en el Lago Lagartos (Figs. 6–7), localizado a 37 Km de la parte norte de la RBSK. Los crecimientos masivos de esta alga dulceacuícola se asocian al enriquecimiento de P por actividades humanas (Planas *et al.* 1996; Whitton, 1970). En este mismo cuerpo de agua, un exceso de N inorgánico disuelto (valor promedio de 42.7 μM) y bajas concentraciones de P reactivo soluble (valor promedio de 1.0 μM) promovieron la proliferación de cianobacterias en dos ocasiones (Fig. 8). La primera observada en noviembre del 2007 con el dominio de *Microcystis panniformis* ($7.40X10^8$ μm^3/mL) y la segunda registrada en abril del 2008, con el predominio de *Oscillatoria princeps* ($6.55X10^8$ μm^3/mL). Los datos de calidad del agua, el enriquecimiento por nitratos y el estado trófico basado en biovolumen, indicaron que Lagartos es un lago hiposalino, eutrófico, con limitación secundaria por fósforo y recurrentes crecimientos masivos de cianobacterias (Valadez *et al.*, 2013).

En el caso de los sistemas acuáticos de Sian Ka'an, solo se cuenta con información de una proliferación de *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense* en la laguna costera de San Miguel (Gómez-Aguirre, 1998), sin embargo no se proporciona datos que relacionen la floración con un enriquecimiento por nutrientes. Al respecto, Phlips *et al.* (2006) sugieren que las floraciones de este dinoflagelado se asocian con sistemas someros, con largos tiempos de residencia del agua y altas concentraciones de nutrientes. Por otra parte, Phlips *et al.* (2004) observaron que *P. bahamense* var. *bahamense* llega a presentar crecimientos masivos bajo condiciones de baja salinidad (< 25), como las reportadas por Gómez-Aguirre (1998) para la laguna San Miguel.

Este dinoflagelado marino se considera no tóxico, sin embargo, Landsberg *et al.* (2006) confirmaron que puede producir saxitoxina, aunque no se ha documentado algún incidente por toxina paralizante (PSP, por sus siglas en inglés).

Como se puede apreciar, hay evidencia de que la entrada de nutrientes de origen antropogénico puede comprometer la integridad ecológica tanto de los sistemas acuáticos de la región como los de la Reserva, lo que a la postre, puede alterar la abundancia y diversidad de los organismos que en ellos se desarrollan.



Figuras 6–7. *Cladophora glomerata*; **6**. Crecimiento masivo en Lago Lagartos; **7**. Detalle del talo. Figuras de Francisco Valadez. **8**. Biovolumen (línea obscura) y abundancia relativa (histogramas) de una proliferación de cianobacterias en Lago Lagartos. Figuras modificadas de Valadez *et al.*, 2013.

Análisis de Integridad Ecológica y uso de algas en el monitoreo de los sistemas acuáticos de Sian Ka'an

En respuesta a la potencial contaminación de los sistemas acuáticos de la Reserva, como medida preventiva y de protección, el Análisis de Integridad Ecológica de Sian Ka'an contempla el uso de algas (bioindicadores) como parte esencial en el monitoreo de dichos sistemas, sin embargo, su implementación permanece pendiente dada la carencia de inventarios confiables y actualizados (Cepeda-González *et al.*, 2007).

El uso de bioindicadores no sustituye a los datos físico-químicos del agua; sin embargo, la información biológica juega un papel importante por su alto nivel de integración de las condiciones del ambiente. Un buen bioindicador debe reunir, al menos, dos condiciones básicas: respuesta rápida y sensible a las alteraciones físicas, químicas y biológicas, así como, representatividad del gradiente espacio-temporal que se produce después de un evento de perturbación. Entre los organismos de amplio uso como bioindicadores de la salud de los sistemas acuáticos destacan las algas (Dixit *et al.*, 1992; Kennish *et al.*, 2011; Lowe y Pan, 1996; McGlathery, 2011; Stevenson, 1984).

Las algas son organismos procariontes y eucariontes que comparten niveles de organización celular y la capacidad de realizar fotosíntesis oxigénica. Constituyen el primer eslabón de la cadena trófica de la mayoría de los sistemas donde se desarrollan; dependen enteramente del agua para la obtención de nutrientes, intercambio de gases y procesos reproductivos, por lo que, la alteración en las características físicas y químicas del agua (naturales y/o antropogénicas), producen cambios en su composición, abundancia y diversidad dentro de las comunidades que constituyen, razón por la cual, se consideran buenos bioindicadores acuáticos (Weitzel, 1979).

En cuanto a los estudios florísticos y/o ecológicos en la RBSK, para las algas dulceacuícolas la única referencia previa es el trabajo de La Hée y Gaiser (2012). Estudios previos para el caso de las microalgas marinas son aquellos de Almazán-Becerril y Hernández-Becerril (2002), Almazán-Becerril *et al.* (2012), Hernández-Becerril y Almazán-Becerril (2004) y Gómez-Aguirre (1998). Para las macroalgas marinas las referencias bibliográficas previas son los trabajos de Acosta-Calderón (2011), Aguilar-Rosas (1990), Aguilar-Rosas *et al.* (1992, 1998), Díaz-Martín y Espinoza-Avalos (2000), Fikes *et al.* (2007), Inclán (1989), Keeney (1999) y Taylor (1972).

El objetivo del presente trabajo es el de resaltar aquellas especies de algas cuyas características –potenciales formadoras de crecimientos masivos– se les pueda considerar como bioindicadores y como elementos imprescindibles a considerar en los estudios ecológicos y programas de monitoreo que conlleven al manejo sustentable de los recursos naturales de Sian Ka'an.

Potenciales bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva de la RBSK

De las 466 especies de algas reportadas en el Anexo I, considerando su potencialidad para formar floraciones, son 33 taxa las que tienen una clara utilidad de fungir como

bioindicadores, y de ellas: 22 (67 %) fueron macroalgas bentónicas marinas, 7 (21 %) microalgas perifíticas dulceacuícolas y 4 (12 %) microalgas planctónicas marinas. En cuanto a las algas dulceacuícolas, los crecimientos excesivos de *Merismopedia tenuissima*, *Cyclotella atomus* var. *gracilis*, *C. meneghiniana*, *Nitzschia acicularis* y *N. palea* se consideran indicadoras de condiciones eutróficas y de alto contenido de materia orgánica en las comunidades donde se desarrollan (Dantas *et al.*, 2011; Krammer y Lange-Bertalot, 1997; Figs. 9–13), mientas que *Terpsinoe musica* es indicadora de aguas limpias (Krammer y Lange-Bertalot, 1991; Figs. 14–15). Entre las microalgas marinas, las floraciones de *Amphidinium operculatum*, *Prorocentrum lima, P. mexicanum* y *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, además, de ser indicadoras de altas concentraciones de nutrientes, también lo son de cambios de salinidad, principalmente en lagunas costeras o manglares influenciados por descargas de agua dulce (Coello *et al.*, 2010; Phlips *et al.*, 2004; Figs. 16–17) y algunas potencialmente tóxicas (Okolodkov, 2005).

Entre las macroalgas marinas, los crecimientos masivos de *Rhipocephalus phoenix* se consideran indicadores de aguas no impactadas (Torruco *et al.* 1993). Por otra parte, las floraciones de *Centroceras clavatum*, *Gelidium pusillum*, *Acetabularia calyculus*, *Caulerpa sertularioides*, *Chaetomorpha linum* y *Rhizoclonium riparium* se consideran tolerantes a materia orgánica de origen antropogénico (Collado Vides y González, 1993; Collado *et al.*, 1994; Huerta y Tirado, 1970; Littler y Murray, 1978; Pedroche *et al.* 1995; Figs. 18–20). Finalmente, los blooms de *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia tenella, Gracilaria tikvahiae, Hypnea spinella*, *Spyridia filamentosa*, *Caulerpa verticillata*, *Cladophora sericea*, *C. vagabunda*, *Cladophoropsis macromeres*, *C. membranacea*, *Enteromorpha flexuosa*, *E. intestinalis*, *Ulva fasciata* y *U. lactuca* se consideran indicadores de alto contenido de materia orgánica (Collado Vides y González, 1993; Collado *et al.*, 1994; Kennish *et al.*, 2011; McGlathery, 2011; Mendoza González y Mateo Cid, 1992; Fig. 21).

Discusión Académica

Dentro de los límites de la RBSK se encuentra un muy alto porcentaje de las algas dulceacuícolas reportadas para los sistemas acuáticos epicontinentales de Quintana Roo (Novelo y Tavera, 2011), y aun un más alto porcentaje de las especies de algas marinas conocidas para el Caribe Mexicano (Pedroche y Sentíes, 2003). Como podemos constatar en el Anexo I una proporción significativa de tales especies tiene potencialidades para fungir como bioindicadores. Sin embargo,

nuestro conocimiento de las floraciones algales en los cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán y de la RBSK es limitado, por lo que el estudio de la autoecología de diferentes especies podría ayudar en una mayor comprensión de nichos de crecimiento, predicción de aparición y posibles estrategias de control para la minimización de las floraciones.

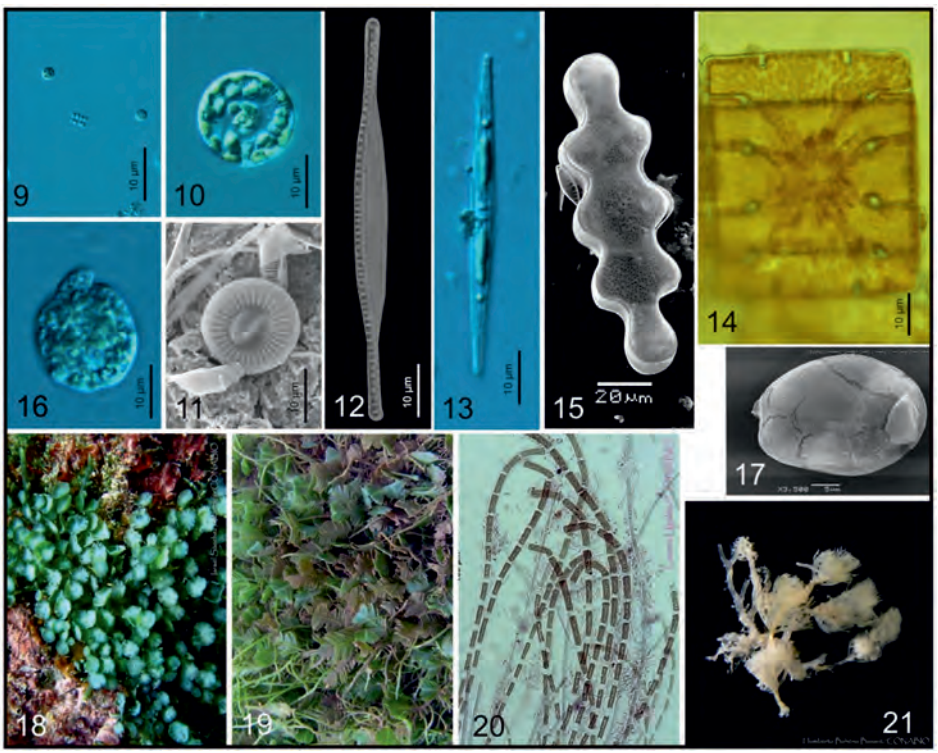


Figura 9. *Merismopedia tenuissima*; **10–11.** *Cyclotella meneghiniana* en microscopía de luz y electrónica de barrido, respectivamente; **12.** *Nitzschia acicularis*; **13.** *N. palea*; **14–15.** *Terpsinoe música* en microscopía de luz y electrónica de barrido, respectivamente; **16.** *Amphidinium operculatum*, Figuras de Francisco Valadez; **17.** *Prorocentrum lima* en microscopía electrónica de barrido, Figura de Sergio Licea *et al.*/CONABIO; **18.** *Acetabularia calyculus,* Figura de Israel Sanchez/CONABIO*;* **19.** *Caulerpa sertularioides,* Figura de Carlos F. Candelaria/CONABIO*;* **20.** *Rhizoclonium riparium,* Figura de Lucero Ugalde/CONABIO*;* **21.** *Caulerpa verticillata,* Figura de Humberto Bahena/CONABIO.

Consideraciones finales y perspectivas

En esta contribución se presenta el primer listado de algas dulceacuícolas y marinas de la RBSK con alta potencialidad de fungir como bioindicadores, porque se constituye en un aporte imprescindible para los estudios de los impactos de las actividades humanas, el manejo sustentable de los recursos naturales de la reserva y para los programas de Análisis de Integridad Ecológica a desarrollarse no solo en la Reserva sino en toda la región.

En este contexto hacemos un llamado a generar mayores, y más profundos, estudios e investigaciones sobre las algas de agua dulce, muy especialmente las algas verdes, verde-azules, y las diatomeas, ello en virtud del particular potencial que sus especies tienen como potenciales indicadores biológicos del estado de salud de los sistemas acuáticos no solo de la RSBK, sino también de toda la región.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Acosta-Calderón, J.A. 2011. *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 Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo.* Tesis de Licenciatura. Biología Marina. Universidad del Mar, Oaxaca, México. 92 pp.

Aguilar-Rosas, M.A. 1990. *Algas marinas bentónicas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo.* pp. 13-34. En: Navarro, D. y J.G. Robinson (Eds.). Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Chetumal. Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), México. 471 pp.

Aguilar-Rosas, L.E., M.A. Aguilar-Rosas, A. Gómez-Pedroso-Cedillo y J.A. Fernández-Prieto. 1992. *Adiciones a la flora marina del Caribe mexicano*. Acta Botánica Mexicana 19: 77-84.

Aguilar-Rosas, M.A., L.E. Aguilar-Rosas y R. Aguilar-Rosas. 1998. *Algas marinas de la región central de Quintana Roo, México*. Polibotánica 7: 15-32.

Almazán-Becerril, A., G. Rosiles-González, S. Escobar-Morales, M. Rodríguez-Palacios y D.U. Hernández-Becerril. 2012. *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. 24 pp.

ASK (Amigos de Sian Ka'an). 2003. Tratamiento de Aguas Residuales: construyendo las Bases Para la Conservación del Agua y su Biodiversidad Asociada en la Península de Yucatán [Wastewater treatment: constructing the basis for the conservation of water and the associated biodiversity on the Yucatan Peninsula]. CD-ROM, Amigos de Sian Ka'an, The Nature Conservancy y la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Cancún, Quintana Roo, México.

Beddows, P.A., P.L. Smart, F.F. Whitaker y S.L. Smith. 2007. *Decoupled fresh-saline groundwater circulation of a coastal carbonate aquifer: Spatial patterns of temperature and specific electrical conductivity*. Journal of Hydrology 346 (1): 18–32.

Cepeda-González, M.F., T. Lasch, A.O. Ortiz, F.E. Ursúa, G. Merediz, A. Franquesa, D.M. Bermúdez, J.A. Morales y M. Reza. 2007. *Programa de Monitoreo del Plan de Conservación del Complejo Sian Ka'an*. The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Amigos de Sian Ka'an, A.C., United States Agency for International Development. Mérida, Yucatán, México. 123 pp.

Coello, D., J. Cajas, P. Macias y J. Lindao. 2010. Floración algal ocasionada por Prorocentrum mexicanum en el canal de Jambelí. Revista Ciencias del May y Limnología 4(1): 25-33.

Collado Vides L. y J. González González. 1993. *Macroalgas del sistema de Nichupté, Quintana Roo*. pp. 752-760. En: Salazar Vallejo S.I. y N.E. González (Eds.). Biodiversidad marina y costera de México, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROO).

Collado Vides L., J. González González y M. Gold-Morgan. 1994. *A Descriptive Approach to the Floating Masses of Algae of a Mexican Caribbean Coastal Lagoon*. Botánica Marina 37: 391-396.

CONANP. 2007. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an y Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil*. Borrador para consulta pública. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México. 81 pp.

Dantas, E.W., A.N. Moura y M.C. Bittencourt-Oliveira. 2011. *Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil*. Academia Brasileira de Ciências 83(4): 1327-1338.

Díaz-Martín, M.A. y J. Espinoza-Avalos. 2000. *Distribution of brown seaweeds (Phaeophyta) in the Yucatan Peninsula, Mexico*. Bulletin of Marine Science 66(2): 279–289.

Dixit, S.S., J.P. Smol, J.C. Kingston y D.F. Charles. 1992. *Diatoms: powerful indicators of environmental changes*. Environmental Science and Technology 26(1): 23-33.

Fikes, R.L.; L.C. Smith, y R.L. Lehman. 2007. *Characterization of a High Energy Macroalgal Community in Quintana Roo, Mexico Using Digital Image Analysis*. The Texas Journal of Science 59 (2): 103-112.

Gómez-Aguirre, S. 1998. *First record of* Pyrodinium bahamense *(Dinoflagellata) in brackish waters of the Mexican Caribbean coast*. Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México (UNAM), Serie Zoología 69: 121-123.

Hernández-Becerril, D.U. y A. Almazán-Becerril. 2004. *Especies de dinoflagelados del género* Gambierdiscus *(Dinophyceae) del Mar Caribe mexicano*. Revista de Biología Tropical 52(1): 77-87.

Hernández-Terrones, L., M. Rebolledo-Vieyra, M. Merino-Ibarra, M. Soto, A. Le-Cossec y E. Monroy-Ríos. 2011. *Groundwater Pollution in a Karstic Region (NE Yucatan): Baseline Nutrient Content and Flux to Coastal Ecosystems*. Water, Air, and Soil Pollution 218: 517–528.

Howarth, R.W., H.S. Jensen, R. Marino y H. Postma. 1995. *Transport to and processing of P in near-shore and oceanic waters*. pp. 232-246. En: Thiessen, H (Ed.). SCOPE 54, Phosphorus in the global environment. Transfers, cycle sand management. J. Wiley and Sons. 476 pp.

Huerta, L. y J. Tirado. 1970. *Estudio florístico-ecológico de las algas marinas de la costa del Golfo de Tehuantepec, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 31: 115-137.

Inclán-Rivadeneyra, R. 1989. *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.

Kaçaroğlu, F. 1999. *Review of groundwater pollution and protection in karst areas*. Water, Air, and Soil Pollution 113: 337–356.

Keeney, T.S. 1999. *Coral reef macroalgae in northern Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico*. M.S. Thesis. Biology Program, Texas A&M University-Corpus Christi. 58 pp.

Kennish, J.M., B. Fertig y G.P. Sakowicz. 2011. *Benthic Macroalgal Blooms as an Indicator of System Eutrophyin the Barnegat Bay–Little Egg Harbor Estuary*. Bulletin New Jersey Academy of Science 56(1): 1–5.

Krammer, K. y Lange-Bertalor H. 1991. *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Süsswasserflora von Mitteleuropa 2/3. Gustav Fisher, Stuttgart.

Krammer, K. y Lange-Bertalor H. 1997. *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Susswasserflora von Mitteleuropa 2/2 Gustav Fischer Verlar, Stuttgart.

La Hée, J.M. y E.E. Gaiser. 2012. *Benthic diatom assemblages as indicators of water quality in the Everglades and three tropical karstic wetlands*. Freshwater Science 31(1): 205-221.

Lapointe, B.E., M.M. Littler y D.S. Litter. 1992. *Nutrient availability to marine macroalgae in siliclastic versus carbonate-rich coastal waters*. Estuaries 15: 75-82.

Landsberg, J.H., H. Sherwood, J.N. Johannessen, K.D. White, S.M. Conrad, J.P. Abbott, L.J. Flewlling, R.W. Richardson, R.W. Dickey, E.L.E. Jester, S.M. Etheridge, J.R. Deeds, F.M. Van Dolah, T.A. Leifield, Y. Zou, C.G. Beaudry, R.A. Benner, P.L. Rogers, P.S. Scott, K. Kawabata, J.L. Wolny y K.A. Steidinger. 2006. *Saxitoxin puffer fish poisoning in the United States, with the first report of* Pyrodinium bahamense *as the putative toxin source*. Environmental Health Perspectives 114: 1502–1507.

Littler, M.M. y S.N. Murray. 1978. *Influence of Domestic Waters on Energetic Pathway in Rocky Intertidal Communities*. Journal of Applied Ecology 15: 583-595.

Lowe, R. y Y. Pan. 1996. *Benthic algal communities as biological monitors*. pp. 705–739. En: Stevenson, R.J., M. Bothwell R.L. Lowe (Eds.). Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press. San Diego, California.

McGlathery, K.J. 2011. Macroalgal blooms contribute to the decline of seagass in nutreint-enriched coastal water. Journal of Phycology 37: 543-456.

McGlathery, K.J., R. Marino y R. Howarth. 1994. *Variable rates of phosphate uptake by shallow marine carbonate sediments: Mechanisms and ecological significance*. Biogeochemistry 25: 127-146.

Mendoza González, A.C. y L.E. Mateo Cid. 1992. *Algas marinas bentónicas de Isla Mujeres, Quintana Roo, México*. Acta Botánica Méxicana 19: 37-61.

Mutchler, T., K.H. Dunton, A. Townsend-Small, S. Fredriksen y M.K. Rasser. 2007. *Isotopic and elemental indicators of nutrient sources and status of coastal habitats in the Caribbean Sea, Yucatan Peninsula, Mexico*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 74: 449-457.

Novelo, E. y R. Tavera. 2011. *Un panorama gráfico de las algas de agua dulce de México*. Hidrobiológica 21(3): 333-341.

Okolodkov, Y.B. 2005. *The global distributional patterns of toxic, bloom dino*flagellates *recorded from the Eurasian Arctic*. Harmful Algae 4: 351–369.

Pedroche, F.F. y A. Sentíes. 2003. *Ficología marina mexicana. Diversidad y Problemática actual*. Hidrobiológica 13 (1): 23-32.

Pedroche, E.F., J.A. West, G.C. Zuccarello, A. Sentíes y U. Karsten. 1995. *Marine red Algae of the Mangrove in Southern Pacific México and Pacific Guatemala*. Botánica Marina 38: 111-119.

Phlips, E.J., S. Badylak, S. Youn y K. Kelley. 2004. *The occurrence of potentially toxic dinoflagellates and diatoms in a subtropical lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA*. Harmful Algae 3: 39–49.

Phlips, E.J., S. Badylak, E. Bledsoe, M. Cichra. 2006. *Factors affecting the distribution of Pyrodinium bahamense var. bahamense in coastal waters of Florida*. Marine Ecology Progress Series 322: 99–115.

Planas, D., S.C. Maberly y J.E. Parker. 1996. *Phosphorus and nitrogen relationships in* Cladophora glomerata *in two lake basins of different trophic status*. Freshwater Biology 35: 609–22.

Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR). 2003. *Ficha Informativa de los humedales Sian Ka'an*, RAMSAR, 17pp.

Short, F.T., W.C. Dennison y D.G. Capone. 1990. *Phosphorus-limited growth of tropical seagrass Syringodium filiforme in carbonate sediments*. Marine Ecology Progress Series 62: 169-174.

Stevenson, R.J. 1984. *Epilithic and epipelic diatoms in the Sandisky River, with emphasis on especies diversity and water pollution*. Hydrobiologia 114: 161-175.

Taylor, W.R. 1972. *Marine algae of the Smithsonian-Bredin expedition to Yucatan.* Bulletin of Marine Science 22: 34-44.

Torruco, D., M.A. González y W.D. Liddell. 1993. *Integración ecológica de grupos funcionales en la laguna arrecifal de Alacranes, Yucatán, México*. Brenesia 39-40: 37-49.

Valadez, F., G. Rosiles-González, A. Almazán-Becerril y M. Merino-Ibarra. 2013. *Planktonic Cyanobacteria of the tropical karstic lake Lagartos from the Yucatan Peninsula, Mexico*. Revista de Biología Tropical 61(2): 971-979.

Weitzel R.L. 1979. *Methods and Measurements of Periphyton Communities: A review*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. 33 pp.

Whitton, B.A. 1970. *Biology of Cladophora in freshwaters*. Water Research 4: 457–76.

Páginas Web

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2010. Temperatura y precipitación. http://smn.cna.gob.mx/climatologia/climatologia.html; 18 May 2010.

Sitio del INEGI en Internet: www.inegi.org.mx; 10 Mayo 2013.

Para citar esta obra:

Valadez–Cruz, F., G. Rosiles–González y A. Ortega–Rubio. 2015. *Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp.285-314). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Anexo I. Lista de especies de algas de la RSBK. Los números después de las autoridades taxonómicas indican los sitios de ocurrencia (Fig. 3). Potencial indicador biológico (PIB).

Grupo/Especie	PIB
CYANOPROKARYOTA	
Cyanophyceae	
Merismopedia tenuissima Lemmermann [2, 4]	+
Phormidium kuetzingianum (Kirchn.) Anagnostidis et Komárek [2, 4]	
Synechocystis pevalekii Erceg. [2, 4]	
RHODOPHYTA	
Eurhodophytina	
Acanthophora spicifera (Vahl) Børg. [7, 8, 11, 13, 18, 29, 37]	+
Aglaothamnion cordatum (Børg.) Feldm.-Maz. [11]	
Aglaothamnion halliae (Coll.) Aponte, Ballant. et Norris [7]	
Amansia multifida Lamour. [11]	
Amphiroa fragilissima (L.) Lamour. [7, 8, 11, 13, 14, 15, 35]	
Amphiroa rigida Lamour. [7, 11, 25]	
Amphiroa tribulus (Ellis et Sol.) Lamour. [13]	
Anotrichum tenue (Ag.) Näg. [7, 8, 11, 17, 18, 29, 31]	
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevis. [6, 8, 11, 21]	
Bostrychia montagnei Harv. [13, 14]	
Bostrychia tenella (Lamour.) Ag. [11]	+
Botryocladia pyriformis (Børg.) Klin [6]	
Bryothamnion triquetrum (Gmel.) Howe [7, 8, 10, 11]	
Catenella caespitosa (With.) Irvine [11, 13]	
Caloglossa leprieurii (Mont.) Martens [13]	
Centroceras clavulatum (Ag.) Mont. [7, 8, 11, 13]	+
Centroceras micracanthum Kütz. [25, 29, 31]	
Ceramium brevizonatum var. *caraibicum* Peter. et Børg. [25, 29]	
Ceramium cimbricum Peter. in Rosenv. [13, 25]	
Ceramium cimbricum f. *flaccidum* (Peter.) Furnari et Serio [13, 29]	
Ceramium cruciatum Coll. et Harv. [8, 25, 35]	
Ceramium leutzelburgii Schm. [15, 17, 18, 25, 29, 40]	
Ceramium nitens (Ag.) Ag. [7, 8, 11, 18, 25, 31]	

Continúa...

Ceramium subtile Ag. [11, 13]

Ceramium virgatum Roth [13]

Ceramiun sp. [13, 17, 18, 36, 37]

Champia parvula (Ag.) Harv. [7, 11, 17, 18]

Champia parvula var. *postrata* Williams [15, 17, 18, 24, 25, 29, 35]

Champia salicornioides Harv. [11, 13, 25]

Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq [7, 11]

Chondracanthus teedii (Mert. ex Roth) Kütz. [11]

Chondria baileyana (Mont.) Harv. [11, 13]

Chondria cnicophylla (Melvill) De Toni [15, 18, 23, 25]

Chondria collinsiana Howe [15, 35]

Chondria curvilineata Coll. et Herv. [18, 24, 25]

Chondria dasyphylla (Woodw.) Ag. [15, 17, 40]

Chondria littoralis Herv. [7, 8, 11, 13, 23, 25, 29, 31]

Chondria platyramea Jol. et Ugadim [11, 13]

Chondria polyrhiza Coll. et Herv. [7, 11, 18, 25]

Chondrophycus corallopsis (Mont.) Nam [25]

Chondrophycus flagelliferus (Ag.) Nam [13]

Chondrophycus papillosus (Ag.) Garbary et Harper [13]

Chrysymenia planifrons (Melvil) Ag. [13, 14]

Colaconema daviesii (Dillw.) Stegenga [25, 29]

Coelothrix irregularis (Harv.) Børg. [15]

Corynomorpha clavata (Harv.) Ag. [13]

Crouania attenuata (Ag.) Ag. [11, 13]

Crouania plepnospora Taylor [24, 25]

Crouanophycus latiaxis (Abbott) Athanas [15, 17, 18, 24, 25, 29, 31, 35]

Dasya baillouviana (Gmel.) Mont. [7, 25]

Dasya caraibica Børg. [7]

Dasya corymbifera Ag. [7, 8, 11]

Dasya mollis Harv. [13]

Dasya rigidula (Kütz.) Ardiss. [8, 11, 35]

Digenea simplex Ag. [6-8, 11, 14, 15, 17, 18, 31, 35]

Dipterosiphonia dendritica (Ag.) Schm. [7, 8, 11]

Eucheuma isiforme (Ag.) Ag. [13]

Continúa...

Galaxaura rugosa (Ellis et Sol.) Lamour. [7, 13, 14, 24]	
Ganonema dendroideum (Crouan et Crouan) Ballant. et Aponte [11]	
Ganonema farinosum (Lamour.) Fan et Wang [7, 8, 11]	
Gastroclonium parvum (Hollenb.) Chang et Xia [7, 8, 11, 13, 17-19, 36, 38]	
Gayliella flaccida (Harv. ex Kütz.) Cho et Fredericq [15, 18, 25, 29, 31, 35]	
Gayliella transversalis (Coll. et Herv.) Cho et Fredericq [15, 17, 29, 35]	
Gelidiella acerosa (Forssk.) Feldm. et Hamel [6-8, 11, 13, 25]	
Gelidiopsis sp. [37]	
Gelidium pusillum (Stackh.) Lejolis [7]	+
Gracilaria armata (Ag.) Grev. [13]	
Gracilaria cervocronis (Turn.) Ag. [13]	
Gracilaria debilis (Forssk.) Børg. [29]	
Gracilaria tickavahiae MacLachlan [18, 29]	+
Gracilaria sp. [6]	
Grallatoria reptans Howe [11]	
Grateloupia gibbesi Harv. [13, 17]	
Griffithsia globulifera Harv. ex Kütz. [7, 8, 11, 13]	
Griffithsia heteromorpha Kütz. [17, 18, 25]	
Griffithsia radicans Kütz. [11, 13, 25]	
Haloplegma duperreyi Mont. [13]	
Heterodasya mucronata (Harv.) Wynne [7, 8, 11]	
Heterosiphonia bipinnata Howe [18, 24, 25, 29]	
Heterosiphonia crispella (Ag.) Wynne [18, 25, 35]	
Heterosiphonia crispella var. laxa (Børg.) Wynne [17, 18, 25, 29, 35]	
Heterosiphonia gibbesii (Harv.) Falkenb. [7, 8, 11, 13, 14]	
Heterosiphonia pecten-veneris (Harv.) Falkenb. [7, 8, 11, 15, 25, 35]	
Herposiphonia secunda (Ag.) Ambr. [7, 8, 11]	
Herposiphonia secunda f. *tenella* (Ag.) Wynne [7, 8, 11, 15, 17, 18, 24, 29, 31, 35]	
Herposiphonia tenella (Ag.) Ambr. [13, 14]	
Hydrolithom farinosum (Lamour.) Penrose et Chamb. [14, 15, 17, 18, 25, 29, 31, 35]	
Hypnea cervicornis Ag. [10, 13]	
Hypnea musciformis (Wulf.) Lamour. [8, 10, 11, 13, 17, 18]	
Hypnea spinella (Ag.) Kütz. [11, 13, 18, 25, 29, 31]	+
Hydropuntia cornea (Ag.) Wynne [13]	

Continúa...

Hydropuntia crassissima (Crouan et Crouan) Wynne [6, 7]

Halymenia duchassaingnii (Ag.) Ktlin [11]

Hypneocolax stellaris Børg. [13, 17]

Jania adhaerens Lamour. [7, 8, 11, 14, 18, 25, 29, 31, 37, 40]

Jania capillaceae Harv. [10, 13, 14, 24, 30]

Jania cubensis Mont. ex Kütz. [11, 15]

Jania pumila Lamour. [7, 13]

Jania rubens (L.) Lamour. [11]

Jania subuluta (Ellis et Sol.) Sond. [11]

Jania tenella (Kütz.) Grun. [13, 25]

Kallymenia limminghei Mont. [13]

Laurencia filiformis (Ag.) Mont. [7, 8, 11, 15, 17, 18, 25, 35]

Laurencia intricata Lamour. [7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 23-25, 29, 31, 35]

Laurencia microcladia Kütz. [7, 8, 11]

Laurencia minuta Vandermeulen, Garbary et Guiry [17, 25]

Laurencia obtusa (Huds.) Lamour. [11, 13, 15, 23, 25, 29, 35]

Laurencia papillosa (Ag.) Grev. [7, 8, 10, 11, 13, 14]

Laurencia poiteaui (Lamour.) Howe [7, 8, 13]

Laurencia sp. [13, 17, 18, 37]

Liagora ceranoides Lamour. [7]

Lithophyllym pustulatum (Lamour.) Näg. [29]

Lophocladia trichoclados (Ag.) Ag. [7, 8, 11, 13]

Lophosiphonia cristata Falkenb. [8, 29]

Martensia fragilis Harv. [13]

Melobesia membranacea (Esper) Lamour. [14, 17, 29, 35]

Meridiocolax polysiphoniae (Oliveira et Ugadim) Morril [24]

Mesophyllum incertum (Fosl.) Lemoine [11, 13, 25]

Murrayella periclados (Ag.) Schm. [13]

Neogoniolithon spectabile (Fosl.) Setch. et Mason [17]

Neogoniolithon strictum (Fosl.) Setch. et Manson [11, 25]

Neogoniolithon trichotomum (Heydr.) Setch. et Manson [13]

Neosiphonia ferulacea (Suhr ex Ag.) Guim. et Fuji [7, 8, 11, 18, 25, 31, 35]

Neosiphonia gorgoniae (Harv.) Guim. et Fuji [11, 13, 15, 25]

Neosiphonia harveryi (Bail.) Kim, Choi, Guiry et Saunders [13, 15]

Continúa...

Neosiphonia hawaiiensis (Hollenb.) Kim et Abbott [18, 25, 35]	
Neosiphonia sertularioides (Gratel.) Nam et Kang [13]	
Neosiphonia tongatensis (Harv. ex Kütz.) Kim et Lee [7, 8, 11]	
Ochtodes secundiramea (Mont.) Howe [7]	
Palisada flagellifera (Ag.) Nam [7, 15, 17, 25]	
Palisada perforata (Bory) Nam [15, 18, 35]	
Peryssonnellia armorica (Crouan et Crouan) Web. Bosse [25, 35]	
Peryssonnellia conchicola Picconne et Grun. [17, 25]	
Peryssonnellia simulans Web. van Bosee in Børg. [40]	
Platoma cyclocolpum (Mont.) Schm. [13]	
Pneophyllum confervicola (Kütz.) Chamb. [17, 19]	
Pneophyllum fragile Kütz. [17, 19, 25]	
Polysiphonia atlantica Kapraun et Norris [18, 23, 25, 29]	
Polysiphonia binneyi Harv. [15, 17, 18, 25, 29, 31, 35]	
Polysiphonia breviarticulata (Ag.) Zanard. [13, 16, 17, 36, 37, 38]	
Polysiphonia denudata (Dillw.) Grev. ex Harv. [8, 13, 25]	
Polysiphonia havanensis Mont. [13]	
Polysiphonia howei Hollenb. in Taylor [7, 8, 11, 15, 25]	
Polysiphonia opaca (Ag.) Moris et De Not. [7, 8, 11]	
Polysiphonia pseudovillum Hollenb. [15]	
Polysiphonia scopolorum Harv. [13]	
Polysiphonia scopolorum var. *villum* (Ag.) Hollenb. [8, 18, 36, 40]	
Polysiphonia sertularioides (Gratel.) Ag. [11, 17, 29]	
Polysiphonia sphaerocarpa Børg. [7, 8, 11, 15, 17, 18]	
Polysiphonia subtilissima Mont. [13]	
Polysiphonia sp. [13, 18, 37]	
Pterocladiella sanctarum (Feldm. et Hamel) Santel. [15]	
Ptilothamnion speluncarum (Coll. et Herv.) Ballant. et Wynne [11]	
Spermathamnion gymnocarpum Howe [13]	
Spermathamnion investiens (Crouan et Crouan) Vicjers [11]	
Spermothamnion sp. [18]	
Spyridia filamentosa (Wulf.) Harv. [7, 8, 13, 14, 37]	+
Spyridia hypnoides (Bory) Pepenf. [13, 25]	
Taenioma nanum (Kütz.) Pepenf. [7, 11, 18, 29]	

Continúa...

Tiffaniella gorgonea (Mont.) Doty et Meñez [11]

Trichogloeopsis pedicellata (Howe) Abbott et Doty [13]

Tricleocarpa fragilis (L.) Huisman et Tows. [13]

Wrangelia argus (Monta.) Mont. [8, 11]

Wrangelia bicuspidata Børg. [11]

Wrangelia penicillata (Ag.) Ag. [7, 8]

Wrighiella blodgettii (Harv.) Schm. [11]

Wurdemannia miniata (Spreng.) Feldm. et Hamel [8, 11]

Yuzura poiteaui (Lamour.) Martin-Lescanne [15, 17, 18, 24, 25, 29, 31, 35]

Yuzura poiteaui var. *gemmifera* (Harv.) Wynne [14, 15, 17, 18, 23, 25, 35]

Metarhodophytina

Erythrotrichia carnea (Dillw.) Ag. [15, 17, 18, 25, 29, 31, 35]

Rhodophytina

Stylonema alsidii (Zanard.) Drew [8, 15, 17, 18, 23, 25, 29, 35]

OCHROPHYTA

Chrysophyceae

Chromulina fusiformis Conr. [1, 2, 4]

Phaeophyceae

Canistrocarpus cervicornis (Kütz.) De Paula et De Clerck [18, 25, 29]

Cladosiphon occidentalis Kylin [11]

Dictyota bartayresiana Lamour. [7, 12, 13, 16, 17, 19, 25, 38]

Dictyota caribaea Hör. et Sch. [15, 18, 35]

Dictyota cervicornis Kütz. [7-12, 16, 18, 19, 25, 36]

Dictyota ciliolata Sond. ex Kütz. [7, 8, 11, 20]

Dictyota dicothoma ((Huds.) Lamour. [7, 8, 11, 12, 16, 18, 19, 25]

Dictyota dicothoma var. *intricata* (Ag.) Grev. [7, 8]

Dictyota guineensis (Kütz.) Crouan et Crouan [7, 8, 11, 20, 22, 25, 32]

Dictyota jamaicensis Taylor [8, 19]

Dictyota menstrualis (Hoyt) Sch., Hör. et W.P. [16, 19, 20, 22, 26-29, 32, 33, 36, 39]

Dictyota mertensii (Mart.) Kütz. [8, 9, 11, 16, 25]

Dictyota pinnatifida Kütz. [7, 8, 11, 20, 25]

Dictyota pulchella Hör. et Sch. [9, 11, 16-20, 22, 25, 27, 28, 32, 35]

Dictyota sp. [6]

Dictyopteris delicatula Lamour. [11, 16, 20, 26, 28]

Continúa...

Dictyopteris justii Lamour. [11, 14]	
Feldmannia irregularis (Kütz.) Hamel [22, 26, 29]	
Hincksia mitchelliae (Harv.) Silva [20, 28]	
Kuetzingiella elachistaeformis (Heydr.) Balakri. et Kinkar [29]	
Lobophora variegata (Lamour.) Womers. ex Oliveira [6-9, 11, 13,16, 18, 20,24 ,25, 27-29]	
Onslowia endofitica Searles et Leister [25]	
Padina boergesenii Allender et Kraft [27]	
Padina gymnspora (Kütz.) Sond. [11]	
Padina haitiensis Thivy [25]	
Padina sanctae-crucis Børg. [6-11, 16, 19, 20, 22, 25]	
Sargassum buxifolium (Chauv.) Wynne [11]	
Sargassum filipendula Ag. [25]	
Sargassum fluitans (Børg.) Børg. [6, 7, 11, 22]	
Sargassum furcatum Kütz. [22]	
Sargassum hystrix Ag. [6-9, 1 9, 20, 22]	
Sargassum natans (L.) Gaillon [6, 25]	
Sargassum platycarpum Mont. [7, 8, 25]	
Sargassum polyceratium Mont. [7-9, 11, 19, 20, 22, 25]	
Sargassum vulgare Ag. [7, 9, 13, 25]	
Spatoglossum schroederi (Ag.) Kütz. [18, 25, 29, 31]	
Sphacelaria tribuloides Menegh. [11]	
Sytopopodium zonale (Lamour.) Pepenf. [8-10, 16, 18, 22, 25, 26, 28]	
Turbinaria tricostata Barton [6-8, 11, 22, 38]	
Turbinaria turbinata (L.) Kuntze [6, 8, 11, 14, 22, 25]	
Xanthophyceae	
Characiopsis sphagnicola Pasch. [2, 4]	
BACILLARIOPHYTA	
Coscynodyscophyceae	
Cyclotella atomus var. *gracilis* Genkil et Kiss [1, 2, 3, 4]	+
Cyclotella litoralis Lange-Bert. et Syvertsen [1, 2, 3, 4]	
Cyclotella meneghiniana Kütz. [1, 2, 3, 4]	+
Cyclotella striata (Kütz.) Grun. [1, 2, 3, 4]	
Cyclotella sp. [2, 4]	
Melosira nummuloides (Dillw.) Ag. [1, 2, 3, 4]	

Continúa...

Terpsinoe musica Ehren. [2, 4]	+
Fragilariophyceae	
Fragilaria cf. *famelica* (Kütz.) Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Fragilaria hialina (Kütz.) Grun. [1, 2, 3, 4]	
Fragilaria nanana Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Fragilaria synegrotesca Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Fragilaria ulna var. *ulna* (Nitz.) Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Licmophora hyalina (Kütz.) Grun. [1, 3]	
Synedra acus var. *angustissima* Ehren. [1, 2, 3, 4]	+
Bacillariophyceae	
Achnanthes temperei Perag. [1, 2, 3, 4]	
Achnanthidium exiguum (Grun.) Czarn. [1, 2, 3, 4]	
Achnanthidium neomicrocephalum Lange-Bert. et Staab [2, 4]	
Achnanthidium sp. [2, 4]	
Amphora corpulenta var. *capitata* Temp. et Perag. [1, 2, 3, 4]	
Amphora cymbifera var. *heritierarum* Wachnicka et Gaiser [1, 2, 3, 4]	
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz. [1, 2, 3, 4]	
Amphora pseudoproteus Wachnicka et Gaiser [1, 2, 3, 4]	
Amphora sulcata (Bréb.) Cleve [1-4]	
Amphora sp. 1 [2, 4]	
Amphora sp. 2 [2, 4]	
Amphora sp. 3 [2, 4]	
Anomoneis sphaerophora (Ehren.) Pfitzer [1, 2, 3, 4]	
Brachysira estonarium Witkow., Lange-Bert. et Metz. [, 2, 3, 4]	
Brachysira cf. *hofmanniae* Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Brachysira neoexilis Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Brachysira procera Lange-Bert. et Moser [1, 2, 3, 4]	
Caponea caribbea Podz. [1, 2, 3, 4]	
Cocconeis placentula Ehren. [1, 2, 3, 4]	
Cymbella affinis Kütz. [1, 2, 3, 4]	
Diploneis cf. *elliptica* var. *tropica* Freng. [1, 2, 3, 4]	
Diploneis didyma (Ehren.) Ehren. [1, 2, 3, 4]	
Diploneis oblongella (Näg. ex Kütz.) Cleve-Euler [1, 2, 3, 4]	
Diploneis parma Cleve [1, 2, 3, 4]	

Continúa...

Diploneis puella (Schum.) Cleve [1, 2, 3, 4]

Diploneis suborbicularis (Greg.) Cleve [1, 2, 3, 4]

Diploneis sp. 1 [1, 2, 3, 4]

Diploneis sp. 2 [1, 2, 3, 4]

Encyonema elginense (Kramm.) Mann [1, 2, 3, 4]

Encyonema evergladianum Kramm. [1, 2, 3, 4]

Encyonema silesiacum (Bleisch) Mann [1, 2, 3, 4]

Encyonema sp. 1 [1, 2, 3, 4]

Encyonema sp. 2 [1, 2, 3, 4]

Encyonopsis microcephala (Grun.) Kramm. [1, 2, 3, 4]

Encyonopsis subminuta Kramm. et Reich. [1, 2, 3, 4]

Eunotia camelus Ehren. [1, 2, 3, 4]

Eunotia cf. *karenae* Metz. et Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]

Eunotia flexuosa (Bréb. ex Kütz.) Kütz. [1, 2, 3, 4]

Eunotia maior (Sm.) Rabenh. [1, 2, 3, 4]

Eunotia monodon Ehren. [1, 2, 3, 4]

Gomphonema affine Kütz. [1, 2, 3, 4]

Gomphonema angustatum (Kütz.) Rabenh. [1, 2, 3, 4]

Gomphonema gracile Ehren. [1, 2, 3, 4]

Gomphonema intricatum var. *vibrio* (Ehren.) Cleve [1, 2, 3, 4]

Gomphonema maclaughlinii Reich. [1, 2, 3, 4]

Gomphonema cf. *vibriodes* Richardt et Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]

Hantzschia vivacior Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]

Haslea spicula (Hickie) Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]

Mastogloia braunii Grun. [1, 2, 3, 4]

Mastogloia lanceolata Thw. ex Sm. [1, 2, 3, 4]

Mastogloia cf. *smithii* Thw. ex. Sm. [1, 2, 3, 4]

Mastogloia smithii var. *lacustris* Grun. [1, 2, 3, 4]

Mastogloia sp. [1, 2, 3, 4]

Navicella pusilla (Grun.) Kramm. [1, 2, 3, 4]

Navicula cryptotenella Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]

Navicula heimansioides Kramm. et Reich. [1, 2, 3, 4]

Navicula palestinae Gerloff, Natour et Rivera [1, 2, 3, 4]

Navicula pseudocrassorostris Hust. [1, 2, 3, 4]

Continúa...

Navicula cf. *radiosa* Kütz. [1, 2, 3, 4]	
Navicula subtilissima Cleve [1, 2, 3, 4]	
Navicula sp. 1 [1, 2, 3, 4]	
Navicula sp. 2 [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia acicularis (Kütz.) Sm. [1, 2, 3, 4]	+
Nitzschia denticula Grun. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia lacunarum Hust. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia linearis var. *subtilis* (Grun.) Hust. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia microcephala Grun. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia palea (Kütz.) Sm. [1, 2, 3, 4]	+
Nitzschia semirobusta Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia serpentiraphe Lange-Bert. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia tubicola Grun. [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia sp. 1 [1, 2, 3, 4]	
Nitzschia sp. 2 [1, 2, 3, 4]	
Parlibellus sp. [1, 2, 3, 4]	
Pinnularia divergens Sm. [1, 2, 3, 4]	
Pinnularia sp. 1 [1, 2, 3, 4]	
Pinnularia sp. 2 [1, 2, 3, 4]	
Plagiotropis sp. [1, 2, 3, 4]	
Pleurosigma sp. [1, 2, 3, 4]	
Proschkinia sp. [1, 2, 3, 4]	
Rhopalodia gibba (Ehren.) Müll. [1, 2, 3, 4]	
Rhopalodia sp. [1, 2, 3, 4]	
Sellaphora laevissima (Kütz.) Kramm. [1, 2, 3, 4]	
Seminavis eulensteinii (Grun.) Danielidis, Ford et Kennett [1, 2, 3, 4]	
Tryblionella scalaris (Ehren.) Siver et Hamilton [1, 2, 3, 4]	
DINOPHYTA	
Dinophyceae	
Amphidinium operculatum Clap. et Lachm. [5, 11–13]	+
Bysmatrum caponii Faust et Steid. [5, 11–13]	
Bysmatrum subsalsum (Ostenf.) Faust et Steid. [5, 11–13]	
Coolia monotis Meun. [5, 11–13]	
Dinophysis siankanensis Almazán et Hernández-Becerril [13, 25]	

Continúa...

Gambierdiscus belizeanus Faust [5, 11–13]	
Gambierdiscus toxicus Adachi et Fukuyo [5, 7, 8, 11–13, 25]	
Gambierdiscus yasumotoi Holmes [5]	
Ostreopsis heptagona Norris, Bomber et Balech [5, 11–13]	
Ostreopsis belizeanus Faust [5, 11–13]	
Ostreopsis ovata Fukuyo [5, 11–13]	
Ostreopsis siamensis Schm. [5, 11–13]	
Plagiodinium belizeanum Faust et Balech [5, 11–13]	
Prorocentrum belizeanum Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum caribbaeum Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum compressum (Bail.) Abé et Dodge [5, 11–13]	
Prorocentrum concavum Fukuyo [5, 11–13]	
Prorocentrum elegans Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum emarginatum Fukuyo [5, 11–13]	
Prorocentrum foraminosum Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum gracile Schütt [5, 11–13]	
Prorocentrum hoffmanianum Fauts [5, 11-13]	
Prorocentrum lima (Ehren.) Stein [5, 11–13]	+
Prorocentrum maculosum Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum mexicanum Osorio-Tafall [5, 11–13]	+
Prorocentrum ruetzlerianum Faust [5, 11–13]	
Prorocentrum sp. [5, 11–13]	
Pyrodinium bahamense var. *bahamense* Plate [5]	+
Sinophysis canaliculata Quod *et al.* [5, 11–13]	
Sinophysis microcephala Nie et Wang [5, 11–13]	
EUGLENOPHYTA	
Euglenophyceae	
Euglena gasterosteus Skuja [2, 4]	
Euglena pascheri Swirenko [2, 4]	
Euglena simulacra Walton [2, 4]	
Phacus acuminatus Stokes [2, 4]	
Trachelomonas abrupta Svirenko [2, 4]	
Trachelomonas bernardi Wolosz. [2, 4]	

Continúa...

CHLOROPHYTA

Clorophyceae

Acutodesmus dimorphus (Turp.) Tsarenko [2, 4]

Carteria simplex Pasch. [2, 4]

Carteria stellifera Nygaard [2, 4]

Hyaloraphidium contortum Pasch. et Kors. ex Kors. [1, 2, 3, 4]

Monoraphidium flexuosum Kom. [1, 2, 3, 4]

Pandorina minodii Chod. [1, 2, 3, 4]

Polytoma uvella Ehren. [1, 2, 3, 4]

Ulvophyceae

Acetabularia calyculus Lamour. [13] +

Acetabularia crenulata Lamour. [7, 10, 13-15, 18, 19, 23, 25, 34-36, 38, 40]

Aegagropila linnaei Kütz. [13]

Anadyomene stellata (Wulf.) Ag. [7, 8, 14, 15, 25, 34, 36-38, 40]

Avrainvillea asarifolia Børg. [19]

Avrainvillea digitata Littlet et Littler [13, 25]

Avrainvillea levis Howe [13, 25]

Avrainvillea longicaulis (Kütz.) Murr. et Boodle [7, 8, 10–12, 14, 16-18, 25, 35, 38]

Avrainvillea nigricans Dec. [7, 8, 11, 12, 16-18, 25, 30, 38]

Avrainvillea rawsonii (Dickie) Howe [7, 8, 10, 11, 13]

Batophora oerstedii Ag. [10, 11, 13-15, 18, 19, 23, 30, 34–38, 40]

Batophora occidentalis var. *largoensis* (Prince et Baker) Berger et Kaever [15, 25, 35, 40]

Boodlea composita (Harv.) Brand [13, 14]

Bryopsis halliae Taylor [17]

Caulerpa cupressoides (West) Ag. [7, 8, 11, 13]

Caulerpa cupressoides var. *lycopodium* Web. Bosse [29]

Caulerpa cupressoides var. *mamillosa* ((Mont.) Web. Bosse [7, 8, 11, 13]

Caulerpa cupressoides var. *turneir* Web. Bosse [11, 13]

Caulerpa mexicana Sond. ex Kütz. [8, 11, 13, 18, 29]

Caulerpa paspaloides (Bory) Grev. [7, 8, 13, 16, 25]

Caulerpa paspaloides var. *laxa* Web. Bosse [18, 29, 35]

Caulerpa peltata Lamaur. [13]

Caulerpa prolifera (Forssk.) Lamaur. [8, 11, 13]

Caulerpa prolifera f. *obovata* (Forssk.) Ag. [11, 13]

Continúa...

Caulerpa racemosa (Forssk.) Ag. [6–8, 13, 17, 18, 27]	
Caulerpa racemosa var. *clavigera* (Turn.) Web. Bosse [7]	
Caulerpa racemosa var. *macrophysa* (Sond. ex Kütz.) Taylor [7, 13]	
Caulerpa racemosa var. *peltata* (Lamou.) Eubank [7]	
Caulerpa sertularioides (Gmel.) Howe [17, 18, 25, 29]	+
Caulerpa sertularioides f. *brevipes* (Ag.) Sved. [13, 16, 17]	
Caulerpa sertularioides f. *farlowii* (Web. Bosse) Børg. [29, 35]	
Caulerpa sertularioides f. *longiseta* (Bory) Sved. [7, 13, 25]	
Caulerpa verticillata Ag. [8, 10, 11, 13]	+
Caulerpa sp. [6]	
Caulerpella ambigua (Okamura) Prud'Homme et Lokhorst [7, 13]	
Chaetomorpha aerea (Dillw.) Kütz. [11]	
Chaetomorpha gracilis Kütz. [25, 29]	
Chaetomorpha linum (Müll.) Kütz. [7, 8, 15]	+
Cladocephalus luteofuscus (Crouan et Crouan) Børg. [12, 19]	
Cladophora albida (Nees) Kütz. [17, 18, 25, 29, 35]	+
Cladophora catenata (L.) Kütz. [7, 8, 10, 11, 15, 17, 18, 25, 27, 29, 31, 35, 40]	
Cladophora crispula Vickers [25]	
Cladophora jongiorum Hoek [13]	
Cladophora montagneana Kütz. [29]	
Cladophora sericea (Huds.) Kütz. [11 ,40]	+
Cladophora vagabunda (L.) Hoek [11, 38]	+
Cladophora sp. [6]	
Cladophoropsis macromeres Taylor [6-8, 14, 17, 25, 35, 40]	+
Cladophoropsis membranacea (Bang ex Ag.) Børg. [7, 8, 11, 25, 28, 38, 40]	+
Codium decorticatum (Woodw.) M. Howe [7]	
Cymopolia barbata (L.) Lamour. [25, 29, 31]	
Dasycladus vermicularis (Scop.) Krasser [6, 8, 11, 15, 28, 29]	
Dictyosphaeria cavernosa (Forssk.) Børg. [6–8, 10-18, 25, 35, 40]	
Dictyosphaeria ocellata (Howe) Olsen-Stojkovich [7, 8, 11, 13, 15, 17–19, 25, 27]	
Dictyosphaeria versluysii Web. Bosse [11, 30]	
Enteromorpha intestinalis (L.) Nees [13, 25]	+
Dictyosphaeria flexuosa (Wulf.) Ag. [12, 13, 18, 36]	+
Ernodesmis verticillata (Kütz.) Børg. [11]	
Halimeda gracilis Harv. ex Ag. [17]	

Continúa...

Halimeda incrassata (Ellis) Lamour. [7, 8, 11-13, 16-19, 25, 29–31, 35]	
Halimeda monile (Ellis et Sol.) Lamour. [7, 8, 11-17, 19, 23, 25, 31, 35]	
Halimeda opuntia (L.) Lamour. [7, 8, 11, 13, 14, 17, 19, 23, 25, 29 ,30, 35]	
Halimeda scabra Howe [7, 8, 11, 14, 15, 17-19, 25, 29]	
Halimeda simulans Howe [13]	
Halimeda tuna (Ellis et Sol.) Lamour. [8, 17, 19, 29]	
Halimeda sp. [6]	
Neomeris annhulata Dickie [7, 11, 29]	
Parvocaulis pusillus (Howe) Berger *et al.* [13, 29]	
Penicillus capitatus Lam. [7, 8, 11-18, 23, 25, 29–31, 34, 35, 37, 40]	
Penicillus dumetosus (Lamou.) Blainv. [7, 8, 11, 13, 17–19, 29, 36, 38]	
Penicillus lamourouxii Dec. [7, 8, 10, 11, 14, 15, 17–19, 25, 30, 35]	
Penicillus pyriformis Gepp et Gepp [8, 10, 11, 15, 17, 18, 23, 25, 29, 31, 35]	
Petrosiphon adhaerens Howe [7, 8, 27]	
Phaeophila dendroides (Crouan et Crouan) Batt. [15, 18, 23, 25, 29, 35]	
Rhipilia tomentosa Kütz. [8, 11, 18, 19, 25]	
Rhipocephalus oblongus (Dec.) Kütz. [7, 8, 11, 19, 25]	
Rhipocephalus phoenix (Ellis et Sol.) Kütz. [11, 18, 25, 31]	+
Rhipocephalus phoenix f. *brevifolius* Gepp et Gepp [7, 17, 25]	
Rhipocephalus phoenix f. *longifolius* Gepp et Gepp [7, 11, 19, 25, 31]	
Rhizoclonium riparium (Roth) Harv. [21, 29]	+
Rhizoclonium sp. [36]	
Siphonocladus rigidus Howe [11, 15, 18, 27, 35, 40]	
Siphonocladus tropicus (Crouan et Crouan) Ag. [37]	
Trichosolen duchassaingii (Ag.) Taylor [18]	
Udotea caribaea Litter et Litter [23]	
Udotea conglutinata (Ellis et Sol.) Lamour. [7, 8, 11, 18, 25]	
Udotea cyathiformis Dec. [13]	
Udotea cyathiformis f. *sublittoralis* (Taylor) Litter et Littler [8, 11–13, 18, 19]	
Udotea dicionii Litter et Litter [18]	
Udotea flabellum (Ellis et Sol.) Howe [7, 8, 11-13, 16–19, 29–31]	
Udotea looensis Litter et Litter [25]	
Udotea luna Litter et Litter [25, 35]	
Udotea occidentalis Geep et Geep [8, 29]	
Udotea wilsonii Geep, Geep et Howe [15, 17, 18, 25, 31]	

Continúa...

Udotea sp. [37]	
Ulva compressa L. [29, 31]	
Ulva fasciata Delile [16, 17]	+
Ulva lactuca L. [17]	+
Ulva rigida Ag. [11]	
Ulvella viridis (Reinke) Nielsen, O'Kelly et Wysor [17, 23, 25, 40]	
Ulothrix flacca (Dillw.) Thur. in Le Jol. [29]	
Valonia aegagropila Ag. [8, 11, 15, 18, 25]	
Valonia macrophysa Kütz. [6, 11, 13, 16, 19, 25, 35, 40]	
Valonia utricularis (Roth) Ag. [11, 25, 35, 40]	
Valonia ventricosa Ag. [6–8, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 25, 30, 31]	
Trebouxiophyceae	
Crucigenia fenestrata (Schm.) Schm. [2, 4]	
Crucigenia smithii (Bourr. et Manguin) Kom. [1, 2, 3, 4]	

Capítulo XIII

Los Estudios sobre Vertebrados y su Aplicación en Recomendaciones de Manejo

Sonia Gallina* y Alberto González-Romero

Resumen

El capítulo trata sobre el papel de las Áreas Protegidas, sobre todo Reservas de la Biosfera, desde que fueron establecidas las primeras de Latinoamérica en México: "Mapimí", representando el Desierto Chihuahuense, y "La Michilía" representando los bosques templados secos de la Sierra Madre Occidental, como sitios ideales para llevar a cabo investigaciones sobre las poblaciones faunísticas, comunidades y ecosistemas que generen información básica para el mejor entendimiento, uso y conservación de los recursos naturales. Como ejemplos, se tratan los estudios generados sobre los venados en México, que son considerados como el recurso cinegético más importante en el país, y muy utilizado por las comunidades indígenas como un recurso alimentario importante, cuyos resultados han servido para diseñar planes de manejo a través de las Unidades de Conservación y Manejo (UMA). Otro ejemplo son los estudios ecológicos a largo plazo, sobre todo incluyendo las comunidades de roedores, lagomorfos y carnívoros, dentro del Programa LTER (Long Term Ecological Research), que se inicia en México en 1994 instalando los sitios de monitoreo en la Reserva de la Biósfera "Mapimí", Durango, y se formaliza como Mex-LTER en abril de 2002 junto con otros ocho sitios.

Palabras clave: Reservas de la biosfera, venados, roedores, lagomorfos, carnívoros, lagartijas, Mapimí, Michilía, Desierto Chihuahuense.

Abstract

This chapter deals with the role that protected natural areas, specially Biosphere Reserves have since the first ones were established in Mexico and Latin America: "Mapimi", representing the Chihuahuan Desert and "Michilia" the dry temperate forest of the Sierra Madre Occidental as ideal areas to perform research about wildlife populations, communities and ecosystems that provide basic information to a better understanding, use and conservation of natural resources. As an example we can mention the studies generated around the deer species in Mexico, that are considered as the main game species resource in our country, and represent important meat resource for indigenous people. The results from these investigations have served for the design of management plans for the conservation and management units (UMA). Another example are the long term ecological researches, that includes the rodent, lagomorphs and carnivore communities within the LTER program, which starts in Mexico in 1994 by installing the monitoring sites in the Biosphere Reserve of "Mapimi" in the State of Durango and formalized in April 2002 as Mex-LTER Program.

Key Words: Biosphere Reserves, deer, rodents, lagomorphs, carnivores, lizards, Mapimi, Michilia, Chihuahuan Desert.

Antecedentes

Si nos remontamos al siglo pasado, a mediados de los años setenta del siglo XX, se crea el Instituto de Ecología, A.C., de los primeros centros de investigación dependiente de CONACYT, y promotor de un nuevo concepto de conservación que son las Reservas de la Biosfera (RB) impulsadas por el Programa Hombre y Biosfera de la UNESCO. Este nuevo concepto impulsado por el Dr. Gonzalo Halffter (fundador y director del INECOL) donde se promueve por un lado la investigación en estas áreas protegidas de grandes extensiones para permitir la conservación de ecosistemas diversos a nivel mundial (con todos sus procesos), y por otra, un aspecto muy relevante fue la incorporación de las comunidades locales para incidir en la conservación de los recursos naturales y su germoplasma.

Esto llegó a conocerse a nivel internacional como "la modalidad mexicana" (Halffter, 2011; Reyes-Castillo 1985). Fue entonces que se crean las dos primeras

RB de México en Latinoamérica: Mapimí y La Michilía, en el Estado de Durango, empezando los primeros estudios sobre poblaciones y comunidades de vertebrados, así, en Mapimí se hacen trabajos sobre comunidades de lagartijas, de la avifauna, de roedores, de carnívoros, apoyados por científicos internacionales de renombre, que derivan en diversas publicaciones, sobre todo libros (Barbault y Halffter, 1981; Del Houme y Maury, 1992; Halffter, 1977; Sokolov *et al.*, 1992), mientras que en La Michilía se inician los estudios a largo plazo sobre la ecología de venados (Ffolliott y Gallina, 1981), aunque posteriormente también se llevaron a cabo estudios sobre comunidades de lagartijas (Ortega, 1986; Ortega y Barbault, 1984; Ortega *et al.*, 1982 ,) , aves (Thiollay, 1978) y mamíferos (Álvarez y Polaco, 1984; Álvarez *et al.*, 1988) así como sobre la ecología del coyote (Servín, 2000; Servín *et al.*, 2003).

Otras de las primeras RB donde el INECOL, en algunos casos con la colaboración con otras Instituciones y Universidades, en donde se llevaron a cabo estudios sobre comunidades de vertebrados y en las que participaron investigadores de España, Francia, EEUU, URSS, que contribuyeron a su declaratoria fueron: Montes Azules (Chiapas), El Cielo (Tamaulipas), El Pinacate (Sonora), Manantlán (Jalisco), Sian Ka'an (Quintana Roo) (Halffter, 2011). Tanto Chamela-Cuixmala (Jalisco) y Los Tuxtlas (Veracruz) actualmente declaradas RB fueron también núcleos de generación de conocimiento gracias a las Estaciones de Campo de la UNAM. En 1995 se establece la Estrategia Sevilla que se centra en un desarrollo sustentable que incluya la salvaguarda del ambiente y su riqueza biótica y una mayor equidad social, incluyendo el respeto a los usos tradicionales de las comunidades locales, y en el 2008 en la Tercera Conferencia Internacional de Reservas de la Biosfera se insiste en lo anterior, tratando de reducir al mínimo la pérdida de la biodiversidad a través de la investigación promoviendo la sustentabilidad del medio ambiente (Halffter, 2011).

En el año 2000 se crea la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP) cuya misión es alentar la protección, el manejo y la restauración de los recursos y la cultura conservacionista, para que se torne en una oportunidad creciente para los grupos rurales e indígenas que se encuentran en las Regiones Prioritarias para la Conservación (CONANP, 2003). La CONANP señala que la creación de áreas protegidas como sitios de conservación han generado el interés por parte de investigadores de universidades, institutos de investigación y organizaciones no

gubernamentales nacionales e internacionales, para llevar a cabo investigaciones de diferentes grupos taxonómicos de flora y fauna, suelos, cuerpos de agua, sociales y económicos entre otros. La información generada de las diferentes investigaciones es un acervo muy importante que permite incrementar el conocimiento de la biodiversidad y procesos ecológicos que se dan dentro de ellas, además de entender los fenómenos sociales y económicos que influyen en el uso de los ecosistemas.

En varios casos, esta información es utilizada para la toma de decisiones y para definir los proyectos operativos que se ejecutan cada año. Actualmente hay 70 ANPs que cuentan con acciones de investigación; por tanto, las ANPs funcionan como una de las mejores ofertas estratégicas de conservación de la biodiversidad en México (CONANP, 2006) y se pueden considerar como excelentes laboratorios naturales. A partir del 2010 la CONANP ha implementado proyectos de monitoreo de poblaciones y comunidades de vertebrados en ciertas áreas protegidas ya que la consideran como una herramienta importante para saber qué está pasando con la diversidad biológica y los cambios ambientales. Así tenemos que actualmente esto se lleva a cabo en 13 Reservas de la Biosfera (RB), en 10 Áreas Protegidas de Flora y Fauna (APFF), en 8 Parques Nacionales (PN). En cuanto a comunidades especialmente de la avifauna se están llevando a cabo los monitoreos en las siguientes ANP: en las RB La Michilía, Mariposa Monarca, Sierra de Manantlán, Barranca de Metztitlán, La Encrucijada, Selva El Ocote, Ría Lagartos; en las APFF Maderas del Carmen, Metzabok, Naha; en los PN El Tepozteco, Cañón del Sumidero. Monitoreos de poblaciones de tortugas: *Gopherus flavomarginatus* (Mapimí), *Terrapene coahuila* (APFF Cuatro Ciénegas), *Eretmochelys imbricata* (APFF Laguna de Términos), *Lepidochelys olivácea* (PN Lagunas de Chacahua), *Chelonia mydas* (PN Arrecife Alacranes) (ver Página CONANP). De cocodrilos la RB La Encrucijada, de la comunidad de murciélagos en la RB El Pinacate y Gran Desierto de Altar, del zacatuche (*Romerolagus diazi*) en el APFF Corredor Biológico Chichinautzin y el PN Iztaccihuatl, de berrendo (*Antilocapra americana*) en la RB Janos, y de jaguar *Panthera onca* las APFF Laguna de Términos y RB Marismas Nacionales.

Generación de información biológica en las ANP: Ejemplo los cérvidos de México

En las ANP es posible encontrar aún poblaciones de venados con un impacto negativo menor que en sitios no protegidos; principalmente porque estos espacios protegidos, tienen políticas y estrategias de protección que han ayudado a mantener sus poblaciones en un estado relativo de salud. Entonces conocer cómo se comportan las poblaciones en cuanto a su dinámica, uso del hábitat, aspectos ecoetológicos como el tamaño de los ámbitos hogareños y patrones de actividad, han permitido aplicarlos en las UMAs (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre) para desarrollar estrategias de aprovechamiento adecuadas (Galina-Tessaro *et al.*, 1991; Gallina *et al.*, 2007; 2009; Sánchez Rojas y Gallina, 2000a; 2000b).

Un ejemplo del papel de las ANP para generar conocimiento biológico y ecológico de especies de gran importancia por su valor cinegético, así como por ser un recurso alimenticio importante para las comunidades tanto indígenas como rurales han sido los venados, que ha aportado las bases para ser considerado como un recurso renovable. De los trabajos de venado cola blanca (327 en total), el 40% se ha realizado en las áreas naturales protegidas, de los 36 de venado bura, el 69%, y de los 40 trabajos de temazate, el 100% ha sido en áreas protegidas. En cuanto a la formación de estudiantes, 27 tesis de venado cola blanca fueron llevadas a cabo en áreas naturales protegidas, tres tesis de venado bura y cuatro de temazate, lo que hace que de un total de 72 tesis, el 47% fueron en áreas naturales protegidas (Tabla I).

Es importante hacer mención, que en conjunto, se cuenta con un número considerable de ANPs dentro de los rangos de distribución de las cuatro especies de Cérvidos, sin embargo, la superficie total protegida solo representa el 9.5% de la superficie de distribución de las cuatro especies en conjunto (Tabla II). El temazate café es la especie con menos superficie bajo protección legal con solo el 20 % de su área de distribución histórica (Tabla II). El venado cola blanca, es la especie con distribución más amplia en al menos 117 ANPs, con una superficie bajo protección legal de aproximadamente 107,453 km^2, esto representa solo el 6% de su distribución histórica potencial. En cuanto al temazate rojo, existen 40 ANPs dentro de su rango de distribución, con al menos 53,072 km^2 bajo decreto,

ésto representa solo el 12.6% de su distribución histórica; por último, dentro de la distribución histórica del venado bura, solo existen 18 ANPs con una superficie bajo decreto de aproximadamente 85,000 km^2 que representan el 15.2 % de su superficie de su distribución (Tabla II).

Tabla I. Especies y subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), y venados temazates (*M. temama* y *M. pandora*) estudiadas en las diferentes Áreas Naturales Protegidas.
Fuente: Gallina *et al.*, 2007

Especie / Subespecie	**Estudios en ANPs (No.)**	**Estudios Totales**	Áreas Naturales Protegidas
O. v. texanus	(38) 4 A; 6 C; 6 T; 22 M	124	Rancho San Fco. (DUMAC) UMAS
O. v. couesi	(43)16 A; 13 C; 2 L; 4 T; 8 M	54	La Michilia
O. v. sinaloae	(44) 10 A;6 C; 4 T;16 M 1 C; 2 T; 1 M 1 A; 1 C; 2 T	50	Chamela-Cuixmala, Manantlan y La Primavera
O. v. mexicanus	(15) 2 T; 2 M 2 C; 1 T; 3 M 1 A; 2 T; 2 M	35	Sierra de Huautla, Desierto De Los Leones y Parque Estatal Gral. Lázaro Cárdenas
O. v. yucatanensis	(3) 1 T; 2 M	19	El Edén y Sian Ka'an
O. v. carminis		7	
O. v. oaxacensis	(5) 2 T; 3 M	5	Sierra Norte de Oaxaca
O. v. acapulcensi		4	
O. v. miquihuanensis		4	
O. v. nelsoni	(4) 1 A; 1 C; 2T	6	Montes Azules
O. v. thomasi	(11) 2 A; 1 C; 3 T; 5 M	11	Calakmul y Parque Estatal La Sierra
O. v. veraecrucis	(5) 2 T; 3 M	5	Los Tuxtlas
O. v. toltecus		1	
O. v. truei		1	
O. h. peninsulae	(25) 2 A, 3 C, 1 T , 5 M	36	Sierra de La Laguna
O. h. eremicus	4 A, 2 T, 6 M		Mapimí
O. h. cerrocensis	1 M		Isla Cedros
O. h. sheldoni	1 M		Isla Tiburón
M. temama	(40) 1 A; 5 C; 4 T; 28 M	40	Calakmul, El Edén, Parque Estatal La Sierra, Montes Azules, Los Tuxtlas y Sierra Gorda
M. pandora	1 A; 1 M		Calakmul y El Edén

Nota: A=Artículos, C=Capítulos, T=Tesis, M=Memorias en extenso.

Las Áreas Naturales Protegidas en México, y sobre todo las Reservas de la Biosfera, están cumpliendo uno de sus objetivos fundamentales que es su papel como generadoras de conocimiento que pueda ser aplicado en estrategias de aprovechamiento sustentable.

Otro aspecto importante es la formación de recursos humanos, que como se aprecia, un número importante de tesis sobre venados han sido desarrolladas precisamente en las áreas protegidas. Entre las entidades de investigación y educativas cabe mencionar que el INECOL ha tenido un papel relevante en aportar conocimiento sobre estas especies, de gran interés cinegético, cultural y como recurso alimenticio. El 40% de trabajos sobre venado cola blanca han sido realizados por esta institución, el 64% de trabajos de bura en colaboración con el CIBNOR se han llevado a cabo en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de la Laguna en Baja California Sur y en Mapimí, Durango (Álvarez *et al*., 1999a; 1999b; Cossío-Bayúgar *et al*., 2012; 2013; 2014; Gallina, 2012; Gallina *et al*., 1991; 1992; Sánchez-Rojas y Gallina 2000a; 2000b; 2007 ,) y el 2% de temazates (Reyna-Hurtado y Tanner, 2005; 2007; Weber, 2000; 2005). Al considerar sólo las tesis, son 20 (28%) las que se han concluido, y 71 memorias en extenso han sido publicadas lo que equivale al 33%.

Tabla II. Superficie protegida y número de ANPs dentro de los rangos de distribución de las especies de Cérvidos.
Fuente: Gallina *et al.,* 2007

Especie	Área de distribución (km^2)	ANPs en su rango de distribución	Superficie protegida (km^2)	Porcentaje de superficie protegida
Odocoileu virginianus	1,763,490.79	117	107,453.07	6.1%
Odocoileus hemionus	560,957.50	18	84,994.25	15.2%
Mazama temama	419,658.67	40	53,072.24	12.6%
Mazama pandora	130,089.79	10	26,301.14	20.2%
Totales	2,874,196.75	185	271,820.70	9.5%

El INECOL ha contribuido con un alto porcentaje de los estudios de venados en México, ya sea en publicaciones científicas, presentaciones en congresos, formación de tesistas, y publicación de libros (Mandujano 2004, Gallina *et al*. 2007). Podemos afirmar que el papel que tienen las reservas para generar información biológica de los venados en México ha sido muy relevante y decisivo, y ha sido de utilidad para

aplicarse en el caso de las UMAs. En el trabajo de Gallina y Mandujano (2009) se señalan las directrices para atender los tópicos que aún falta investigar acerca de los cérvidos mexicanos, haciendo falta sobre todo conocimientos ecológicos de los temazates y del venado bura en México.

El concepto de UMA (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre), desde hace 15 años, ha venido a innovar los sistemas de manejo y aprovechamiento de vida silvestre en México, y constituyen uno de los principales instrumentos para la conservación de la biodiversidad del país. No sólo pretenden ser una propuesta hacia una nueva alternativa de actividades de producción sustentable, sus aspiraciones van más allá, en el sentido de lograr en los propietarios y legítimos poseedores de tierras, una nueva percepción en cuanto a los beneficios derivados de la conservación de la biodiversidad.

Hay casos que muestran su viabilidad, como sucede en el norte del país, considerando el venado cola blanca. De hecho, las UMAs se han desarrollado ampliamente en los estados de Sonora, Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas y Chihuahua, en donde se concentra el mayor número de UMAs registradas (Gallina, 2010; Gallina et al., 2010). Los resultados que se han generado en las ANP acerca de la ecología y comportamiento de cérvidos, como las metodologías desarrolladas en los estudios poblacionales y uso del hábitat, han permitido que sea utilizada para generar los planes de manejo. Actualmente, el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, extractivo y no extractivo, se realiza a través de las UMAs. El número de UMAs para el 2008 era de 6595 UMA-VL activas con una superficie de 23,639,143 hectáreas (CONABIO, 2012). En primer lugar, como especie de interés se encuentra el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) que fue registrado en 4,968 UMA-VL (86% de las UMA) y en 14° lugar el venado bura (O. hemionus) aproximadamente en 1000.

El 60.28% de las UMA-VL que reportaron aprovechamiento están concentradas en el norte-noroeste del país (Nuevo León, Sonora, Coahuila, Tamaulipas). Aproximadamente 50,000 individuos fueron aprovechados de venado cola blanca y de bura más de 3000 (CONABIO, 2012). Sin embargo, no podemos decir lo mismo de las especies tropicales de temazates, ya que las UMAs del sureste de México no han sido exitosas como en el norte, ya que en esta zona existe una cacería de subsistencia dadas las condiciones socioeconómicas de esta región del país, muy distinta a lo que sucede en el norte del país.

Si vemos el tipo de vegetación que se está conservando a través de las UMAs existe la predominancia de matorral xerófilo, seguido de los pastizales inducidos en una proporción mayor que los naturales. Esto demuestra que las UMAs no están conservando la mayoría de los hábitats naturales donde se desarrollan las especies cinegéticas, de ahí que se ponga en entredicho el papel relevante en cuestión de conservación, en cambio las ANP son representativas de la mayoría de los ecosistemas y por lo tanto, son laboratorios vivientes donde se pueden llevar a cabo estudios a largo plazo de las comunidades florísticas y faunísticas, y lo que resulta muy valioso es que en muchas de ellas se pueden realizar las investigaciones con mucha seguridad lo que es de suma importancia para estudios continuos donde se puedan llegar entender los procesos biológicos.

Por que estudios de largo plazo, otro ejemplo llevado a cabo en áreas Protegidas.

Debido a que muchos de los problemas ambientales apremiantes de México y el mundo entero, tales como el cambio global, los efectos de la deforestación o de la eutroficación, la pérdida de la biodiversidad, el uso sustentable de la fauna, etc. requieren de un conocimiento ecológico amplio ya que corresponden a fenómenos que se manifiestan a través de largos períodos de tiempo en escalas regionales o globales (Jardel *et al.*, 2013). La posibilidad de llevar a cabo estos estudios, requieren de programas y proyectos de investigación de largo plazo que implican la existencia de ciertas condiciones indispensables:

1) Una base institucional, esto es, la existencia de grupos organizados de investigadores respaldados por instituciones consolidadas.
2) Sitios de investigación de campo protegidos, en los que exista vinculación con unidades de conservación como las reservas de la biósfera o parques nacionales.
3) Desarrollo de mecanismos de financiamiento, que permitan generar y mantener los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo la investigación a largo plazo y
4) Una organización en red, que permita la colaboración, la cooperación, la concertación de acciones, la comunicación y el intercambio de información entre grupos y sitios de investigación (Jardel *et at.,* 2013). Estas características

indispensables para garantizar la continuidad de los estudios de largo plazo, se encuentran en muchas de nuestras áreas protegidas especialmente en las Reservas de la Biósfera como: Manantlán, Montes Azules, Mapimí, entre muchas.

Mapimí y el programa Long Term Ecological Research (LTER)

Las zonas áridas y semiáridas son los ecosistemas de mayor distribución en el mundo y por lo tanto en nuestro país. Alrededor del 34% de la superficie del planeta y el 29% de nuestro territorio están ocupados por estos ambientes. Las zonas desérticas se caracterizan por recibir entre 200 y 400 mm de lluvia al año, que es muy poco comparado con los ecosistemas templados, por ejemplo como los alrededores del Valle de México en los que llueve entre 1000 y 3000 mm al año o en las zonas tropicales de Chiapas en donde la lluvia puede alcanzar los 4050mm. Con esta poca lluvia en las zonas áridas como en el sitio de Mapimí, uno se sorprende que en los desiertos exista una gran diversidad de plantas y animales. En la Zona de la Laguna que se ubica entre los estados de Durango y Coahuila, en el Desierto Chihuahuense, se estima que existen más de 771 especies de plantas vasculares y unas 434 especies de vertebrados (Hernández-García y García Arévalo, 2007).

En México hay tres zonas desérticas principales, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, el Desierto Sonorense y el Desierto Chihuahuense, siendo el último el de mayor extensión en México. En este desierto es donde se localiza la Reserva de la Biósfera de Mapimí y que forma parte de los 10 sitios que conforman la Red Ecológica de Investigación de Estudios de Largo Plazo (Mex-LTER).

Como ya se ha mencionado también, este desierto, es la cuna de las Reservas de la Biósfera de América Latina creada en 1979 gracias al Dr. Gonzalo Halffter del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Con la visión de este personaje esta área pronto se convirtió en una zona propicia para realizar estudios de investigación científica en materia de ecología y manejo de los recursos naturales. A partir de entonces un grupo importante de investigadores en ecología y medio ambiente tanto mexicanos como extranjeros fueron sumando sus experiencias para primero conocer y después explicar los procesos ecológicos que se desarrollan en este ecosistema desértico.

Desde entonces, se han producido al menos 124 publicaciones científicas, 10 libros, tres documentales filmados y 66 tesis (38 de licenciatura, 10 de maestría y 18

de doctorado), además de muchos documentos de divulgación en revistas y medios masivos de comunicación, locales y extranjeros.

El Sitio Mapimí-LTER

Este sitio se localiza en terrenos de la Reserva de la Biósfera de Mapimí en el vértice de los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila, se ubica en el tercio inferior del Desierto Chihuahuense, la temperatura promedio es de 20.5°C. Siendo enero el mes más frío y junio el más caliente (Cornet, 1988). La precipitación anual promedio es de 287 mm que caen principalmente en los meses de julio-octubre, en ocasiones se ha registrado una gran variación entre años; en 1991 llovió 503 mm mientras que en 1998 solamente cayeron 122 mm de lluvia. Desde un punto de vista hidrológico, la zona es una cuenca endorreica con una altitud promedio de 1,150 msnm. La zona es plana con algunas elevaciones aisladas de lomas y cerros de origen volcánico y sedimentario, las que pueden alcanzar alturas máximas de 1,470 msnm.

Los suelos son pobres en materia orgánica y básicos (pH arriba de 7.5), son principalmente Regosoles en los cerros y pies de monte, Gipsisoles y Calisisoles en las bajadas y playas y se encuentran manchones de suelos del tipo Vertisol en las planicies bajas de la reserva (Breimer, 1988).En la zona se han identificado 403 especies de plantas de las cuales 31 son endémicas del Desierto Chihuahuense (García–Arévalo, 2002). Se han descrito siete asociaciones vegetales: la vegetación de las partes bajas de la cuenca o playas, la de las dunas fósiles de yeso, las de las dunas sobre planicies arenosas, las de las partes bajas de los cerros de origen volcánico o bajadas, las de las bajadas y sierras de origen calcáreo, las de las zonas de transición eólico-fluvial, y las ubicadas sobre una meseta de basalto (Montaña y Breimer, 1988).

Entre las especies vegetales más conspicuas están el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), la gobernadora (*Larrea tridentata*), el ocotillo (*Fouquieria esplendens*), la yuca (*Yucca rigida*), el maguey (*Agave asperrima*), el nopal (*Opuntia rastrera*) y los pastos de toboso (*Pleuraphis mutica*). En relación a la fauna se han descrito en la zona unas 270 especies de vertebrados, de los cuales cinco especies son anfibios, 39 reptiles, 28 mamíferos y 201 aves (Aragón y Garza, 1999).

Desde un punto de vista humano, la zona históricamente fue ocupada por grupos indígenas nómadas (Cocoyomes, Tobosos), posteriormente la zona fue

habitada por apaches y esporádicamente por comanches (Hernández-García *et al.*, 2001). No hubo asentamientos humanos europeos en este sitio, habiendo ocupado éstos sólo la periferia del Bolsón de Mapimí, en puntos como Real de Minas y zonas de lo que actualmente es Torreón, Coahuila y Gómez Palacio, Durango. No fue sino hasta mediados del Siglo XIX que el área fue utilizada para fines ganaderos principalmente para ganado caballar en un principio y posteriormente para ganado bovino (Hernández-García *et al.*, 1996).

Con base en el censo de INEGI del 2000, en el área que conforma la Reserva de la Biósfera de Mapimí y en donde se encuentran las áreas experimentales del proyecto LTER, habitaban 553 personas, quienes en su mayoría se dedican a la ganadería de bovinos y equinos (CONANP, 2006), un grupo localizado en la porción Noroeste de la reserva asentado en la Laguna dePalomas, se dedica a la explotación de la sal (Grünberger *et al.*, 2004).

Importancia Del Sitio Mex-LTER.

Con una base sólida en el conocimiento de la flora y la fauna, el INECOL entre los años 1988 y 1995 en colaboración con el Institut de Recherche pour le Développement (IRD Francia) desarrolló un estudio hidro-edafológico para evaluar el comportamiento hidrológico del ecosistema del Desierto Chihuahuense. Más adelante en 1996 con apoyo de la National Science Foundation (NSF) a través de CONACYT se pone en marcha un estudio enmarcado en el esquema de la Red Internacional de Estudios Ecológicos de Largo Plazo (LTER por sus siglas en inglés) para evaluar las respuestas de las comunidades biológicas allí presentes y entender en escalas largas de tiempo, las transformaciones en la estructura de las comunidades de mamíferos y de plantas.

Grupo Mapimi LTER

El grupo se formó en 1996 en la Reserva de la Biósfera Mapimí con el propósito de iniciar el estudio de los patrones del impacto de los cambios climáticos sobre las comunidades vegetales y animales del desierto Chihuahuense y es a partir del año 1997 que comienzan con el trabajo de campo. De manera simultánea y paralela se trabaja con los grupos LTER de Sevilleta y La Jornada de Nuevo Mexico, USA que también se encuentran en desierto Chihuahuense pero en su parte centro y norte.

Cabe mencionar que los tres sitios siguen de común acuerdo el mismo protocolo de investigación para poder realizar comparaciones y conocer la variabilidad latitudinal de los procesos ecológicos en ambientes similares.

El grupo Mapimí tiene como misión contar con investigación ecológica a mediano y largo plazo, generar conocimiento científico y ampliar las áreas temáticas sobre los efectos del cambio climático en las comunidades bióticas y abióticas del Desierto Chihuahuense. Para alcanzar esta misión se requiere entre otras cosas el fortalecer la vinculación entre los sitios de la Red LTER en México y en los Estados Unidos. Los investigadores que han formado el equipo de investigación son: los doctores Jorge Alejandro López-Portillo, Victor Manuel Reyes Gómez, Miguel Eduardo Equihua-Zamora, Armando Martínez y Abel García (especialistas en ecología vegetal e hidrología), los doctores Lucina Hernández-García, John W. Laundre y Alberto González-Romero (especialistas en ecología y comportamiento de la fauna silvestre en sistemas áridos), y la Dra. Teresa Alarcón (especialista en monitoreo de substancias tóxicas). Se cuenta también con el apoyo de personal técnico calificado como los maestros en ciencias Karina Grajales–Tam, Daniel Nuñez, Efrain Rodríguez, Biól. Rolando González Trápaga y el L.i. Cuauhtémoc Domínguez.

Áreas Temáticas Que se Abordan en el Sitio LTER-Mapimí

El grupo LTER del sitio Mapimí, está trabajando en una escala temporal extensa para conocer los procesos ecológicos que aquí se desarrollan. Es conocido que en ambientes desérticos existe una variación pluviométrica interanual y espacial importante. Es por eso que se requiere medir la biodiversidad, la productividad primaria, los procesos de ciclos de nutrientes, tomando en cuenta esta variabilidad.

En esta primera fase, que iniciamos en 1996 se están evaluando los cambios de la estructura de las comunidades de roedores, lagomorfos, carnívoros, plantas y costras del suelo en dos áreas, una predominantemente de matorral de mezquite-gobernadora y nopal rastrero y otra de pastizal de toboso. De esta forma se pretende conocer en estos dos ambientes repetibles en un gradiente latitudinal del Desierto Chihuahuense, cuales son los cambios de estas comunidades en relación con la variabilidad climática.

Otro de los aspectos importantes a considerar es el impacto de la actividad antropogénica de los núcleos periféricos de población, como es el caso de la

Comarca Lagunera, y también de fuentes distintas de contaminantes como es el caso de substancias tóxicas persistentes y bioacumulables generados en diferentes partes. Su influencia mayor sería a través del transporte de contaminantes globales a la zona por medio del aire y agua, así como el aporte natural de contaminantes de la zona al ambiente por los diferentes medios. Para conocer estos aspectos y su grado de influencia, se planeó introducir como aspecto inicial, la caracterización de la calidad del aire, agua y suelo de la zona, así como continuar con el monitoreo de indicadores ambientales. Ello en conjunto con los aspectos meteorológicos y físicos específicos de la zona, permitirá asociar los diferentes patrones de comportamiento de contaminantes así como el transporte de los mismos, y analizar su posible grado de influencia en el comportamiento de los ecosistemas.

La participación del sitio LTER en una visión de futuro.

Con el establecimiento de la Red Mexicana de investigación Ecológica de Largo Plazo (Mex-LTER), se tienen los mecanismos para promover la investigación ecológica en períodos largos de tiempo en los sitios LTER de la Red nacional.

Para desarrollar este esfuerzo científico en el corto y largo plazo, en cada sitio se tiene el propósito de trabajar sobre siete áreas temáticas: (1) patrones y control de productividad primaria en los ecosistemas, (2) patrones y control de la dinámica del agua, carbón y nutrientes de los ecosistemas, (3) papel de la biodiversidad en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, (4) patrones y frecuencia de las perturbaciones en los ecosistemas, (5) efecto del cambio climático en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, (6) interacciones a nivel de interfase en los ecosistemas naturales y manejados, y (7) definición de criterios para el manejo y conservación de los ecosistemas (www.mexlter.org.mx).

En el sitio Mapimí, con los trabajos de investigación actuales se tiene una buena base para abordar parcialmente las primeras cinco áreas temáticas. Existen dentro de ellas algunos faltantes, por ejemplo, se requiere implementar metodologías con visión de largo plazo para evaluar los ciclos de carbono y nutrientes, los almacenes de carbono en plantas y atmósfera, en cuanto al papel de la biodiversidad, se ha hecho poco trabajo en escalas temporales amplias sobre importantes grupos taxonómicos, por ejemplo hormigas, termitas, aves, reptiles y murciélagos, en cuanto a patrones y frecuencia de las perturbaciones, se está analizando el efecto de períodos de baja

precipitación como un indicador de eventos de sequía, pero falta evaluar otro tipo de perturbaciones como el efecto de las precipitaciones torrenciales en el ecosistema, se requiere hacer análisis paleo-ecológico para conocer de manera retrospectiva los efectos de cambios climáticos en estos ecosistemas, y es importante abordar las dos últimas áreas temáticas. Así, en el corto plazo, una de las metas del grupo LTER-Mapimí es alentar a otros investigadores para trabajar abordando estos vacíos de información, los cuales son requeridos para entender mejor los patrones ecológicos que se suceden en este desierto.

Discusión Académica

En este capítulo como se puede apreciar, sin lugar a dudas las áreas protegidas son lugares ideales para hacer investigaciones sobre nuestros recursos, que generen el conocimiento ecológico básico que puede y debe ser utilizado en el desarrollo de estrategias para el manejo y conservación de los mismos, y que puede ser aplicado en sitios con condiciones similares para el beneficio de las comunidades locales.

Expusimos dos ejemplos que llevan muchos años de estudios como son los venados, que nos han permitido conocer su dinámica poblacional, uso del hábitat, comportamiento, dieta, competencia con el ganado, etc. entre otros, que en el país son considerados el recurso cinegético de mayor importancia que genera una derrama económica, como se demuestra por el número de UMAs que los están aprovechando en todo México, aunque es diferente la problemática en el norte de México donde han sido muy exitosas, a diferencia del sureste donde las condiciones socioeconómicas son distintas y no han tenido el mismo impacto.

El otro ejemplo son los estudios ecológicos a largo plazo que se vienen llevando a cabo en terrenos de la Reserva de la Biósfera de Mapimí en el estado de Durango, para entender los cambios en el ecosistema del Desierto Chihuahuense relacionados con el cambio global, en donde desde 1994 se viene monitoreando las poblaciones de la Tortuga de Mapimí (*Gopherus flavomarginatus*) la tortuga terrestre más grande de Norte América, endémica del Bolsón de Mapimí, en peligro de extinción y emblemática de la reserva, además se tienen 17 años de monitoreo de la vegetación de las dos comunidades más representativas el matorral y los pastizales (producción primaria), los roedores y lagomorfos (consumidores primarios) y los carnívoros (consumidores secundarios) con el fin de reportar y entender cómo funciona este

ecosistema y como está siendo afectado por las variaciones climáticas y el cambio global, y más recientemente desde hace ocho años se ha estado estudiando y monitoreando la población del venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la reserva.

Consideraciones finales y perspectivas

Sin duda, el incremento exponencial que ha tenido la creación de áreas protegidas en el país en los últimos años, ha sido un elemento importante para la conservación, aunque aún quedan muchas de ellas que no han sido aprovechadas para generar información acerca de los distintos y diversos ecosistemas con los que cuenta México, involucrando a las poblaciones locales y tratando de implementar mejores sistemas de aprovechamiento. Las instituciones de investigación y educativas deben incrementar su participación dentro de ellas, y las autoridades oficiales al cuidado de este sistema de áreas protegidas deben de garantizar la permanencia de éstas para que los estudios de largo plazo puedan seguirse realizando para beneficio de la ciencia y del hombre.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer antes que nada al Dr. Gonzalo Halffter porque impulsó las Reservas de la Biosfera y gracias a él, con el apoyo del Dr. Héctor Mayagoitia, Gobernador del Estado de Durango en los '70, se crearon las primeras en México y Latinoamérica: Mapimí y La Michilía. A los miembros de la Familia Herrera, especialmente a Quico y a Tina, quienes siempre nos han hecho sentir en casa cuando estamos en Mapimí y que mantienen funcionando el Laboratorio del Desierto, a todos los estudiantes que han participado en los trabajos de campo y han aportado mucho conocimiento a través de sus trabajos de tesis, al INECOL y a CONACYT por el apoyo recibido mediante el financiamiento de los diferentes proyectos aprobados, a la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT) por los permisos otorgados para realizar nuestro trabajo, a los pobladores de los ejido La Flor y Las Lilas y al Rancho San Ignacio por permitirnos trabajar en sus predios y finalmente a todas las personas que nos han apoyado en los diferentes estudios y áreas naturales protegidas por su apoyo logístico.

Los autores queremos dedicar este trabajo a la memoria de la Dra. Lucina Hernández García cofundadora y coordinadora por muchos años del proyecto

LTER-Mapimí, a la Dra. Gloria Luz Portales Betancourt dedicada a los estudios de la ecología de los lagomorfos y al Sr. Adalberto Herrera (El Chuca) que nos acompañó siempre y nos enseñó mucho de lo que sabemos de este desierto y que fue hasta el año pasado nuestro botánico empírico experto, los tres se nos adelantaron, que descansen en paz, siempre los recordaremos. Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura consultada

Alvarez-Cardenas, S., S. Gallina, P. Galina-Tessaro Y R. Dominguez Cadena. 1999a. *Habitat availability for the mule deer (Cervidae) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, Mexico.* Tropical Zoology 12 (1):67-78.

Alvarez-Cardenas, S., S. Gallina, P. Galina-Tessaro Y S. Diaz-Castro .1999b. *Population Dynamics in a relictual oak-pine forest in Baja California sur, Mexico*. Pp. 197-210. En: Ffolliott P. F. y A. Ortega-Rubio (Eds.). Ecology and Management of forests, woodlands and shrublands in the dryland regions of the United States and Mexico: perspectives for the 21 th Century. University of Arizona-CIBNOR.

Alvarez, T. y O. Polaco. 1984. *Estudio de los mamíferos capturados en la Michilía, sureste de Durango.* An.Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex. 28: 99-148.

Alvarez, T., J.C. López y O. Polaco. 1988. *Estudio de las madrigueras de la rata magueyera neotoma mexicana (Rodentia), en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México.* An.Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex. 32:131-154.

Aragón, E.E. Y A. Garza. 1999. *Actualización de los mamíferos silvestres de la Reserva de la Biósfera de Mapimí.* Acta Científica Potosina. 14:7-25

Barbault, R. Y G. Halffter. 1981. *Ecology of the Chihuahuan Desert*. Instituto de Ecología, A.C. 167 pp.

Breimer, R.F. 1988 Physiographic soil survey. Pp. 115-134. En: Montaña, C. (Ed.). *Estudio integrqado de los recursos vegetales, suelo y agua en la reserva de la biosfera Mapimí*. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.

CONABIO. 2012. *Proyecto de Evaluación de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (1997-2008). Resultados de la Fase I: Gestión y Administración.* Proyectos CONABIO: HV003, HV004, HV007, HV012 y HV019. México.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2006. *Programa de conservación y manejo de la reserva de la biósfera Mapimí.* CONANP, México, D.F.

Cornet, A. 1988. *Principales caractéristiques climatiques*. Pp. 45-76. En: Montaña, C. (Ed.). Estudio integrado de los recursos vegetales, suelo y agua en la reserva de la biosfera Mapimí. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.C.

Cossío Bayugar, A., S. Gallina, G. Suzan Azpiri, E. Romero Callejas Y S. Ibañez Bernal. 2011. *Presencia-ausencia de parásitos gastrointesitnales en las heces de venado bura (Odocoileus hemionus) y de Bovinos (Bos taurus) en el Rancho San Ignacio, Reserva de la Biósfera Mapimí, Durango, México.* XXVIII Simposio sobre Fauna Silvestre, FMVZ-UNAM (medio electrónico):285-291.

Cossío Bayúgar, A., S. Gallina Y G. Suzán. 2013. *Diferencias en el uso del h***ábitat** *entre el venado bura (Odocoileus hemionus) y el bovino doméstico (Bos taurus) en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango, México.* XXX Simposio sobre Fauna Silvestre, FMVZ-UNAM (medio electrónico):210-219.

Cossío Bayúgar, A., S. Gallina Y G. Suzan. 2014. *Uso del h*ábitat *del venado bura (Odocoileus hemionus) y del bovino doméstico (Bos taurus) en la Reserva de la Biósfera Mapimí, Durango, México*. Memorias del X Congreso Internacional de Fauna Silvestre de América Latina, Salta, Argentina 2012. Comunidad de Manejo de Vida Silvestre (COMFAUNA): 8 pp.

Del Houme, J. P. Y M.E. Maury. 1992. *Actas del Seminario Mapimí.* Instituto de Ecología, A.C., Institut francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation (ORSTOM) Centro de Estudios mexicanos y Centroamericanos. México, D.F. 396 pp.

Ffolliott, P. Y S. Gallina. (eds). 1981. *Deer Biology, habitat requirements, and management in Western North America.* Instituto de Ecología 9: 238 pp.

Galina-Tessaro, P., S. Alvarez, A. Gonzalez Y S. Gallina. 1991. *Algunos aspectos sobre la Fauna de Vertebrados.* Pp. 177-209. En: Ortega, A. y L. Arriaga (Eds.). La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. CIB. 317pp.

Gallina, S., P. Galina-Tessaro Y S. Alvarez-Cardenas. 1991. *Mule deer density and pattern distribution in the pine-oak forest at the Sierra de La Laguna in Baja California Sur, Mexico*. Ethology, Ecology & Evolution 1(3):27-33.

Gallina, S., P. Galina-Tessaro Y S. Alvarez-Cardenas.1992. *Habitat y Dinámica Poblacional del Venado Bura*. Pp. 297-327. En: Ortega A. (Ed.). Uso y Manejo de los Recursos Naturales de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur. CIB-WWF.

Gallina, S. 1993. *Biomasa disponible y capacidad de Carga para el venado y el ganado en la Reserva La Michilía, Durango*. Pp. 437-453. En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales. Vol. I.

Gallina, S. 1994. *Dinamica poblacional del venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México*. Pp. 207-234. En: Vaughan, C. y M. Rodríguez (Eds.). Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Gallina, S. 1994. *Uso del habitat por el venado cola blanca en la Reserva La Michilía, Durango, México*. Pp. 229-314. En: Vaughan, C. y M. Rodríguez (Eds.). Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Gallina, S. 2010. *UMAS, reto para la conservación: situación, problemática y perspectivas, con el ejemplo del aprovechamiento del venado cola blanca*. XII Simposio sobre Venados en México "Ing. Jorge G. Villarreal González". FMVZ-UNAM (medio electrónico): 17-24.

Gallina, S. 2012. *El venado bura en la reserva de la biosfera de Mapimí, Durango: análisis poblacional y hábitat*. XIII Simposio sobre Venados en México. FMVZ-UNAM (medio electrónico):94-103.

Gallina, S., S. Mandujano Y C. Delfin-Alfonso. 2007. *Importancia de las áreas naturales protegidas para conservar y generar conocimiento biológico de las especies de venados en México*. Pp.187-196. En: Halffter, G., S. Guevara y A. Melic (Eds.). Hacia una cultura de conservación de la Diversidad Biológica. Monografías Tercer Milenio Vol. 6. S.E.A., Zaragoza, España.

Gallina, S., A. Hernández-Huerta, C.A. Delfin-Alfonso Y A. González-Gallina. 2009. *Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento.* Revista INE Investigación Ambiental 1 (29): 143-152.

Gallina, S. Y S. Mandujano. 2009. *Research on ecology, conservation and management of wild ungulates in Mexico.* Tropical Conservation Science Vol. 2 (2):116-127. Versión en español *Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de ungulados silvestres en México*. Tropical Conservation Science 2(2):128-139.

Gallina, S., S. Mandujano y O. Villarreal (Eds.). 2014. Monitoreo y manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos. Instituto de Ecología, A.C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

García-Arevalo, A. 2002. *Vascular plantas of the Mapimi Biospher Reserve*. Mexico: a cheklist . SIDA, 20: 797-807.

Grünberg, O., V.M. Reyes-Gómez Y J.L. Janeu (Eds.). 2004. *Las playas del desierto chihuahuense (parte mexicana)*. Institut de Recherche pour le Développement-INECOL, México, D.F.

Halffter, G. (Ed.). 1977. *Reservas de la Biosfera en el Estado de Durango*. Instituto de Ecología.

Halffter, G., P. Reyes-Castillo, M.E. Maury, S. Gallina Y E. Ezcurra. 1980. *La Conservación del Germoplasma: soluciones en México*. Folia Entomológica Mexicana 46:29-64.

Halffter, G. 2011. *Reservas De La Biosfera: Problemas y Oportunidades en México*. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 27 (1):177-189.

Hernández-García, L. Y A. García–Arévalo. 2007. *Especies biológicas representativas de la Comarca Lagunera: Potencialidad y riesgos actuales.* En: López, A y A. Sánchez (Eds.). Comarca Lagunera: procesos territoriales regionales en el contexto global. Instituto de Geografía, UNAM.

Hernández-García, L., H. Barral Y E. Anaya. 1996. *Resurgence d´un type s´elevage du XVIII siécle, dans le Nord du Mexique*. Cahiers des Sciences Humaines, 32: 65-84.

Hernández-García, L., H. Barral Y M. Vallebueno. 2001. *El ganado asilvestrado o mesteño en el Bosón de Mapimí, Durango, México*. Pp. 59-67. En: Hernández-García, L. (Compiladora). Historia ambiental de la ganadería en México. IRD-INECOL, México, D.F.

Jardel, J.E., M. Maass y V.H. Rivera-Monroy (coords.). 2013. *La investigación ecológica de largo plazo en México*. CUCS, UG-Red Mex-LTER. Guadalajara, Jal. 178 pp.

López Tello Mera, E., S. Gallina Y S. Mandujano. 2013. *Patrón de actividad del Venado Cola Blanca (Odocoileus virginianus) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. XXX Simposio sobre Fauna Silvestre, FMVZ-UNAM (medio electrónico):64-72.

Mandujano, S. 2004. *Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México.* Acta Zoológica Mexicana (n.s.).20 (1):211-251.

Mandujano, S., S. Gallina, G. Arceo, G. Sanchez-Rojas Y M.G. Silva-Villalobos .2003. *Venado cola blanca (Odocoileus virginianus sinaloae J.A. Allen 1903)*. Pp: 415-422. En: Vega, J., M. Quesada y F. Noguera (Eds.). Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología-UNAM.

Montaña, C., Y R.F. Breimer. 1998. *Major vegetation and environment units.* Pp. 77-97. En: Montaña, C. (Ed.). Estudio integrado de los recursos vegetales, suelo y agua en la reserva de la biosfera Mapimí. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.C.

Ortega, A. 1986. *Dinámica y estrategias demográficas de dos poblaciones de iguánidos simpátricos en la Reserva de la Biosfera La Michilía*. Tesis Doctoral. Escuela nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México. 329 pp.

Ortega, A. y R. Barbault. 1984. *Reproductive cycles: reproduction in the mezquite lizard Sceloporus grammicus (Sauria:Iguanidae)*. J. Herpetol. 18(2):168-175.

Ortega, A., M.E. Maury y R. Barbault. 1982. *Spatial organization and hábitat partitioning in a mountain lizard community of Mexico*. Acta Ecol. 3: 323-330.

Ramos-Robles, M., S. Gallina Y S. Mandujano. 2013. *Habitat and human factors associated with White-tailed deer density in the tropical dry forest of Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico*. Tropical Conservation Science. 6 (1):70-86.

Reyes-Castillo, P. 1985. *Homenaje a Gonzalo Halffter*. Instituto de Ecología, A.C.. México, D.F. 104 pp.

Reyna-Hurtado, R. Y G. W. Tanner. 2005. *Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul Forest, Campeche, Mexico.* Biotropica 37: 676–685.

Reyna-Hurtado, R. Y G. W. Tanner. 2007. *Ungulate relative abundance in hunted and unhunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico)*. Biodiversity & Conservation. DOI 10.1007/S/0531-005-6198-7

Sanchez-Rojas, G. Y S. Gallina.2000a. *Mule deer (Odocoileus hemionus) density in a landscape of the Chihuahuan Desert, Mexico*. Journal of Arid Environments 44:357-368.

Sanchez-Rojas, G. Y S. Gallina.2000b. *Factors affecting habitat use by mule deer (Odocoileus hemionus) in the central part of the Chihuahuan Desert, Mexico: an assessment with multivariate and univariate methods*. Ethology Ecology & Evolution 12:405-417.

Sanchez-Rojas, G. Y S. Gallina. 2007. *Metapoblaciones, el reto en la biología de la conservación: el caso del venado bura en el Bolsón de Mapimí*. Pp. 115-124. En: Sánchez-Rojas, G. y A. Rojas Martínez (Eds.). Tópicos en sistemática, Biogeografía, Ecología y Conservación de Mamíferos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo. ISBN 970-769-097-6

Servin, J. 2000. *Ecología conductual del coyote en el sureste de Durango*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. 211pp.

Servin, J., V. Sanchez-Cordero Y S. Gallina. 2003. *Distances traveled daily by coyotes, Canis latrans, in a pine-oak forest in Durango, Mexico*. Journal of Mammalogy 84 (2): 547-552.

Sokolov, V., G. Halffter y A. Ortega (Eds.). 1992. *Vertebrate Ecology in Arid Zones of Mexico and Asia*. Instituto de Ecología, a.C., Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C., y MAB-UNESCO.239 pp.

Weber, M. 2000. *Effects of hunting on tropical deer populations in south-eastern Mexico*. M. Sc. Thesis. University of London, London UK. 189 pp.

Weber, M. 2005. *Ecology and conservation of tropical deer populations in the Greter Calakmul Region, Mexico*. PhD dissertation. University of Durham, Durham, United Kingdom, 240 pp.

Para citar esta obra:

Gallina, S. y A. González-Romero. 2015. *Los estudios sobre vertebrados y su aplicación en recomendaciones de manejo.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 315-336). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XIV

Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: Degradación y Recomendaciones

Victor Javier Arriola-Padilla*, Emma Estrada-Martínez,
Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón Hernández,
Luis Alberto Pichardo-Segura,
Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Las áreas naturales protegidas resguardan gran biodiversidad: sin embargo, están sujetas a factores bióticos y abióticos que causan su pérdida y deterioro. Las Reservas de la Biósfera, los Parques Nacionales, las Áreas de Protección de Flora y Fauna, y el Área de Protección de Recursos Naturales ubicadas en la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal de México; merecen especial atención ya que esta se concentra la mayor población del país y; por lo que la presión social que se ejerce en el uso y aprovechamiento de los recursos es elevada. Con la finalidad de tener un panorama general de la problemática existente y de sugerir algunas recomendaciones al respecto, en el presente capítulo se exhibe información de las áreas naturales de esta zona y, de los factores que contribuyen a su degradación. La contaminación del suelo y agua, y el cambio de uso de suelo son con mayor frecuencia, los principales componentes que alteran el equilibrio ecológico. La magnitud del impacto ambiental que estos factores pueden ocasionar se desconoce, por lo que se requieren impulsar diferentes programas de investigación, política gubernamental y social para la recategorización, administración y manejo de los ecosistemas.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo, contaminación, extracción de especies, incendios forestales.

Abstract

Protected natural areas safeguard high biodiversity. However, they are subject to biotic and abiotic factors causing loss and decline. The Biosphere Reserves, National Parks Protection Areas Wildlife and Protected Area Natural Resources located in the center and Neovolcánico Transverse of Mexico area, deserve special attention because in them the population is concentrated in the country, so the social pressure exerted on the use and exploitation of resources is high. In order to have an overview of the existing problems and suggest some recommendations in this chapter details the natural areas of this zone is displayed as well as the factors that contribute to its degradation. Contamination of soil and water, and land use change are more often, some of the components that alter the ecological balance. The magnitude of the environmental impact of these factors can cause is unknown, so that different research programs, government and social policy for the reclassification, management and ecosystem management are required.

Key words: Changing land use, pollution, species removal, wildfire.

Antecedentes

La exuberante diversidad biológica de México se define por las intrincadas características fisiográficas, geológicas y climáticas del país. Éstas se mezclan unas con otras creando una gama de condiciones ambientales y microambientales que permiten la presencia de prácticamente todos los ecosistemas terrestres del mundo y de un mosaico biótico complejo (Flores-Villela y Gerez, 1994; Morrone, 2005; Sarukhán *et al*., 2009).

Lo anterior se debe a que existen dos grandes regiones biogeográficas que concurren principalmente en el territorio mexicano: la Holártica de afinidad septentrional que contribuye con una gran representación de especies de las zonas templadas norteñas del mundo y la Neotropical de afinidad meridional que aporta muchos componentes de la zona tropical, provenientes de la cuenca amazónica.

La combinación de estos elementos caracteriza en mayor o menor medida a todo el país, aunque es la zona central de México; donde la composición llega a tal complejidad; que no es posible asignarla a una de las dos regiones; dicha zona incluye básicamente; las áreas montañosas del centro del país, como el Eje Neovolcánico Transversal; y porciones importantes cercanas a éste, de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, además de una parte de la Cuenca del Balsas (Morrone, 2005; Rzedowski, 2006; Sarukhán *et al*., 2009).

Particularmente el Eje Neovolcánico Transversal, también llamado Faja Volcánica Transmexicana, consiste en un conjunto de cordilleras y volcanes de diferentes edades alineados sobre una franja que cruza la zona central del territorio mexicano, entre los paralelos 19° y 20° N, de oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) a este (Sierra de Chinconquiaco, Veracuz) (Espinosa y Ocegueda, 2007; Romero y Velázquez, 1999). De acuerdo con Rzedowski (2006), es un sistema montañoso no totalmente continuo que marca el extremo sur de la Altiplanicie Mexicana separándola de la Depresión del Balsas. Incluye las mayores elevaciones del país representadas por los volcanes Pico de Orizaba, Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Nevado de Toluca, Malinche, Nevado de Colima, Tancítaro, Tláloc y Cofre de Perote, con altitudes que varían de 5,650 a 4,090 m. En el Eje se encuentran intercalados amplios valles con altitudes cercanas a 2,000 m.

Esta área incluye treinta subtipos climáticos, los cuales varían desde secos a húmedos y de cálidos a 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).

El Eje Neovolcánico es uno de los principales centros de riqueza y endemismos de especies de algunos grupos de organismos (Tabla 1). En la zona están presentes casi todos los tipos de vegetación y sobresalen los bosques de *Pinus* y de *Quercus*, considerados los más diversos del planeta; además se concentra casi la cuarta parte de la herpetofauna de México, de la cual ochenta por ciento es exclusiva del país (Espinosa y Ocegueda, 2007; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2007; Mittermeier y Goettsch, 1992; Romero y Velázquez, 1999; Rzedowski, 2006).

De acuerdo con Villaseñor (2004), el Eje Neovolcánico (Eje Volcánico Transversal) es la cuarta región florística con mayor riqueza genérica (1,348 géneros) de plantas vasculares; las de diecisiete regiones representadas en México.

Sin embargo, esta zona es una de las más afectadas por la población humana a pesar de su gran importancia biológica (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; Rzedowski, 2006). En gran medida esto ha sido propiciado porque el clima, la fertilidad del suelo y el relieve, con sus cadenas montañosas locales en donde predominan los bosques de pino, los de encino y los fértiles valles, han sido muy favorables para el desarrollo de las actividades productivas y en consecuencia el área ha tenido que sufrir los efectos de una fuerte presión demográfica (Rzedowski, 2006).

Tabla 1. Biodiversidad del Eje Neovolcánico Transversal (ENT) (Número aproximado de especies).

Taxón	México	ENT	Nacional %
Anfibios	361	106	29.4
Reptiles	804	143	17.8
Aves	1 107	705	63.7
Mamíferos	530	152	28.7
Gimnospermas	138	35	43.8
Asteráceas	3 021	748	25.0
Encinos	161	36	22.4

Fuente: Espinosa y Ocegueda, 2007

Como respuesta al proceso de deterioro ambiental se han adoptado medidas internacionales de preservación entre las que destaca el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP). En México, éstas constituyen la herramienta con mayor sustento jurídico, institucional y financiero orientada hacia la conservación de la diversidad biológica y de los servicios ambientales que proporciona (Bezaury-Creel *et al.*, 2009; CONANP, 2013a; Durán-Medina *et al.*, 2007; Gómez-Pompa y Dirzo, 1995).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra en la región del Centro y Eje Neovolcánico cinco Reservas de la Biósfera, veintiséis Parques Nacionales, tres áreas de Protección de Flora y Fauna, y un Área de Protección de Recursos Naturales (CONANP, 2012).

Materiales y métodos

En este trabajo se efectúo una revisión bibliográfica acerca de cuáles son las Áreas Naturales Protegidas de la región Centro y Eje Neovolcánico, así como de sus principales características bióticas (animales y plantas vasculares). Además se revisaron conceptualmente; cuáles son las causas principales de degradación en la región.

Mediante recorridos de campo y el análisis de la información obtenida, se determinaron para cada una de las Áreas Naturales Protegidas de esta Región, los principales agentes de degradación que de manera específica afecta a cada una de ellas.

Resultados

Áreas Naturales Protegidas del Centro y Eje Neovolcánico

Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán. Se ubica en los municipios de Acatlán, Atotonilco el grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín de Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles en el estado de Hidalgo. La vegetación representada en esta área es el bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo (crasicaule y submontano), bosque de coníferas (*Juniperus* y *Pinus-Quercus*), boque de encino, pastizal y vegetación de galería. Se han registrado siete cactáceas, una orquídea y una bromelia endémicas de la reserva y diez especies animales endémicas de México (CONANP, 2003).

Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla. Se localiza en el estado de Morelos en los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Tlaquiltenango y Tepalcingo. En esta reserva predomina el bosque tropical caducifolio y se encuentran zonas reducidas de selva mediana subcaducifolia y bosque de pino. La planta *Brongniartia vazquezii* (Fabaceae) es endémica del área, aunque su distribución tan restringida sugiere que se encuentra en riesgo de extinción. Se considera que existe un amplio potencial de nuevos registros biológicos en la región (CONANP, 2005a; SEMARNAP, 1999).

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda. Está ubicada en los municipios de Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros, Penamiller y Pinal de Amoles en el estado de Querétaro. Los tipos de vegetación más representativos son el bosque tropical caducifolio, bosque de encino, matorral xerófilo (crasicaule, submontano, micrófilo, rosetófilo y de encino), bosque de coníferas (*Pinus*, *Juniperus*, *Cupressus* y *Abies*) y bosque mesófilo de montaña. También se encuentran áreas reducidas de bosque tropical subcaducifolio y vegetación de galería. Dentro de la reserva existe una gran diversidad biológica y se reconocen veinticinco especies florísticas, siete de anfibios, treinta y cuatro de reptiles, veintisiete de mamíferos y setenta y cuatro de aves con estatus de protección en la NOM-059-ECOL-1994, Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y establece especificaciones para su protección (CONANP, 1999; SEMARNAP, 1997).

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato. Esta área comprende los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú en el estado de Guanajuato. Los tipos de vegetación que se encuentran en ella son bosque de coníferas, bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo, así como vegetación acuática y subacuática.

Siete especies vegetales se distribuyen exclusivamente en la reserva, de las cuales tres se encuentran en categoría de amenazadas por la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) y una por la 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 (CONANP, 2014a; SEMARNAT, 2007).

Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. Su extensión se distribuye en treinta y un municipios del estado de Oaxaca y en veinte del de Puebla. Se presentan en la zona el bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque espinoso, pastizal, matorral xerófilo, bosque de encino, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática, bosque de galería y palmar.

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán es un escenario de alta diversidad biológica y de diversificación, su amplia riqueza y el endemismo que muestra en tan poca superficie no son igualados en ningún otro sitio de México, pues de aproximadamente 1,910 especies florísticas, 207 son endémicas (ochenta y dos por ciento de éstas se encuentran dentro de los límites de la ANP) y, aunque la fauna es menos conocida que su flora vascular, se reconocen treinta y seis especies endémicas del valle y de la reserva (CONANP, 2013b).

Parque Nacional El Histórico Coyoacán. Localizada dentro de los límites de la delegación Coyoacán, Distrito Federal, esta área está urbanizada casi en su totalidad y se protege solo el Vivero Coyoacán, donde se producen plántulas de más de veinte especies nativas arbóreas e introducidas como el eucalipto, el roble australiano y el sauce llorón, entre otros (SEMARNAT, 2014; Vargas, 1997).

Parque Nacional Cerro de la Estrella. Se encuentra en la delegación Iztapalapa del Distrito Federal y su vegetación está conformada por eucalipto y cedro blanco, matorral xerófilo perturbado, pequeños manchones de pastizal y una plantación de pinos. Se considera que más del noventa por ciento de la biota que habita el cerro es nativa y el resto, es introducida. Se tiene registro de sesenta y ocho vertebrados terrestres, de los cuales las aves son el grupo mejor representado con cuarenta y cinco especies y cuatro semiendemismos (organismos restringidos a la región durante una época del año) (GDF, 2007).

Parque Nacional Cerro de las Campanas. El parque se encuentra en Querétaro, Querétaro. En él, se realizan actividades recreativas y culturales. La vegetación se compone principalmente de mezquites, nopales, abrojos y arbustos, además de árboles y plantas exóticas ornamentales (Gobierno de Querétaro, 2013).

Parque Nacional Cumbres del Ajusco. Se ubica al sur del Distrito Federal en la delegación Tlalpan. En el área se distribuyen bosques templados de *Pinus*, *Abies*, *Quercus* y *Juniperus*, así como pastizales alpinos y subalpinos. Existen diez especies de mamíferos y ocho de aves endémicas de la Sierra del Ajusco y la Sierra Nevada (Granados *et al.*, 2004).

Parque Nacional Desierto de los Leones. Está situado en las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, al poniente de la Ciudad de México. La vegetación está constituida por bosques de *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii* y *Quercus* spp., en comunidades puras o mezcladas, y por vegetación inducida. El parque se ha distinguido como uno de los últimos recintos naturales del Valle de México, donde se conserva una población de venado cola blanca y se distribuyen treinta especies de vertebrados endémicos de la misma zona (CONANP, 2006a; Vargas, 1997).

Parque Nacional Desierto del Carmen o de Nixcongo. Se localiza en el municipio de Tenancingo, Estado de México. La vegetación predominante de esta zona son los bosques de *Pinus leiophylla* y *P. pseudostrobus*, mezclados de acuerdo con la altitud y la exposición del terreno con *Quercus* spp. (encino), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Fraxinus* spp. (fresno) y *Cupressus benthamii* (cedro blanco). Como arbolado de alineación se encuentran cipreses (*Cupressus lusitanica*) (Vargas, 1997).

Parque Nacional El Chico. El territorio que constituye al parque pertenece a los municipios Mineral del Chico, Pachuca y Real del Monte en el estado de Hidalgo.

La vegetación contiene seis de los diez géneros de las coníferas existentes en México: *Abies, Cupressus, Juniperus, Pinus, Pseudotsuga y Taxus*, sus especies se mezclan con otras arbóreas y forman bosques mixtos, aunque los bosques de *Abies religiosa*, *Abies-Quercus* y *Quercus* spp., son los más abundantes. Entre las especies de encinos destacan: *Q. rugosa*, *Q. mexicana*, *Q. crassipes* y *Q. pachucana*, esta última; es característica de la Sierra de Pachuca; además de *Taxus globosa* registrada en la NOM-059 (Zavala-Chávez, 1996, 2000, 2001). También se distinguen pastizales, vegetación rupícola, xerófila, acuática, ruderal y arvense. En el parque se distribuyen cuatro especies florísticas endémicas del municipio Mineral del Chico, así como nueve especies de anfibios y diez de reptiles endémicas de México (CONANP, 2005b; Ikkonen *et al.*, 2004; Vargas, 1997).

Parque Nacional El Cimatario. Está ubicado en los municipios Querétaro, Corregidora y Huimilpan del estado de Querétaro. El área cuenta con remanentes de matorral subinerme, crasicaule (nopaleras y cardonales) y algunas áreas reforestadas

con eucalipto y cedro. Su fauna comprende setenta especies de aves residentes y migratorias entre las que destacan las rapaces (Gobierno de Querétaro, 2013; Vargas, 1997).

Parque Nacional El Tepeyac. El noventa y cinco por ciento de su superficie se encuentra contenida en la delegación Gustavo A. Madero, Distrito Federal, y el resto en el municipio Tlalnepantla de Baz, Estado de México. La vegetación nativa propia de zonas semiáridas está representada por palo dulce o palo cuate, cuajilotes, casahuates, mezquites, huizaches, entre otros, y casi ha desaparecido. En la actualidad dominan las plantaciones de eucalipto, principalmente, y de casuarina, pirul, cedro blanco, ciprés panteonero y pino piñonero. La fauna silvestre está representada por algunos insectos y aves. Sin embargo, también se encuentra una gran cantidad de ratas por la presencia de los asentamientos humanos que rodean al parque (Vargas, 1997).

Parque Nacional El Tepozteco. La superficie del área protegida corresponde a los municipios Tepoztlán, Cuernavaca, Yautepec y Tlalnepantla, estado de Morelos, y en la delegación Milpa Alta, Distrito Federal. Los tipos de vegetación presentes en la zona son bosque de pino, de oyamel, de encino, mesófilo de montaña, tropical caducifolio y de galería, el matorral crasicaule, rosetófilo y el pastizal subalpino.

En el parque se distribuyen sesenta y siete especies de mamíferos, 301 de aves, setenta y cinco de reptiles y veintisiete de anfibios, los cuales representan más del sesenta y cinco por ciento de las especies descritas en cada grupo para el estado de Morelos. En el área protegida destaca la presencia del ratón de las montañas (*Neotomodon alstoni*) que es endémico del Eje Neovolcánico Tranversal, del roedor más pequeño del país (*Baiomys musculus pallidus*) y del teporingo (*Romerolagus diazi*), especie endémica y relicta (CONANP, 2008a).

Parque Nacional El Veladero. Esta área se encuentra en el municipio de Acapulco, al sur del estado de Guerrero. La vegetación principal es la selva mediana subcaducifolia, donde dominan los encinos (*Quercus affinis* y *Q. laurina*) y la selva baja caducifolia que presenta acacias en las zonas perturbadas (*Acacia cornigera* y *Acacia cochliacantha*). La fauna silvestre está constituida principalmente por aves canoras y reptiles (Vargas, 1997).

Parque Nacional Fuentes Brotantes de Tlalpan. Se localiza en la delegación Tlalpan, en la zona sur del Distrito Federal. El lugar se reforestó con eucaliptos y cedros, y sólo conserva cuatro de los dieciséis manantiales que originalmente nacían allí (Sánchez y Díaz-Polanco, 2011; Vargas, 1997).

Parque Nacional General Juan N. Álvarez. Está comprendido dentro del municipio Chilapa de Álvarez, estado de Guerrero, en la zona conocida como El Ocotal. La cubierta vegetal está representada por bosque de pino-encino y los árboles más abundantes son *Pinus lawsonii*, *Quercus liebmannii* y otras especies de encino (Vargas, 1997).

Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa. El área protegida se encuentra al norte del estado de Guerrero, en los municipios Pilcaya y Taxco de Alarcón. El tipo de vegetación dominante es bosque tropical caducifolio, seguido de pastizal inducido y bosque de galería. En el parque se distribuyen ocho especies de anfibios, setenta y una de reptiles, sesenta y cuatro de aves y cincuenta y dos de mamíferos, además de dos peces, diecisiete aves y veinte reptiles endémicos. Hay también veintisiete especies de reptiles, nueve de anfibios y seis de aves en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (CONANP, 2006b).

Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla. Pertenece tanto a la delegación Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal, como a los municipios Ocoyoacán, Huixquilucan y Lerma de Villada, Estado de México. El área está cubierta por bosque de coníferas (oyamel y pino), bosque de latifoliadas (encino), pastizales amacollados y zonas reforestadas (Vargas, 1997).

Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl. Se distribuye en los municipios Tlalmanalco, Amecameca, Atlauta y Ecatzingo del Estado de México, Huejotzingo, San Salvador el Verde, Domingo Arenas, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco de Puebla, así como en Tetela del Volcán, Morelos. Este parque nacional constituye

el remanente más importante de bosques de coníferas y praderas de alta montaña del centro del país. En él se distribuyen cuarenta y ocho especies de mamíferos, 161 de aves, 693 de reptiles y 285 de anfibios. Entre las especies endémicas destacan el zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*), característico del Eje Neovolcánico, en peligro de extinción; cinco aves, diez reptiles y tres anfibios (CONANP, 2013c).

Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl. El área de protección abarca doce municipios del estado de Tlaxcala y cuatro del estado de Puebla. El parque está constituido por la quinta montaña más alta del país y en él se distribuyen bosques de pino, oyamel, encino y diferentes asociaciones de éstos, además de pastizal natural y páramo de altura; cincuenta y cinco por ciento de su área de influencia son terrenos de agricultura temporal. Se han registrado en La Malinche una especie de mamífero, seis de aves, once de reptiles y cuatro de anfibios endémicas del Eje Neovolcánico (CONANP, 2013d).

Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Se ubica en los municipios Huitzilac y Cuernavaca, Morelos, y en Ocuilan, Estado de México. La vegetación presente en la zona es bosque de pino, bosque de oyamel, bosque de encino, bosque pino-encino y el pastizal subalpino. En lo que se refiere a la fauna, allí se distribuyen entre otros, el teporingo, y el venado cola blanca; cinco aves endémicas y en peligro de extinción; además de un anfibio endémico, el ajolote (*Ambystoma altamirani*) (CONANP, 2008b).

Parque Nacional Lomas de Padierna. Se encuentra en la delegación Magdalena Contreras y algunas fracciones de Álvaro Obregón y Tlalpan en el Distrito Federal.

La vegetación del área comprende bosque de encino, matorral inerme, así como algunas zonas perturbadas y otras reforestadas (Vargas, 1997). Dentro de la fauna se registran; el mamífero llamado comúnmente; ardillón de roca (*Otospermophilus variegatus*); entre las aves, el zopilote común (*Coragyps atratus*) y el pájaro; mosquero cardenal; así como la culebra terrestre del centro (CONABIO, 2013).

Parque Nacional Los Mármoles. Es la segunda ANP con mayor extensión territorial en el estado de Hidalgo y comprende parte de los municipios Jacala

de Ledesma, Nicolás Flores, Pacula y Zimapán. Los tipos de vegetación del parque son bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de pino, bosque de enebro, matorral xerófilo, matorral perturbado y pastizal inducido. En el parque se distribuyen dieciocho especies de encinos, 129 especies y variedades de musgos y 101 especies, trece variedades y dos subespecies de compuestas (Álvarez-Zúñiga *et al*., 2010; Delgadillo-Moya *et al*., 2011; García-Sánchez *et al*., 2014). Se registran cuarenta y dos especies de mamíferos; y tres especies amenazadas de murciélagos (*Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris curasoae*, *Leptonycteris nivalis*), dos especies sujetas a protección especial como la ardilla *Sciurus oculatus* y el ratoncito *Microtus quasiater*. Las aves es el grupo de vertebrados mejor representado en el parque; con noventa y seis especies, entre ellas muchas migratorias; destacan los zopilotes (*Cathartes aura*) y el halcón (*Falcon columbarius*). Entre los reptiles hay lagartos, serpientes y tortugas (Randell, 2008).

Parque Nacional Los Remedios. Se localiza en el municipio San Bartolo Naucalpan del Estado de México, al Noreste de Toluca. Su vegetación está constituida por áreas reforestadas principalmente con eucaliptos, además de casuarinas, cedros, fresnos y pirules. La poca fauna silvestre está constituida por tlacuaches; ratas de campo y armadillos en los barrancos. El parque prácticamente no presenta ningún ecosistema natural (Vargas, 1997).

Parque Nacional Molino de Flores Netzahualcóyotl. Ubicado en el municipio Texcoco, Estado de México. Este parque de importancia histórica presenta una cubierta vegetal de eucaliptos, fresnos, pirules, casuarinas, pinos y acacias. La fauna silvestre está representada por mamíferos pequeños, roedores y aves (Vargas, 1997).

Parque Nacional Sacromonte. El área pertenece al municipio Amecameca, Estado de México. Dentro de su vegetación actual destacan los encinos, eucaliptos, fresnos y cedros (Vargas, 1997). Este parque tiene el inconveniente de la reducción de su superficie por la invasión de asentamientos humanos irregulares (SEMARNAT, 2010).

Parque Nacional Tula. Se encuentra en el estado de Hidalgo dentro del municipio Tula de Allende. La vegetación está compuesta en su mayoría por matorral xerófilo,

además de matorrales rosetófilo, crasicaule y espinoso. La fauna silvestre se representa por serpientes, lagartijas, pequeños roedores y diversas aves (COEDEH, 2014; Vargas, 1997).

Parque Nacional Xicoténcatl. El límite del parque queda comprendido dentro de los municipios Tlaxcala y Totolac, Tlaxcala. Se trata de un área urbanizada casi en su totalidad y solo existen relictos de vegetación natural con ejemplares aislados de *Pinus leiophylla*, *Juniperus deppeana* y vestigios de bosque de galería (Santacruz, 2008).

Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma. Se ubica en los municipios Lerma, Santiago Tianguistenco, Almoloya del Río, Calpulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac del Estado de México. Las ciénegas constituyen áreas con poca profundidad, de características lacustres y son los relictos de una extensa zona inundada; en ellas se distribuyen tulares y vegetación acuática con una riqueza florística de noventa y siete plantas vasculares (acuáticas estrictas, subacuáticas o tolerantes). La zona de protección es de alta diversidad, sin embargo, se han extinguido especies de flora, de fauna y varias endémicas están amenazadas o en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002; Zepeda-Gómez *et al*., 2012a; Zepeda-Gómez *et al*., 2012b).

Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin. Se encuentra en los municipios Atlatlahucan, Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Tlayacapan, Totolapan y Yautepec del estado de Morelos; en las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan del Distrito Federal; y en los municipios Ocuilán, Tianguistenco y Juchitepec del Estado de México. Esta área de protección junto con los Parque Nacionales El Tepozteco y Lagunas de Zempoala, contiguos a la zona, forman una franja vulnerable de alta importancia tanto por sus elementos naturales como por su elevada permeabilidad. Los tipos de vegetación presentes son bosque de *Pinus*, *Abies*, *Quercus*, *Alnus*, mesófilo de montaña, matorral crasicaule, rosetófilo, bosque tropical caducifolio, pastizal subalpino y pradera (CONANP, 2014b; CONANP, 2013e; Vega *et al*., 2008).

Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. El área comprende los municipios Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec en el Estado de México. Los tipos de vegetación del Nevado son bosque de pino (*P. hartwegii* y *P. montezumae*); bosque de oyamel (*Abies religiosa*); bosque de pino-encino (*Pinus leiophylla*, *P. rudis*, *P. teocote*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. ayacahuite,* y las especies de encinos: *Quercus barbinervis*, *Q. acutifolia*, *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. laeta* y *Q. rugosa;* zacatonal alpino con *Calamagrostis tolucensis* y *Festuca tolucensis* como dominantes, y páramo de altura formado por diversas especies de líquenes y musgos (SEMARNAT, 2013; CONANP, 2013f).

La fauna del Nevado de Toluca está formada por una gran diversidad de mamíferos, aves, reptiles y anfibios de las regiones neártica y neotropical. Se registran 235 especies de animales que incluyen invertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, de los cuales, cuarenta y un especies se encuentran en alguna de las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (CONANP, 2013f).

Área de Protección de Recursos Naturales Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec. Se localiza en el Estado de México en los municipios Almoloya de Juárez, Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Otzoloapan, San José del Rincón, Santo Tomás, Temascaltepec, Toluca, Valle de Bravo, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacantepec; en el estado de Michoacán abarca parte de los municipios Susupuato y Zitácuaro. Se carece de referencias que indiquen las características específicas de la zona de protección, aunque se mencionan problemas de tala clandestina, modificación de atributos ecológicos por desecación o dragado e impactos por producción de energía (CONANP, 2014b). De acuerdo con la información presentada la agencia de comunicación EIDOS (2012), se trata de un área muy importante desde el punto de vista florístico y ecológico dentro del Estado de México, en donde predominan varios tipos de vegetación como son los bosques de oyamel, los bosques de pino, los bosques de pino-encino con fuerte presencia de elementos de bosque mesófilo de montaña, relictos de selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, vegetación acuática y subacuática y vegetación secundaria con pastizal inducido.

Agentes de degradación en México

Las perturbaciones de los ecosistemas pueden ser originadas por causas naturales, humanas o bien una mezcla de ambas, y causan impacto directo (como el desmonte para urbanización o explotación minera, la tala desmedida, la explotación selectiva de algunas especies útiles, entre otras) o impacto indirecto (el cambio en las características del suelo, en el régimen hídrico, la contaminación del aire y el agua, entre otros) (Manson *et al*., 2009; Rzedowski, 2006).

Las actividades antrópicas son causa del aumento en la desertificación, deforestación, fragmentación del hábitat y pérdida de biodiversidad (Durán-Medina *et al*., 2007). En los bosques templados de México los principales agentes de perturbación son las actividades agropecuarias, la tala inmoderada, la extracción de resinas, los incendios naturales o inducidos, y la creciente urbanización periférica, entre otros. Además, se deben tener en cuenta, extensas áreas afectadas por el establecimiento de huertos, la caza, recolección, cosecha de madera y de combustible (Aguilar *et al*., 2006; Durán-Medina *et al*., 2007; Noble y Dirzo, 1997; Ugalde-Lezama *et al*., 2012).

Para agrupar y entender todos los componentes que se involucran en la pérdida o daño de los recursos se han propuesto clasificaciones de acuerdo al factor que prepondera la investigación (Challenger *et al*., 2009; Cibrián *et al*, 2007).

Agentes de degradación en la Región Centro y Eje Neovolcánico Transversal:

A continuación se describen en forma general los principales factores de degradación en las áreas protegidas de México y para la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal:

Cambio de uso de suelo (CUS). Constituye el agente de mayor impacto en las ANP debido a la fuerte presión demográfica a la que algunas de ellas se encuentran sometidas. El crecimiento poblacional trae consigo un consecuente incremento en la demanda de espacios para desarrollar nuevos asentamientos habitacionales, industriales y caminos (urbanización). Además, el aumento en el consumo de alimentos y de materias primas favorece la deforestación acelerada mediante los desmontes de las áreas forestales, éstos se realizan para la apertura de campos

de cultivo y de pastizales inducidos en terrenos impropios para la agricultura y la ganadería (Rzedowski, 2006; Torres, 2004).

Tala clandestina (TC). El desmonte no autorizado contribuye a la aceleración de los procesos de erosión del suelo, la disminución de la recarga de los mantos freáticos e incluso la reducción de los cuerpos hidrológicos. Esta actividad se encuentra fuertemente ligada con la pobreza, la falta de oportunidades de trabajo y la tenencia de la tierra en las zonas forestales, pues en ocasiones los usufructuarios aprovechan los recursos disponibles en función de sus necesidades inmediatas y no consideran la normatividad o el programa de manejo vigentes. En otros casos, se favorece la acción de personas externas a las comunidades por la falta de recursos para la vigilancia de extensas áreas, la ausencia de mecanismos de coerción, así como el bajo costo de las sanciones relacionadas con este tipo de delitos. También influyen la disposición del sector industrial para adquirir madera ilegal, la corrupción o colusión de diversas autoridades y la existencia de grupos organizados para este fin (Cámara de Diputados, 2010; CONAFOR, 2001; Torres, 2004).

De acuerdo con Santillán (2007) las principales zonas de deforestación en la región centro y Eje Neovolcánico son La Malinche y el Parque Nacional Izta-Popocatépetl, en los estados de México, Morelos y Puebla.

Explotación no planificada de los recursos naturales (ENP). Esta actividad se realiza prácticamente en todos los ecosistemas e incluye tanto a los recursos maderables como los no maderables.

a) Obtención de combustible vegetal. La madera que no tiene uso comercial o lo tiene localmente a baja escala dentro de las comunidades rurales, se emplea comúnmente como leña o carbón para la preparación de alimentos, calefacción de la vivienda y del agua para aseo personal (Estrada-Martínez *et al.*, 2003); además se utiliza en pequeñas industrias como ladrilleras, alfarerías, panaderías, entre otras. En México este recurso representa la principal fuente de energía en las zonas rurales y proviene principalmente de ramas, arbustos y árboles muertos. A menudo se cree que la obtención de leña provoca deforestación, sin embargo, el impacto sobre la cobertura vegetal depende de la intensidad de recolecta y abundancia del recurso. Aunque la extracción de este tipo de biomasa incluso contribuye a la prevención de incendios, existen

zonas en las que la demanda excede el incremento natural de los ecosistemas forestales y ocasiona una sobreexplotación del recurso, principalmente en la región central, sur y costa del Golfo de México (CONAFOR, 2001; GIRA, 2003; Quiroz-Carranza y Orellana, 2010).

b) Extracción selectiva de productos forestales no maderables. Éstos se definen como los bienes de origen biológico (distintos a la madera, leña y carbón vegetal) y los servicios brindados por los ecosistemas. Los principales productos que se obtienen del bosque templado se pueden agrupar en: especies alimenticias (plantas, hongos y fauna silvestre), ornamentales, medicinales, exudados, extractos y tierra de monte. Su aprovechamiento representa una importante alternativa de autoconsumo; tratamiento para la salud, que se encuentra muy propiciado por la deficiencia del servicio médico en muchas áreas rurales; e ingreso a través de la comercialización local y en ocasiones regional (Estrada-Martínez *et al*., 2009).

Sin embargo, a pesar de que está regulado por las NOM, no existen mecanismos de inspección o monitoreo para identificar prácticas no sustentables. Aunado a esto, la Ley Forestal tiene carencias de información y sobreposición de procedimientos y requisitos con la Ley de Vida Silvestre que generan confusión, incumplimiento y sobreregulación, lo cual facilita la pérdida de control sobre el uso de estos productos (Zamora *et al*., 2001). Algunos ejemplos de la explotación no planificada de recursos no maderables son; la extracción de cactáceas en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, de materiales pétreos para la construcción en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán y de tierra de monte y hoja del Corredor Biológico Chichinautzin (CONANP, 2003; CONANP, 2013b; CONANP, 2013e).

Sobreexplotación de mantos hídricos y de mantos acuíferos (SMHA). El incremento en la demanda de agua provoca el uso excesivo de los mantos acuíferos que representan la principal fuente de abastecimiento en algunas zonas del país, en especial las áreas con un alto crecimiento poblacional. Los consecuentes problemas por la sobreexplotación incluyen el deterioro de los ecosistemas de recarga, el descenso en los niveles hídricos (subterráneos y superficiales), el agotamiento de los manantiales, la salinización del suelo, el detrimento de la calidad del recurso, los agrietamientos y la subsidencia del terreno (Manson, 2004; Navarro de León, 2006).

Un claro ejemplo de los niveles de degradación derivados de esta actividad es la desecación, fragmentación y contaminación de las ciénagas del río Lerma, que fueron más intensas de 1973 a 1989 y se mantuvieron durante 2008 (Zepeda-Gómez *et al*., 2012a; Zepeda-Gómez *et al*., 2012b).

Incendios forestales (IF). El empleo del fuego para el manejo de la vegetación, como parte de las actividades agropecuarias, es muy habitual y constituye una costumbre antigua en México y sus efectos son notables. La quema de la cubierta forestal modifica la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, incluso los de la atmósfera debido a las emisiones de carbono y otros gases. El uso de fuego con quemas prescritas de baja intensidad, de acuerdo con Rodríguez-Trejo *et al*. (2004), incluye diversos beneficios, además de la reducción de peligro de incendios. Sin embargo, en las áreas naturales son frecuentes los incendios no controlados, principalmente en la época seca del año, que afectan el paisaje y, con ello, las posibilidades de recreación y de desarrollo ecoturístico en las zonas afectadas; además de que aumentan la afectación del arbolado por insectos descortezadores (Moreno *et al*., 2009; Rodríguez-Trejo *et al*., 2004; Rzedowski, 2006; Torres, 2004).

Cada año ocurren numerosos incendios en los diferentes ecosistemas del país, la superficie forestal y el número de eventos varían según las condiciones meteorológicas y socioeconómicas de la región en que se presentan. Los factores propicios para la generación de los fuegos más severos son la producción de combustible que deriva de la tala clandestina en los bosques, la ausencia de manejo forestal y la nula supervisión de estas áreas. Estos siniestros provocan pérdidas de recursos bióticos que, en algunos casos, son de gran valor ecológico y económico (Torres, 2004; Xelhuantzi *et al*., 2011).

Plagas y enfermedades forestales (PEF). El incremento en el ataque de diferentes organismos sobre la cubierta vegetal se considera un fenómeno natural de gran impacto, la disminución y pérdida de la cobertura arbórea que causa su presencia tiene consecuencias negativas sobre los diferentes ecosistemas y merma la producción de los recursos forestales. En México se han registrado más de 200 especies de insectos y patógenos que provocan daños en los bosques (CONAFOR, 2001, 2007).

Las plagas y enfermedades constituyen un factor importante de degradación de los bosques de clima templado en nuestro país. Estos problemas frecuentemente se presentan como resultado de un inadecuado manejo de los recursos maderables, de la demora para el tratamiento sanitario y de los esquemas de saneamiento que favorecen la formación de paisajes fragmentados y poco saludables (Fig. 1) (Torres, 2004).

Figura 1. Saneamiento de bosques de pino afectados por *Dendroctonus mexicanus* en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (Autor: Victor Arriola)

Tráfico de especies (TE) y cacería ilegal (CI). La compraventa de vida silvestre se considera como una infracción o delito; involucra la extracción, acopio, transporte, comercialización y posesión de organismos nativos mediante su captura, caza y recolecta. A causa de estas actividades un amplio número de especies se consideran como amenazadas o en peligro de extinción en la legislación nacional e internacional, inclusive algunas más están extintas. Por otra parte, el tráfico ilegal modifica la dinámica de las poblaciones naturales debido a que se prefiere la obtención de ejemplares jóvenes y se ocasiona una fuerte presión sobre los individuos remantes, de manera que se reduce su tasa de reproducción. Sin embargo, la principal consecuencia de este ilícito es la pérdida de componentes biológicos

que realicen alguna de las funciones ecológicas necesarias para el mantenimiento del ecosistema aparentemente saludable. Es importante recordar que uno de los riesgos indirectos se relaciona con el potencial de invasión de las especies traficadas en su destino final. Tanto el comercio como la caza ilegal constituyen una amenaza significativa para las poblaciones silvestres, con un riesgo de generar extinciones adicionales (Naranjo *et al.*, 2010; PROFEPA, 2013).

Especies exóticas e invasoras (EEI). No todas los organismos exóticos o introducidos son viables en los ambientes donde los seres humanos los incorporan; sin embargo, el número actual de especies introducidas establecidas, sobrepasa por mucho la tasa natural de invasión (Aguirre *et al.*, 2009; Pimentel *et al.*, 2000).

Las invasiones biológicas representan una de las amenazas de mayor riesgo, impacto y extensión para la biodiversidad, incluso causan la extinción de poblaciones o especies autóctonas y la degradación de los ambientes, tanto acuáticos como terrestres. La frecuencia e intensidad de los disturbios que ocasionan las especies exóticas e invasoras alteran los procesos y funciones ecológicas; estas especies ejercen presión y condicionan la supervivencia de las nativas al actuar como competidoras, depredadoras, parásitas o patógenas. Resultan especialmente en peligro los organismos que se consideran en alguna categoría de riesgo (Aguirre *et al.*, 2009; CANEI, 2010; Pimentel *et al.*, 2000).

A menudo las invasiones implican pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano (Aguirre *et al.*, 2009).

Erosión acelerada (EA). En la erosión del suelo, se debe dar más énfasis a la acelerada o la inducida por el hombre. No siempre es fácil distinguir entre la natural y la acelerada ya que están a menudo muy relacionadas. La ocasionada por actividades antropocéntricas es el resultado de un uso irracional y manejo pobre, como las prácticas agrícolas inapropiadas, sobrepastoreo y extracción o sobreexplotación de la vegetación natural (FAO, 2009).

Diversas áreas naturales del Eje Neovolcánico no se eximen de esta problemática y más aún debido a la fuerte presión que sufren debido a la creciente población humana circunvecina a ellas y a la práctica de varias actividades indicadas anteriormente.

Contaminación del agua, suelo y aire (CONT). Las consecuencias de la incorporación de sustancias exógenas, nutrientes y contaminantes parece estar mejor documentada en el caso de los sistemas acuáticos en general, y en el de los costeros en particular, pero esto más bien podría reflejar falta de conocimiento, que una importancia menor en el caso de los otros ecosistemas (Challenger y Dirzo, 2009).

Satisfacer las muy diversas necesidades de los usuarios humanos del recurso hídrico, desde el consumo del agua potable, el riego de los cultivos y la producción de bienes por la industria hasta la generación hidroeléctrica, ha llevado a la sobreexplotación del agua de manera directa e indirecta y a la construcción de infraestructura hidráulica e hidroeléctrica (incluyendo 4,000 presas y represas). Estas actividades alteran los caudales (en su volumen, velocidad y calidad), la conectividad y hasta los cursos mismos de los afluentes. Estos factores, junto con las descargas contaminadas de los asentamientos, industrias y zonas agropecuarias, han impactado los ecosistemas dulceacuícolas y su biodiversidad de tal manera que sus efectos acumulados han sido muy negativos y, en algunos casos, catastróficos (Arriaga *et al*., 2002).

Las principales causas de contaminación de las aguas en México son: contaminación microbiológica por desechos de aguas municipales no tratadas; por sustancias químicas de desechos industriales; por fertilizantes y pesticidas; por intrusión salina. Lo anterior provoca que el agua de las fuentes contaminadas no pueda ser utilizada para fines humanos y que las especies que viven en los cuerpos de agua en esas condiciones se estén extinguiendo afectando el ciclo hidrológico (Monforte y Cantú, 2009).

Asimismo, el incremento de suelo desnudo (degradado) puede estar ligado a las malas prácticas que se manejan en la agricultura por el deshierbe, uso de fertilizantes y pesticidas. Estos procesos contribuyen a la degradación del suelo y a la fragmentación, ocasionando que la vegetación en general se vea reducida.

Por otra parte, con respecto a los residuos sólidos, productos de los desechos de las actividades humanas, las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. Algunos de sus impactos son: generación de contaminantes y gases efecto invernadero, adelgazamiento de la capa de ozono, contaminación de los suelos y

cuerpos de agua, proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades (Gutiérrez, 2006). Dos de las Reservas de la Biósfera, de la región Centro y Eje Neovolcánico, afectadas por la producción excesiva de residuos sólidos son Sierra Gorda y Sierra Gorda de Guanajuato (CONANP, 1999; CONANP, 2014a).

Actividades mineras (AM).

La minería es una de las actividades con mayor potencial para afectar el medio ambiente. Debido a esta se pueden tener impactos directo e indirectos. En los directos se destacan las emisiones de gases, fluidos, ruido, polvo e impacto visual; mientras que en los indirectos se tienen los socioeconómicos, riqueza para algunos y cierto beneficio a la comunidad (infraestructuras), pobreza a otros, expropiaciones, tensión social, entre otros (Oyarzun, *et al.*, 2011).

Dentro de la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán se extrae el barro y el ónix. Dadas las prácticas que se han aplicado desde hace muchos años, los recursos naturales en los que se sustentan son cada vez más escasos (Fig. 2) (CONANP, 2013b).

Figura 2. Impacto visual y ambiental de la actividad minera en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán (Autor: Victor Arriola).

Agentes de degradación específicos en las Áreas Naturales Protegidas en la Región Centro y Eje Neovolcánico

El hecho de que una zona esté considerada como área protegida no garantiza que en ella se eviten diferentes grados de disturbio (Villers *et al.*, 1998). De la Tabla 2 a la Tabla 5 se muestran los agentes de perturbación que afectan a las ANP del Eje Neovolcánico Transversal. Los datos se obtuvieron de los programas de manejo, publicaciones gubernamentales y científicas.

Las claves contenidas se desglosan a continuación:

AM	Actividades mineras
CI	Cacería ilegal
CONT	Contaminación (agua y suelo)
CUS	Cambio de uso de suelo
EA	Erosión acelerada
EEI	Especies exóticas e invasoras
ENP	Explotación no planificada de recursos naturales
IF	Incendios forestales
PEF	Plagas y enfermedades forestales
SMHA	Sobreexplotación de mantos hídricos y de mantos acuíferos
TC	Tala clandestina
TE	Tráfico de especies

Discusión

La megadiversidad biológica de México constituye un privilegio y un potencial para el desarrollo del país, y también una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo. Sin embargo, su manejo y conservación son muy complicados (Sarukhán, 2009).

El Eje Neovolcánico Transversal es probablemente la región de nuestro país que mayor atención ha tenido en diferentes áreas de investigación. Sin embargo, es todavía difícil asegurar que se encuentre adecuadamente descrita y comprendida

(Gómez-Tuena *et al.*, 2005). Cada uno de los programas de manejo está integrada principalmente con listas de especies, algunas de ellas en peligro de extinción y endémicas de la región; sin embargo, se requiere mayor conocimiento de los recursos.

Tabla 2. Reservas de la Biósfera (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Barranca de Metztitlán	27 de noviembre de 2000	96,042.94	96,042.94	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, TE
Sierra de Huautla	8 de septiembre de 1999	59,030.94	59,030.94	Sí	AM, CI, CONT, CUS, EA, ENP, IF, TC
Sierra Gorda	19 de mayo de 1997	383,567.44	383,567.44	Sí	AM, CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC, TE
Sierra Gorda de Guanajuato	2 de febrero de 2007	236,882.76	236,882.76	Borrador	AM, CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, PEF, TC
Tehuacán-Cuicatlán	18 de septiembre de 1998	490,186.87	490,186.87	Sí	AM, CI, CONT, CUS, EA, ENP, PEF

Una de las limitantes para que se lleve a cabo una buena conservación de las áreas naturales es la falta de programas de manejo ya que sólo el 48 % de estas lo tienen. En su análisis se percibe que la información sobre qué medidas realizar para mitigar los impactos es escasa. La legislación a la que hacen referencia se menciona sin profundizar y es necesario que sea integral, en casos específicos, para su mejor entendimiento y aplicación. Además consideramos que es importante mencionar que una buena legislación y regulación tendría que tomar en cuenta los requerimientos económico-sociales de los habitantes de las comunidades próximas a las áreas protegidas y considerarlos como parte de proyectos de sustentabilidad

de los bosques, lo cual generalmente no se hace y la aplicación de leyes regulatorias en ocasiones se efectúa en forma arbitraria o corrupta, con una afectación generalmente de las personas con menos recursos; mientras que, por otra parte se, brinda permisividad a empresas o grupos organizados que no siempre actúan bajo lineamientos legales.

Tabla 3. Parques Nacionales (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad.

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Cerro de la Estrella	24 de agosto de 1938	ND	121.77	Sí	CAI, CONT, CUS, EA, EEI, PEF
Cerro de las Campanas	7 de julio de 1937	ND	3.80* 58.49**	No	CUS, EEI
Cumbres del Ajusco	23 de septiembre de 1936	ND	920.00	No	CI, CUS, IF, PEF, TC
Desierto de los Leones	27 de noviembre de 1917	1,529.00	1,529.00	Sí	CAI, CI, CONT, CUS, EEI , SMHA
Desierto del Carmen o de Nixcongo	10 de octubre de 1942	529.00	529.00	No	CI, CONT, CUS, IF, TC
El Chico	6 de Julio de 1982	2,739.02	2,739.02	Sí	CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC
El Cimatario	21 de julio de 1982	2,447.87	2,390.00*	No	CUS, EEI
El Histórico Coyoacán	26 de septiembre de 1938	ND	39.76	No	CUS, EEI
El Tepeyac	18 de febrero de 1937	1,500.00	238.53***	No	CONT, CUS, EEI, ENP, IF
El Tepozteco	22 de enero de 1937	ND	23,286.00	Borrador	CI, CONT, CUS, EEI, ENP, IF, TC
El Veladero	17 de julio de 1980	ND	3,617.41**	No	CUS, IF

Continúa...

Fuentes Brotantes de Tlalpan	28 de septiembre de 1936	129.00	17.82***	No	CUS, SMHA
General Juan N. Álvarez	30 de mayo de 1964	528.00	528.00	No	CI, CUS, IF, TC
Grutas de Cacahuamilpa	23 de abril de 1936	1,600.00	1,598.26	Sí	CONT, CUS, EA, TC
Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	18 de septiembre de 1936	ND	1,889.96**	No	CUS, EA, ENP, IF, PEF, TC
Iztaccíhuatl-Popocatépetl	8 de noviembre de 1935	ND	39,819.08	Sí	CAI, CI, CONT, CUS, EEI, ENP, IF, PEF, SMHA, TC
La Malinche	6 de octubre de 1938	ND	46,112.24	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, PEF, TC
Lagunas de Zempoala	27 de noviembre de 1936	ND	4,790.00	Sí	CI, CONT, CUS, EA, EEI, ENP, IF, SMHA, TC
Lomas de Padierna	22 de abril de 1938	ND	1,161.21** 30.63***	No	CUS
Los Mármoles	8 de septiembre de 1936	23,150.00	23,150.00**	No	AM, CUS, ENP, TC
Los Remedios	15 de abril de 1938	ND	468.07**	No	CUS
Molino de Flores Netzahualcóyotl	5 de noviembre de 1937	ND	45.66**	No	CONT, CUS, EA, EEI
Sacromonte	29 de agosto de 1939	ND	43.73**	No	CUS, IF, EEI, PEF
Tula	27 de mayo de 1981	99.50	99.50**	No	CUS, EA, ENP, IF
Xicoténcatl	17 de noviembre de 1937	ND	851.30**	No	CUS

Fuente: *Gobierno de Querétaro, 2013, **CONANP, 2014b, ***Sánchez y Díaz-Polanco, 2011.
ND = No determinada.

Otra de las limitantes, que no se enlistó de manera particular en cada una de las áreas, es la creciente aculturación de los grupos indígenas y la pérdida de su conocimiento tradicional, la cultura materialista del consumismo, la pérdida del sentido de arraigo

cultural y geográfico relacionada con los procesos de migración de la población, el desentendimiento y disociación de las poblaciones urbanas del entorno natural, así como la carencia de una educación y conciencia ambientales de la población en general (Challenger, 1988).

Tabla 4. Áreas de Protección de Flora y Fauna (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad.

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Ciénegas del Lerma	27 de noviembre de 2002	3,023.96	3,023.95*	No	CONT, CUS, SMHA
Corredor Biológico Chichinautzin	30 de noviembre de 1988	37,302.40	37,873.81	Borrador	CUS, ENP, TC
Nevado de Toluca	25 de enero de 1936	ND	53,590. 67	Borrador	CI, CONT, CUS, EA, ENP, IF, PEF, SMHA, TC, TE

Fuente: *CONANP, 2014b

Tabla 5. Áreas de Protección de Recursos Naturales (Región Centro y Eje Neovolcánico) y sus principales factores de amenazas a la biodiversidad

Nombre	Fecha de decreto	Superficie inicial (ha)	Superficie actual (ha)	Plan de manejo	Agentes de degradación
Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec	15 de noviembre de 1941	ND	172,879.37*	No	ND

Fuente: *CONANP, 2014b

Consideraciones finales y recomendaciones

La geología de México provee diversidad de ambientes, hábitat y microhábitat para un importante número de especies residentes y migratorias; sin embargo, la

falta de conocimiento científico y alta presión social para su aprovechamiento y conservación las ponen en peligro por lo que se deben generar proyectos de investigación que cubran los vacíos de cada una de las áreas.

El impacto ambiental y social que conlleva la degradación de las áreas naturales protegidas en nuestro país es de mucha atención y de mayor impacto en la región Centro y Eje Neovolcánico Transversal ya que es donde se concentra la mayor población del país. Por ello se requiere poner énfasis en estudios no solamente ecológicos, sino sociológicos, que nos permitan conocer más cada factor de degradación y proponer medidas de mitigación.

Para conocer más sobre la problemática se recomienda la aplicación de encuestas a comisariados ejidales, habitantes, turistas y responsables de las áreas naturales para atender las demandas y establecer acciones para la conservación de los recursos. Una de las inquietudes percibidas entre la gente que hace uso de los productos de los ecosistemas es la restricción en el aprovechamiento de éstos, ya que la difusión o la integración en los programas de manejo, no establece generalmente, qué, cómo y cuándo aprovechar.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Aguilar M., A.G., J. López B., M.L. Rodríguez G., P. Montes C., A.A. Fernández B., A. Córdova V., R. Frau y N. Esquivel E. 2006. *Urbanización periférica y deterioro ambiental en la Ciudad de México: el caso de la Delegación Tlalpan en el Distrito Federal.* Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 33 p.

Aguirre M., A., R. Mendoza A., H. Arredondo P.B., L. Arriaga C., E. Campos G., S. Contreras-Balderas, M.E. Gutiérrez, F.J. Espinosa G., I. Fernández S. L.

Galaviz S., F. García D., D. Lazcano V., M. Martínez J., M.E. Meave D., R.A. Medellín, E. Naranjo G., M.T. Olivera C., M. Pérez S., G. Rodríguez A., G. Salgado M., A. Samaniego H., E. Suárez M., H. Vibrans, J.A. Zertuche G., V. Cornett, P. Álvarez, L. Luna M. y M. Rodríguez M. 2009. *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía*. Pp. 277-318. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.

Álvarez-Zúñiga, E., A. Sánchez-González y S. Valencia-Ávalos. 2010. *Los encinos del parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México*. Madera y Bosques 16 (4): 55-66.

Arriaga C., L., V. Aguilar, J. M. Espinoza, C. Galindo, H. Herrmann, E. Santana C., S. Graf M., I. Pisanty y L. Rosenzweig. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.

Bezaury-Creel, J., D. Gutiérrez C., J.F. Remolina, J.J. Pérez, J. González C., N. Betancourt, M. Trigo, J. Antele, R. Frías, J. De la Maza, V. Sánchez-Cordero, F. Figueroa, P. Illoldi, M. Linaje, C.A. Sifuentes, R. González M., H.A. López L., A. Durán F., R.G. De la Maza y S. Anta F. 2009. *Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México*. Pp. 385-431. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.

Cámara de Diputados. 2010. *Punto de acuerdo por el que se exhorta a la SEMARNAT a implementar un programa contra la tala ilegal y a realizar un proyecto integral con objeto de reforestar el parque nacional La Malinche, en Tlaxcala*. Gaceta Parlamentaria Número 3092-VIII. Pp. 40-41.

Challenger, A., R. Dirzo, J.C. López A., E. Mendoza, A. Lira-Noriega, y I. Cruz. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. 2009. Pp. 37-73. En: Sarukhán, J. (Coord.) Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.

Cibrián T., D., D. Alvarado R., S.E. García D. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo, CONAFOR-SEMARNAP, Forest Service USDA, NRCAN Forest Service, COFAN, FAO. Estado de México, México 587 p.

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras (CANEI). 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 91 p.

COEDEH. 2014. *Áreas naturales protegidas*. En: http://coedeh.hidalgo.gob.mx/anp, consultado el 8 de abril de 2014.

CONABIO. 2013. *Parque Nacional Lomas de Padierna, Distrito Federal, MX*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Naturalista. En: http://conabio.inaturalist.org/places/parque-nacional-lomas-de-padierna, consultado 9 de abril de 2014.

CONAFOR. 2001. *Programa estratégico forestal para México 2025*. Comisión Nacional Forestal. México. 190 p.

CONAFOR. 2007. *Manual de sanidad forestal*. Comisión Nacional Forestal. Jalisco, México. 72 p.

CONANP. 1999. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra Gorda*. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 172 p.

CONANP. 2003. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 202 p.

CONANP. 2005a. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 202 p.

CONANP. 2005b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 236 p.

CONANP. 2006a. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Desierto de los Leones*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 172 p.

CONANP. 2006b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Grutas de*

Cacahuamilpa. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 199 p.

CONANP. 2008a. *Anteproyecto Programa de Manejo Parque Nacional El Tepozteco*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 222 p.

CONANP. 2008b. *Anteproyecto Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Lagunas de Zempoala*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 193 p.

CONANP. 2012. *Manual de organización específico de la dirección regional centro y Eje Neovolcánico*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F. 52 p.

CONANP. 2013a. *Áreas protegidas decretadas*. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, consultado el 19 de febrero de 2014.

CONANP. 2013b. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 329 p.

CONANP. 2013c. *Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatépetl*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 185 p.

CONANP. 2013d. *Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 205 p.

CONANP. 2013e. *Programa de manejo del Corredor Chichinautzin*. En: http://chichinautzin.conanp.gob.mx/que_hacemos/Programa_de_Manejo_04.pdf, consultado el 10 de octubre de 2013.

CONANP. 2013f. *Borrador del Programa de manejo área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca*. En: http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/BORRADOR%20PM%20NEVADO%20DE%20TOLUCA-311013.pdf, consultado el 25 de noviembre de 2013.

CONANP. 2014a. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Guanajuato*. En:http://www.conanp.gob.mx/anp/consulta/PROYECTO%20PARA%20CONSULTA%20PM%20SIERRA%20GORDA%20DE%20GUANAJUATO.pdf, consultado el 21 de febrero de 2014.

CONANP. 2014b. *Cobertura de las Áreas Naturales Protegidas Federales de México (Versión 9 de enero de 2014)*. En: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/anps/ANP_14enero_2014.zip, consultado el 8 de marzo de

2014.

Delgadillo-Moya, C., M. A. Cárdenas-Soriano, V. M. Gálvez-Aguilar y A. Sánchez-González. 2011. *Musgos del parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 89: 19-26.

Durán-Medina, E., J. F. Mas y A. Velázquez. 2007. *Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México*. Pp. 267-299. En: Bray, D., L. Merino y D. Barry (Eds.). Los bosques comunitarios de México, Manejo sustentable de paisajes forestales. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 443 p.

EIDOS. 2012. *Área de Protección de Recursos Naturales "Cuencas de los Ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec"*. En: eidos.com.mx/clientes/valle/wp-content/uploads/2012/04/areadeproteccion.pdf, consultado el 6 de julio de 2014.

Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2007. *Introducción*. Pp. 5-6. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.

Estrada-Martínez, E., J. R. Aguirre R. y L. Sánchez R. 2003. *Tecnología tradicional y conocimiento etnobotánico forestal en Santa Isabel Chalma, Amecameca, México*. Revista de Geografía Agrícola 32: 43-74.

Estrada-Martínez, E., G. Guzmán, D. Cibrián T. y R. Ortega P. 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). Interciencia 34 (1): 25-33.

FAO. 2009. Guía para la descripción del suelo. Cuarta edición. Italia, Roma. 99 p.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2007. *Riqueza de la herpetofauna*. Pp. 407-420. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 439 p.

García-Sánchez, C. A., A. Sánchez-González y J. L. Villaseñor. 2014. *La familia*

Asteraceae en el parque nacional Los Mármoles, Hidalgo, México. Acta Botánica Mexicana 106: 97-116.

GIRA. 2003. El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Morelia, Michoacán de Ocampo. 16 p.

Gobierno de Querétaro. 2013. *Anuario económico 2013*. Gobierno de Querétaro. Querétaro, Querétaro. 342 p.

Gobierno del Distrito Federal (GDF). 2007. *Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con la categoría de zona ecológica y cultural Cerro de la Estrella*. Gaceta Oficial del Distrito Federal Número 62. Pp. 4-36.

Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo. 1995. *Reservas de la biósfera y otras áreas naturales protegidas de México*. Instituto Nacional de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 161 p.

Gómez-Tuena, A., M.T. Orozco-Esquivel y L. Ferrari. 2005. *Petrogénesis ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 57 (3): 227–283.

Granados S., D., G.F. López R., M.A. Hernández G. y A. Sánchez-González. 2004. *Ecología de la fauna silvestre de la Sierra Nevada y la Sierra del Ajusco*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 10 (2): 111-117.

Gutiérrez A., V. (Coord.). 2006. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 112 p.

Hernández C., M. E. y G. Carrasco A. 2007. *Rasgos climáticos más importantes*. Pp. 57-72. En: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (Eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 514 p.

Ikkonen, E., E. Ángeles-Cervantes y N. E. García-Calderón. 2004. *Producción de CO_2 en andosoles afectados por incendios forestales en el parque nacional El Chico, Hidalgo*. Terra Latinoamericana 22 (4): 425-431.

Manson, R.H. 2004. *Los servicios hidrológicos y la conservación de los bosques de México*. Madera y Bosques 10 (1): 3-20.

Manson, R. H., E. J. Jardel P., M. Jiménez E., C. A. Escalante S., M. Martínez

R., H. Asbjornsen, S. Contreras M., D. A. Rodríguez-Trejo, E. Santana C., A. V. Arreola M., V. Sánchez-Cordero, V. Magaña R. y L. Gómez M. 2009. *Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico*. Pp. 131-184. En: Sarukhán, J. (Coord.), Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 821 p.

Mittermeier, R. A. y C. Goettsch M. 1992. *La importancia de la biodiversidad biológica de México*. Pp. 63-73. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Comps.). México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 343 p.

Monforte G., G. y P.C. Cantú M. 2009. *Escenario del agua en México*. Culcyt/Recursos Hídricos 6 (30): 31-40.

Moreno R., J. M., I. Rodríguez-Urbieta, G. Zavala E. y M. Martín. 2009. *Cambio climático y riesgo de incendios forestales en Castilla-La Mancha*. Pp. 340-364. En: Rodríguez T., A., H. Fernández C. e I. Rojano S. Impactos del cambio climático en Castilla-La Mancha, Primer informe. Fundación General de Medio Ambiente. Castilla-La Mancha, España. 364 p.

Morrone, J.J. 2005. *Hacia una síntesis biogeográfica de México*. Revista Mexicana de Biodiversidad 76 (2): 207-252.

Naranjo, E.J., J.C. López-Acosta y R. Dirzo. 2010. *La cacería en México*. Biodiversitas 91: 6-10.

Navarro de León, I. 2006. *Explotación y renovabilidad del agua subterránea en una cuenca semiárida del Altiplano Mexicano*. Ciencia UANL 9 (4): 375-382.

Noble, I.R. y R. Dirzo. 1997. *Forests as human-dominated ecosystems*. Science 277: 522-525.

Ochoa-Ochoa, L. M. y O. A. Flores-Villela. 2006. *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 211 p.

Oyarzun, R., P. Higueras y J. Lillo. 2011. Minería Ambiental. Una introducción a los Impactos y su Recomendación. GEMM. Madrid, España. 337 p.

Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga y D. Morrison. 2000. *Enviromental and economic*

costs of nonindigenous species in the United States. BioScience 50 (1): 53-65.

PROFEPA. 2013. *Cuadernos de divulgación ambiental. Tráfico Ilegal de vida silvestre*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 28 p.

Quiroz-Carranza, J. y R. Orellana. 2010. Uso y manejo de leña combustible en viviendas de seis localidades de Yucatán, México. Madera y Boques 16 (2): 47-67.

Romero, F.J. y A. Velázquez. 1999. *La región de montaña del sur de la Cuenca de México: una revisión de su importancia biológica*. Pp. 39-48. En: Velázquez, A. y F. J. Romero (Comps.). Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. México, D. F. 351 p.

Randell B., J. 2008. *Ordenamiento ecológico territorial regional en los municipios donde se ubica el Parque Nacional Los Mármoles*. Consejo Estatal de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DQ006. México, D. F. En: http://www.conabio.gob.mx/ institucion/proyectos/resultados/InfDQ006_4a_parte.pdf, consultado el 3 de julio de 2013.

Rodríguez-Trejo, D.A., H.C. Martínez H. y V. Ortega B. 2004. *Ecología del fuego en bosques de Pinus hartwegii*. En: Villers R., L. y J. López B. (Eds.). Incendios forestales en México. Métodos de evaluación. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. Pp. 103-120.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Primera Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 504 p.

Sánchez, C. y H. Díaz-Polanco. 2011. *Pueblos, comunidades y ejidos en la dinámica ambiental de la Ciudad de México*. Cuicuilco 52: 191-224.

Santacruz G., N. 2008. *Situación del arbolado del Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala, México*. Revista Forestal Latinoamericana 23 (1): 69-89.

Santillán P., J. 2007. Desmonte/Clearing. In: Cibrián T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. (Eds). 2007. Enfermedades Forestales en México/Forest Diseases in México. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest USDA, EUA; NRCAN Forest service, Canadá y Comisión

Forestal de América del norte, COFAN, FAO, Chapingo, México. 587p.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. De la Maza. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 100 p.

SEMARNAP. 1997. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la región denominada Sierra Gorda*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 1-11.

SEMARNAP. 1999. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la región denominada Sierra de Huautla*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 24-31.

SEMARNAT. 2002. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Ciénegas del Lerma*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 4-12.

SEMARNAT. 2007. *Decreto por el que se declara área natural protegida, con carácter de reserva de la biósfera, la zona conocida como Sierra Gorda de Guanajuato*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 25-46.

SEMARNAT. 2010. *Áreas naturales protegidas*. Diagnóstico final de la bitácora Cuenca Valle de México. Ordenamiento Ecológico. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. En: http://web2.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents /bitacora_cuenca_valle_mexico/diagnostico_final%2022_marzo_3.pdf

SEMARNAT. 2013. *Decreto que reforma, deroga y adiciona diversas disposiciones del diverso publicado el 25 de enero de 1936, por el que se declaró parque nacional la montaña denominada Nevado de Toluca que fue modificado por el diverso publicado el 19 de febrero de 1937*. Diario Oficial de la Federación. México, D. F. Pp. 47-62.

SEMARNAT. 2014. *Producción Forestal*. En: http://www.viveroscoyoacan.gob.mx/index. php?option=com_content&view=article&id=324&Itemid=119, consultado el 21 de febrero de 2014.

Torres R., J. M. 2004. *Informe Nacional México, Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de trabajo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Organización de las Naciones Unidas para

la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 86 p.

Ugalde-Lezama, S., J. L. Alcántara-Carbajal, L. A. Tarango-Arámbula, G. Ramírez-Valverde y G. D. Mendoza-Martínez. 2012. *Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal*. Revista Mexicana de Biodiversidad 83 (1): 133-143.

Vargas M., F. 1997. *Parques Nacionales de México*. En: http://www2.inecc.gob.mx/ publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=108, consultado el 8 de noviembre de 2013.

Vega G., A., J. López-García y L. L. Manzo D. 2008. *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*. Investigaciones Geográficas 67: 59-75.

Villers R., L., L. García del Valle y J. López B. 1998. *Evaluación de los bosques templados en México: una aplicación en el parque nacional Nevado de Toluca*. Investigaciones Geográficas 36: 7-19.

Xelhuantzi C., J., J. G. Flores G. y A. A. Chávez D. 2011. *Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas forestales afectados por incendios*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 2 (3): 37-52.

Zamora, M., J. M. Torres y L. Zamora. 2001. *Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en México*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Santiago, Chile. 120 p.

Zavala-Chávez, F. 1996. *Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo*. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 148 p.

Zavala-Chávez, F. 2000. *A new species of red oak (Quercus sect. Lobate) form Central Mexico*. International Oaks 10: 30-35.

Zavala-Chávez, F. 2001. *Análisis demográfico preliminar de Taxus globosa Schlecht. en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo*. México. I: población de adultos y algunas características del hábitat. Ciencia Ergo Sum 8 (2): 169-174.

Zepeda-Gómez, C., X. Antonio N., A. Lot H. y D. Madrigal U. 2012a. *Análisis del cambio de uso del suelo en las ciénegas de Lerma (1973-2008) y su impacto en la vegetación acuática*. Investigaciones Geográficas 78: 48-61.

Zepeda-Gómez, C., A. Lot-Helgueras, X. Antonio N. y D. Madrigal-Uribe. 2012b.

Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma Estado de México, México. Acta Botánica Mexicana 98: 23-49.

Para citar esta obra:

Arriola-Padilla, V. J., E. Estrada-Martínez, R. Medellín-Jiménez, A. R. Gijón Hernández, L. A. Pichardo-Segura, R. Pérez-Miranda y A. Ortega-Rubio. 2015. *Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 337-374). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XV

Reserva de la Biosfera El Vizcaíno: 25 Años de Manejo y Conservación

Patricia Cortés-Calva*, Irma González-López, Benito Bermúdez-Almada, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio.

Resumen

La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (REBIVI), es la única Área Natural Protegida (ANP) de México que contiene tres denominaciones de Patrimonio Mundial de la UNESCO, dos denominaciones naturales y una cultural. Como herramienta de conservación, se han fomentado talleres participativos acerca del conocimiento de los recursos biológicos, involucrando a la comunidad. El auténtico desarrollo sustentado en dos pilares básicos: equidad y sustentabilidad, se aplica en tres líneas complementarias y que se refuerzan mutuamente: a) la consecución de una sinergia institucional que procure la convergencia e integración de los programas sectoriales en proyectos orientados a la conservación y el uso sustentable de los recursos; b) la promoción de la organización comunitaria como la plataforma única de planeación y ejecución de las acciones y proyectos de la Estrategia y c) la realización de actividades productivas alternativas que generen oportunidades de ocupación e ingreso para las poblaciones asentadas en las áreas protegidas y otras regiones prioritarias. El trabajo desarrollado en la REBIVI, se ha centrado en atender de manera conjunta el desarrollo y mejoramiento socio-cultural de las comunidades, se ha enfatizado la participación de la academia con el sector administrativo del ANP, brindando un enfoque multivariado que incluyen los factores de conservación con los de la economía. Veinticinco años de conservación hablan de una Reserva

pujante y fortalecida, en concordancia con todas las comunidades que la integran. Aún se deben retomar algunos aspectos, como es el de contaminación, efecto de actividades antropogénicas (agricultura, actividades eco turísticas), enfoques acerca de los componentes de biodiversidad (distribución, picos de abundancia y servicios ecosistémicos entre otros).

Palabras clave: Baja California Sur, Conservación, El Vizcaíno, Patrimonio mundial, Reserva.

Abstract

The Biosphere Reserve El Vizcaino (REBIVI) is the only Protected Natural Area (PNA) of Mexico containing three designations of World Heritage and two natural and one cultural denomination. As a conservation tool, participatory workshops on knowledge of biological resources have been promoted involving the local community. Authentic development is based on two main factors: equity and sustainability applied in three supplementary lines that mutually strengthen (a) achieving institutional synergy that seeks convergence and integration of sector-based programs in projects aimed at conservation and sustainable use of resources; (b) promoting community organization as the only platform for planning and implementing strategy actions and projects; (c) implementing alternative productive activities that generate employment opportunities and income for populations in protected areas and other priority regions. The work developed in the REBIVI has focused on addressing jointly the development and improvement of socio-cultural communities, the participation of learned societies with the PNA administrative sector, providing a multivariate approach including conservation and economical factors. Twenty-five years of conservation speak out of a vibrant and strengthened Reserve in accordance with all constituent communities.

Some aspects should still be reconsidered, such as pollution, effect of anthropogenic activities (agriculture and ecotourism activities) approaches on biodiversity components (distribution, abundance peaks, and ecosystem services).

Key words: Baja California Sur, Conservation, El Vizcaíno, Protected Natural Area (PNA), World Heritage.

Introducción

El centro de la península de Baja California se identifica como un área de discontinuidad fisiográfica, resultado de los diversos eventos geológicos ocurridos a través del tiempo (Fletcher *et al.*), justo en esta discontinuidad situamos a la región de El Vizcaíno, la cual se formó por un levantamiento de terreno aproximadamente hace treinta millones de años y tiene la particularidad de contener serranías muy antiguas (Flores, 1998); El Vizcaíno se ubica en la región fitogeográfica del Desierto Sonorense (Wiggins, 1980), y con base en la asociación vegetal y composición florística se denomina como Desierto sarcófilo o región de Vizcaíno (Maya *et al.* 2011).

Con referencia a los distintos ecosistemas presentes en la región media de la península, se percibe un mosaico de ambientes donde se pueden apreciar diferentes comunidades florísticas intactas del matorral, donde la diversidad en los ambientes físicos y climáticos ha permitido el desarrollo de una vida silvestre muy rica en forma y en adaptaciones, identificándose como un importante centro de diferenciación biológica y aunque existen pocas especies endémicas, su importancia se manifiesta por el gran número de subespecies principalmente de mamíferos y reptiles (Riddle *et al.* 2000; Grismer, 2002).

Con base a los distintos atributos físicos, biológicos, evolutivos y climáticos de la región y con la finalidad de integrar a las comunidades humanas en el tema de la conservación, El Vizcaíno se decreta como reserva de la Biósfera el 30 de noviembre de 1988, siendo una de las reservas más icónicas de México (DOF, 1988). La REBIVI, se localiza en el municipio de Mulegé, colindante con el estado de Baja California. Esta reserva ocupa el 77% del territorio municipal (INEGI, 1995; Fig. 1). Esta Área Natural Protegida (ANP) es la de mayor extensión en nuestro país, con más de 2.5 millones de hectáreas de superficie, por si misma ocupa el 11% de la superficie total de las ANPs en México (CONANP, 2014).

El modelo de reservas de la Biósfera considera a una zona núcleo con acceso a usos restringidos, rodeada por un área de amortiguamiento en donde las actividades son sustentables, para El Vizcaíno su zona núcleo constituye el 14% de la superficie protegida, el restante 86% es considerado como zona de amortiguamiento. Cabe mencionar que la reserva incluye cinco kilómetros de franja costera (INE, 2000).

En la Reserva existen 16 islas e islotes; las más grandes e importantes se localizan en la vertiente del Pacífico y son: Isla Natividad, Isla Asunción e Isla San Roque. Dentro de la Laguna Ojo de Liebre se encuentran los islotes: zacatosos, conchas, alambre, la piedra, la choya y arena. En la Laguna San Ignacio los islotes: arena, delgadito, Abaroa, pelícano y garza; en la vertiente del Golfo de California se localizan dos pequeños islotes rocosos que son: Lobera y Racito (INE, 2000).

Figura 1. Localización geográfica del Area Natural Protegida El Vizcaíno. Fuente: Gerardo Hernández G.

En la región de Vizcaíno se incluyen áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas: la planicie costera compuesta por lomeríos, mesetas y cañadas de poca profundidad. a) Las sierras que se localizan en esta provincia son: sierra Placeres y sierra de Santa Clara, que representan los fenómenos orográficos más conspicuos. En la franja costera occidental se encuentran los esteros: La Bocana, el coyote, el cardón, el dátil en la Laguna San Ignacio. Así mismo, en las zonas de influencia de las lagunas

En Ojo de Liebre y San Ignacio existen varias llanuras desérticas y áreas anegables. b) La otra provincia comprende los grandes macizos montañosos del oriente de la península. Dentro de la reserva se encuentran algunos cerros aislados como el

colorado, el hermoso y la sierra el Serrucho; otra formación es la sierra de San Francisco que comprende un conjunto de elevaciones truncadas y alargadas de pendiente abrupta; en esta vertiente también se encuentran varias mesetas y lomeríos. La fisiografía presente ocasiona la presencia de microambientes que son únicos en esta ANP (Fig. 2). En este macizo montañoso sobresalen el volcán de las Vírgenes, el volcán partido y el volcán del Azufre; éste último aún se encuentra activo y se puede apreciar en sus inmediaciones fumarolas de vapor de agua y azufre. También se incluye la sierra de la Reforma y finalmente, rodeando la población de Santa Rosalía, se presenta una formación montañosa en la que destacan los cerros el calvario y el cerro verde (Maya *et al.* 2011).

Respecto a la diversidad de taxa presentes en la región podemos señalar la coexistencia de especies; las aves son particularmente importantes, encontramos a más de 432 especies de aves (Erickson *et al.* 2013), algunas de ellas ocurren en el ANP se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana -059-SEMARNAT-2010, las especies con estatus de Amenazadas son el halcón mexicano (*Falco mexicanus*), el tecolote cornudo (*Bubo virginianus)*, el águila real (*Aquila chrysaetos*) y la garza piquirrosa (*Egretta rufescens*); otras se listan como sujetas a protección especial, tal es el caso del halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la garza morena (*Ardea herodias*), la aguililla ratonera (*Buteo sp*), otra especie emblemática y que se sitúa como en peligro de extinción es el gallito marino (*Sterna antillarum* DOF, 2010).

Otro nivel taxonómico de importancia es el de los mamíferos terrestres, de los cuales se han identificado algunas especies en la Norma Oficial Mexicana -059-SEMARNAT-2010, en la categoría de en peligro de extinción se encuentran el berrendo (*Antilocapra americana*) y la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*); como amenazadas: la musaraña (*Notiosorex crawfordi*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus*) y como especie sujeta a protección especial el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*, DOF, 2010).

Entre los mamíferos marinos, más carismáticos se encuentra la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) que durante la temporada invernal arriba para su reproducción a las áreas de lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio y está sujeta a protección especial (INE, 2000; DOF, 2010). El lobo marino (*Zalophus californianus*) se encuentra bajo protección especial. Las loberas más grandes de la reserva se encuentran en las islas Natividad, Asunción y San Roque, en la costa del Pacífico donde existen seis

colonias reproductivas y una de descanso; en Isla San Roque se encuentra la foca de puerto (*Phoca vitulina*) en protección especial, que convive con las colonias de lobo marino (Aurioles-Gamboa *et al.* 2011).

Figura 2. Ambientes presentes en la reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur.
Fuente: Irma González-López, Patricia Duarte y Patricia Cortés-Calva.

El ambiente marino de las costas Pacífico y del Golfo que circundan la reserva se considera como prioritario (Sullivan-Sealeey y Bustamante, 1999; Arriaga *et al.* 1998). Por su riqueza biológica ambas costas son distintas, en el Golfo, y en la costa Occidental de la reserva, se identifica la zona de transición templado tropical, por lo que se encuentran especies de origen templado y tropical, incluso se menciona un alto grado de endemismo en especies de invertebrados (Brusca, 1980). Es amplia la diversidad de especies marinas que están sujetas a explotación comercial en la reserva, algunas son de importancia por los volúmenes de captura que presentan como el calamar (*Dosidicus gigas*), las almejas (*Tivela stultorum*; *Lyropecten subnudosus*; *Argopecten ventricosus*) y Sardinas (*Sardinops sagax*; *Ophistonema* spp.). También existen otras de menor abundancia pero también de alto valor comercial como el abulón (*Haliotis* spp.), la langosta (*Panulirus* spp.) y el caracol panocha (*Astrea* spp.).

Importancia y Logros

Hablar de la importancia y logros en El Vizcaíno, es hablar del trabajo y dedicación de muchas personas, comunidades, empresas, organizaciones civiles, instituciones educativas, de investigación y del personal de la reserva.

Importancia Internacional

En los 25 años que tiene la reserva, se ha hecho merecedora de múltiples reconocimientos en los ámbitos internacional, nacional y regional. Derivado de los compromisos de conservación internacionales signados por México, destaca el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO, la Red Mundial de Reservas de la Biosfera del Programa "El Hombre y la Biosfera" de la UNESCO, la Comisión Ballenera Internacional, la Convención Ramsar, el Comité Trilateral México, Estados Unidos y Canadá para la Conservación de la Naturaleza, de la cual se desprende el Programa AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves), Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, todos estos Convenios afectan de alguna manera a la reserva como veremos a continuación.

Sitios Patrimonio de la Humanidad

La Reserva de El Vizcaíno es el único sitio de México al que se le han otorgado tres denominaciones de Patrimonio Mundial de la UNESCO (dos denominaciones naturales y una cultural).

1) En 1993 el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO, inscribió al "Refugio de Ballenas de El Vizcaíno" con las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, basados en el Criterio désimo (X), por contener los hábitats naturales más importantes y significativos para la conservación *in situ* de la diversidad biológica de la ballena gris, que conlleva un valor excepcional y universal como sitio natural, y debe ser protegido para el beneficio de la humanidad. Este es un sitio único, donde se efectúa la reproducción y crianza de la ballena gris, siendo los santuarios balleneros más importantes del mundo para esta especie. La Ballena gris migra realizando un recorrido de aproximadamente 12,000 km desde los mares del norte del continente americano, hasta las lagunas de El Vizcaíno, siendo ésta la migración más larga que cualquier otro mamífero realiza en nuestro planeta (Fig. 3).

Figura 3. La ballena gris (*Eschrichtius robustus*), mamífero marino ícono de los mares en esta reserva de El Vizcaíno. Fuente: Irma González López.

2) Pinturas Rupestres de la Sierra de San Francisco. Fue entre el siglo I a.C. y el siglo XIV d.C. el lugar de asentamiento de un pueblo, hoy desaparecido, que nos ha legado uno de los conjuntos más notables de pinturas rupestres del mundo, estos conjuntos representan seres humanos y numerosas especies

animales, así como la relación del hombre con su entorno (Hambleton, 1979). Exponentes de una cultura sumamente refinada, las pinturas constituyen por su composición, dimensiones, precisión de trazos, variedad de colores y, sobre todo, por su abundancia, un testimonio excepcional de una tradición artística única en su género. Este sitio fue declarado patrimonio de la humanidad en 1993 (Fig. 4).

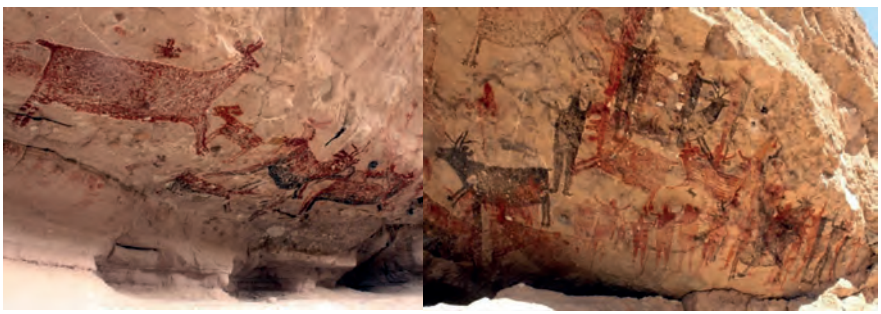


Figura 4. Pinturas rupestres icono de la serranía de San Francisco. Fuente: Patricia Duarte.

3) Islas y Áreas Protegidas del Golfo de California. Este sitio fue declarado patrimonio de la humanidad en 2005. Abarca 244 islas, islotes y zonas litorales del Golfo de California. El sitio es de una excepcional belleza y ofrece a la vista paisajes espectaculares. Alberga 695 especies de flora y vegetación y 891 ictiológicas, de las cuales noventa son endémicas (INE, 2000). El número de especies vegetales es muy superior al registrado en los demás sitios insulares y marinos inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial. Asimismo, este sitio alberga el 39% y el 33% del total mundial de las especies de mamíferos marinos y de cetáceos, respectivamente.

La UNESCO dentro de su Programa de la Biosfera y el Hombre (MaB), en 1993 designó el polígono que incluye a las Lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno como Sitio MaB, reconociendo en el ámbito internacional el trabajo a favor del impulso armónico, entre la integración de las poblaciones y la naturaleza, a fin de promover un desarrollo sostenible mediante un diálogo participativo, el intercambio de conocimiento, la reducción de la pobreza, la mejora del bienestar, el respeto a los valores culturales y la capacidad de adaptación de la sociedad (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonel, 2009). Continuando con las

denominaciones internacionales, es el 2 de febrero de 2004, cuando se acepta a la laguna Ojo de Liebre como sitio Ramsar, con el número 1339 y Laguna san Ignacio con el número 1341, cumpliendo con los criterios 2, 4, 5 y 6, que reconoce a la Laguna como lugar de apareamiento y nacimiento de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), así como la presencia del lobo marino (*Zalophus californianus*) y el delfín común (*Delphinus delphis*) ambos con protección especial. Destaca por su importancia la presencia de la tortuga prieta (*Chelonia midas agassizii*) en peligro de extinción, que utiliza a estas lagunas como sitio de alimentación.

La laguna Ojo de Liebre fue designada en septiembre 2000, como de Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP), aumentado y re-designado en abril de 2009, al albergar más del 30% de la población biogeográfica de tres especies: *Limosa fedoa* (50%)*, Calidris canutus roselaari* (32%), y *Limnodromus griseus cairinus* (68%). De la misma manera la Laguna San Ignacio fue nombrado sitio RHRAP en 2009 al albergar más del 23% de la población total de *Limosa fedoa* y el 11% de *Charadrius alexandrinus nivosus* durante el invierno (RHRAP, 2014).

Importancia ecológica

La sierra de San Francisco y la sierra de Guadalupe son consideradas como zonas de refugio debido a su origen geológico, la región se considera como una zona de discontinuidad o corredor biológico transpeninsular arcaico con núcleos de endemismo, tanto de flora como de fauna (Riddle, 2000, Fig. 5), que destaca porque en ella ocurren especies endémicas, de distribución restringida y/o migratorias (CONABIO, 2006). Los complejos lagunares y esteros se encuentran en excelentes condiciones de conservación, la migración anual de aves por la ruta del Pacífico encuentra en la reserva extensas áreas de descanso y alimentación bajo absoluta protección que reciben a miles de aves marinas, playeras y rapaces que se alimentan en los ricos litorales de la reserva y de la península, tanto en invierno como en verano.

La riqueza faunística presente en esta ANP, se ha tratado de encausar como herramienta de conservación, y se ha fomentado mediante talleres participativos el conocimiento de los recursos biológicos, involucrando a la comunidad para seguir fomentando el sentido de conservación de los recursos, conociendo y reconociendo

sus valores ambientales. Una de las actividades recientes que involucró la educación ambiental, fue la efectuada durante septiembre de 2012 con la comunidad de San Francisco de la Sierra (Cortés-Calva, 2112, Fig. 6).

Figura 5. Ambiente característico de la Sierra San Francisco, hábitat de especies terrestres y voladoras de fauna. Fuente: Ana Gatica.

Durante estas actividades, se destacó la importancia de las especies de mamíferos terrestres, aquí se incluyó a los quirópteros (único grupo de mamíferos voladores). 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). Como resultado de esta actividad, se pudo corroborar la existencia de mitos acerca de muchas especies de vertebrados, sin embargo al compartir con ellos el conocimiento de la biología de las especies se reforzó en ellos el sentido de conservación y el rol ecológicos de algunas especies.

El conocimiento de la fauna ayuda a conservar sus hábitats de distribución, fue el caso de los murciélagos los cuales son mamíferos con importancia ecosistémica ya que ayudan a la preservación de la estructura vegetal, pues algunas especies son polinizadoras y transportan semillas, cumplen el papel de controlador biológico

al consumir gran cantidad de mosquitos, evitando con ello la propagación de epidemias, además se comprueba que esta serranía soporta especies de mamíferos de distinta talla y estrategias alimentarias (Cortés-Calva *et al.* 2014).

Figura 6. Los talleres participativos favorecen la interacción de la comunidad y permiten el conocimiento de sus recursos bióticos en la región. Fuente: Patricia Cortés-Calva.

Desarrollo Sustentable

Existen en cada una de las regiones de El Vizcaíno esquemas de manejo y conservación que demuestran los importantes avances de protección y uso sustentable de sus recursos naturales.

Así vemos que en la planicie costera del Pacífico se creó un amplio corredor para promover el proyecto de recuperación del berrendo peninsular (*Antilocapra*

americana), especie en peligro de extinción (DOF, 2010), diseñándose una amplia zona núcleo de más de 300 mil hectáreas, que aseguran a futuro la continuidad del proceso de recuperación del berrendo, y la permanencia de los corredores biológicos de esta y otras especies importantes de las llanuras costeras occidentales de la región (Fig. 7).

Figura 7. El berrendo peninsular (*Antilocapra americana*) es un ejemplo exitoso en la recuperación de especies emblemáticas del desierto de Vizcaíno. Fuente: Patricia Cortés-Calva

Las lagunas costeras de Ojo de Liebre y San Ignacio se transformaron de santuarios de ballenas en sitios de protección y manejo sustentable; éste logro fue a través de la regulación y normatividad de las actividades de observación de ballena gris, misma que se lleva a cabo por pescadores, ejidatarios y pequeños empresarios locales, quienes respetando las capacidades de carga establecidas, han promovido una cultura de respeto y buenas prácticas. De tal forma que ha documentado el nacimiento de 11,745 ballenatos en los últimos 18 años (González-López *com pers.*). Recuperando la población de ballena gris (*Eschrichtius robustus*), gracias a los cuidados y garantías de seguridad y conservación que se obtienen de las autoridades, pescadores, turistas, académicos y sociedad civil en general.

Las acciones de conservación efectuadas en la zona serrana, incluyen la creación de la Unidad de Manejo, Conservación y Aprovechamiento (UMA) de borrego cimarrón, misma que se estableció en 1996, logrando que la totalidad de la zona de distribución del borrego dentro del Ejido Bonfil se mantenga con vigilancia comunitaria lo que ha permitido el crecimiento poblacional de esta especie hasta más de 500 ejemplares. Además, se ha observado que las manadas son más grandes, existe una estructura de tallas muy sanas y se realizan acciones complementarias de limpieza de aguajes, y eliminación de ganado doméstico.

En la zona conocida como Pacífico Norte, la pesquería de la langosta roja esta ecocertificada por el Marine Stewardship Council en 2004 (Bourillon, 2009), lo que provee ventajas competitivas al poder exportar la langosta viva, incrementando su valor sustancialmente. Esta pesquería se desarrolla a lo largo de casi 400 km de costa, por nueve cooperativas.

La pesquería de langosta en la región Pacífico Norte tiene tres grandes ventajas: las poblaciones de langosta son más abundantes en estas zonas; la captura se ha mantenido estable en los últimos diez años, e incluso ha aumentado, sin que se haya incrementado el esfuerzo pesquero. La segunda ventaja es que las cooperativas langosteras tienen la exclusividad en el uso de los recursos que explotan por medio de concesiones que les otorgaron las autoridades pesqueras del gobierno federal, y que son válidas por veinte años. Con esto dejan de ser pesquerías de acceso libre o abierto. La tercera ventaja es el excelente nivel de organización de las cooperativas pesqueras las cuales cuentan con un sistema colegiado de toma de decisiones democráticas, un sistema de prestaciones sociales a los pescadores y una estructura profesionalizada de división de trabajo, con áreas de producción, procesamiento, comercialización, evaluación biológica del recurso, contabilidad y administración. Sin una buena organización, un sistema pesquero eficiente es casi imposible de lograr.

Herramientas de Conservación

La estrategia de conservación para el desarrollo se configuró en la CONANP como un plan de acción que, al conjuntar políticas e instrumentos, que fueran capaces de construir una herramienta para la conservación compartida con los habitantes de las Áreas Protegidas y otras modalidades de conservación y, simultáneamente,

enfrentar el doble desafío de frenar la pérdida y degradación de los ecosistemas y su biodiversidad, así como mitigar las condiciones de pobreza y marginación de las comunidades asentadas en su entorno, para situarlas en un horizonte de desarrollo sustentable local.

Se perfila un nuevo paradigma sustentado en dos pilares básicos: equidad y sustentabilidad, sin los cuales no se puede aspirar al auténtico desarrollo. Se aplica en tres líneas complementarias y que se refuerzan mutuamente; a) la consecución de una sinergia institucional que procure la convergencia e integración de los programas sectoriales en proyectos orientados a la conservación y el uso sustentable de los recursos; b) la promoción de la organización comunitaria como la plataforma única de planeación y ejecución de las acciones y proyectos de la Estrategia; y c) la realización de actividades productivas alternativas que generen oportunidades de ocupación e ingreso para las poblaciones asentadas en las áreas protegidas y otras regiones prioritarias.

Este enfoque parte de la consideración de que dichas áreas y regiones son las unidades territoriales básicas en donde se articulan estos procesos sociales e institucionales. Dentro de esta herramienta están comprendidos los Programas de Empleo Temporal y el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible que soporta el aporte de las ANP a los programas de desarrollo comunitario.

Consideraciones finales y perspectivas.

El trabajo desarrollado en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, se ha centrado en atender de manera conjunta el desarrollo y mejoramiento socio-cultural de las comunidades, se ha enfatizado la participación de la academia con el sector administrativo de la ANP, brindando un enfoque multivariado que incluyen los factores de conservación con los de la economía. Veinticinco años de conservación hablan de una Reserva pujante y fortalecida, en concordancia con todas las comunidades que la integran. Sin embargo aún se deben de retomar algunos aspectos escasamente abordados, como es el de la contaminación, efecto de actividades antropogénicas (agricultura, actividades eco turísticas), y enfoques acerca de los componentes de biodiversidad (distribución, picos de abundancia, servicios ecosistémicos).

Agradecimientos.

A Diana Dorantes por la revisión del idioma Inglés. Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño gráfico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Áreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada.

Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton. 1999. *Mamíferos del Noroeste de México. Vol 1*, Pp.1-586. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México.

Álvarez-Castañeda, S. T., y J. L. Patton. 2000. *Mamíferos del Noroeste de México Vol. II*, Pp. 584-873. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, Baja California Sur, México.

Arriaga C. L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (Coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Aurioles-Gamboa, D., C. Godínez-Reyes, C. Hernández-Camacho y K. Santos-del Prado Gasca (comps.) y Red de monitoreo, investigación y conservación de los pinnípedos de México. 2011. *Taller de análisis del estado de la población de lobo marino de California Zalophus californianus en México*. CICIMAR, CONANP, INE. La Paz, B.C.S. México 25 y 26 de noviembre de 2010. 78 pp.

Bezaury-Creel, J. y D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. *Pp. 385-431. En: Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 438 pp.

Brusca, R. C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*, segunda edición. University of Arizona Press, Tucson. EE.UU. 427 pp.

Bourillon, L. 2009. *Ecocertificación de la pesca de langosta roja en Baja California*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Biodiversitas, 86:7-

11.

CONABIO. 2006. *Capital natural y bienestar social*, Pp. 1-71. México Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal, México.

CONANP. 2014. Comisión nacional de Áreas Naturales Protegidas En: http://www.conanp.gob.mx, consultado el 4 de junio de 2014.

Cortés-Calva, P. 2012. *Estudio técnico estudios para el monitoreo, conservación y manejo de los recursos naturales: las especies de vertebrados presentes en la sierra de San Francisco, importancia y atractivo turístico, Reserva de la Biosfera El Vizcaíno*. CONANP-CIBNOR. Baja California Sur, México.

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

DOF. Diario Oficial de la Federación. 1988. *Decreto de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", ubicada en el Municipio de Mulegé, B.C.S*. Noviembre 30 de 1998. México, D.F. Tomo CDXXII No. 22.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*., 30 de diciembre de 2010, 78 pp.

Erickson, R., R. Carmona y G. Ruiz-Campos. 2013. *Baja California Peninsula.* North American Birds, 66:558-559.

Fletcher, M., B. Khon, D. Foster, y A. Gleadow. 2000. *Heterogeneous Neogene cooling and exhumation of the Los Cabos block, Southern Baja California. Evidence from fission track thermocronology*. Geology 18:107-110.

Flores, Z. E. 1998. *Geosudcalifornia*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México.

Grismer, L. L. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California*. University of California Press. California, EE UU

Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. The Ronald Press Company. Wiley-Intersciences Publications. New York, EE.UU. Hambleton, E. 1979. *La pintura rupestre de Baja California,* Fomento Cultural Banamex, 156 pp.

I.N.E. (Instituto Nacional de Ecología). 2000. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera El Vizcaíno***.** SEMARNAP. 243 pp.

RHRAP- Importancia Internacional de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras. 2009. *Conservando las aves playeras a través de las Américas*. www.whsrn.org, consultado 5 de junio 2014.

Riddle, B. R., D. J. Hafner, L. F. Alexander, y J. R. Jaeger. 2000. *Cryptic vicariance in the historical assembly of a Baja California Peninsular Desert biota*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97: 14438-14443.

Sullivan-Sealey, K., y G. Bustamante. 1999. *Setting Geographic Priorities for Marine Conservation in Latin America and the Caribbean*. BSP. TNC y USAID. 225 pp.

INEGI- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1995. *Síntesis de información geográfica del estado de Baja California Sur*. 52+anexos.

Maya, Y., F. R. Venegas, y F.J. Manríquez. 2011. Geografía de suelos regional: península de Baja California. Pp. 217-253, En *Geografía de suelos de México*. Krasilnikov, P. F. J. Jiménez Nava, T. Reyna Trujillo y N. E. García Calderón (eds.). Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.

Wiggings, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford California, EE.UU.

Para citar esta obra:

Cortés-Calva, P., I. González López, B. Bermúdez Almada, C. L. Jiménez-Sierra y A. Ortega-Rubio. 2015. *Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: 25 años de manejo y conservación*. En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 375-392). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 5

Aspectos Socio-ambientales

Capítulo XVI

Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: Aspectos Socio-Ambientales Prioritarios

Everardo Barba Macías*, Francisco Valadez Cruz,
Miguel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus Rendón y Juan Juárez Flores

Resumen

La mayor parte del territorio nacional así como las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), están sujetas a presiones y transformaciones que modifican sus entornos por actividades sociales y productivas, de las cuales, han aportado beneficios a algunos sectores de la población mientras que por otro lado han representado una pérdida de oportunidades y de recursos naturales. Dada la variedad de hábitats críticos que constituyen la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC), aunado a la diversidad de especies acuáticas tanto animales como vegetales que en ella habitan, además de que representa un área de refugio importante para diversas aves migratorias. Es importante establecer políticas de manejo y conservación de la ANPs Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla ya por la variedad de humedales que la componen, representa una reserva de plantas acuáticas de México y Mesoamérica. Dada la biodiversidad presente en ésta ANPs se considera muy importante en el ámbito nacional, además es reconocida a nivel internacional como un sitio RAMSAR. La elaboración de éste capítulo es con base en la síntesis de la información existente sobre la problemática socio-ambiental correspondiente a la RBPN.

Palabras clave: ambiente, actividades socio-productivas, humedales, reserva, Pantanos de Centla.

Abstract

Most of the country and mainly Natural Protected Areas (ANPs) 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. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) constitutes a critical habitat for aquatic bird communities, fish and aquatic invertebrates, also is the most important area of aquatic plants of Mexico and Mesoamerica. For the relevance in terms of biodiversity, is an international RAMSAR site. In this chapter we review, analyze and synthesize information concerning the description of main environmental and socioeconomic problems in the Biosphere Reserve Pantanos de Centla.

Key Words: environmental, social and productive activities, wetlands, reserve, Centla.

Introducción

La riqueza natural del mundo está enfrentando procesos importantes de transformación y destrucción, relacionados con el acelerado crecimiento poblacional y económico. En México, dichos procesos han llevado a la degradación de sus ecosistemas, incluidos aquellos que forman parte de las Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Particularmente, la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) ha sido objeto de modificaciones para atender actividades productivas, con beneficios para algunos sectores y para otros les ha representado una pérdida de oportunidades y de sus recursos naturales (Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona, 2008).

En este capítulo se revisó, analizó y sintetizó la información publicada y disponible en relación a la problemática ambiental y socioeconómica en la RBPC, con la finalidad de que este documento sirva de diagnóstico sobre los factores y actividades que están sucediendo y afectando la integridad de esta importante reserva.

Descripción ambiental y socio-productivo de la RBPC

Localización geográfica

La Reserva, decretada el 6 de agosto de 1992 (DOF, 1992), se localiza al noreste de Tabasco (17°57' 53" y 18°39' 03" N y 92°06' 39" y 92°47' 58" O), cuenta con dos zonas núcleo y una de amortiguamiento, abarcando 302,706 ha, (Fig. 1). Es uno de los humedales más importantes de Mesoamérica, sitio NAWCA desde 1989, sitio RAMSAR desde 1995, área AICA y sitio MAB desde el 2006 (IREBIT, 1994), área terrestre, marina e hidrológica prioritarias de la CONABIO.

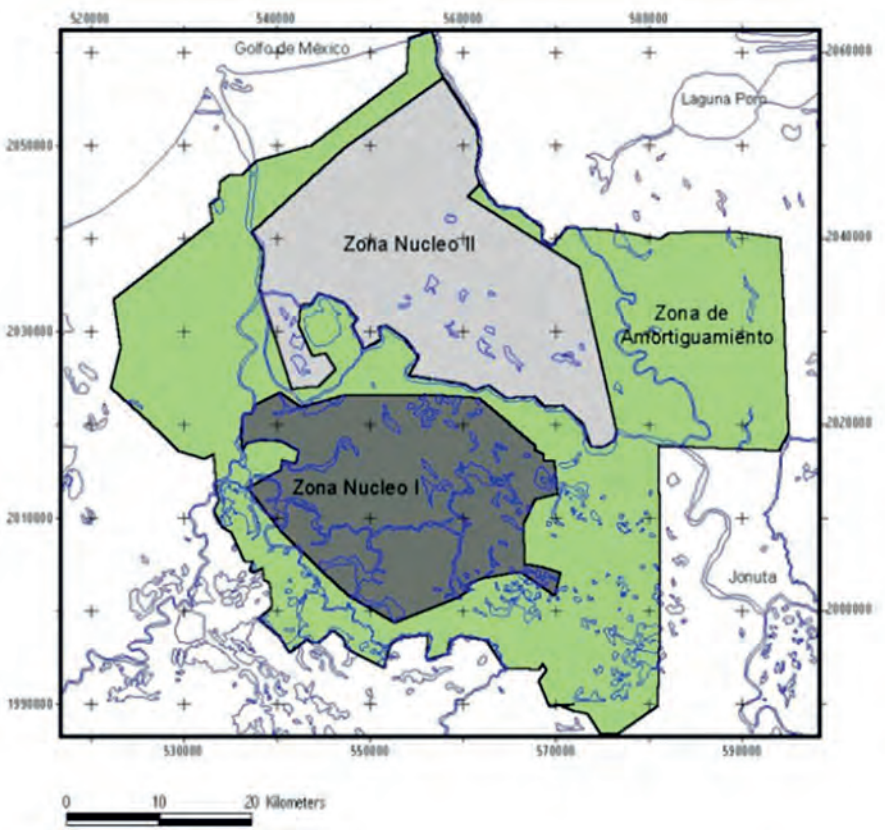


Figura 1. Localización de la RBPC y su zonación (Tomado de Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona, 2008).

Contexto ambiental

La RBPC se ubica en la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur y en la sub–provincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, representadas por cuatro unidades geomorfológicas: Llanura litoral, Llanura fluvio-marina, Fluvio-palustre y Llanura fluvial (Zavala, 1988). De acuerdo a García (1988), los climas dominantes son: Tropical húmedo con lluvias todo el año *(Af)*, Tropical húmedo con una estación seca corta (*Am*) y Tropical subhúmedo con una estación seca de cuatro a seis meses (Aw). El suelo preponderante es tipo gleysol, fangoso y de alta retención de humedad, propio de los sitios pantanosos (Pinkus, 2010).

La Reserva es el sistema palustre de mayor extensión y volumen en México, pertenece a la región hidrológica No. 30 (Grijalva–Usumacinta), región administrativa XI–Frontera Sur (CNA, 2004). Forma parte de la cuenca más importante a nivel nacional, integrada principalmente por los ríos Grijalva y Usumacinta (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988), cuya descarga fluvial es de 27,013 y 55,832 hm^3, respectivamente. Dichos ríos, se originan en la Serranía del Alto Cuchumatanes, Guatemala. Tamayo (1962) considera que el avenamiento de esta red comprende el 90 % de la superficie de con una llanura deltaica en su desembocadura y sus 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.

La Reserva cuenta con 110 cuerpos de agua dulce (13,665 ha), ubicados en las zonas centro y sur, mientras que, los humedales palustres cubren el 44% de la RBPC (Barba *et al*., 2006). Finalmente, un patrón de drenaje adicional es la escorrentía artificial al este, sureste y sur de la Reserva, de acceso a pozos petroleros lacustres (Anónimo, 2000).

Contexto ecológico

La RBPC forma parte de las eco–regiones terrestres Pantanos de Centla (NT0148) y Usumacinta Mangroves (NT1437) e incluye diversas comunidades de vegetación: manglares, dunas costeras, vegetación acuática y subacuática halófila (Vega-Moro, 2005), las cuales son áreas de regulación contra inundaciones.Sus cuerpos de agua dulce cuentan con la reserva de hidrófitas más importante de Mesoamérica y cuyo

elenco taxonómico está lejos de estar completado (Lot y Novelo, 1988). Además, estos sistemas acuáticos son refugio de numerosas poblaciones de aves e importantes áreas de crianza y alimentación de peces de valor comercial (Barba, 2005). Sin embargo, son receptores de nutrimentos y contaminantes, no obstante, que sus comunidades de hidrófitas absorben grandes cantidades de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Biodiversidad

En la Reserva están representadas las selvas mediana subperennifolia y baja subperennifolia, manglar, matorral, palmares, dunas costeras, hidrófitas, que suman 737 especies de plantas vasculares, de las cuales 637 son silvestres, 198 de uso tradicional y diez taxa (1.3 % de la biodiversidad total) son reportados como vulnerables o en peligro de extinción (Guadarrama y Ortiz, 2000).

Por otra parte, la fauna está representada por 546 especies, distribuidas de la siguiente manera: setenta y dos especies de peces, veintisiete anfibios, sesenta y ocho reptiles, 104 mamíferos, 255 aves y veinte crustáceos. El 24 % de la fauna se encuentran en algún grado de vulnerabilidad dada por las diversas actividades antropogénicas que conllevan a la destrucción y modificación de su hábitat, así como de la extracción y explotación directa del recurso (IREBIT, 1994).

Contexto socioeconómico

Las principales actividades económicas en la RBPC son la pesca, agricultura y ganadería (Romero *et al.*, 2000). No obstante, el difícil acceso y las constantes inundaciones que limitan estas actividades antropogénicas, el avance de la frontera agrícola, ganadera, urbana e industrial se ha magnificado en buena parte de su superficie (IREBIT, 1994). La superficie de la Reserva se distribuye en: terrenos ejidales (53.1 %), nacionales (20.6 %), propiedad privada (15.4 %), zonas federales (6.8 %), envolventes (2.1 %) y otros (2 %) (IREBIT, 1994).

La actividad agrícola (1.2 % de la superficie de la Reserva), se concentra 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 escaso o nulo uso de tecnología agrícola (IREBIT, 1994). La ganadería (14.4 % de la superficie de la Reserva), 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, destacan: El urbano al sur de la ciudad de Frontera y otras localidades; el industrial, representado por la actividad petrolera, con más de cincuenta y cinco campos en la zona (Palma *et al*., 1985; PEMEX, 1997).

Amenazas detectadas en la RBPC

De acuerdo con el análisis de amenazas, realizado por un grupo de expertos (Arriaga *et. al*., 2002; Bosch y Hewllett, 1982; Cruz-Ascencio *et al*., 2003; Lot y Novelo, 1988; Ortiz y Benítez, 1996; Rangel-Ruiz *et al*., 2011; Romero *et al*., 2000; Sol-Sánchez *et al*., 2000; Vega-Moro, 2005) y el realizado por los autores del presente documento, los principales problemas que afectan la salud de sus ecosistemas se resumen en la tabla 1.

Discusión académica

De las principales amenazas que afectan la salud de los ecosistemas en la RBPC (Tabla 1), se encuentran la deforestación, agricultura y ganadería como las principales causas de pérdida de hábitat, biodiversidad, del valor de opción de bienes y servicios ambientales, así como, las promotoras de erosión de suelos y fragmentación de ecosistemas.

Si bien, la deforestación se presenta en toda la cuenca, es en la planicie donde se propicia la desestabilización del suelo que incrementa el efecto erosivo fluvial, marino y eólico, al mismo tiempo que acelera el azolve de los cuerpos de agua.

La agricultura se considera incompatible en la Reserva pero, contradictoriamente, recibe importantes apoyos por parte del gobierno estatal, induciendo los cultivos exóticos que han causado el mayor impacto en cuanto a la pérdida de extensión de hábitats naturales y de biodiversidad (Challenger y Dirzo, 2009). Por otro lado y a pesar de su prohibición, derivado de la práctica agrícola y ganadera, persiste el uso de agroquímicos, organoclorados y malas prácticas de disposición de contendedores que provocan un detrimento en la calidad del agua e incluso los lixiviados de dichas substancias pueden bioacumularse o biomagnificarse en algunos organismos y alcanzar a la población humana si estos son de consumo.

Tabla 1. Principales amenazas que afectan la salud de sus ecosistemas

Amenaza	Impacto	Efectos en los ecosistemas
Construcción de Presas	Alto	Alteración en la tasa de sedimentación y régimen hidrológico, con la consecuente fragmentación de hábitats.
Ganadería y deforestación	Medio	Erosión de suelos, fragmentación de ecosistemas, pérdida de opción de bienes y servicios ambientales; alteración en los flujos de agua, aumento en la salinidad de los sedimentos; se pierden hábitats y se induce el cultivo de pastizales exóticos.
Prácticas pesqueras incompatibles	Medio	Sobrepesca e incumplimiento de periodos de veda; se afecta la reproducción o crianza de ciertas especies.
Infraestructura hidráulica local	Alto	Conexión de sistemas acuáticos naturalmente aislados, desvíos y contención de cauces; se altera la carga genética de flora y fauna. Alteración que requiere evaluación.
Incendios	Alto	Destrucción y/o reducción del hábitat, erosión de suelos; se afecta flora y fauna.
Caza furtiva o colecta comercial	Medio	Por la técnica utilizada (incendios), se pierde conectividad en manglar, selvas mediana e inundable, hidrófitas, playas y dunas, afectando flora y fauna.
Especies invasoras	Medio	Desplazamiento de especies nativas por competencia de hábitat y recursos.
Crecimiento urbano	Bajo	Eutrofización y detrimento en la calidad del agua por manejo inadecuado de desechos sólidos y aguas negras; pérdida de hábitats en playas y vegetación de dunas.
Construcción de viviendas	Alto	Sin llegar a conformar poblados, preocupa la tasa de crecimiento en los márgenes del Grijalva y algunas áreas de la Selva mediana; ocasionan pérdida de hábitat y detrimento en la calidad del agua.
Infraestructura para proteger la zona costera	Bajo	Erosión en playas y dunas; pérdida de vegetación.
Políticas y programas de desarrollo incompatibles	Alto	Desestabilizan el equilibrio ecológico, además, de limitar las acciones de mitigación ambiental; se promueve la fragmentación de hábitat en selvas y pantanos, se induce la introducción de especies exóticas.
Extracción selectiva de especies maderables	Medio	El aprovechamiento forestal no está autorizado, pero se realiza en la parte norte de la Reserva, donde operan manufactureras de carbón que utilizan preferentemente el mangle rojo o blanco. Además, se altera la estructura de la selva por la extracción selectiva de cedro, caoba, zapote y canashán.
Acuacultura	Medio	Se alteran los flujos hidrológicos en el manglar y su calidad del agua; hay pérdida completa en la cobertura de manglar y alteraciones en las comunidades acuáticas.
Prácticas agrícolas incompatibles	Medio	Contaminación de suelo y agua por lixiviados de agroquímicos y órgano–clorados; detrimento en la calidad del agua, bioacumulación de lixiviados en organismos, incluso de consumo humano.

La introducción de especies exóticas no es menos preocupante, principalmente porque las especies introducidas desplazan a las nativas. Ejemplo de ello es la introducción de tilapia, carpa herbívora que por su alta taza de captura no representan una amenaza seria y los caracoles *Melanoides tuberculata* (Cruz-Ascencio *et al*., 2003) y *Tarebia granifera* (Rangel-Ruiz *et al*., 2011). Caso contrario, es la invasión del pez diablo o pez armado que ha incrementado su distribución y abundancia en los últimos años (Barba *et al*., 2013 en prensa), para esta especie se han implementado varias acciones para su control y aprovechamiento, una de estas es el desarrollo de alimento sustituyendo harina de sardina por harina del pez armado para engordar tilapias, mostrando muy buenos resultados, con lo cual se regulan las poblaciones y aminoran sus efectos en el ambiente (Cano-Salgado *et al*., en prensa).

La presencia e impacto de especies exóticas es más conspicua en los ecosistemas de aguas continentales. En el caso de los peces el panorama es crítico, ya que de las 510 especies dulceacuícolas registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, en la Reserva hay 169 con alguna categoría de riesgo (sesenta y nueve en peligro de extinción, sesenta y nueve amenazadas y veinte 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 elevada, 115 para el 2004 (Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 2004). Sin embargo, los efectos económicos de estas invasiones comienzan a evaluarse (Challenger y Dirzo, 2009).

Los incendios producidos en potreros o los inducidos con fines de cacería causan pérdida de conectividad entre poblaciones o pueden impedir el acceso a diferentes hábitats en temporadas clave para ciertas especies (i.e. reproducción, dispersión de semillas, polinización). Esta práctica tienen un alto impacto en la flora y fauna de manglar, selvas mediana e inundable (Sol-Sánchez *et al*., 2000; Zenteno, 2011), hidrófitas enraizadas emergentes (Guerra-Martínez y Ochoa-Gaona 2008), playas y dunas.

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. Por ejemplo, la canalización de cauces, desvío y contención de cauces, propiciada por varios sectores, son

los principales factores que generan, por un lado, la expansión de la frontera agropecuaria con el subsecuente incremento en los procesos de sedimentación e intrusión de agroquímicos a los ecosistemas acuáticos (Anónimo, 2000); por otro lado, la conexión entre ecosistemas acuáticos –originalmente aislados– permite el libre paso de fauna o flora, que puede cambiar la genética de ciertas comunidades y a su vez alterar la diversidad.

El crecimiento humano *per se* y servicios asociados destruyen la vegetación en selvas medianas, comunidades fluviales, humedales. En este sentido, la construcción de viviendas, sin que se conformen poblados, se considerada como amenaza alta desde el punto de vista de la tasa de crecimiento humano. Por ejemplo, en la margen del Grijalva, Bosque Ripario, se construye infraestructura que rompe el equilibrio entre la cuenca de captación y la llanura deltaica, provocando diversos impactos como: alteración del régimen hídrico que conlleva a una disminución del flujo de agua y alteración de la estructura vegetal que depende de los pulsos de inundación, asociadas a estas áreas. Asimismo, un aumento del proceso de erosión en el delta de los ríos, afectando además la productividad primaria de la planicie (Anónimo, 2000).

Finalmente, el ecoturismo como alternativa para generar empleos de manera "sustentable" para las comunidades inmersas en la RBPC, propiciada por apoyos gubernamentales (CONAFOR, CONANP, etc.). Bajo la premisa de "no atentar contra la biodiversidad", sin embargo, el hecho de que ésta actividad no se encuentra regulada dentro de la RBPC, genera conflictos entre los prestadores de servicios por el traslape e "invasión" de los límites del uso del río. De ahí la importancia de la regulación de ésta actividad, dada la carencia de información publicada que evalué el impacto del ecoturismo en las ANPs. Más aún si no se cuenta "como es el caso" de un manejo adecuado de los desechos que se originan por el desarrollo de la actividad (latas, botellas, bolsas, desechos domésticos, etc.)

Conclusiones y Recomendaciones

Indudablemente la explosión demográfica y el desarrollo de la infraestructura para cubrir sus necesidades, trae como consecuencia un aumento en el deterioro ambiental. Por tal motivo, es necesario empatar los programas gubernamentales, con la finalidad de gestionar programas que consideren tanto el aspecto socioeconómico como el ambiental, para que no se contrapongan y en la medida de lo posible

mantener el equilibrio ecológico. Puesto que actualmente algunas dependencias de gobierno promueven actividades productivas (con especies exóticas) que se contraponen con las acciones propuestas por la PROFEPA o CONANP, las cuales van encaminadas a mitigar el desequilibrio ecológico en las ANPs, causado por las actividades antropogénicas

La ganadería es otra actividad preponderante por la SAGARPA y recibe gran cantidad de recursos económicos para su desarrollo, sin embargo al igual que el ecoturismo no presenta un programa regulatorio, por consiguiente trae como consecuencia la reducción de áreas pantanosas, modificando la red hidrológica y minimizando la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, que se deriva en un decaimiento de la salud de los diferentes objetos de conservación. Otra acción que magnifica enormemente al deterioro de la RBPC es la modificación de los cursos de agua mediante la construcción de canales y terraplenes para drenar las zonas inundables y emplearlas para la ganadería. Esto como consecuencia de un manejo inadecuado de los recursos naturales, por parte de las diversas ideas políticas y gubernamentales.

En las zonas de planicie (fluviales) la mayor afectación es con la fauna acuática, debido a los apoyos otorgados para la generación y desarrollo de granjas y cultivos de especies no nativas (tilapia) aunado a la inexistencia de normatividad en las cuales se establezca, temporadas de veda, un arte y talla mínima de captura, para las especies dulceacuícolas nativas, las cuales cada vez se pescan de menor tamaño lo que posiblemente evita el reclutamiento de la población, y causa una mayor presión sobre estas poblaciones de peces.

La necesidad de áreas para la creación de viviendas y el crecimiento demográfico se ve reflejado en el mal manejo de los recursos naturales, ya que los institutos de vivienda de cada estado, han fomentado el desarrollo de viviendas en las márgenes de los ríos aunado a planes de desarrollo estatales, nacionales e internacionales que presentan incompatibilidad con el desarrollo sustentable ya que no consideran los aspectos de conectividad de los hábitat a escala de paisaje, lo cual es importante para la conservación de los corredores biológicos.

De acuerdo con el análisis de las amenazas anteriormente descritas para la RBPC, el Plan de Conservación para la RBPC y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (2005) y a la experiencia de trabajo en la Reserva por algunos

de los autores del presente trabajo, nos adherimos y sugerimos considerar la serie de lineamientos sobre líneas y acciones estratégicas (Tabla 2) a llevarse a cabo para la conservación y adecuado funcionamiento de la RBPC.

Tabla 2. Propuestas de líneas y acciones estratégicas en la RBPC (Tomado de Vega-Moro, 2005).

Líneas	Estrategias
Activar y fortalecer los Consejos Asesores de las ANPs	Garantizar el flujo laminar a las zonas de inundación por medio de la restauración de canales inactivos
Aplicar los programas de manejo, y su incorporación a los programas de desarrollo municipales y estatales.	Incentivar proyectos productivos sustentables, con la utilización de especies nativas, definidas por estudios previos
Controlar el uso de pesticidas y herbicidas en cuencas	Orientar las prácticas ganaderas actuales
Coordinar esfuerzos con entidades pertinentes en Guatemala, para posicionar el tema de deforestación en cuenca alta y sus impactos en las ANPs	Orientar programas estratégicos gubernamentales dedicados a mantener los parches existentes de selva mediana y a la restauración para el restablecimiento de corredores, con especies nativas de interés comercial
Coordinar los diversos programas de desarrollo estatales y municipales, para lograr la compatibilidad y coherencia de programas de fomento de actividades productivas	Programa de diagnóstico, restauración y monitoreo que se enfoque en el tema de erosión de los bordes de los ríos y cuenca alta
Desarrollar e implementar un programa que contrarreste la deforestación a escala regional, avalado por el Consejo de Cuencas del Usumacinta-Grijalva	Promover la elaboración e implementación de herramientas legales a nivel estatal y nacional, para regular la introducción de especies exóticas.
Diseñar un programa de manejo integral del fuego a escala del paisaje, que incluya: detección oportuna, prevención, combate y restauración de áreas afectadas.	Promover la regularización del aprovechamiento maderable, a través de programas de manejo forestal de las diferentes especies de mangle para aprovechamiento de carbón y madera de cimbra, con base en una previa evaluación del daño en el sistema.
Diseño e implementación de programas de erradicación de especies dañinas introducidas, con base en un diagnóstico del daño real de las especies.	Respetar el ordenamiento ecológico en el ANPs, básicamente regularizando asentamientos irregulares y evitando asentamientos nuevos.
Elaborar e implementar un plan de manejo y ordenamiento pesquero	Elaborar y aplicar las guías técnicas para la construcción de vías de comunicación en ANPs y en zonas costeras inundables
Elaborar e implementar un programa de gestión integral para el uso sostenible de la fauna silvestre,	Evaluación, restauración, mantenimiento y monitoreo del régimen hidrológico en la selva inundable, en las ANPs
Elaborar un ordenamiento integral para la Cuenca del Usumacinta,	Realizar un estudio de hidrodinámica
Elaborar una guía técnica que regule la construcción de presas en la Cuenca del Usumacinta	

La detención o reversión de las causas del deterioro de la RBPN, puede lograrse al conjuntar criterios entre los diferentes sectores gubernamentales y no gubernamentales. Al gestionar y proponer trabajos que minimicen al máximo el deterioro de las ANPs y a su vez propongan acciones y actividades enfocadas a mitigar los impactos negativos en la estructura y funcionamiento de la RBPC, dado que ésta ofrece una amplia gama de valores, bienes y servicios.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Anónimo. 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. INE. México, D.F. 221 p.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez y E. Muñoz (coords.). 2002. *Aguas continentales y diversidad biológica de México, escala 1:4,000,000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Barba, E., 2005. *Valor del hábitat: Distribución de peces en humedales de Tabasco*. ECOfronteras 25: 9-11

Barba, E., J. Rangel-Mendoza y R. Reyes. 2006. *Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica*. Universidad y Ciencia, 22 (2):101- 110.

Barba, E., M., Magaña y J. Juárez-Flores. 2013. *Nuevos registros del loricarido Pterygolichthys pardalis en las cuencas de Carmen-Pajonal Machona, Grijalva y Usumacinta, en Tabasco*. Número especial de especies invasoras. INECC, en prensa.

Bosch J.M. y J. D. Hewlett. 1982. *A review of catchment experiments to determine The effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration*. *Journal of Hydrology* 55: 3-23

Cano-Salgado, M.P., C.A. Álvarez-González, E. Barba, R. Civera-Cerecedo y E. Goytortua-Bores. 2013. *Evaluación de la harina de plecos (Pterigoplichthys* spp.*) como fuente de proteína en el crecimiento y supervivencia de tilapia nilótica* (Linnaeus 1776). Número especial de especies invasoras. INECC, en prensa.

Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. *Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 37-73.

CNA. 2004. *Estadísticas del Agua en México*. Comisión Nacional del Agua. Segunda edición. México. 141 p.

Contreras-Balderas, S. y M.L. Lozano-Vilano. 2004. *Peces y aguas continentales del estado de Tamaulipas, México*. En Lozano-Vilano, M.L. y A.J. Contreras-Balderas (eds.), Libro homenaje al Dr. Andrés Reséndez-Medina. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. pp. 283-298.

Cruz-Ascencio, M., R., Florido, A. Contreras-Arquieta y A.J. Sánchez. 2003. *Registro del caracol exótico Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) *en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Universidad y Ciencia, 19 (38):101-103.

DOF (Diario Oficial de la Federación) 1992. *Decreto de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, México.* Poder Ejecutivo Federal.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 217 p.

Guadarrama, O.M.A. y G. Ortiz. 2000. *Analisis de la flora de la Reserva de la bIosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. Universidad y Ciencia* 15: 67:104.

Guerra-Martínez, V. y S. Ochoa-Gaona. 2008. *Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, México.* Universidad y Ciencia, 24 (2): 135-146.

IREBIT. 1994. *Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Programa de manejo. Tabasco, México.*, 106 p.

Lot, A. y A. Novelo. 1988. *El pantano de Tabasco y Campeche: la reserva más importante de plantas acuáticas de Mesoamérica*. Pp. 537-547. En: Memoria del Simposio Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, División Regional Tabasco y Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. 537 p.

Ortíz, M. A. y J. Benítez. 1996. *Elementos teóricos para el entendimiento de los problemas de impacto ambiental en planicies deltáicas: la región de Tabasco y Campeche.* Pp. 483-503. En: Botello, A.V., J.L., Rojas-Galaviz, J.A. Benítez y D. Zarate-Lomelí (Eds) Golfo de México, Contaminación e impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. Instituto de EcologÍa, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Serie Científica 5. 666 p.

Palma, D.J., J. Cisneros, A. Trujillo, N. Granados, J. Serrano y J. Argueta. 1985. *Caracterización de los suelos de Tabasco, uso actual, potencial y taxonomía.* Gobierno del estado de Tabasco, SECUR. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tab. Mexico. 42 p + planos.

PEMEX, EXPLORACIÓN. 1997. *Resumen Actualizado de las instalaciones ubicadas dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. SIPA-Distrito Ocosingo.

Pinkus, R.M. 2010. *Aproximación a la historia ambiental de las riberas del Usumacinta en Tabasco*. 31-78 In: RUZ M. (Ed.) *Paisajes de río, ríos de paisaje. Navegaciones por el Usumacinta.* UNAM Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco. 612 p.

Rangel-Ruiz, L. J., J. Gamboa-Aguilar, M. García-Morales y O.M. Ortiz-Lezama. 2011. *Tarebia granifera (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México*. *Acta Zoológica. Mexicana,* (n. s.), 27 (1): 103-114.

Romero J. C., A. García, C.A. Bautista, y P.H. Pérez. 2000. *Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Universidad y Ciencia. 15 (30): 15-28.

Sol-Sánchez, A., H.E.S. López y M.F. Maldonado. 2000. *Estudio etnobotánico en la Reserva de Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México: un primer enfoque*. Universidad y Ciencia. 15 (30): 105-113.

Tamayo, J. L. 1962. *Geografía general de México II*, México, Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México. 562 p.

Vega-Moro A. 2005. *Plan de conservación para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos.* Pronatura, The Nature Conservancy, Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas. México. 232 p.

Yáñez-Arancibia A. y P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los Ecosistemas Costeros del Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos. Caracterización Ambiental de la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos*. In: Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day, Jr. (Eds). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. Coastal Ecology Institute, L.S.U. Editorial Universitaria D.F. México. 518 p.

Zavala, C. J. 1988. *Regionalización natural de la zona petrolera de Tabasco. Casos de estudio*. INIREB-División Regional Tabasco, Gobierno del estado de Tabasco, Tabasco, México. 183 p.

Zenteno, R. C. E. 2011. *Análisis espacio-temporal del hábitat y presencia de Dermatemys mawii (Gray, 1847) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, El Colegio de la Frontera Sur. 110 p.

Para citar esta obra:

Barba Macías, E., F. Valadez-Cruz, M. Pinkus, M. Pinkus y J. Juárez Flores. 2015. *Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: aspectos socio-ambientales prioritarios.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 395-410). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XVII

Vulnerabilidad Ecológica, Económica y Social del Sitio Ramsar Bahía Magdalena, ante el Cambio Climático: una Aproximación Espacial

Alfredo Ortega-Rubio*, Fausto Santiago-León,
Magdalena Lagunas-Vázques, Elizabeth Olmos-Martínez,
Eric Rubio Fierro-Bandala y Luis Felipe Beltrán-Morales

Resumen

Este trabajo se centra en analizar espacialmente los potenciales impactos ecológicos y socioeconómicos que podrían causar: el incremento del nivel del mar, la reducción de la precipitación total anual y el incremento de la temperatura media anual, en la zona costera de Bahía Magdalena. Se desarrolla una simulación de posibles escenarios de afectación por la elevación prevista utilizando imágenes de satélite Landsat y Cartas Topográficas 1:50,000, integrándolas en un SIG. Se determinó la superficie de infraestructura habitacional, industrial y productiva marítimo-costera que potencialmente sería impactada ante dicho escenario, así como la modificación esperada de sus ecosistemas costeros. Nuestros resultados indican que los potenciales impactos que sobre los ecosistemas y sobre la infraestructura habitacional y productiva tendría la elevación del nivel medio del mar, aunada al incremento de la temperatura, la disminución de la precipitación pluvial, el aumento de la evaporación y la salinidad, serán muy significativos a nivel ecológico y económico. A nivel ecológico el 70 % de la superficie promedio de sus actuales ecosistemas costeros y terrestres podrían presentar cambios muy significativos. A nivel económico se perdería totalmente la actividad turística basada en los paseos

para la observación de la ballena gris, que es la única actividad turística. Prácticamente toda la infraestructura de acuacultura supralitoral, portuaria e industrial se verían afectadas, lo que aunado al impacto por la potencial inundación de la infraestructura habitacional actualmente presente en la zona, y los significativos impactos esperables en la producción pesquera de la región, se generarían impactos potencialmente muy significativos a nivel social en toda la región.

Palabras clave: Sitio RAMSAR. Cambio Climático. Análisis espacial.

Abstract

This work focuses on the spatial analysis of the potential ecological and social impacts that could cause the sea level rise, the reduction of the total annual rainfall and the increase in the average temperature in the coastal area of Bahia Magdalena. A prediction model of potential sceneries, which was developed using Landsat satellite imagery and 1:50,000 topographic charts, all of them integrated into a GIS. The urbane, industrial and marine-coastal production infrastructure that potentially could be impacted, as well as and the expected modification of its coastal ecosystems was determined. The potential elevation of sea level, the increase in the average temperature, the reduction of the total annual rainfall and the increase in evaporation and salinity, will be very significant at the ecological and the economic level. At the ecological level 70% of the average size of their current coastal and terrestrial ecosystems could have significant modifications. Economically the tourism trips for watching gray whales, which is the only tourist activity, could be completely lost. Virtually all supralitoral aquaculture, port and industrial infrastructure could be affected, which added to the impact of the flooding of the urbane infrastructure currently present in the area, and the potential loss of a significant fishery production in the region, could have significant social impacts throughout the region.

Keywords: RAMSAR site. Climate change. Spatial analysis.

Antecedentes

En la zona costera mexicana coinciden, por su inherente condición ecotónica transicional, una muy amplia y rica diversidad de ambientes, tales como los estuarios,

los deltas, los esteros, con ecosistemas que le son únicos, como los manglares, los arrecifes, las dunas; ; así como muy valiosos recursos en términos económicos, destacando las pesquerías y los hidrocarburos, solo por citar algunos (Azuz *et al.,* 2011).

A la fecha existe un consenso respecto a la existencia de tendencias claras que indican que la temperatura promedio mundial está incrementándose significativamente en nuestro planeta (Botello *et al.,* 2010; Day *et al.,* 2009). Los efectos que este aumento de temperatura causaran sobre los patrones de precipitación y temperatura, serán igualmente significativos (Yáñez-Arancibia *et al.* 2010).

En virtud de la importancia estratégica de las zonas costeras de nuestro país (Azuz *et al*., 2011), abordar los efectos que el Cambio Climático (CC) ocasionará sobre sus ecosistemas y sobre la infraestructura urbana y productiva de las mismas se constituye en una prioridad. Así, ecosistemas costeros primordiales para las actividades productivas, como los manglares, se verán afectados por los cambios producto del CC (Ortiz y Méndez, 2000; Sanjurjo y Welsh, 2005). Varios de los efectos derivados del CC incluyen el incremento en el nivel medio del mar; el acrecentamiento de la salinización de acuíferos; el aumento de nutrientes y el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos, lo cual en su conjunto, se prevé que afectará significativamente especialmente a las zonas costeras (Wilson *et al*., 2005; Yáñez-Arancibia y Day, 2005).

La zona costera de Bahía Magdalena está incluida como sitio RAMSAR y es considerada como prioritaria desde el punto de vista marino y costero (CONABIO, 1998), como área para la conservación de aves, AICAS (CONABIO, 1998). Bahía Magdalena es asimismo, considerada de alta importancia desde el enfoque de sus ecosistemas terrestres (Arriaga *et al.,* 2000) y de cuenca hidrológica (Arriaga *et al.,* 2002).

Bahía Magdalena está considerada desde el punto de vista marino como un Centro de Actividad Biológica (Cruz-Escalona *et al.,* 2013), ya que en esta zona se propicia una muy elevada productividad primaria (Gárate-Lizárraga *et al.,* 2000). Desde el punto de vista de las actividades productivas pesqueras y de acuicultura, en Bahía Magdalena se concentran altas densidades de especies que tienen importancia comercial (Lluch-Belda *et al.,* 2000).

Bahía Magdalena es entonces una de las regiones prioritarias en el noroeste de México (Funes-Rodríguez *et al*., 2007) y por lo tanto es fundamental determinar en

ella la vulnerabilidad de sus ecosistemas y de su infraestructura urbana y productiva, a los efectos del cambio climático. El objetivo central de este trabajo se enfocó en determinar la superficie de infraestructura habitacional, industrial y productiva marítimo-costera, así como la modificación esperada de sus ecosistemas costeros (Respecto a las variaciones en el nivel medio del mar esperadas para sus costas; y, la cobertura y distribución actual en sus comunidades de vegetación costera). Analizando espacialmente dicha información en tiempo actual. Correlacionando la información obtenida en función de: ubicación, características biofísicas, de estructura y función ecosistémica, para la generación de una simulación de los posibles escenarios que podrían sucederse en los diversos ecosistemas socioculturales y naturales en Bahía Magdalena debido a los potenciales efectos que podrían propiciar las posibles variaciones climáticas esperadas para esa zona.

Materiales y métodos

Zona de Estudio

Ubicada entre los 24°35 y 25°15 N y los 111°50 y 112°15 O, con una área total de 1, 400 km2, Bahía Magdalena es una de las lagunas costeras más importantes de todo México. La zona presenta características de clima caliente y seco. De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Koppen, su clima es semiárido. La precipitación total anual promedio es de 130 mm. Los intervalos de temperatura en la columna de agua para la temporada cálida varían entre los 22°C y los 29°C, mientras que durante la temporada fría lo hace entre 15°C y 24°C. La temperatura promedio anual es de 21°C con máximos de 35 a 40°C en los meses de julio y agosto, y mínimos de 3 a 10°C en enero y febrero.

La salinidad máxima y mínima que se tienen registradas para las zonas que conectan con el océano (34.0 a 34.5 ups) y en la zona de canales (37.3 a 39.2 ups) respectivamente (Álvarez-Borrego *et al.,* 1975). El régimen de mareas es semidiurno mixto. Las concentraciones máxima y mínima de oxígeno disuelto en la boca de Bahía Magdalena son de 6.85 y 3.68ml/l, respectivamente, la concentración de clorofila a oscila entre 1.2 y 5.1mg/m3, y la de fosfatos entre 3.09 y 0.62m, así como la velocidad de la corriente varía entre 0.24 y 1m/s. Bahía Magdalena se localiza el límite sur de la corriente de California, que al interactuar con las masas de agua que provienen del ecuador, la convierten en una zona de muy alta productividad (Parrish *et al.*, 1981).

Para establecer la distribución de los ecosistemas y de la infraestructura urbana y productiva de Bahía Magdalena, se utilizaron las Cartas Topográficas de INEGI a escala 1:50,000 y las Cartas Temáticas de INEGI 1:250,000 de geomorfología, edafología, uso del suelo y climatología así como las imágenes de satélite Landsat del año 2010 de la zona. La información espacial así obtenida se integró en un SIG.

Para determinar la afectación espacial en los elementos analizados se tomaron en cuenta tanto las proyecciones de cambio climático a 3 diferentes niveles: las continentales de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL 2011), las relativas a nuestro país de Magaña y Caetano (2007), las estimadas para Baja California Sur del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC 2013), Asimismo se consideró el Programa Especial del Cambio Climático (DOF, 2009) y el Plan de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Baja California Sur (PEACC-BCS) (INE, 2012).

Específicamente para esta región se esperan incrementos de aproximadamente 2.9 mm en el nivel del mar por año para el periodo 2010-2070 acorde a las proyecciones a nivel continente generadas por la CEPAL (2011). Por su parte las proyecciones de cambio climático a nivel de país (Magaña y Caetano, 2007), establecen que acorde al patrón de calentamiento en la zona de Bahía Magdalena se incrementara la temperatura aproximadamente 3.5°C para finales del presente siglo, y que en la región se espera una disminución en la precipitación, de más de 150 mm por año también a finales de siglo.

Por su parte acorde a las proyecciones del INECC (2013) específicas para el Estado establecen que para fines de este Siglo el aumento del nivel del mar será de 1 a 2 metros. El promedio de todas estas proyecciones se incorporó en el SIG para establecer espacialmente los potenciales impactos que podrían esperarse por el posible incremento del nivel medio del mar debido a la distribución de los principales ecosistemas, como en la infraestructura urbana y productiva de Bahía Magdalena.

Para determinar los efectos del cambio climático, se utilizó la metodología de indicadores ambientales agrupados bajo el esquema de Presión–Estado–Respuesta (PER), el cual se puede aplicar a espacios geográficos definidos como puede ser a nivel de cuenca (Arredondo-García, 2006; Fermán–Almada, 2007). La integración y evaluación de los indicadores en matrices de interacción de los cambios agrupados en los componentes del medio físico y biótico (Fermán-Almada, 2007), son coincidentes

con los originados por cambio climático sobre las variables fisicoquímicas tales como corrientes litorales, transporte eólico y litoral, hipersalinización de zonas inundables temporalmente, donde estos cambios "presionan" a componentes ambientales tanto del medio físico (geomorfología, suelo, agua marina), como del medio biótico (flora y fauna).

La información se integró en un sistema de información geográfica (SIG), lo cual permitió llevar a cabo la evaluación de los indicadores ambientales de Presión–Estado-Respuesta (Arredondo-García, 2006), los cuales se incorporan sobre las unidades compuestas por los principales componentes ambientales del área de análisis como son cuenca hidrológica, fisiografía, vegetación y Uso de Suelo. Así, el análisis de indicadores con el enfoque PER permite obtener una evaluación de vulnerabilidad derivado de un análisis matricial de cambios ambientales, tales como son la elevación del nivel del mar y la modificación de la hidrodinámica costera, sobre unidades geográficas específicas, en este caso particular, sobre la distribución de los ecosistemas, correspondiente a las comunidades de vegetación.

Considerando las aproximaciones espaciales soportadas con cartografía de fuentes oficiales como son: INEGI, CONABIO, CONAGUA, el análisis efectuado corresponde a información a escala 1:250,000; en algunos sitios para la corroboración de la información se desarrollaron estancias de trabajo de campo para validar la información *in situ,* con apoyo de un sistema de posicionamiento global (GPS).

En el SIG se integró asimismo la principal infraestructura en la zona de estudio, desarrollándose un modelo con potenciales escenarios de afectación ante la elevación prevista, un modelo de predicción, de 2 m en el nivel medio del mar en la zona de influencia para finales de siglo. Con ello fue posible determinar el porcentaje de la superficie de infraestructura urbana y productiva que podría ser impactada ante posible escenario de elevación.

Resultados y discusión

Aspectos Ecológicos

Las comunidades de vegetación actualmente presentes en la zona de estudio y colindantes a Bahía Magdalena en su porción terrestre se muestran en la Figura no. 1.

Indudablemente uno de los potenciales impactos más importante que el cambio climático, acorde a las proyecciones utilizadas para este análisis, suscitaría en Bahía Magdalena sería la elevación en el nivel medio del mar. Dado que esta zona marino-costera, es inclusive la terrestre colindante, ambas son de muy escasa altitud, el incremento predicho podría tener efectos en una muy extensa superficie.

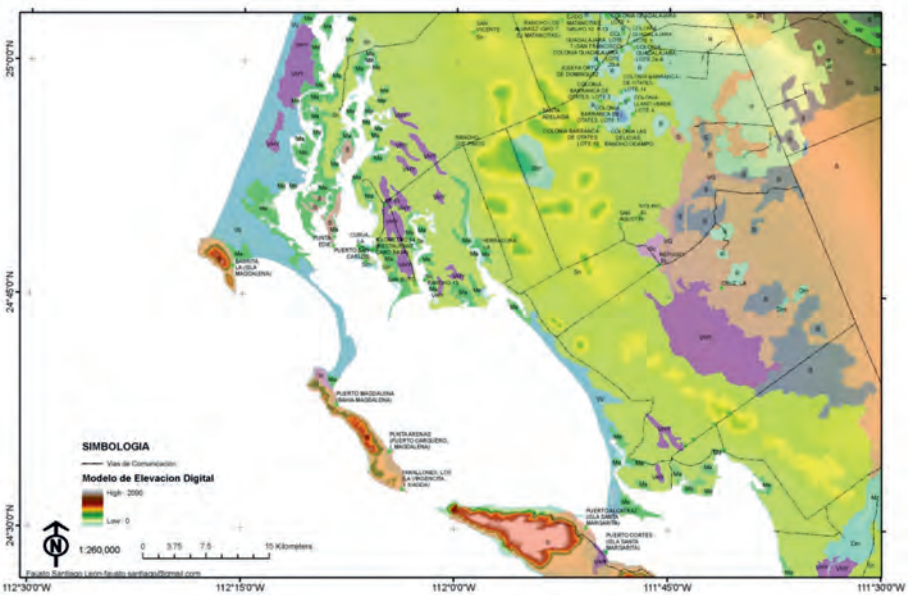


Figura. 1. Distribución actual del uso del suelo y de los ecosistemas terrestres presentes en Bahía Magdalena.

En la figura 2 se observa que la zona que se proyecta sería impactada por 2 m de elevación en el nivel del mar de 2 metros es de aproximadamente 300 Km^2. En la tabla 1 se muestran las superficies actuales que incluyen los ecosistemas y el porcentaje en que potencialmente serían impactados, cada uno de ellos, por el potencial incremento del nivel medio del mar de acuerdo a lo proyectado para esta zona.

En promedio los ecosistemas de la zona costera y terrestre aledaña a Bahía Magdalena, esencialmente por sus características fisiográficas, potencialmente serían afectadas en un 70%. Considerando el área de afectación los ecosistemas más vulnerables por orden de importancia serán: Las dunas costeras y los ecosistemas de

manglar (Day *et al.,* 2008; Yáñez-Arancibia *et al.,* 2007; 2010) uno de los ecosistemas más importantes de esta región.

Aspectos sociales y económicos

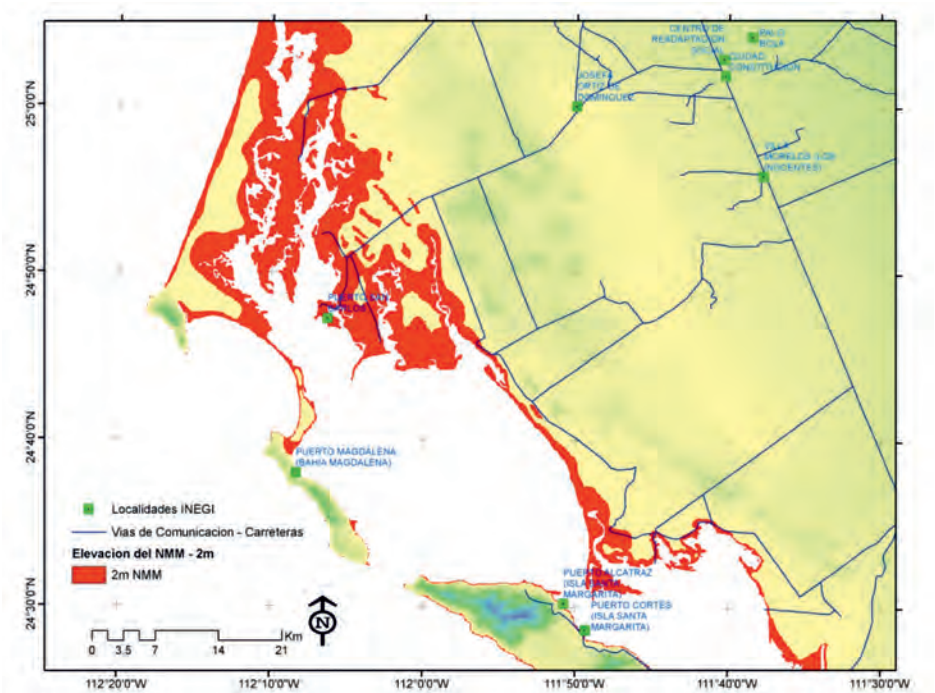


Figura. 2. Zonas costera y terrestre de Bahía Magdalena potencialmente impactadas por un aumento de 2 m del nivel medio del mar.

La cantidad de habitantes en la zona costera y terrestre aledaña en Bahía Magdalena es de 7,100 personas (INEGI, 2010), las cuales en su gran mayoría se encuentran viviendo en Puerto San Carlos (4,050) y en Puerto Adolfo López Mateos (2,200).

En estas dos poblaciones las principales actividades económicas son la pesca, las actividades industriales de procesamiento de los productos de la pesca, el comercio, la acuacultura y los servicios, entre estos últimos las actividades invernales de paseos en lancha para observar a la ballena gris (INEGI, 2010).

Las actividades pesqueras, por los habitantes locales en la zona de Bahía Magdalena es llevada a cabo por 720 lanchas de una capacidad menor a 10 toneladas (Gobierno, B.C.S., 2010). La principal pesquería en la zona es la sardina, que por

ejemplo en el decenio de los años noventa alcanzo las 330,000 ton (Quiñonez *et al.*, 2007). Es tan importante el volumen de esta pesquería que ello ha permitido el establecimiento de una significativa actividad industrial en la zona de procesamiento de este producto, no solo para consumo humano, sino también para la generación de harina de pescado, que es la base para la producción de alimento peletizado para mascotas y ganado (Méndez, 2005; Quiñonez *et al.*, 2007). Existen en la zona de Bahía Magdalena 8 plantas industriales pesqueras (Gobierno de B.C.S., 2010).

Dada la importancia ecológica del ecosistema manglar para las fases juveniles tanto de peces como de camarones existe un consenso respecto a la declinación directamente proporcional de la captura pesquera con respecto a cada hectárea eliminada de manglar, calculándola inclusive en una pérdida de casi una tonelada de productos pesqueros por cada hectárea destruida de manglar (Flores-Verdugo *et al.*, 2007).

Considerando las predicciones con los escenarios analizados (Tabla 1) el impacto que tendría la potencial pérdida de casi 9,000 hectáreas del ecosistema manglar, misma que potencialmente redundaría en un detrimento, realmente dramático, de prácticamente 9,000 toneladas de productos pesqueros en Bahía Magdalena. Siendo tan importante económicamente la pesquería de la sardina en Bahía Magdalena, los efectos esperados sobre la misma, acorde a estos datos, no solamente afectarían gravemente la economía local y estatal, sino que inclusive tendrían repercusiones de índole nacional (Olmos-Martínez, 2012).

En cuanto a actividades de acuacultura (CONAPESCA, 2013), en la zona marina y costera de Bahía Magdalena se tienen registradas un total de 2,100 hectáreas dedicadas tanto a la engorda de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del Atún Aleta azul (*Thunnus orientalis*), como al cultivo de Jurel cola amarilla (*Seriola lalandi*), de la Cabrilla (*Paralabrax sp.*), del Jurel (*Seriola spp.*), del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), del camarón azul (*Lytopenaeus stylirostris*), del Ostión japonés (*Crassostrea gigas*) y de la Almeja Catarina (*Argopecten Ventricosus*), entre las especies principales.

Las actividades de acuacultura seran asimismo potencialmente impactadas, ello en virtud tanto de la sensibilidad de las especies que se engordan y cultivan en Bahía Magdalena y a los incrementos previstos de temperatura, como en la reducción de la precipitación, efectos combinados que a su vez incrementarán la evaporación y por ende incrementarán la salinidad. En otro contexto, toda la infraestructura de cultivo

supralitoral ubicada en la zona costera de Bahía Magdalena sería potencialmente en su totalidad afectada por la elevacion del nivel medio del mar.

Tabla No. 1. Superficie que actualmente incluyen los ecosistemas de la zona de Bahía Magdalena y el porcentaje de la misma que podría verse afectada por el incremento del nivel medio del mar.

Ecosistema	*Superficie que comprende actualmente Ha*	*Porcentaje de superficie que potencialmente sería afectada*
Zona Intermareal	*190,204*	*98*
Matorral sarcocrasicaule neblina	*138,363*	*94*
Matorral sarcocaule	*21,928*	*75*
Vegetación gypsofila y halófila	*15,271*	*87*
Vegetación dunas costeras	*14,600*	*76*
Manglar	*14,452*	*61*
Matorral desértico micrófilo	*2,125*	*59*
Matorral sarcocaule con vegetación secundaria	*1,484*	*71*
Matorral sarcocrasicaule	*1,022*	*53*
Matorral sarcocrasicaule de neblina con vegetación secundaria	*725*	*40*
Vegetación de galería	*654*	*73*
Pastizal inducido	*174*	*39*

En la zona interior de Bahía Magdalena cada invierno llega la Ballena gris, tanto a aparearse como a parir sus ballenatos. Esta concentración de ejemplares en aguas someras y tranquilas ha permitido la generación de una actividades turísticas con un total de 12 operadoras ecoturísticas, que cuentan con un total de 110 embarcaciones (SEMARNAT, 2013). Es en base a esta actividad de observación de ballena gris que se ha generado una incipiente oferta de servicios turísticos que incluye 9 hoteles y 24 restaurantes (Gobierno B.C.S., 2013).

Dado que la incipiente actividad turística de Bahía Magdalena se centra en la actividad invernal de observación de ballena gris y debido al potencial incremento de temperatura pronosticado para la región, se ha predicho que las actividades reproductivas y de crianza de esta especie (Salvadeo *et al.*, 2013) se ubiquen a finales de este siglo en regiones mucho mas norteñas. Esta potencial modificación en los patrones geográficos de reproducción y crianza tendrían entonces muy significativos impactos sobre las actividades turísticas en esta región, ya que el ingreso derivado de esta actividad económica complementaria para la mayoría de las personas que la realizan disminuiría a falta de la visitación del cetáceo.

En cuanto a la infraestructura urbana existente a la fecha en la zona costera de Bahía Magdalena (Figura 3) esta incluye un total de aproximadamente 390 hectáreas, de las cuales, como resultado de un posible incremento de 2 m en el nivel medio del mar podrían verse inundadas aproximadamente 242 hectáreas (Figura 2) lo que representaría una afectación realmente muy significativa. Asimismo, la actual infraestructura portuaria e industrial de Bahía Magdalena, prácticamente toda la cual se encuentra por debajo de la cota de los 2 m de elevación prevista acorde los pronósticos del nivel medio del mar utilizados para la generación de los escenarios de simulación.

Discusión y conclusiones

De acuerdo a los escenarios generados los posibles impacto ha sucederse en Bahía Magdalena tanto a nivel ecosistémico, como económico serán significativos.

A nivel ecológico aproximadamente el 70% de la superficie promedio de sus actuales ecosistemas costeros y terrestres podrían presentar modificaciones severas.

A nivel económico se podría perder prácticamente en su totalidad la actividad turística basada en los paseos para la observación de la ballena gris, que es la única actividad turística documentada hasta hoy día en esta región. Otra de las actividades económicas preponderantes como es la pesca, se podrían ver potencialmente afectadas por los cambios en las condiciones en el nivel del mar reduciendo la captura de la especie sardina (INE, 2012), así como la perdida de la infraestructura comercial en el procesamiento del producto. Asimismo prácticamente toda la infraestructura de acuacultura supralitoral, portuaria e industrial se podrían ver afectadas, lo que aunado al impacto por inundación de la infraestructura habitacional actualmente

presente en la zona, y los significativos impactos esperables en la producción pesquera de la región, se podrían considerar serios efectos a nivel económico y social en toda la región.

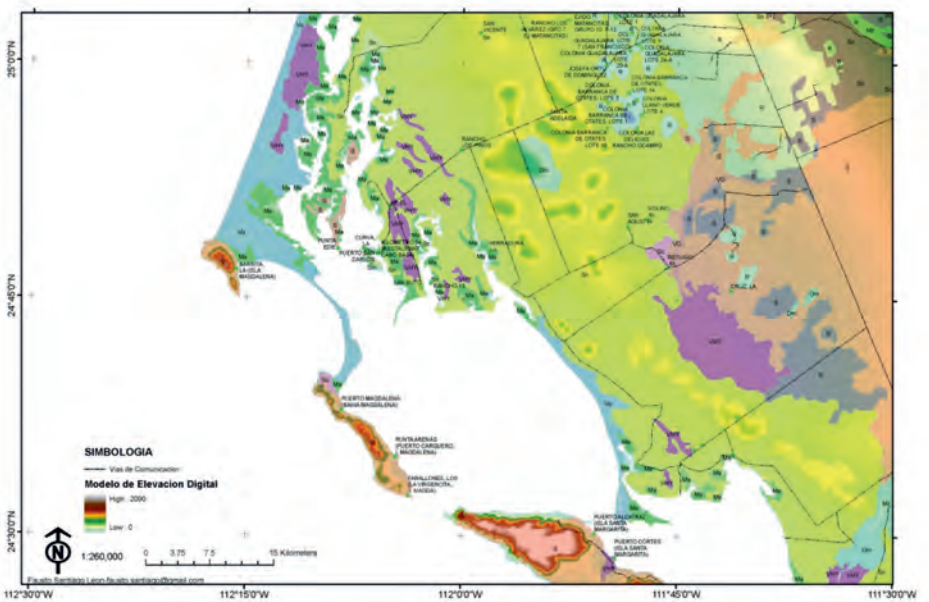


Figura. 3. Localidades en la zona de influencia de Bahía Magdalena.

Usualmente se considera que únicamente las Islas de muy poca elevación sobre el mar sufrirán de efectos catastróficos por el cambio climático (Barnet, 2007; Kelman, 2010), sin embargo, tal como es posible concluir de los resultados de este trabajo, los efectos del incremento del nivel medio del mar pueden ser muy significativos para las comunidades costeras del noroeste de nuestro país, especialmente en este sitio RAMSAR. Enfrentar el cambio climático implica no solo desarrollar de inmediato actividades de mitigación, o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sino muy especialmente de adaptación, o reducción de la vulnerabilidad y de los riesgos para la vida, para el orden natural y el desarrollo combinando métodos y técnicas transversales y flexibles frente a temas socioambientales.

Es por ello que hacemos una exhortación todos los colegas investigadores a profundizar sobre los temas aquí abordados para esta región. Particularmente deseamos extender una solidaria preocupación por los habitantes de las

localidades costeras de Bahía Magdalena. Seria por ello fundamental que, al igual que los académicos naturalistas y conservacionistas, los académicos humanistas particularmente de la antropología social se interesen por iniciar actividades que involucren acciones de investigación y a la vez procuren la participación proactiva de las personas de estas comunidades incluidas en el presente análisis para que además de reconocer y amplificar las situaciones sociales locales, se den estrategias conjuntas para prevenir, mitigar y hacer uso de los beneficios del principio precautorio que enmarca a todos los tratados internacionales sobre protección y justicia (humana y natural ambiental).

En la misma línea de exhortación, esperamos que sea de alguna utilidad esta aportación, a las autoridades que definen a nivel nacional cuales son las prioridades de financiamiento para la investigación, que se sensibilicen con respecto a la importancia estratégica de este tipo de actividades académicas. Sobre todo esperamos la participación activa y consciente de todas las dependencias de los gobiernos locales y estatales, así como del federal, en las competencias que les impliquen la previsión y/o atenuación de los potenciales escenarios previstos, acorde a los pronósticos utilizados para elaborar la presente contribución.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Álvarez-Borrego, S., B. L. Galindo y B.A. Chee. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas. (2) 94–109.

Arredondo-García, M. C. 2006. Modelo Multi-Escalar de Indicadores como Herramienta para la Planificación Ambiental en la Región del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, Baja California, Universidad Autónoma de Baja California. 217 pp.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Eds.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO. En http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tacerca.html. Consultado durante enero-mayo del 2014.

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. PMCid: PMC1906395. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html. Consultado durante enero-mayo del 2014.

Azuz I., E. Rivera-Arriaga, P. Muñoz y A. Ortega-Rubio. 2011. Política Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas en México: Génesis y Gestión. Región y Sociedad. (50) 279-289.

Botello, A., J. Sánchez-Cabeza y S. Villanueva. 2012. *Efectos del cambio climático en las zonas costeras de México*. La Jornada Ecológica. 01 Octubre. 2012.

Comisión Económica para América Latina (CEPAL). 2011. *Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Dinámicas, tendencias y variabilidad climática.* Chile. 265 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 293 pp.

Cruz-Escalona, V., V. M. Morales-Zárate, F. Navia, M. Rodríguez-Barón y P. del Monte-Luna. 2013. Análisis funcional de la red trófica de Bahía Magdalena Baja California Sur, México. *Latin American Journal of Aquatic Research. (3)* 3-15.

Day, J. W., Christian, R., Boesch, D., Yáñez-Arancibia, A., Morris, J., Twilley, R., Naylor, L., Schaffner y Stevenson, C. 2008. Consequences of climate change on the ecogeomorphology of coastal wetlands. Estuaries and Coasts. (37) 477-491. http://dx.doi.org/10.1007/s12237-008-9047-6

Day, J. W., A. Yáñez-Arancibia, J. Cowan, R. Day, R. Twilley y J. Rybczyk. 2009. Global climate change impacts on coastal ecosystems in the Gulf of Mexico: Considerations for integrated coastal management. In J. W. Day & Yáñez

Arancibia, A. (Eds.), The Gulf of Mexico Ecosystem-based Management. (pp. 114-223). USA: Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. Texas A & M University Press, College Station, TX.

Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 2009. 28 de agosto de 2009. Programa especial de cambio climático 2009-2012.

Fermán-Almada, J. L. 2007. Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada Universidad Autónoma de Baja California. 256 pp.

Flores-Verdugo, F., C. Agraz-Hernández y D. Benítez-Pardo. 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. En Oscar Sánchez, Mónica Heirzeg, Eduardo Peters, Roberto Márquez y Luis Zambrano (coords.) *Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación* SEMARNAT-INE, pp: 147-166.

Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez y R. Palomares-García. 2007. *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena.* (pp. 143-155). México: Gobierno del Estado de Baja California Sur, Secretaría de Turismo de Baja California Sur, Fondo para la Protección de los Recursos Marinos de Baja California Sur, Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur. 289 pp.

Gárate-Lizárraga, I., D. Siqueiros-Beltrones, G. Verdugo-Díaz y R. Guerrero-Caballero. 2000. *Dinámica del fitoplancton en el sistema lagunar Magdalena-Almejas*. En: Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S. y Ponce-Díaz, G. (Eds.). BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. (pp. 143-155). México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. La Paz, Baja California Sur. 367 pp.

Gobierno del Estado de Baja California Sur. 2010. Secretaria de promoción y desarrollo económico. Centro estatal de información. Cuaderno de datos básicos. 56 pp.

Gobierno del Estado de Baja California Sur. 2013. Secretaria de promoción y desarrollo económico. Dirección de Informática y Estadística. Información Estratégica. 2013. Comondú. 47 pp.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2012. Plan estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur. Documento de consulta pública. Ivanova A. y A. E. Gámez (editoras). 72 pp.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2013. El Cambio Climático en México. Información por Estado y Sector. En línea: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/amenaza_bcs.html. Consultado en 30 septiembre 2013.

Instituto nacional de estadística, geografía e informática (INEGI) (2010), Xlll Censo de Población y Vivienda. Baja California Sur. 235 pp.

Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz. 2000. *Recapitulación*. En: Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S. & Ponce-Díaz, G. (Eds.). BACs: Centros de actividad biológica del Pacífico Mexicano. (pp. 357-367). México: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 367 pp.

Magaña-Rueda V. y E. Caetano. 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Informe Técnico del Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. Para la Dirección General De Investigación Sobre Cambio Climático.

Méndez-García U. 2005. *Bases para el manejo sustentable: Evaluación de la pesca artesanal en el complejo lagunar Santo Domingo-Magdalena-Almejas, B.C.S. México.* Tesis de maestría. CIBNOR. 100 pp.

Olmos-Martínez E. 2012. *Evaluación de la política pública para el sector pesquero en el noroeste mexicano: Análisis económico y prospectivo*. Polis. No. 32.

Ortiz-Pérez M. y A. Méndez-Linares. 2000. *Repercusiones por ascenso del nivel del mar en el litoral del Golfo de México.* En Carlos Gay (coord.), México, una visión hacia el siglo XXI: el Cambio Climático en México. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México, U.S. Country Studies Program, pp: 72-85.

Parrish, R.H., C. Nelson y A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California Current. Biology & Oceanography. (2) 175-203.

Quiñonez-Velázquez, C., R. Félix-Uraga, F. Melo-Barrera y E. Morales Bojórquez. 2007. Manejo pesquero: la pesquería de sardina en Baja California Sur.197-226 pp. En J. Urciaga, L. Beltrán-Morales y D. Lluch Belda (coords.). Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, C.S., Universidad Autónoma de Baja California Sur y Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 351 pp.

Salvadeo C., S. Lluch-Cota, M. Maravilla-Chavez, T. Alvarez-Castañeda, M. Mercuri and A. Ortega-Rubio. 2013. Impact of climate change on sustainable management of gray whale (*Eschrichtius robustus*) populations: whale-watching and conservation. Archives of Biological Sciences, Vol 65, num (3), pp. 997-1005.

Sanjurjo, E. y S. Welsh. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. Gaceta Ecológica, No. 74.

Wilson, J. W., D., Gutiérrez, D., Martínez, R., Agudo y V. Monserrat. 2005. Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. Ecology Letters, 8, 1138–1146. http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00824.x

Yáñez-Arancibia A., J., R. R. Twilley and R. Day. 2010. Los Manglares Frente Al Cambio Climático ¿Tropicalización Global del Golfo de México?.91-126 pp. En Alejandro Yáñez-Arancibia (coord.), Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera. Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).173 pp.

Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day. 2005. Ecosistemas vulnerables, riesgo ecológico y el record 2005 de huracanes en el Golfo de México y Mar Caribe. Consultado 27-11-2013 en http://www.ine.gob.mx/download/huracanes2005.pdf.

Yáñez-Arancibia, A., A. Lara-Domínguez, P., Sánchez-Gil y J. Day. 2007. Estuary-sea ecological interactions: a theoretical framework for the management of coastal environment. 271-301 pp. In: Withers, K., y Nipper, M. (Eds.) Environmental Analysis of the Gulf of Mexico. USA: The Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Special Publication No. 1, Texas A&M University - Corpus Christi. 110 pp.

Yáñez-Arancibia, A., J., Day, R., Twilley y R. Day. 2010. Los Manglares Frente Al Cambio Climático ¿Tropicalización Global del Golfo de México? In: A.

Yáñez-Arancibia (Ed.) Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera. (pp. 72-81). México : Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 173 pp.

Para citar esta obra:

Ortega-Rubio, A., F. Santiago-León, M. Lagunas-Vázques, E. Olmos-Martínez, E. Rubio Fierro-Bandala y L. F. Beltrán-Morales. 2015. *Vulnerabilidad ecológica, económica y social del sitio RAMSAR Bahía Magdalena, ante el cambio climático: una aproximación espacial.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 411-428). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 6

Casos de estudio específicos

Capítulo XVIII

Desarrollo y Conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿El Ecoturismo es la Respuesta?

Manuel Jesús Pinkus Rendón*, Miguel Ángel Pinkus Rendón
y Everardo Barba Macías

Resumen

El ecoturismo se menciona como una de las alternativas dentro del desarrollo sustentable que puede incidir positivamente tanto en la conservación de los recursos naturales como en la economía de las comunidades. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue el reflexionar sobre el impacto que tiene el ecoturismo en las comunidades dentro de la Reserva de la Biósfera de Ría Celestún. Para llegar a esta meta, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a los prestadores de servicios de Isla Arena, Campeche y Celestún, Yucatán referente al uso ecoturístico de la Reserva. Se observaron diferencias en la percepción de los recursos por parte de los prestadores de servicios dependiendo de la capacitación que hayan obtenido, así también se advirtió que existe una falta de coordinación entre las distintas autoridades que influyen en las reserva y con las cooperativas turísticas.

Palabras clave: Turismo alternativo, poblaciones, pescadores, áreas naturales protegidas.

Abstract

Ecotourism is mentioned as one of the alternatives within the sustainable development that can have a positive impact both conservation of natural resource

and economy of communities. In this sense, the objective of this paper was to reflect on the impact of ecotourism on communities within the Biosphere Reserve Ria Celestun. To reach this goal, were conducted semistructured interviews with service providers Isla Arena, Campeche and Celestun, Yucatan regarding ecotourism use within the Reserve. We realized that there were differences in natural resources perception by service providers depending on the training you have received, so be warned that there is a lack of coordination between the various authorities that influence reserve and tourist cooperatives.

Keywords: Alternative tourism, populations, fishermen, protected natural areas.

Introducción

En el marco de los discursos sobre desarrollo y sustentabilidad provenientes de la década de los ochenta del siglo pasado, un nuevo elemento se ha sumado a la expansión de la industria turística global: el ecoturismo. Según la *Ecotourism Society*, ecoturismo es: "viajar en forma responsable a las áreas naturales, conservar el ambiente y mejorar el bienestar de la comunidad local. El Ecoturismo está a favor de la conservación que conecta a las comunidades y el recorrido sostenible". Este tipo de turismo "resuelve las necesidades de los actuales turistas que llegan a las regiones [se refiere a las áreas naturales] mientras que protege y realza las oportunidades para el futuro [de los habitantes locales]".[1]

En este sentido, el turismo ecológico se vislumbró como la actividad, no sólo capaz de coadyuvar a la generación de empleos e ingresos para las poblaciones que habitan en el seno de dichas reservas naturales, sino también, promover la conservación y el aprovechamiento del entorno natural y cultural, lo que se tradujo en la proliferación de áreas naturales protegidas y el fomento dentro de ellas del ecoturismo, como herramienta para lograr el desarrollo sustentable. Brandon (1993) señala que supuestamente esta modalidad del turismo debe de ser más sensible y provocar menos efectos negativos en el medio ambiente y en la cultura local a diferencia del turismo masivo (Brandon, 1993, *apud* Daltabuit, 2000: 44). De igual forma, Flores (2004) explica que el ecoturismo, también llamado turismo ecológico,

[1] Ver: *The International Ecotourism Society*. En http://www.ecotourism.org

procura el fomento de actividades turísticas en el marco de la sustentabilidad, a través de él se desarrollan estrategias para la protección de las formas naturales, la promoción de la cultura y para la generación del desarrollo económico a nivel regional.

Es en este contexto que en las últimas tres décadas, el Estado mexicano ha promovido ampliamente la actividad turística como alternativa para lograr el desarrollo económico de México, se han definido líneas de acción para el desarrollo de proyectos de ecoturismo en ANPs, a través de programas nacionales y estatales de turismo que se emprenderían con un enfoque sustentable de aprovechamiento responsable, distributivo y rentable que fortaleciera el turismo como producto para obtener (Conanp, 2000: 16-18).

En México, la Secretaría de Turismo (sectur) es la que promueve la actividad ecoturística como una forma de desarrollar a los pueblos indígenas, rurales y pequeños que posean riqueza en playas, fauna, flora y paisajes como una alternativa para lograr el crecimiento económico de dichos pueblos, y así complementar sus ingresos que tradicionalmente provienen de actividades primarias, estas actividades son principalmente la pesca, la ganadería y la minería (INEGI, 2008: 10). No obstante, esta actividad puede verse de dos formas antagónicas: la negativa, que se traduce en la destrucción de frágiles ecosistemas, además de contribuir a la inflación, cambiar estilos de vida locales, causar contaminación, etc., y el aspecto positivo: la promoción de empleos e intercambios económicos para beneficios del país, como fuente de recursos para mantener reservas, promover la fabricación de artesanías como productos turísticos, el trabajo y desarrollo económico y social de la comunidad en donde se pretende desarrollar (Mújica, 2005), en nuestro caso las ANPs.

Más aún, desde los distintos niveles de Gobierno (llámense SEDESOL, SEDUMA, SAGARPA), o bien, desde las instancias internacionales (PNUD, TNC), es donde se definen los problemas, se crean proyectos y se formulan las soluciones, pero no desde el seno de las sociedades en cuestión. Por consiguiente, de acuerdo con Daltabuit (2000), consideramos que el manejo ambiental puede convertirse en un manejo por pequeños grupos externos de interés, que no responden a los intereses y necesidades de los locales. Es así que la sustentabilidad a través del ecoturismo, se ha planteado como una alternativa de desarrollo social y económico

en las comunidades rurales indígenas, asentadas en regiones de alta riqueza natural, no obstante, esta actividad puede convertirse en una nueva forma de apropiación del ambiente natural y de las culturas de los países del tercer mundo. Entendiendo al modelo de desarrollo sustentable como una apropiación de los recursos naturales y culturales, que se basa en una ideología que legitima las políticas neoliberales en nombre del ambiente. Más aún, tal proceso de apropiación de los recursos naturales, diseñado bajo la lógica capitalista de un supuesto escenario de preservación de la naturaleza y la cultura en cuanto a su manejo, se presenta además bajo la imagen del elemento del ecoturismo y de programas de desarrollo sustentable, todos parte de proyectos y planes internacionales como el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) y el Proyecto Mesoamérica (antes PPP).

Por tal, el presente trabajo tiene como objetivo conocer, analizar y discutir si el ecoturismo puede ser la vía para valorar y proteger la diversidad natural y cultural, a través de la educación ambiental de los actores involucrados.

Discusión académica

En este sentido, este trabajo lo desarrollamos en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún (RBRC), es un Área Natural Protegida (ANP),[2] que fue declarada Refugio Faunístico en 1979 por su importancia ecosistémica, posteriormente fue recategorizada en Reserva Especial de la Biosfera en 1988 y obtuvo el carácter de Reserva de la Biósfera, el 27 de noviembre de 2000 (CONANP, 2002: 6). Es en este contexto que se publica el Programa de Manejo en 2002, con la finalidad de promover el desarrollo de actividades productivas alternativas a la pesca y producción de sal, que permitan elevar el nivel de vida de la población y al mismo tiempo hagan un uso racional de los recursos de la Reserva (CONANP, 2002). En cuyos objetivos se encuentran: a) recuperar aquellos ecosistemas de la Reserva que hayan sido disminuidos por la acción del hombre; b) desarrollar actividades turísticas que sean compatibles con

[2] Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento, el Programa de Manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, Mediante la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

los objetivos de manejo de la Reserva, c) fomentar la participación activa de la población local en la conservación de los recursos naturales de la Reserva.

La Reserva de la Biosfera Ría Celestún (RBRC) se localiza en el extremo noroccidental de la Península de Yucatán. Tiene una superficie de 81,482.33 ha, comprendidas en los municipios de Celestún y Maxcanú, en el Estado de Yucatán, y Calkiní en el Estado de Campeche. Su importancia biológica reside en la diversidad de ambientes que presenta (manglares, petenes, vegetación de duna costera, sabana y selva baja inundable). Dicha variedad ecosistémica sostiene una diversidad faunística representativa de la región, de la que destaca su avifauna, compuesta por 304 especies entre residentes y migratorias, constituidas por aves de costa y pantanos como garzas (Ardeidae), patos (Anatidae), gaviotas y una riqueza de especies migratorias paserinas y playeras que provienen de los vecinos países del norte del continente, Estados Unidos y Canadá, en su ruta migratoria de invierno.

Caso particular merece el remarcar que ésta zona, al igual que la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos es un sitio de predilección para el descanso, alimentación y reproducción del flamenco rosado (*Phoenicopterus ruber ruber*) en México (CONANP, 2002: 3-4), el ave más representativa de esta región y tiene una gran importancia para el ecoturismo en la Reserva, pues la mayoría de los visitantes son atraídos con el objetivo de observar precisamente a los flamencos.

Dentro de la Reserva se localizan dos poblaciones: Celestún e Isla Arena, con 6,810 y 754 habitantes respectivamente, según datos del Censo de 2010. En dichas localidades se tienen tres principales actividades económicas: pesca, extracción de sal y turismo.

La actividad pesquera ocupa a la mayor parte de la población, esta puede ser de tres diferentes tipos: pesca de ría, enfocada principalmente a la jaiba y el camarón; pesca de ribera, que incluye a la sardina, robalo, corvina, pulpo y pepino de mar (este último con un a ascendente importancia comercial); por último la pesca de alta mar, para la extracción de mero, canané, sierra y huachinango. El puerto de Celestún es el segundo en importancia en el Estado de Yucatán por su volumen de captura y es uno de los principales productores de pulpo en el Golfo de México.

Si bien la actividad pesquera es la que ocupa a la mayoría de las personas en ambas localidades, en los últimos 25 años se ha desarrollado una actividad turística enfocada en la riqueza natural de la Ría Celestún, particularmente en la observación

de las parvadas de flamencos, cuyo crecimiento y especialización va en ascenso. Al 2002, fecha de la publicación del Programa de Manejo, de esta actividad dependían más de 100 familias. En 1998 se estimó la visita de más de 15,000 turistas y para 1999 se estimó en un aproximado de 25,000 turistas.

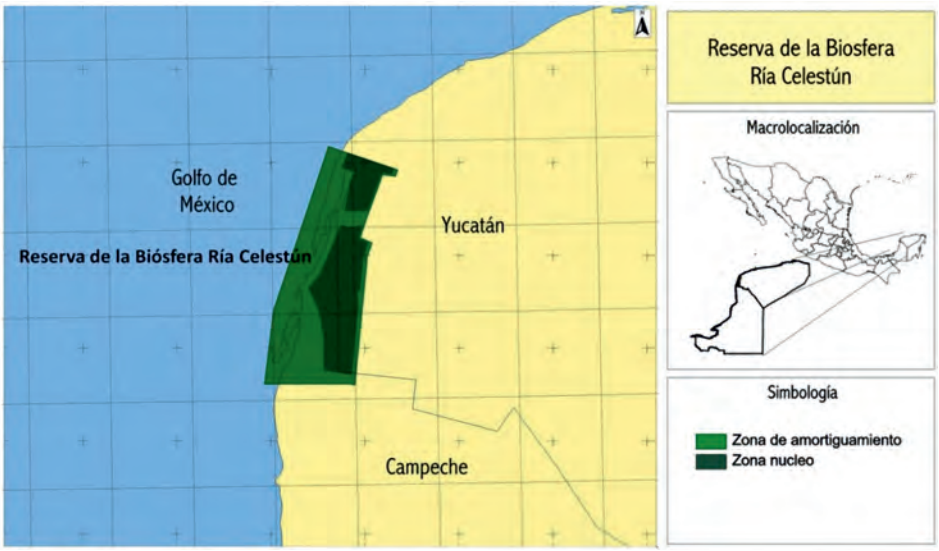


Figura 1. Mapa de la ubicación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún. Fuente: CONANP-Yucatán, 2012.

Ecoturismo como panacea

En la RBRC se realiza la actividad turística desde hace más de dos décadas, con recorridos en lanchas para observar a las aves, principalmente para el avistamiento de flamencos. En un principio, cuando fue construido el parador turístico en Celestún, en la zona de la ría, varias de las personas que ahí se encontraban laborando, decidieron separarse e ir a la playa a trabajar. Lo anterior, debido a que se enfrentaban a diversos conflictos, generados por el afán de conseguir clientes, es decir, turistas o visitantes para que hicieran el recorrido por lancha. A la playa se trasladaron 30 personas agrupadas en tres cooperativas, cada una con 10 lancheros. En la zona del parador se quedaron 50 personas, congregadas en cinco cooperativas. Los lancheros refirieron que, al tener lanchas sólo aptas para la actividad pesquera, tuvieron que adaptarlas o modificarlas para transportar personas y realizar los recorridos. Esto significó dotarlas de asientos y techos, así como un compartimiento

para guardar los chalecos salvavidas, con lo cual quedaron inhabilitadas para la pesca. Las personas que desean dedicarse a ambas actividades deben tener dos lanchas, o alquilar una, adicional a la que poseen, todo ello con recursos propios. Los lancheros con quienes se platicó afirmaron que el único apoyo financiero que han recibido por parte del gobierno fue otorgado a través de CONANP por la cantidad de 15 mil pesos, sin promesa de devolución y sin presentación de facturas. Antes de que la actividad turística tuviera un repunte, las principales actividades eran la pesca y la producción de sal. Hace aproximadamente 25 años se realizan recorridos en lancha para visitar los puntos de atracción, pero los entrevistados aseguran que esto no tiene lugar todo el año, sólo en temporada alta, es decir, durante las vacaciones de Semana Santa y los meses de julio, agosto y diciembre. Los recorridos los efectúan por lugares que ya les eran familiares a los lugareños, como la observación de pelícanos, flamencos rosas, cormoranes y, en general, todas las aves que ahí residen. También incluyen un paseo al bosque petrificado, el cual está formado por árboles secos de mangle, pero que se ha ido reforestando. Estos puntos a mostrar al turista son conocidos por los pobladores de manera empírica y a través de los años han transmitido esos conocimientos a los familiares y a algunas personas cercanas que se empiezan a dedicar al mismo trabajo.

Figura 2. Paseo por la Ría en lancha turística. Fuente: Manuel Pinkus, 2013.

En cuanto a la cantidad de visitantes que toman los recorridos, un 60% lo hace desde el parador turístico, principalmente cuando llegan grupos a través de agencias de viajes, y el otro 40% va a la playa. Los costos por paseo varían, dependiendo si el turista lo toma en la playa o en el parador. Desde la playa el precio se sitúa en 200 pesos por persona. En el parador se cobra una tarifa de mil doscientos pesos por una hora, mil quinientos pesos por una hora y media y mil ochocientos pesos por dos horas. Además, en los dos lugares cada paseante debe pagar un derecho de 27 pesos por concepto de cuidado ambiental. En el caso del parador, éste es obligatorio y en la playa los lancheros ofrecen no cobrarlo. Aún así, los precios que cobran en la playa, al no ser regulados, pueden variar por los costos de gasolina, aportaciones a la cooperativa, seguros obligatorios, que pueden ascender a cinco mil pesos anuales y mantenimiento de las lanchas. Pero esos precios no pueden ser muy altos pues perderían clientes.

La manera en la que se organizan para trabajar es como sigue: cada cooperativa tiene un turno y cada lanchero también, y éstos se respetan. Hacen una guardia de un día. Si consiguen un viaje, es decir, si un turista o grupo de turistas los contrata para hacer un recorrido, al regreso deben esperar 29 turnos para volver a ser contratados (en la playa hay 30 lancheros). En ocasiones, ante la falta de viajes, optan por trabajar en la pesca y dejan a una persona esperando que pueda hacer un viaje y éste recibe un pago aproximado de 200 pesos. Este tipo de ayudante es conocido como "martillo". Esto sucede sobre todo en las épocas de baja afluencia turística, ya que para las vacaciones de semana santa, así como las de verano (turistas nacional) o los meses de noviembre y diciembre (turismo internacional), llegan grandes volúmenes de visitantes.

Problemáticas asociadas al ecoturismo

Actualmente, muchos de esos lancheros se dedican sólo a los paseos turísticos, otros complementan sus actividades principales, como la pesca y otros oficios con este tipo de paseos ofrecidos a los visitantes. Además, hay restaurantes, hoteles, cabañas, que si bien se ostentan de ser instalaciones ecológicas, la mayoría no cumple con las características de lo que se denomina eco-amigable, que es la infraestructura en la cual se utilizan materiales y procesos de bajo impacto ambiental, con un diseño arquitectónico acorde a la región y utilizando materiales propios de la zona (SECTUR,

2006). De acuerdo a la información contenida en el Programa de Manejo de la RBRC (2002), antes de establecer controles en cuanto al uso de los recursos naturales en esa área, los paseos en lanchas se realizaban de manera arbitraria, acercándose demasiado a la vegetación (compuesta en su mayoría por mangle) y a las aves, que son perturbadas con el ruido. En menor medida, el desmonte de la vegetación con objeto de utilizar esos espacios vacíos para construir hoteles, cabañas y otros edificios con fines de conseguir la actividad turística. Dichas acciones, representan un gran problema, como en todo el planeta.

Para contrarrestar lo anterior, se han establecido acuerdos con los lancheros, y se han propuesto políticas públicas para proteger el ambiente de esta región.

Sin embargo, en la actualidad se sigue impactando a la reserva por la actividad ecoturística, donde los mismos lancheros mencionan que "si los turistas lo desean y lo pagan" todavía hay prestadores de servicios que continúan acercándose a las aves. En ocasiones, los lancheros se acercan tanto a estas aves con el fin de brindar al turista una mejor vista, que les causan perturbación, lo que se refleja en un aumento del estrés y la disminución del tiempo efectivo de alimentación (CONANP, 2002: 20). Asimismo, se puede observar que, tanto turistas como lancheros arrojan desperdicios al agua, como envases de plástico y papel, contribuyendo a la alteración del hábitat de los flamencos y, por consiguiente, en el número de esas aves que ahí anidan. Algunos de los lancheros no respetan los lineamientos establecidos en el Programa de Manejo, ya que cuando trasladan a los visitantes en lancha para observar a las aves y los manglares, no llevan contenedores para desperdicios, o bien, no cobran el derecho ambiental[3] que estipula la SEMARNAT pues no significa un ingreso personal. Las acciones que realizan estas personas en torno al cuidado del ambiente son aprendidas, a través de pláticas informales y de los que han escuchado de otras personas, pero de ninguna manera, mediante una capacitación formal. La negativa de esos lancheros a entregar recibos y cobrar derechos ambientales a cada visitante origina una afectación en las capacidades para el cuidado del ambiente.

Pero la poca atención que los funcionarios responsables de la vigilancia del uso responsable de los recursos prestan, dificulta aún más el esfuerzo para atender esa necesidad.

[3] Dicha cuota de ingreso a la Ría es por la cantidad de $1300.00 por lancha, para seis personas. Dichos recursos ingresan directamente a la reserva para su conservación en obras, proyectos o equipamiento. A decir de Carabias, buena parte se utiliza también en señalización, capacitación de guías, programas de educación ambiental, folletos informativos, etc. (2010: 35).

Así también se continúa con la construcción de hoteles que no están bajo la reglamentación del propio plan de manejo, algunas de las cabañas consideradas ecoturísticas en Isla Arena, no concuerdan con las características propias del turismo eco-amigable, es decir, que sean construidas con material propio de la región y las edificaciones estén hechas de manera que ahorren energía eléctrica y cuenten con suficiente ventilación. En este sentido, los dueños de las cooperativas y encargados de las cabañas denominadas ecológicas, afirmaron que, al recibir el apoyo económico por parte del gobierno, edificaron esas construcciones como les pareció que deberían ser, atendiendo a sus conocimientos personales y sin orientación o capacitación alguna por parte de las autoridades en materia ambiental.

Después de cuatro años de funcionamiento, están reinvirtiendo en la remodelación y mantenimiento de dichas cabañas, sin embargo, los ingresos que han obtenido por el hospedaje y la alimentación, no son mayores como para ser una verdadera alternativa de subsistencia. Es decir, no ha sido la principal actividad económica que les provea de recursos para sostener a sus familias. Esto se debe, en gran medida, a la falta de capacitación, tanto para la prestación de los servicios y su promoción, como para la administración de la infraestructura. Por otra parte, aquellos turistas que pudieran estar dispuestos a visitar Isla Arena, no obtienen suficiente información del lugar, debido a que los prestadores de los servicios no realizan la suficiente divulgación turística en los diversos medios, de igual forma, no promueven entre los visitantes la concienciación del cuidado del ambiente y la importancia de este tipo de instalaciones turísticas en pro de cuidado del entorno.

Por lo general, la conciencia ecológica ya existe en los visitantes atraídos por la tranquilidad del lugar y, fuera de algunas recomendaciones que se encuentran en las páginas de internet y folletos que el gobierno local y estatal imprimen, relacionados con el cuidado y preservación del medio ambiente por parte de quienes visitan los zonas turísticas, es de señalar, que dicha propagando no se distribuye.[4]

En el mismo poblado existe una cooperativa llamada *Wotoch Aayin* (Casa del cocodrilo en lengua maya), dedicada a criar y mantener cocodrilos. Ésta es manejada

[4] De hecho, la Constitución Política de nuestro país establece en su artículo 4o que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizara el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley", pero las sanciones por contaminar no están muy claras, y cuando existen, no se aplican (Carbonell, M., Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Leyes y Códigos de México, Porrúa, 2007. Reformado mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de febrero de 2012).

y administrada por un grupo de personas que se han preocupado por mantener de manera real el equilibrio ecológico. Cuidan y conservan los cocodrilos no sólo de acuerdo a lo que resulta inherente a su empresa, sino que han llevado su capacitación a la asistencia a cursos, talleres, diplomados que les han permitido adquirir compromisos tomando decisiones que afecten de manera positiva la preservación del patrimonio natural que les rodea, transmitiéndolo a los visitantes y a los pobladores con los que tienen contacto y comunicación, ejerciendo a su vez una influencia positiva en estas personas.

Todo lo anterior concuerda con numerosos investigadores de ciencias sociales, que señalan que el ecoturismo ha generado varios problemas, más que lograr los beneficios ambientales y sociales mencionados. Algunos de estos problemas son: una rápida degradación ambiental en ecosistemas frágiles -hasta ahora bien conservados-, la alteración física en las riberas y suelos, causadas por las lanchas y vehículos motorizados, caballos o bestias de carga, bicicletas y caminantes. Es decir, la reacción de los suelos a estas presiones y cargas queda evidenciada por una serie de cambios físicos, como la erosión de los litorales y la compactación de suelos.

Además de la generación de basura y en algunas ocasiones hasta incendios, sobre todo en sitios muy concurridos. La transformación de las culturas más marginales, así como la perpetuación de las inequidades sociales (Daltabuit, *op. cit.*: 46), en donde sólo los dueños de las embarcaciones, los cooperativistas o los hoteleros son los que reciben las ganancias, no así los lancheros o jornaleros.

Se debe de entender que el ecoturismo, en teoría, debe de promover actividades a nivel local que no sólo mejoren la calidad de vida de los habitantes de la zona sino que también fortalezcan la preservación de sus recursos naturales. Sin embargo, no se ha cuantificado el impacto económico que el ecoturismo ocasiona en la RBRC, es decir, si realmente la actividad contribuye a elevar el nivel de vida de los habitantes y si, dado este crecimiento, el mismo conlleva a un mayor grado de desarrollo[5] o, por el contrario, dicha función degrada en mayor medida el ambiente y los ecosistemas.

En este punto, la capacitación y educación para cuidar y preservar el entorno natural y sus recursos es imperante. Si bien varios de los socios cooperativistas

[5] El término desarrollo, en una acepción socio-económica ambiental, la define Escobar (1997) como la condición social dentro de un país, en la cual las necesidades auténticas de su población se satisfacen con el uso racional y sostenible de recursos y sistemas naturales.

han recibido capacitación en estos rubros por parte de diferentes instituciones u organizaciones (CONANP, PRONATURA, DUMAC) respecto al cuidado del entorno y el ecoturismo, el uso de los "martillos" complica el aterrizaje adecuado de los preceptos conservacionistas, pues mientras los socios que han recibido la capacitación van de pesca (actualmente de pepino de mar), los segundos que no siempre tienen este conocimiento de la reglamentación e impacto del ecoturismo y por ende, hacen uso de la ría y entorno conforme a ellos lo consideren.

Así pues, el desarrollo de esta región no debe verse sólo como la superación de las necesidades básicas como la vivienda, la salud, la alimentación, la seguridad y la educación, todo esto con un crecimiento económico sostenido, sino como el alcance de ello más la conservación y protección del medio ambiente, en congruencia con lo que se conoce como desarrollo sustentable, y para lograrlo, es necesario eliminar la pobreza que, a su vez, permite la sobreexplotación de los recursos naturales, los cuales son determinantes de las posibilidades productivas a través de su papel como insumos en el proceso económico (Constantino, 2007: 57). Pero el término sustentabilidad podría toparse con una contradicción, debido a que el uso de los recursos naturales renovables, ya constituye en sí una degradación al patrimonio natural, pues aunque elementos como los árboles son reforestados, esto no ocurre a la misma velocidad que su explotación (Martínez y Roca, 2001: 367). Esto se agrava dado que si acaso los cooperativistas reciben una enseñanza conservacionista por parte de las instancias respectivas, no todos comparten estas ideas de cuidado del entorno, ya que aducen que si otros explotan los recursos porqué ellos no han de hacerlo. No obstante, se comienzan a crear grupos dentro de la mismas poblaciones que ya están haciendo conciencia de los problemas que acarrea tanto el turismo sin control ni reglamentación como la explotación excesiva de los recursos naturales (sobre todo en el caso del pepino de mar).

Otra problemática tangencial a la reserva es el hecho que durante mucho tiempo se han documentado conflictos entre los habitantes de Celestún e Isla Arena que se han originado por pugnas relativas a los límites geográficos establecidos para realizar actividades de pesca en cada población[6] y que, como se pudo observar en

[6] Entre otros artículos, que dan cuenta de los pleitos y diferencias entre los pobladores de Celestún e Isla Arena se encuentran: http://historico.eluniversal.com.mx/search/index.php?q=agua&seccion=Estados&autor=JAVIER+CASTILLO%2FCorresponsal; http://www.proceso.com.mx/?p=255017; http://www.campeche.com.mx/noticias/campeche_noticias/sigue-pleito-por-pepinos-de-mar-en-costas-campechanas/21779, consultados el 25 de enero de 2013.

ambas localidades, los lancheros han llevado estas diferencias al ámbito turístico, pues se niegan a ofrecer el servicio de traslado, o bien, un paseo en lancha de una población a otra, además de culpar constantemente a la población vecina de ser ellos quienes no cuidan los recursos naturales, atendiendo únicamente la intención de transportar al mayor número de personas visitantes en los recorridos en lancha con la propósito de "ganar" clientes.

De los diversos grupos y cooperativas dedicados a la actividad ecoturística que se observaron y a quienes se entrevistó durante el trabajo de campo, se encontraron diferencias en cuanto a las actitudes presentadas y las opiniones vertidas, con respecto al cuidado de los ecosistemas y el conocimiento sobre la importancia de preservar el equilibrio ecológico en la Reserva, así como, su interés por recibir capacitación y educación ambiental y quienes no lo han hecho, o bien, no les interesa. Actualmente, la legislación ambiental (Programa de Manejo y LGEEPA) hace énfasis en el desarrollo del ecoturismo de una manera responsable, cuidadosa y respetuosa con el medio ambiente y los recursos naturales, así como la conservación de los ecosistemas de la región. Sin embargo, esta actividad no puede realizarse sin la debida capacitación de los habitantes de la Reserva, no solamente los prestadores de servicios, sino la comunidad en general, que habita en la misma y donde seguirán viviendo sus descendientes. En el marco de dichas legislaciones vigentes, es imprescindible instruir a los habitantes de las poblaciones sobre el cuidado y uso de los recursos naturales y la preservación del ambiente y los ecosistemas.

Conclusiones

Existen pocos lancheros tanto en Celestún como en Isla Arena que se interesan por el cuidado del ambiente, pero no cuentan con los suficientes conocimientos formales para realizar y promover actividades que no dañen estos recursos naturales, o bien, hagan un uso adecuado de ellos, así como, la disposición y manejo de los desperdicios. Señalan que "no tiran basura porque no está bien", pero estrictamente hablando, no tienen una idea clara, del porqué no deben de hacerlo y, en su caso, cuáles son las consecuencias, por ello, es difícil cambiar sus actitudes, tales como el convencimiento del peligro de disponer de los residuos en las playas, el mar o el manglar. En este sentido, las estrategias de "fomentar la impartición periódica de cursos de capacitación en manejo y aprovechamiento sostenible y sustentable de

recursos naturales, dirigido a los habitantes del área y personal de la reserva" y "el desarrollo de talleres de participación comunitaria con el objetivo de difundir la importancia y objetivos de la Reserva", que se señalan en el Programa de Manejo, resultan completamente apropiadas para este fin, pues las comunidades, los empleados y funcionarios de la Reserva y de las otras instancias que tienen relación directa con la RBRC, necesitan instruirse para transmitir esos conocimientos, tanto al seno familiar, como a los mismos turistas que arriban a la reserva.

El continuo proceso mediante el cual los habitantes de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún pueden instruirse en el manejo, uso, cuidado y conservación de los recursos naturales, debe ir en aumento, nunca disminuir el grado de capacitación para lograrlo y, de manera consciente, asumir la responsabilidad en la protección del medio ambiente. Ya que es un hecho que la actividad ecoturística seguirá realizándose en esa región, es indispensable la adecuada educación ambiental mediante la aprehensión de conocimientos y la adopción de conductas y actitudes que conduzcan a la mínima degradación y contaminación del medio ambiente, así como la divulgación de una educación ambiental entre los pobladores locales. La creación de un mayor entendimiento por parte de los visitantes que son atraídos por la belleza de los paisajes de la Reserva sobre el cuidado de los recursos naturales que están admirando, necesita la ayuda de la capacitación que los prestadores de los servicios turísticos puedan ofrecer. En el caso de la mencionada cooperativa *Wotoch Aayin,* las actitudes relacionadas con la explotación de los recursos naturales ha cambiado conforme han adquirido nuevos conocimientos sobre el cuidado del medio ambiente; los valores y los principios sobre ese cuidado se canalizan al alcance de lograr que el ecoturismo sea realizado de acuerdo a los objetivos de sustentabilidad y, a su vez, los encargados de dicha cooperativa han empezado a transmitir a otras personas dedicadas a la actividad, ese entendimiento de los valores ecológicos, lo que está resultando en una mayor conciencia ambiental, a decir de ellos mismos. Una mayor información, como se pudo comprobar, eleva las posibilidades de lograr un mejor cuidado y una adecuada conservación de la biósfera cuando se desarrolla la actividad ecoturística con el fin de mejorar los niveles de vida de los pobladores de la Reserva. Compartiendo los criterios de la SEMARNAT en cuanto a la competitividad de las empresas ecoturísticas, el cumplimiento de los criterios óptimos sobre el desempeño ambiental (cuidado, preservación y

conservación) y sociocultural (mejora del producto turístico, con el valor agregado de recomendaciones e instrucciones sobre el cuidado de los recursos naturales), las poblaciones de estudio pueden obtener ventajas competitivas frente a aquéllas que carezcan de la adecuada capacitación ambiental, mejorando la imagen publica entre turistas nacionales e internacionales (CONANP, 2002). De igual forma, la educación ambiental puede ser la base para abatir el rezago social identificado en ambas localidades resultante en mejoras en los ámbitos económico, social, ambiental y cultural, así como un incremento en los ingresos reales que los prestadores de servicios turísticos y empresas ecoturísticas perciban sin dejar de lado el cuidado de los ecosistemas de la Reserva.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura Citada

Balcazar *et al* (2005), *Investigación cualitativa*, México: UAEMEX.

Carabias, Julia *et al* (coords), *Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito*, México, CONABIO-SEMARNAT. 2010.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, *Programa de manejo: Reserva de la Biosfera Ría Celestún*, México CONANP-SEMARNAT (Ed), 2002.

Constantino, Roberto, "Recursos Naturales y Sustentabilidad: una Perspectiva Institucional y de Acción Colectiva", Calva, José Luis (coord.), *Sustentabilidad y Desarrollo Ambiental*, México, Porrúa, 2007.

Carbonell, M., *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Leyes y Códigos de México*, México, Porrúa. 2007.

Daltabuit Godás, Magalí, *et al.*, *Ecoturismo y desarrollo sustentable. Impacto en comunidades rurales de la selva maya*, UNAM, CRIM, México. 2000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI), *Conteo de población*, INEGI, México. 2008.

Martínez Alier, Joan y Jordi Roca, *Economía Ecológica y Política Ambiental*, México, FCE. 2001.

Consulta electrónica

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), 2012, *Región Península de Yucatán*, "Ubicación de la RB Ría Celestún", en: http: //pyucatan.conanp.gob.mx/mapceles.htm, consultado el 16 de abril de 2012.

Flores, E. (2004) Ecoturismo y turismo sustentable. El periplo sustentable (3). Universidad del Estado de México. Consultado el 20 de noviembre de 2013. Recuperado de http://www.uaemex.mx/plin/psus/rev3/c04.html

Mújica, Luís y Graciela Mesa, "Estudio previo evaluación impacto ambiental del camino perilago Chajari", *Ilustrados.com*, Asociación Ecologista río Macoreta, Argentina, 2005, en http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEkkyAkkZFJKUvdvoY.php#, consultado el 21 de mayo de 2013.

Secretaría de Turismo (sectur), ¿Qué es el turismo de naturaleza?, *Turismo de naturaleza*, 2006, México, Secretaría de Turismo, en: http: //www.sectur.gob.mx/work/sites/sectur/resources/LocalContent/14011/4/QueEsTurismoDeNaturaleza.pdf, consultado el 22 de septiembre de 2012.

Para citar esta obra:

Pinkus Rendón M.J., M. Á. Pinkus Rendón y E. Barba Macías. 2015. *Desarrollo y conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿el ecoturismo es la respuesta?.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 431-446). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XIX

Los Ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su Conservación

Joaquín Sosa Ramírez *, Aurora Breceda Solís, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Luis Ignacio Iñiguez Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

El objetivo de este Capítulo es describir los principales aspectos de la estructura y del funcionamiento de los ecosistemas del Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF) localizada en el estado de Aguascalientes, México. Esta región cuenta con protección legal desde fines de los años 40 del siglo pasado. Sin embargo aún no tiene su programa de manejo. El ANPSF incluye una diversidad biológica muy significativa, que ofrece servicios ambientales que son muy importantes para la promoción del bienestar social de los habitantes de la región aledaña a ella. Sin embargo, a la fecha, los ecosistemas incluidos en el ANPSF están amenazados por una amplia gama de disturbios como las sequias, los incendios, el sobrepastoreo, el cambio de uso del suelo y diversos agentes biológicos, por lo que se requiere de manera urgente la elaboración de su programa de manejo y conservación, el cual debe orientar, ordenar y determinar las actividades que deban realizarse por los diferentes sectores que concurren en la región. Para la elaboración de este programa de manejo, se sugiere se aplique un enfoque integral a la escala del paisaje, con un planteamiento participativo y flexible. Este tipo de enfoque pone énfasis en las actividades de aprendizaje y de colaboración social. El manejo a la escala del paisaje es el adecuado para garantizar el aprovechamiento y la conservación con tácticas y acciones dirigidas hacia la sustentabilidad y la conservación de ecosistemas

con usos económicos y sociales diferentes (forestaría, pastoreo, agricultura, caza y recreación). En este trabajo se señalan asimismo las actividades que actualmente constituyen las amenazas más significativas para la integridad estructural y funcional de los ecosistemas de esta ANP. De no atenderse estos problemas a través de un plan de manejo, estará en riesgo la integridad y estado de salud de estos ecosistemas y en consecuencia los servicios ambientales que estos ecosistemas proporcionan.

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

Abstract

The objective of this chapter is to describe the main aspects of the structure and functioning of the ecosystems of the Natural Protected Area Sierra Fria (NPASF), located in the state of Aguascalientes, Mexico. This region has legal protection since the end of the 1940's, nevertheless, it has still not generated a management program. The NPASF includes a significant biological diversity, which offers environmental services that are very important for the welfare of the inhabitants of the regions surrounding it. However, to date, the ecosystems included in the NPASF are threatened by a wide range of disturbances, such as droughts, fires, overgrazing, changes in the use of the land and presence of damaging biological agents, so that the elaboration of a management and conservation program, which must guide, order and determine the activities to be carried out by the different sectors that participate in the region, has become a priority. For the development of this management program, an integrated approach at the scale of the landscape, with a participatory and flexible approach, has been proposed. This type of approach puts emphasis on learning and social collaboration activities. The management at the landscape scale is necessary to secure the use and conservation of the ecosystems, with tactics and actions directed towards the sustainability and the preservation of the NPASF, which has different economical and social uses (forestry, grazing, agriculture, hunting and recreation). This work also identifies the activities that currently constitute the most significant threats to the structural and functional integrity of the ecosystems of the ANP. If these problems are not corrected through a management plan, there will be a significant risk to the integrity and health of these ecosystems and consequently to the environmental services that these provide.

Key words: Sierra Fria, ecosystems management, conservation, natural protected area.

Antecedentes

Un conjunto de ecosistemas pertenecientes a tres provincias biogeográficas, ubicados al noroeste del estado de Aguascalientes, fueron declarados Área Natural Protegida por el gobierno estatal el 30 de enero de 1994. La superficie considerada fue de 112,090 hectáreas (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994). Abarca parte de los municipios de San José de Gracia, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Calvillo y Jesús María (Fig.1). Es una región montañosa con un intervalo altitudinal que comprende de 2200 a 3050 metros, recibe en promedio una precipitación anual que oscila entre 500 y 700 mm (Medina García *et al*., 2006).

Esta área natural protegida es de gran importancia a nivel estatal, ya que contiene el 90% de los bosques templados y de montaña, una parte de los bosque tropicales caducifolios (SEDESO, 1993) y una porción sustancial de los recursos naturales renovables de todo el Estado.

El propósito del presente trabajo es realizar un diagnóstico socioecológico, identificar los desafíos que presenta esta área natural y generar recomendaciones que ayuden a las autoridades ambientales estatales y federales en la toma de decisiones.

Biodiversidad y procesos ecológicos

La diversidad biológica del Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF) es excepcional, abarca tres provincias biogeográficas y comprende una región montañosa constituida por varias serranías, valles, mesetas y cañadas; asimismo, aquí hacen contacto la región Neártica y la región Neotropical (CONABIO, 1997; Espinoza *et al*., 2008), lo que permite la coexistencia de elementos de ambas afinidades, generando una gran diversidad biológica en la región. En el ANPSF se distinguen diversas zonas ecológicas que alojan un número importante de especies, entre las cuales se tienen registradas 591 especies de plantas terrestres, 37 especies de plantas acuáticas y sub acuáticas. Asimismo se conocen 95 especies de hongos.

Se reportan 87 especies de mamíferos (SEDESO, 1993), 141 especies de aves (De la Riva Hernández y Franco Ruíz Esparza, 2008) y 53 especies de reptiles

(Quintero Díaz *et al*., 2008). Sin embargo, el inventario no ha sido concluido y es probable que muchas especies registradas para el estado se encuentren en esta área (CONABIO, 2008).

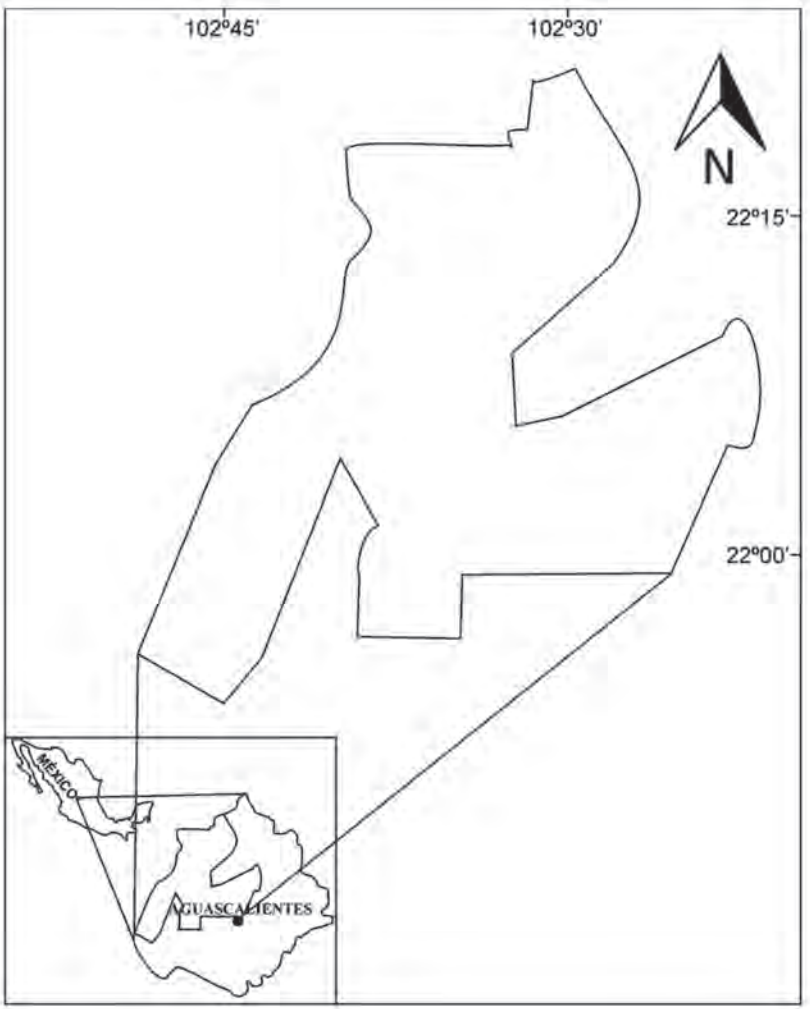


Figura 1. Ubicación y polígono del Área Natural Protegida Sierra Fría. Fuente: Joaquín Sosa Ramírez

En seguida se describen los principales tipos de vegetación y las interacciones conocidas entre plantas y animales:

1. Bosques templados.

Una parte del ANPSF se localiza en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Occidental. Un componente principal de esta provincia son los bosques templados. Aquí se encuentran comunidades de plantas dominadas por los encinos (*Quercus spp*), pinos (*Pinus spp*), táscates (*Juniperus spp*), arbustos como la manzanita (*Arctostaphylos pungens y A. Polifolia*) y el madroño (*Arbutus glandulosa y A. Arizonica*). Es posible también encontrar bosquecillos de cedros (*Cupressus lindleyi*) en algunas barrancas húmedas. En el borde de los arroyos se localizan también especies arboreas como el fresno (*Fraxinus papillosa*), el álamo (*Populus tremuloides*), el sauce (*Salix bonplandiana*) y el laurel (*Litsea glauscescens*) (Siqueiros Delgado, 2008). En seguida se especifican algunos componentes de los bosques templados.

Figura 2. Bosques Templados. Los pinos y encinos rojos se distribuyen principalmente en las cañadas y cañones de la Sierra Fría. Fuente: Joaquín Sosa Ramírez.

1.1 Bosque de encino.

Estos bosques están ampliamente distribuidos por toda la sierra, se les encuentra tanto en mesetas, como en laderas y cañadas. En las zonas húmedas de cañadas y arroyos los encinos rojos (*Quercus eduardii, Q Sideroxyla*) están asociados a pinos (*Pinus spp.*). Sobre mesetas y laderas a táscates (*Juniperus deppeana*), madroños (*Arbutus xalapensis y A. glandulosa*) y manzanitas (*Arctostaphylos pungens*). Entre los componentes de este bosque encontramos: 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. Los encinos blancos, *Q. rugosa y Q. chihuahuensis,* se distribuyen en un gradiente altitudinal que abarca de 2400 a 2600 msnm. Entre los elementos con una distribución restringida se encuentran: *Quercus coccolobifolia y Q. resinosa* (Sosa Ramírez *et al.*, 2011-a).

1.2. Bosque de pino.

Estos bosques se localizan en las partes más altas de la sierra, principalmente en las cañadas. Las especies más abundantes son *Pinus leiophylla y P. teocote. P. leiophyla* se distribuye en un rango altitudinal que va de 2400 a 2600 msnm. Otras especies como *Pinus michoacana, P. chihuahuana*, *P. lumholtzii, P. cembroides y P. duranguensis* presentan una distribución restringida (Díaz *et al.*, 2012).

1.3 Bosque de Táscate.

Una de las especies más ampliamente distribuidas en los bosques templados de la Sierra Fría es el cedro o táscate (*Juniperus deppeana*) (Díaz *et al.*, 2012). Esta comunidad ha sido probablemente favorecida por los disturbios ocurridos en los bosques. Los incendios y la tala han favorecido la presencia de esta especie en las primeras etapas de la sucesión ecológica. Sus frutos son apreciados por algunas especies de aves y mamíferos como los venados y coyotes, que al consumirlos los dispersan por toda la sierra (Minnich *et al.*, 1994). Los táscates se presentan asociados con diferentes especies, principalmente con los encinos.

1.4 Chaparral.

Esta asociación vegetal está formada por la manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y el encino (*Quercus potosina*). El chaparral se distribuye por toda la sierra, se le encuentra

principalmente en los sitios intermedios entre las condiciones húmedas y secas, sobre las partes medias y altas de las laderas con pendientes moderadas; contiene muy poca riqueza de especies leñosas, se limita al encino y la manzanita. En ausencia de incendios es sustituido gradualmente por un bosque de encinos. Los frutos de la manzanita sirven de alimento a la fauna silvestre, entre ellas a venados, roedores, aves y coyotes. La leña de esta especie tiene una demanda creciente por parte de las empresas dedicadas al rostizado de pollos en las diferentes ciudades de la región, por lo que su aprovechamiento se ha incrementado, poniendo en riesgo su permanencia (Sosa-Ramírez *et al.*, 2011-b).

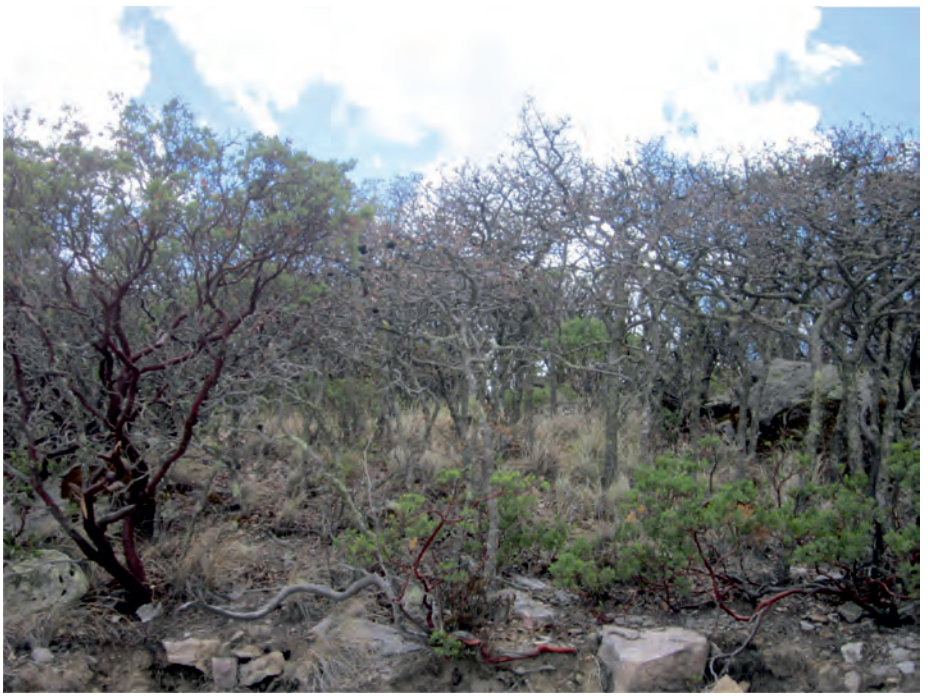


Figura 3 Chaparral. El chaparral está constituido casi exclusivamente por manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y chaparro (*Quercus potosina*). Fuente: Joaquín Sosa Ramírez.

1.5 Pastizales.

Son formaciones herbáceas que se encuentran primordialmente en terrenos planos y lomeríos con pendientes suaves. Se ubican entre 2100 m hasta algo más de 2500

m de altitud. Generalmente son sabanas que se caracterizan por presentar un estrato herbáceo continuo y un estrato arbóreo o arbustivo disperso de encinos (*Quercus potosina, Quercus grisea y Q. eduardii*). Las especies dominantes son: *Bouteloua chondrosoides, Muhlenbergia rígida* y *Microchloa kuntii.* Como sistemas de producción, las sabanas son usadas en la región principalmente para la cría de ganado de carne y de lidia.

Figura 4. Los pastizales son sabanas constituidas por un estrato herbáceo continuo y un estrato arbóreo-arbustivo disperso de encinos. Son utilizadas para la cría de ganado de lidia y de carne. Fuente: Joaquín Sosa Ramírez.

2. Matorrales xerófilos

Además de los bosques templados, que pertenecen a la región Neártica, se cuenta con los matorrales xerófilos de la región Neotropical, provincia del altiplano sur (Espinosa *et al.*, 2008). Estas comunidades se encuentran en las zonas de baja altitud, están dominadas por huizaches (*Acacia schaffneri, A. farnesiana*) y nopaleras (*Opuntia* spp.).

3. Bosque Tropical Seco y Matorral subtropical.

Otro componente de la región Neotropical, son los bosques tropicales secos o caducifolios, localizados en la parte más meridional del ANPSF, principalmente en el Ejido del Terrero de la Labor. Estos bosques presentaban una amplia distribución en el Municipio de Calvillo, hoy en día su superficie se ha reducido y se encuentran muy fragmentados por las actividades agrícolas y ganaderas. Aquí se encuentran especies de plantas como el palo bobo (*Ipomoea murucoides, Ipomea intrapilosa*), zocona (*Bursera bipinnata*), cuero de indio (*Heliocarpus terebinthinaceus*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), guache (*Leucaena esculenta*), varaduz (*Eyesnhardtia polystachya*), entre otras (García Regalado, 2008).

Relaciones fauna - vegetación

En los bosques templados habita el tecolote moteado (*Strix occidentalis lucida*), principalmente en bosques de encino, junto a peñascos y acantilados. La dieta de esta ave está constituida en un poco más del 62% por vertebrados, principalmente roedores como *Peromyscus* spp. y *Reithrodontomys* spp., también por artrópodos, principalmente escarabajos, quienes constituyen el 38% de su dieta (Marquez Olivas *et al.*, 2002).

Una de las especies residentes típicas en los bosques templados del ANPSF es el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana*). Esta ave fue reintroducida en 1992 y actualmente su población es abundante. Tiene un alto valor cinegético y muchas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de la región aprovechan este recurso natural. La dieta del guajolote está compuesta principalmente por plantas herbáceas, entre ellas, el trébol (*Trifolium amabile*), gramíneas como *Piptochaetium fimbratum* y otras especies como *Eryngium cardinale*.

Los frutos y semillas de los encinos (*Quercus* spp.), manzanitas (*Arctostaphylos pungens*) y táscates (*Juniperus* spp.), son también parte de su dieta (Márquez Olivas *et al.*, 2005).

Figura 5. Bosques tropicales secos o caducifolio. Presentan una alta fragmentación en la región, por lo que su conservación es de la mayor importancia. Fuente: Joaquín Sosa Ramírez.

Una práctica de manejo muy extendida entre las UMA es sembrar milpas de maíz, avena y sorgo, o proporcionar directamente granos, principalmente maíz, en

comederos y cebaderos con el propósito de proporcionar alimento a los guajolotes durante los meses más fríos y secos del año, así como atraerlos durante la cacería.

Márquez Olivas *et al.*, (2005) reportaron que entre abril y mayo de 2001 y 2002, cerca del 80% de la dieta del guajolote silvestre estuvo constituida por granos de maíz.

Estos mismos autores señalan que esta práctica de manejo podría traer consecuencias negativas. Entre éstas se señalan las siguientes, generar guajolotes mansos que se acostumbren a la presencia humana e inducir a un uso desproporcionado del hábitat, aumentando así las posibilidades de contagio a enfermedades, parasitismo y depredación en la fauna silvestre (Marquez Olivas *et al.*, 2005).

Disturbios en los bosques templados

Los disturbios –dependiendo de su intensidad y frecuencia- son fenómenos naturales o antrópicos que pueden afectar la estructura, biodiversidad, dinámica y productividad de los ecosistemas. (Turner *et al.*, 1998; Calderón Aguilera *et al.*, 2011).

En el ANPSF se presenta una amplia gama de disturbios, entre los que se encuentran sequias, incendios, sobre-pastoreo, agricultura y agentes biológicos (Minnich *et al.*, 1994; Díaz Núñez *et al.*, 2006; Sosa-Ramírez *et al.*, 2011-b).

Las sequías y los incendios han sido eventos frecuentes en el transcurso del tiempo. Durante las décadas de 1950 y 1960 se presentaron numerosos años con una precipitación por debajo de la media anual, misma que se estimó en 505 mm para el estado de Aguascalientes. De acuerdo con el trabajo de Sosa Ramírez (1998), en donde se analizaron 18 estaciones climatológicas en una serie de tiempo de 62 años, se encontró que entre 1950 y 1959, ocho de los 10 años presentaron una anomalía negativa. En los años noventa, seis años presentaron una precipitación por debajo de la media. Más recientemente, en los años 2000, 2001, 2005, 2009 y 2011, se observaron también anomalías negativas. Y en 2011 se presentó la menor precipitación desde 1940 con sólo 259 mm (CONAGUA, SMN, 2014).

La frecuencia de sequías en la región ocasiona que muchas poblaciones naturales disminuyan sus tasas de regeneración y aumenta la vulnerabilidad de plantas y animales a enfermedades y patógenos. Las sequías ocasionan abatimiento en la recarga de mantos freáticos y pérdidas significativas para los productores del

campo. Además durante la estación de secas se acumulan grandes volúmenes de material combustible - derivado de hojas, ramas y árboles muertos – incrementando la probabilidad de incendios forestales de gran magnitud.

El pastoreo de ganado doméstico y la agricultura se han practicado desde la época colonial en diferentes zonas de la Sierra Fría, estas actividades iniciaron con la fundación de haciendas, ranchos y pueblos. Para mediados del siglo XVIII, la hacienda de Pabellón, una de las más grandes e importantes del estado cuya superficie abarcaba parte de la Sierra Fría (Gómez Serrano, 2000), contaba con más de 32,400 cabezas de ganado, conformadas por: 21,855 ovejas de vientre, 3,590 borregas de gruesa, 3, 534 borregos de arredro y 1,260 becerros de año. (Rojas, 1998; Delgado Macías, 2003). Aunque el número de animales en pastoreo ha oscilado en el transcurso del tiempo, los disturbios por pastoreo en los ecosistemas de la Sierra Fría llevan ya varios siglos.

La tala de árboles a gran escala con el fin de extraer madera y producir carbón inició desde principios del siglo XVI con la explotación de las minas de Zacatecas. La explotación de árboles se realizó sobre todo en Monte Grande (Delgado Macías, 2003). Además, la demanda de carbón y leña en los pueblos y ciudades de la región era también importante, ya que en ese entonces eran las fuentes de combustible más utilizadas.

A principios del siglo XX, la construcción de las vías del ferrocarril incrementaron la explotación forestal por la gran cantidad de durmientes que se requerían para colocar los rieles (Delgado Macías, 2003). Finalmente, entre 1920 y 1950 se intensificó la explotación del bosque con el propósito de obtener carbón (Minnich *et al*., 1994; Delgado Macías, 2003) y entre los años 60s y 70s se extraían troncos que se utilizaban como postes en los viñedos del valle de Aguascalientes, durante el auge de la viticultura en el Estado.

En el ANPSF se han registrado disturbios ocasionados por agentes biológicos como plagas y enfermedades. Uno de los agentes que causa más mortalidad en las coníferas es el escarabajo descortezador del género *Dendroctonus* (*Coleoptera: Scolytidae*). *Dendroctonus mexicanus* presenta los niveles poblacionales más altos y ha ocasionado la muerte del hospedero. Entre 2001 y 2002 se registraron más de 50 brotes de esta especie que obligaron a cortar más de 10000 pinos. (Díaz Núñez *et al*., 2006).

Otro insecto barrenador de encinos es el coleóptero: *Crioprosopus magnificus* (Coleoptera: *Cerambycidae*) (Sánchez Martínez *et al*., 2010; Sosa Ramírez *et al*., 2011-a) el cual se ha encontrado principalmente en árboles de la especie *Quercus potosina*.

Además, se han identificado micro-organismos patógenos, entre ellos tres especies de hongos basidiomicetos del genero *Phelllinus: P. gilvus, P. robustus y P. everhartii*, que ocasionan pudrición blanca del duramen y formación de cancros en diferentes especies de encinos (Moreno Rico *et al*., 2010; Sosa- Ramírez *et al*., 2011-a).

Otro hongo basidiomiceto patógeno fue registrado: *Ganoderma lucidum*. Este ocasiona pudrición blanca en la base del tallo y raíces de los encinos.

Otros hongos responsables de la declinación de los encinos en la Sierra Fría son los ascomicetos *Hipoxylon thouarsianum* y *Biscogniauxia atropunctata*. Ellos causan pudrición blanca y cancros en los diferentes órganos de los arboles afectados (Moreno Rico *et al*., 2010; Sosa- Ramírez *et al*., 2011-a).

Finalmente, se ha reportado la presencia de cuatro especies de muérdago del género *Phoradendron* (*P. bolleanum, P. schumanni, P. villosum y P. reichenbachinum*) que infectan a varias especies forestales, entre ellas, *Juniperus deppeanna, Quercus potosina, Arbutus arizonica, A.glandulosa y Arctosthaphylos pungens*. El grado de infección se considera leve y se presenta principalmente en árboles grandes, por lo que se sugiere que puede estar relacionado con la preferencia que tienen las aves frugívoras y dispersoras por estos árboles para perchar (Clark-Tapia *et al*., 2011).

Una de las consecuencias de los disturbios ocurridos en la Sierra Fría ha sido la fragmentación del paisaje forestal. Chapa *et al*. (2008) señalan en un estudio que comprende un periodo de tiempo que va de 1956 a 1993, que si bien los cambios en los parámetros de superficie de los diferentes tipos de vegetación y número de rodales no han sido significativos, en lo que respecta a la cobertura al interior de los mismos los cambios son notables. Es decir, encontraron un significativo incremento en la micro-fragmentación o pérdida de cobertura. Esto indica que la tasa de aprovechamiento o pérdida de arbolado es igual o ligeramente superior a la tasa de recuperación natural de los bosques.

Servicios de los ecosistemas

Los Servicios Ecosistémicos (SE) se definen como los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas, éstos incluyen servicios de soporte, regulación,

aprovisionamiento y culturales (CONABIO, 2008; Daily, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2003). La importancia de un área natural reside tanto en su riqueza biológica como en los SE que ofrece a la sociedad. Entre los servicios de regulación que otorga la Sierra Fría se encuentran la regulación del clima, los escurrimientos, las inundaciones, las enfermedades y la purificación del agua; estos servicios brindan bienestar a la población en varios aspectos, entre ellos, la seguridad de las personas, protección contra desastres y acceso a aire y agua limpia, y de especial importancia, la recarga de los mantos acuíferos del valle de Aguascalientes (COTAS, 2006). Estos paisajes naturales brindan servicios culturales que benefician a la población con un entorno de particular belleza para la educación, la recreación y el esparcimiento.

Aspectos Jurídicos

Los ecosistemas incluidos dentro del Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF), están protegidos tanto por la ley federal como estatal. Desde 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 localizado en el municipio de Pabellón de Arteaga.

Más recientemente, el 30 de enero de 1994, el gobernador Otto Granados Roldán, por decreto de ley número 88 del Congreso del Estado de Aguascalientes, 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).

A nivel federal, el 28 de enero de 1988, se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente en el Diario Oficial de la Federación. Respaldado en esta ley, el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Víctor Lichtinger, publicó un acuerdo el 7 de noviembre de 2002, en donde se establece que todas las áreas comprendidas en el decreto presidencial de 1949, se recategorizan como Áreas de Protección de Recursos Naturales.

Por todo ello, actualmente el ANPSF cuenta con un decreto estatal y también forma parte de dos Áreas de Protección de Recursos Naturales (APRN) incluidas

en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), éstas áreas son: la cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 01 Pabellón, con una superficie de 97 mil 699 hectáreas y la otra sección aparece con el nombre de Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Nayarit (CONANP, 2006 a y b).

Si bien estos antecedente legales muestran el valor que la sociedad otorga a esta región ecológica, un paso obligatorio es aprobar y trabajar de acuerdo con un programa de manejo. La falta de este instrumento de planeación ocasiona carencia de directrices en las estrategias y acciones destinadas a la conservación. Hasta el momento el avance más consistente ha sido la propuesta realizada por el Gobierno del Estado del Programa de Conservación y Manejo del ANPSF (PCM) para el área de decreto estatal.

Principales dificultades

El Gobierno del Estado a través de la Secretaría de Medio Ambiente coordina el PCM en colaboración con instituciones públicas y privadas comprometidas con el aprovechamiento o conservación de los ecosistemas bajo protección federal y estatal. En una primera fase se realizó una descripción físico-biológica y socio-demográfica del área y posteriormente un diagnóstico de la problemática, se diseñaron propuestas de zonificación y componentes de manejo. El PCM señala algunos problemas importantes (Secretaría de Medio Ambiente, en revisión):

Sequías, sobre pastoreo, incendios, introducción de especies exóticas invasoras, organismos parásitos y erosión del suelo.

Adicionalmente a estos problemas y amenazas aquí se agregan y detallan los siguientes:

- Fragmentación de ranchos y ejidos. Lo que promueve la disminución de la cobertura vegetal y la fragmentación del paisaje forestal. En los últimos años, algunos ejidos como el de La Congoja y Colonia Progreso han estado vendiendo lotes de 17 hectáreas en promedio a personas que viven en las ciudades, 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. Ecológica y biológicamente ha sido demostrado que la introducción de especies ajenas a un hábitat natural

equivale a abrir las jaulas de un zoológico. La Introducción de especies exóticas conlleva la posibilidad de incorporar a los ecosistemas nuevos vectores de enfermedades, el incremento de la competencia con las especies nativas y la depredación de las mismas, así como la potencialidad de cambios significativos en los hábitats, e inclusive la contaminación genética por la hibridación o entrecruza con las mismas. Al ANPSF se han introducido principalmente 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). Se han registrado también algunas especies vegetales exóticas, entre ellas se ha observado a: *Pinus gregii*, *P. maximartinezii*, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* y *Pawlonia tomentosa*.

- Cercado de ranchos y predios. Se realiza con mallas de alambre de 2 a 3 metros de altura 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 una coordinación efectiva entre las instancias federales y estatales. El manejo y gestión del ANP requiere una coordinación efectiva entre autoridades y de estas con la sociedad. Actualmente la CONANP no cuenta con un polígono definido del ANP 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.

*Amenaza*s y *perspecti*vas

Para enfrentar las amenazas que han sido señaladas anteriormente, el primer paso consiste en *p*resentar el programa de conservación y manejo a los actores implicados en el ANPSF, principalmente a los propietarios privados y sociales, para obtener un consenso en cuanto a los objetivos, estrategias y líneas de acción. Una vez aceptado el programa, el siguiente paso será aplicar y respetar los acuerdos. Este programa, se encuentra actualmente en proceso de revisión por parte de las dependencias públicas comprometidas con el manejo sustentable en el ANP (SEMARNAT, CONANP, CONAFOR y CONABIO). Este proceso cobra una importancia especial, ya que se tiene el antecedente de que en 1995 se elaboró y presentó un plan integral de manejo por parte de la Sub Secretaría de Ecología (SEDESO, 1995) que no logró el consenso de los propietarios y habitantes de la Sierra Fría por lo que se desechó la propuesta, en parte por la escasa participación de este sector social en su elaboración. Por ello, no es suficiente contar con el esfuerzo de las dependencias públicas e instituciones académicas para elaborar un documento técnico, se necesita la participación decidida de la sociedad durante la elaboración del programa, de principio a fin.

Los objetivos generales que se proponen en el Programa de Manejo del ANPSF que se encuentra en proceso de revisión por parte de las dependencias públicas federales y estatales 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.
- 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.

Para lograr estos objetivos se aplicará un conjunto de políticas y medidas de manejo del ANPSF que incluyen la protección, conservación, uso sustentable y restauración.

Estos objetivos se podrán alcanzar si el manejo de los ecosistemas del ANP Sierra Fría obtiene la participación y colaboración de todos los grupos involucrados en el aprovechamiento, protección, conservación o restauración de esta área natural.

Es importante que las estrategias y acciones de manejo sean flexibles en cuanto a los cambios sociales y ecológicos que se vayan presentando (Armitage *et al.*, 2009). Este método de manejo colaborativo y ajustable o flexible pone énfasis en el aprendizaje que se va adquiriendo, tanto el que se basa en la experiencia como aquel adquirido por la experimentación científica; se basa también en la colaboración de los diferentes grupos de la sociedad, tanto el que se da entre los diferentes usuarios del ANPSF como ganaderos, cazadores o de uso recreativo, como el que se da entre las autoridades ambientales o de uso de los recursos naturales con los propietarios de los sectores privado y social. Todo ello es necesario para mejorar nuestra comprensión y nuestra capacidad para responder al funcionamiento de los complejos sistemas socio-ecológicos que aquí se encuentran.

Manejo integrado de ecosistemas

En una época como la actual, caracterizada por los cambios globales provocados por la especie humana, el cambio de uso del suelo ha provocado un deterioro creciente de la biodiversidad, los procesos ecológicos y los servicios ambientales.

Por ello, el manejo de ecosistemas, un proceso de intervención humana, tiene como supremo valor la sustentabilidad. El objetivo del manejo sustentable es 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 de ecosistemas tiene lugar en la interfase entre los sistemas sociales y ecológicos y en gran medida está determinado por los primeros, por lo cual sus bases científicas deben de incorporar el entendimiento tanto de los procesos ecológicos como sociales, y de sus interacciones (Jardel *et al.*, 2008).

A nivel mundial, el manejo de las ANP no ha sido efectivo. El énfasis se ha puesto más en la expansión que en un manejo apropiado (Le Saout *et al.*, 2013). Hoy en día, es frecuente que a las ANP les falte personal, que tengan un bajo presupuesto y así se ven asediadas por amenazas externas. Por ello, se requiere afinar las estrategias de conservación de la biodiversidad e incrementar el bienestar de las comunidades humanas a través de un manejo efectivo. (Leverington, 2010; Le Saout *et al.*, 2013).

La sustentabilidad es en verdad el objetivo central y el valor supremo del manejo de ecosistemas, su esencia es la toma de decisiones sobre diferentes estrategias y acciones alternativas. Por ello, el gestor de ecosistemas debe tener la capacidad de predecir los efectos de las acciones de manejo sobre el comportamiento de los ecosistemas. Para tomar decisiones acertadas, darle seguimiento a los procesos desatados y evaluar los resultados, el manejo depende de la combinación del conocimiento científico y la experiencia práctica, de los científicos y de los diferentes gestores que intervienen en los procesos ecológicos y sociales.

No se le puede llamar manejo de ecosistemas a cualquier intervención humana.

El manejo de ecosistemas debe tener las siguiente características: La sustentabilidad a largo plazo como supremo valor, objetivos claros y operacionales, modelos ecológicos bien fundamentados y comprensibles, la comprensión de lo complejo y de sus interconexiones, el reconocimiento del carácter dinámico de los ecosistemas, la atención al contexto y a la escala, el reconocimiento de las sociedades humanas como componente de los ecosistemas y un compromiso con la flexibilidad en el manejo y la responsabilidad en los acuerdos tomados (Figura 6) (Christensen *et al*., 1996).

Para alcanzar los objetivos de manejo que al final del proceso de consulta y discusión sean propuestos para el Área Natural Protegida Sierra Fría, se requiere de la aplicación de un protocolo de manejo de ecosistemas como el aquí señalado.

Después de las reuniones y foros de consulta celebrados con el propósito de generar propuestas de estrategias, objetivos y acciones, lo que resta es capitalizar todo ese trabajo con la aplicación del programa de manejo.

Consideraciones finales

En este trabajo se señala, por un lado, el valor de un área natural de gran belleza y diversidad, que proporciona un conjunto de servicios ecosistémicos de indudable beneficio para las sociedades humanas que viven en la región. Por otro lado, se destacan las actividades que actualmente constituyen las amenazas más significativas para la integridad estructural y funcional de los ecosistemas de esta ANP. Entre las que destacan una amplia gama de disturbios como las sequias, los incendios, el sobre-pastoreo, el cambio de uso del suelo y los agentes biológicos. De no atenderse estos problemas a través un programa de manejo que resulte del consenso

social, estarán no solo en riesgo los servicios ambientales que estos ecosistemas proporcionan, sino inclusive su propia conservación. Por lo que es imperativo lograr la colaboración de las distintas instancias públicas, privadas y sociales a fin de lograr un manejo sustentable de esta Área Natural Protegida y conservar de esta manera una pieza muy importante de nuestro capital natural.

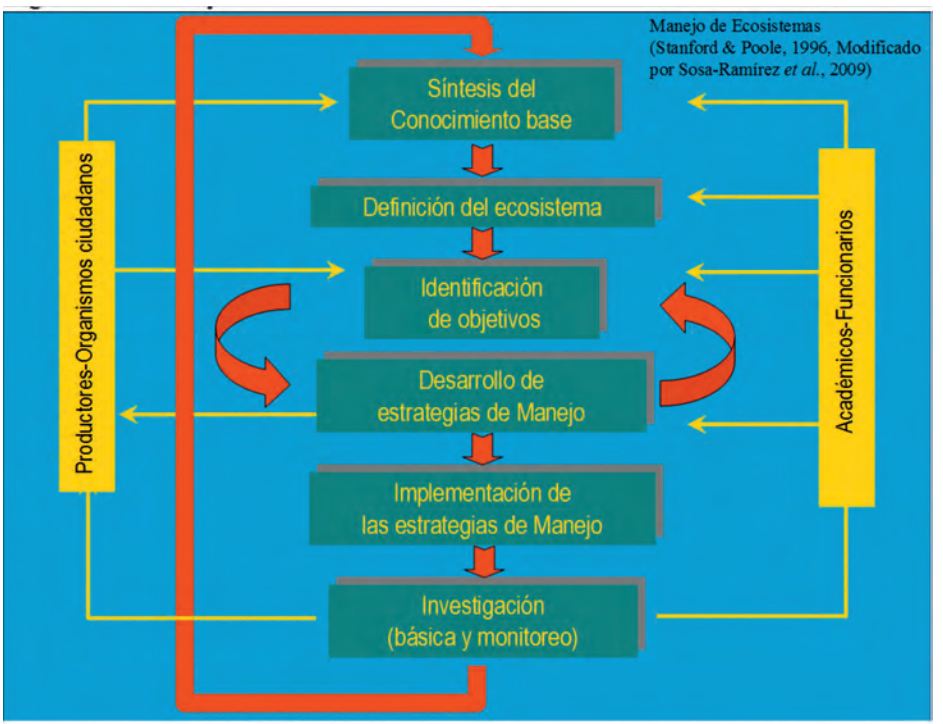


Figura 6. El manejo de ecosistemas es un proceso basado en acciones impulsadas por objetivos, protocolos y prácticas, adaptables por medio del monitoreo y la investigación en la interface entre los ecosistemas y los sociosistemas. Fuente: Modificado de Stanford & Poole, 1996.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual

mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Armitage R. D. R. Plummer, F. Berkes, R. I. Arthur, A. T. Charles, I. J. Davidson-H., A. P. Diduck, N. C. Doubleday, D. S. Johonson, M. Marschke, P. MCconney, E. W. Pinkerton y E. K. Wollenberg. 2009. Adaptive co-management for social-ecological complexity. Front Ecol Environ 7(2): 95-102.

Chapa Bezanilla D., J. Sosa Ramírez y A. de Alba Ávila. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Madera y Bosques 14(1): 37-51.

Christensen, N. L., A. M. Bartuska, J. H. Brown, S. R. Carpenter, C. D'Antonio, R. Francis, J. F. Franklin, J. A. MacMahon, R. F. Noss, D. J. Parsons, C. H. Peterson, M.G. Turner, y R. G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6 (3): 665–691.

Clark-Tapia R, G. E. Quintero-Díaz. 2008. Capitulo 5, amenazas a la biodiversidad, 5.1 Modificación y pérdida del hábitat: 148-161. En CONABIO, 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

Clark-Tapia R, B. Torres-Bautista, C. Alfonso-Corrado, J. I. Valdez- Hernández, G. González-Adame, J. Bretado-Velazquez y J. Campos-Contreras. 2011. Análisis de la abundancia e infección por muérdago en Sierra Fría, Aguascalientes, México. Madera y Bosques 17(2): 19-33.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO, INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES (IMAE), UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES (UAA). 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado, 389 pp.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2011. Servicio Meteorológico Nacional. Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa. En: http://www.smn.

cna.gob.mx/climatologia/temps y precip/mensuales/2011prec.pdf, [Fecha de consulta: 13/junio/2014].

CONANP. 2006ª. Memoria técnica de calculo del área de protección de recursos naturales "Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 001 Pabellón". México.

CONANP. 2006b. Memoria técnica de calculo 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.

COTAS (Comité Técnico de Aguas Subterráneas). 2006. Escenarios del agua 2015 y 2030 en el acuífero interestatal de Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación: acciones para un desarrollo con sostenibilidad ambiental. Informe final. México, 60 pp.

Daily, G.C. (ed). 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington DC. 392 pp.

De la Riva-Hernández G. y V. F. Ruíz Esparza. 2008. Capítulo 3 Biodiversidad. 3.17 Aves. 148-161. En CONABIO. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

Delgado Macías J. L. 2003. *Historia de la Sierra Fría. Siglos XVI a XX*. Tesina para obtener el grado de Licenciatura en Historia. Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes, 131pp.

Díaz Núñez V, J. Sosa-Ramírez y D. Pérez-Salicrup. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Polibotánica 34: 99-126.

Espinosa, D., S. Ocegueda, S. Aguilar, C. Flores, O. Llorente-Bousquets, J. Vázquez, B., 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento de la Biodiversidad. CONABIO, México. 33-65.

García-Regalado G., 2008. Capítulo 3 Biodiversidad, 3.2 Selva baja caducifolia: 85-88. En CONABIO. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES. Periodico Oficial,

Tomo LVII, Núm. 5. 27 pp., 1994. GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

Gómez Serrano J., 2000. Haciendas y ranchos de Aguascalientes. Estudio regional sobre la tenencia de la tierra y el desarrollo agrícola en el siglo XIX. Ed. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes Ags. México, 514 pp.

Jardel Peláez E., M. Maass Moreno, A. Castillo, R. García, L. Porter-Bolland, J. Sosa-Ramírez y A. Burgos, 2008. Manejo de ecosistemas e investigación a largo plazo. Ciencia y Desarrollo. Volumen 34, No. 215.

Le Saout S., M. Hoffmann, Y. Shi, A. Hughes, C. Bernard, T.M. Brooks, B. Bertzky, S.H.M. Butchart, S.N. Stuart, T. Badman y A.S.L. Rodrigues., 2013. Protected areas and effective biodiversity conservation. SCIENCE Vol. 342: 803-805.

Leverington F., K. Lemos Costa, H. Pavese, A. Lisle y M. Hockings, 2010. A global analysis of protected area management effectiveness. Environmental management 46: 685-698.

Márquez Olivas M., L.A. Tarango Arambula y G.D. Mendoza Martínez., 2002. Caracterización del Hábitat del Tecolote Moteado Mexicano (*Strix occidentalis* lucida) Sierra Fría, Aguascalientes. Agrociencia 36: 541-546.

Marquez-Olivas M., 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis* lucida) en Sierra Fría, Aguascalientes. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 73(2) 2005-2011.

Marquez Olivas M., E. García Moya, C. González Rebeles Islas y L. A. Tarango Arámbula, 2005. Composición de la dieta del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana*) reintroducido en "Sierra Fría", Aguascalientes, México. Vet. Méx., 36 (4).

Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Washington, DC: Island Press. 49-70

Minnich, R., J. Sosa-Ramírez, E. Franco-Vizcaíno, J.W Barry y M.E. Siqueiros. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Investigación y Ciencia, 4: 23-29. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Medina García G., L.H. Maciel Pérez, J.A. Ruíz Corral, V. Serrano Altamirano y M.M. Silva Serna, 2006. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Aguascalientes (Período 1961-2003). INIFAP. Libro técnico No. 2, 156 pp.

Moreno Rico, O., Velásquez Valle, R., Sánchez Martínez, G., Siqueiros Delgado, M.L., De La Cerda Lemus, M., Díaz Moreno, R., 2010. Diagnóstico fitopatológico de las principales enfermedades en diversas especies de encinos y su distribución en la Sierra Fría de Aguascalientes, México. Polibotánica 29: 165-189.

Quintero-Díaz G. E., J. Vazques Díaz y J.J. Sigala Rodríguez, 2008. Capítulo 3 Biodiversidad. 3.16 Reptiles. Pp. 141-147. En CONABIO, 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

Quintero Díaz G. E., 2008. Capitulo 5, amenazas a la biodiversidad, 5.2.5. Mamíferos exóticos. Pp.148-161. En CONABIO, 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

Rojas B. 1998. Las instituciones del gobierno y la elite local. Aguascalientes del siglo XVII hasta la independencia. El Colegio de Michoacán, Instituto Mora. 339 pp. ISBN 968-6959-69-6.

Sánchez-Martínez, G., O. Moreno-Rico y M.E. Siqueiros-Delgado. 2010. *Crioprosopus magnificus* LeConte (*Coleoptera: Cerambycidae*) in Aguascalientes, Mexico: biological observations and geographical distribution. Coleopterists Bulletin 64: 319-328.

Secretaría de Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Aguascalientes. Programa de Conservación y Manejo, Area Silvestre Estatal Sierra Fría, Aguascalientes. 195 pp. En Revisión.

SEDESO (Secretaría de Desarrollo Social), 1993. Estudio para la declaratoria de la Sierra Fría como área Natural Protegida (Vol. 2, 1ª ed.). SEDESO, Gobierno del Estado de Aguascalientes. Aguascalientes, México.

SEDESO (Secretaría de Desarrollo Social), 1995. Programa Integral de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Fría. Gobierno del Estado de Aguascalientes, México.

Siqueiros Delgado M.E., 2008. Capítulo 3, Biodiversidad. 3.1 Bosque: 82-84. En CONABIO, 2008. La Biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de Estado. CONABIO. Aguascalientes, Ags. México. 389pp.

Sosa Ramírez J. 1998. Agua y sustentabilidad en Aguascalientes, tres ensayos. Centro de Investigaciones y Estudios Multidisciplinarios de Aguascalientes. Aguascalientes Ags. 121p. ISBN: 970-18-1735-4

Sosa-Ramírez J., O. Moreno-Rico, G. Sánchez-Martínez, M.E. Siqueiros-Delgado y V. Díaz-Núñez. 2011-a. Ecología y fitosanidad de los encinos (Quercus spp.) en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. Madera y Bosques 17(3): 49-63.

Sosa-Ramírez J., Onésimo Moreno-Rico, José de Jesús Luna-Ruíz, y Luis Alberto Hernández-Gaytán. 2011-b. *Ecología del chaparral de manzanita (Arctostaphylos pungens) y encino (Quercus potosina) en la Sierra Fría del Estado de Aguascalientes*, pp. 46-54. En: Sánchez Martínez G. O. Moreno Rico. J.J. Luna Ruíz. y J. Sosa Ramírez. Memoria de la Primera reunión regional sobre Ecología y Fitosanidad del chaparral de manzanita (Arctostaphylos pungens). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes Ags. México. 89 pp.

Stanford J.A. y G.C. Poole 1996. A Protocol for Ecosystem Management. Ecological Applications 6: 741–744.

Turner M.G., W.L. Baker, C.J. Peterson, R.K. Peet., (1998) Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbances. Ecosystems 1(6): 511–523.

Para citar esta obra:

Sosa Ramírez, J., A. Breceda Solís, C. L. Jiménez-Sierra, L. I. Iñiguez Dávalos y A. Ortega-Rubio. 2015. *Los ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su conservación.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 447-472). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XX

La Sierra La Laguna En Baja California Sur: Importancia De Su Conservación

Aurora Breceda Solís Cámara*, Joaquín Sosa-Ramírez,
Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen.
La sierra La Laguna se localiza en el extremo sur de Baja California Sur, México. Constituye el macizo montañoso más elevado de la entidad. Por su aislamiento geográfico y por las condiciones climáticas particulares, la sierra La Laguna es una de las regiones de la península con mayor diversidad y endemismo. En ella se desarrollan ecosistemas únicos en el ámbito peninsular y regional, como lo son la selva baja caducifolia y el bosque de pino-encino. Además de su importancia biológica, esta serranía constituye la principal zona de captación de agua de la entidad, y provee de este recurso a la mayoría de la población sudcaliforniana. Sus laderas y cañadas son guardianes de vestigios de las culturas cazadoras –recolectoras de esta zona del país, además de concentrar el mayor número de rancherías sudcalifornianas que remiten a la identidad regional. Por sus valores biológicos, hidrológicos y culturales, gran parte de la sierra La Laguna fue protegida por un decreto de Reserva de Biosfera. Desde su creación hasta la actualidad se han logrado muchos objetivos de conservación y de desarrollo de las comunidades humanas que ahí se establecen; sin embargo, aún existen viejos problemas y nuevos retos. Entre las amenazas actuales más importantes se encuentran los mega-desarrollos de minería metálica a cielo abierto para la explotación de oro, estos proyectos afectarán alrededor de 1,000 ha y generarán grandes volúmenes de material y de sustancias peligrosas para la vida

humana y silvestre, por lo que son incompatibles con los objetivos de conservación de esta zona.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas (ANP), amenazas, minería a cielo abierto

Abstract.
The Sierra La Laguna is located at the southern tip of Baja California Sur, Mexico. It is the highest mountain range of the state. By its geographic isolation and the particular climatic conditions, the sierra La Laguna is one of the regions with greater biodiversity and endemism of the peninsula. In it the unique deciduous forest of the peninsula and the only pine forest of the state are developed. In addition to its biological importance, this mountain is the main water catchment area of the region, and provides water for most of the Baja California Sur inhabitants. Its slopes and ravines are guardians of traces of hunter-gatherer cultures, and this sierra concentrates the largest number of ranchos of southern California, which refer to the regional identity. By its biological, hydrological and cultural values, a large extent of the sierra La Laguna has been protected by a decree of Biosphere Reserve. From its creation until the present time have been achieved many objectives of conservation and development of the human communities; however, there are still old problems and new challenges. Among the most important current threats are the mega - developments of open pit mining, these projects will affect about 1,000 hectares and generate large volumes of material and substances hazardous to human and wildlife, so which are incompatible with the conservation objectives of the area.

Key words: Protected Natural Areas (PNA), threats, open pit mining.

Introducción.
La sierra La Laguna constituye la cadena montañosa de mayor altitud en Baja California Sur y la tercera en la península con 2,080 msnm, corre de norte a sur, desde las proximidades de La Paz hasta Los Cabos, con una longitud aproximada de 70 km y una anchura de entre 20-30 km, forma el parteaguas que divide el drenaje

pluvial entre el Océano Pacífico y el Golfo de California (Fig.1). Por su compleja historia geológica, caracterizada por el aislamiento geográfico y por las condiciones climáticas particulares de este macizo montañoso, la sierra La Laguna es una de las regiones de la península con mayor diversidad biológica y endemismos.

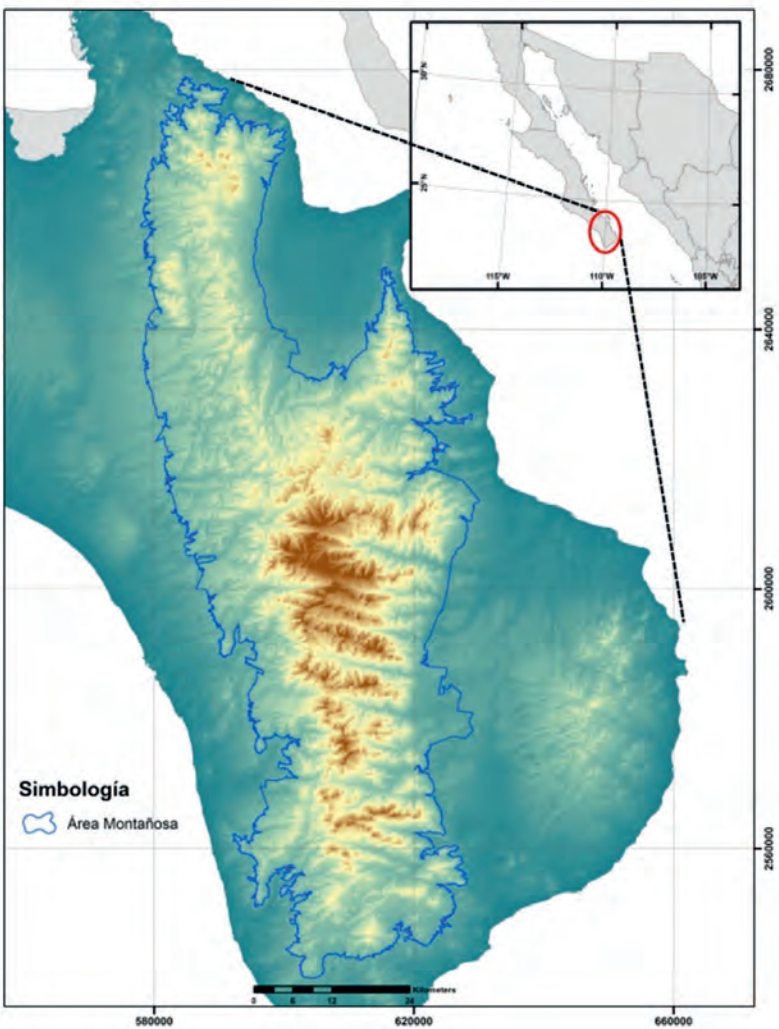


Figura 1. Localización y delimitación de la sierra La Laguna.

Existen evidencias de que el extremo sur de Baja California Sur tuvo su origen en el macizo continental, desprendiéndose durante el Mioceno Medio (hace ≈14 millones de años) y emprendiendo un largo viaje hacia el noroeste, y es hasta el Pleistoceno (hace ≈2 millones de años) cuando adquiere su configuración actual (Durham y Allison, 1960; Mina, 1956). Por su ubicación subtropical y las variaciones derivadas de su altitud, el clima de la sierra La Laguna varía desde muy seco en las porciones bajas hasta templado en la zona más alta, siendo esta la región con mayor precipitación y captación de agua en la entidad (Coria, 1988).

A lo largo del gradiente altitudinal se desarrollan comunidades vegetales muy diversas, en las partes bajas sobre mesas y colinas se encuentra al matorral sarcocaule, en donde predominan las especies arbustivas afines a condiciones áridas y semiáridas; en la parte media se desarrolla la única selva baja caducifolia de toda la península, y en las porciones más altas se localizan los bosque de encino y pino-encino, este último separado de comunidades similares por cientos de kilómetros (Arriaga y Ortega, 1988). Esta sierra ha sido también refugio de una biota que en el pasado tuvo una distribución más amplia, registros paleontológicos han mostrado que el proceso de aridización peninsular ha provocado que algunas especies encuentren refugio en esta sierra, la cual presenta un clima menos árido que la mayor parte de la península (Breceda, 2005; Cevallos y Barajas, 1994; Cody *et al.*, 2002; Sankey *et al.*, 2001).

Además de la importancia biológica de la sierra La Laguna, ésta constituye la principal zona de captación de agua de la entidad, y provee de este recurso a la mayoría de la población sudcaliforniana. Culturalmente tiene un gran valor, ya que en sus cañadas se encuentran diversos vestigos de las culturas cazadoras-recolectoras del sur de la península (Reygadas y Rabanal, 2013), y concentra a un gran número de ranchos que signan la identidad regional (Castorena y Breceda, 2008; Reygadas y Landa, 2013). Además es uno de los sitios preferidos por la juventud sudcaliforniana, que año con año visita la zona más alta convirtiéndose en una tradición local. Por todas estas razones, desde mediados de la década de los años ochenta, un grupo de investigadores del Centro de Investigaciones Biológicas (hoy CIBNOR) inició la propuesta para su conservación. Fue hasta 1994 cuando se logró la declaratoria de creación de la Reserva de Biosfera Sierra La Laguna bajo la administración de la Comisión Natural de Áreas Protegidas (CONANP), y en 2003 ésta fue incorporada

a la Red Mundial de Reservas de Biosfera del Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO (UNESCO-MAB, 2013).

El objetivo del presente trabajo es difundir las características e importancia de esta reserva, así como presentar los logros y las limitaciones, que hemos identificado en la misma

La Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna.

Localización y zonificación

Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, comprende el área montañosa de la sierra del mismo nombre, la cual incluye las cotas altitudinales que van de 300 a 2,080 msnm. La reserva tiene una extensión de 112,437 ha, lo cual representa poco menos del 30% de la superficie total de la sierra. La fisiografía o el relieve de la zona se caracteriza por ser una cadena montañosa disectada perpendicularmente por varios cañones, los cuales dan cause a arroyos intermitentes. Dentro de la reserva se han definidos zonas de conservación y manejo (Fig. 2), es así que la zona núcleo corresponde a las partes más altas y comprende al bosque de pino-encino y al bosque de encino. Por la importancia y fragilidad de los ecosistemas naturales en esta zona, las actividades de manejo están enfocadas principalmente a su protección y preservación, y las actividades de aprovechamiento están restringidas. La zona de amortiguamiento presenta dos categorías, una de carácter especial que representa 0.5% de la reserva y corresponde al área en donde se encuentra el Valle de la Laguna, en el cual se realizan diversas actividades ecoturísticas y de campismo. La otra zona de amortiguamiento corresponde al 70% de la reserva, la cual rodea a la zona núcleo y comprende principalmente a la selva baja caducifolia, y en las porciones de menor altitud se localizan extensiones del matorral sarcocaule. En esta zona de amortiguamiento se asientan la mayoría de los ranchos, por lo que en el Programa de Manejo (CONANP, 2003) se han establecido recomendaciones para orientar las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales de esta zona tendientes a lograr un desarrollo sustentable.

Aspectos biológicos.

En las partes altas se localizan valles cubiertos por pastos los cuales están rodeados por los bosques de pino-encino y encino. La riqueza florística de estos bosques

asciende a 288 especies, y presenta un endemismo del 15%, valor que se encuentra muy por encima del reportado para comunidades similares de otras regiones (León de la Luz *et al.*, 1999). El bosque de encino está dominado por *Quercus tuberculata*, y sus árboles pueden llegar a medir hasta 20 m de altura, otros árboles de menor altura característicos de esta comunidad son el guayabillo (*Dodonae viscosa*) y la bebelama (*Bumelia peninsularis*). Esta comunidad marca la transición entre la vegetación tropical y la boreal de la Sierra La Laguna, ya que en las partes más elevadas, húmedas y frías se desarrolla el bosque de pino-encino, siendo el pino piñonero (*Pinus lagunae*) la única especie de pino - endémica de esta serranía-. Entre otros árboles se encuentra el encino negro (*Quercus devia*), y el madroño (*Arbutus peninsularis*).

En las laderas de la montaña, entre 400 y 1,000 metros de altitud, se localiza la selva baja caducifolia, que constituye el breve espacio tropical en la península, y donde se han registrado un total de 520 especies, de las cuales 41 son endémicas a esta serranía (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, contrastando con el paisaje desprovisto de hojas que presenta durante la época de sequía, la cual puede prolongarse hasta más de 6 meses. En esta vegetación, algunos árboles como el mauto (*Lysiloma microphyllum*), el colorín (*Erythrina flabelliformis*), el naranjillo (*Zanthoxylum arborescens*) o el jacolosúchil (*Plumeria rubra* var *acutifolia*) llegan a medir hasta 12 metros de altura. Otros árboles y arbustos más bajos, forman un denso estrato de entre 4 y 6 metros de altura, los más abundantes son el lomboy (*Jatropha cinerea* y *J. vernicosa*), el palo zorrillo (*Senna atomaria*) y el palo de arco (*Tecoma stans*), este último muy utilizado en la construcción de casas y chinames (Breceda, 2005).

Las zonas bajas se caracterizan por planicies aluviales con lomeríos y colinas. La vegetación predominante es el matorral sarcocaule. Las especies más características de este matorral 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* y *J. vernicosa)*). Entre las cactáceas más comunes en el matorral destacan las columnares como el cardón pelón (*Pachycereus pringlei*) y la pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), es frecuente encontrarse también biznagas (*Ferocactus* spp.), viejitos (*Mammillaria* spp.), y chollas (*Opuntia* spp.)

Otro tipo de vegetación muy notable y que se desarrolla en el fondo de los cañones y cañadas de la sierra, es la vegetación de galería o riparia. En estos sitios

se localizan altas y esbeltas palmeras, como la palma real (*Washingtonia robusta*) y la palma de taco (*Erythea brandegeei*). En este hábitat más húmedo se desarrollan también los hueribos o álamos (*Populus brandegeei*) que pueden llegar a medir hasta 30 m de altura, en áreas que asemejan verdaderos oasis.

Con relación a los aspectos faunísticos, se ha registrado que la reserva contiene a la zona con la mayor diversidad de la entidad, por ejemplo los mamíferos que la habitan

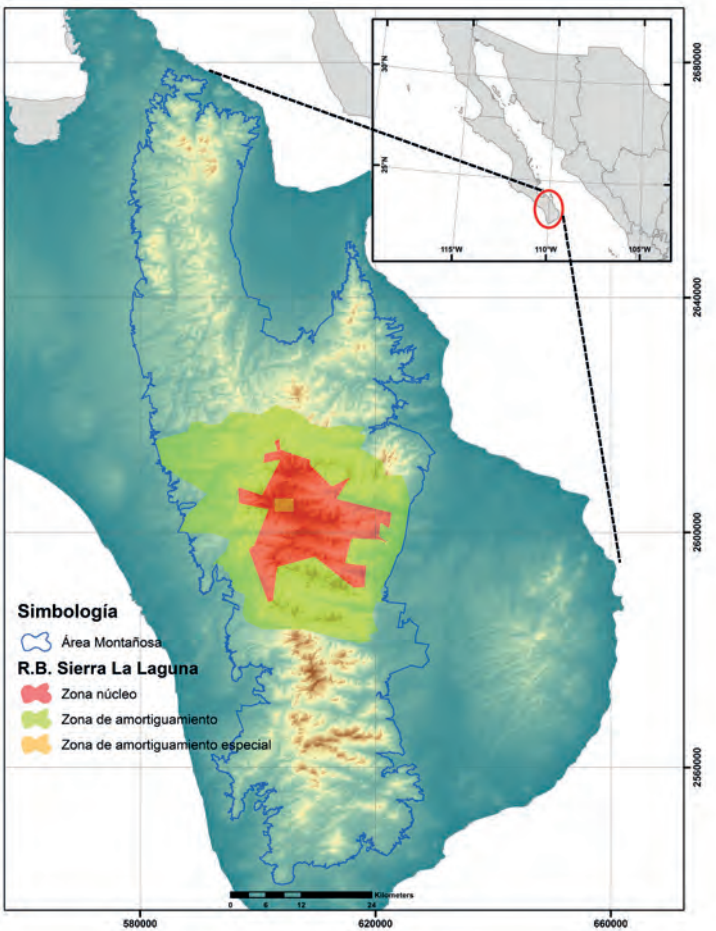


Figura 2. Zonificación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna.

incluyen más del 70% de todas las especies de mamíferos que se han registrado para Baja California Sur (Arnaud *et al.*, 2012). Se han reportado 39 especies de reptiles (un anfisbénido, diecinueve lagartijas y diecinueve serpientes), así como una especie de tortuga introducida (*Kinosternon integrum*), del total de reptiles 20 especies son endémicas a la península, nueve de las cuales se restringen solamente a la Región del Cabo y dos se localizan exclusivamente en la sierra La Laguna, dentro de los límites de la reserva (Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1988; Blázquez-Moreno *et al.*, 2012). Asimismo se han encontrado cinco especies de anfibios, dos de las cuales son introducidas la rana toro - *Lithobates catesbeiana* – y la rana *Smilisca baudinii* - (Blázquez-Moreno *et al.*, 2012). Las aves constituyen un grupo muy diverso, ya que hasta el momento se han reportado más de 111 especies entre residentes y migratorias, de las cuales 17 están bajo protección especial y 3 están amenazadas conforme a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) (Rodríguez-Estrella, 1988; Galina y Castellanos, 2012) y, de acuerdo con la información de Ramírez-Acosta *et al.* (2012) se presentan cuatro especies con una distribución casi exclusiva a la reserva.

Aspectos sociales

Dentro de los límites de la reserva se asientan poco más de 120 ranchos con alrededor de 600 habitantes. Los ranchos son pequeñas unidades productivas hortícolas y ganaderas, aisladas y dispersas en un extenso territorio cuyo origen se remonta a los antiguos cortijos del sur de España durante la época colonial, y que han sobrevivido a lo largo de 300 años formando parte de la identidad sudcaliforniana (Castorena y Breceda, 2008). Los ranchos se encuentran en sitios cercanos a fuentes permanentes de agua, en las riberas de poca pendiente de los arroyos, en sitios donde se acumula el sedimento de las avenidas de agua, lo que permite el desarrollo de una modesta pero variada horticultura y una extensa ganadería criolla, adaptadas a las severas condiciones de aridez peninsular y que han forjado el paisaje biocultural que caracteriza a esta región del país

Logros, amenazas y retos.

Con la declaratoria de creación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna se dio un gran paso para la protección de la región de mayor captación de agua en la entidad, y una de las zonas de mayor biodiversidad de la península de Baja California.

La ejecución del programa de manejo de la reserva y la intervención de instituciones gubernamentales, académicas y organizaciones de la sociedad civil, ha permitido impulsar programas dirigidos a la conservación de especies y ecosistemas, y al apoyo de las poblaciones locales para la realización de actividades sustentables. Asimismo con la creación de la reserva ha habido un importante incremento de investigaciones científicas en el área.

De entre las actividades de restauración destaca la construcción de bordos y represas que protegen al suelo de los procesos erosivos. La instalación de viveros, producción y plantaciones de especies nativas en zonas perturbadas ha sido una de las principales tareas de los manejadores del área; desde el año 2000 hasta 2011 se han producido y plantado más de 800,000 ejemplares (Breceda *et al.*, 2012). Dentro de los programas de conservación destaca el de control de fuegos, mediante el cual se han construido barreras corta fuegos, se realiza limpieza de material combustible y vigilancia constante. Otro de los logros para la conservación del área son las acciones para el conocimiento y control de especies invasoras, como lo son los cerdos y el ganado asilvestrados, así como del clavel de España (*Cryptostegia grandiflora*).

Además se ha impulsado el pago por servicios ambientales (hidrológicos y biodiversidad), y cerca de 14,000 ha están dentro de los programas de servicios ambientales. La sierra La Laguna concentra 30% del total del monto y superficie invertido por CONAFOR en pagos por servicios ambientales en la entidad (Breceda, *et al.*, 2012). Se han impulsado también acciones que promueven el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el fortalecimiento de la comunidad local.

Los habitantes de la sierra, y particularmente los que se encuentran dentro de la reserva participan en los programas de viveros, reforestación, educación ambiental, vigilancia, y reciben apoyos para la promoción de servicios ecoturísticos (Rubio y Fierro *et al.* 2013). A partir del año 2008 se inició el proyecto "Mejoramiento de la Calidad de Vida del Ranchero" con apoyo del Banco Mundial (CONANP, 2011).

Este programa está dirigido a mejorar las condiciones de vida de los habitantes locales mediante obras y ecotécnias 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).

Entre los principales logros se puede mencionar el enorme acervo de conocimiento científico que se ha obtenido del ambiente y de los organismos que habitan en esta sierra. A partir de la declaratoria de ANP se intensificaron los estudios con enfoques taxonómicos y ecológicos sobre distintos aspectos. Sin lugar a dudas la cercanía entre las autoridades ambientales, concretamente de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y las instituciones académicas, particularmente el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, ha permitido profundizar en el conocimiento de la biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas ahí representados, así como establecer las bases para hacer recomendaciones dirigidas a un mejor manejo de los recursos naturales.

A pesar de los logros tan importantes que se han hecho para la conservación de la sierra La Laguna, aún persisten viejos y nuevos problemas, así como temas científicos aún poco explorados. Entre los problemas ambientales podemos mencionar algunos destacados como, el control de ganado asilvestrado y de peces dulceacuícolas invasores presentes en los cuerpos de agua de la sierra, y entre los aspectos sociales es importante continuar trabajando en los programas de fortalecimiento de las comunidades, pero sobre todo incorporar la perspectiva de género e impulsar la equidad. Esto es particularmente relevante a raíz de los resultados del trabajo de Lagunas *et al.* (2013), quienes concluyen que existe una gran inequidad de género en el uso y manejo de los recursos naturales. Asimismo es necesario visibilizar y valorar el importante acervo arqueológico (pinturas, entierros y diversos objetos) producidos por las culturas cazadoras-recolectoras que se localizan en la zona y que hasta ahora han sido poco difundidas (Reygadas y Rabanal, 2013). Respecto de la investigación científica en el área aún existen temas poco estudiados, entre las grandes ausencias se encuentra el conocimiento fragmentado y limitado de grupos taxonómicos de gran importancia como el de los insectos, los hongos, los musgos y los líquenes. Asimismo, es necesario continuar con trabajos de investigación sobre la dinámica de poblaciones de especies claves, y las relaciones bióticas dentro y entre las poblaciones de distintas especies de plantas y animales. Sin lugar a dudas uno de los grandes retos es el de conocer los posibles escenarios frente al cambio climático y sus consecuencias en la diversidad, así como identificar los riesgos y la vulnerabilidad a la que está sujeta la población que habita en esa región.

Estos son algunos de los problemas que aún persisten en la sierra; sin embargo, el reto actual más importante se refiere a la mega-minería a cielo abierto para la explotación de oro. La minería de oro y plata fue una actividad importante – y detonadora del poblamiento del sur peninsular a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, cuando en San Antonio de la Sierra se estableció Manuel de Ocio con un antiguo emporio de plata llamado Real de Santana Ana y que logró una producción de seis toneladas de este metal entre 1748 y 1768. Posteriormente diversas compañías extrajeron oro y plata de la región de El Triunfo-San Antonio, pasando del método de patio a los de cianuración y fundición, pero no continuaron después de mediados del siglo XX debido a las bajas recuperaciones y altos costos (Secretaría de Economía, 2011). Esta actividad minera dejó altos niveles de arsénico en agua, suelo y vegetación en los sitios donde se efectuaban los trabajos de fundición del mineral (Méndez *et al*., 2013). Hoy el panorama en la sierra La Laguna respecto de la minería de oro, es de otra cantidad y calidad, pues se pretende reactivar la extracción de oro en dos grandes proyectos de minería a cielo abierto, uno de los cuales incluye parte de la reserva y el otro está contiguo a la reserva (Romero y Ortega, 2012).

El proyecto minero Los Cardones (antes Paredones Amarillos/Concordia), se localiza en la zona limítrofe de la reserva e incluye parte del área de amortiguamiento. En total 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 toneladas 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, y se demandará un alto consumo de agua y de energía.

Además la minera Pitalla se localiza también sobre la sierra La Laguna en la región de El Triunfo, San Antonio y Valle Perdido y comprende un polígono de 757 ha de donde se extraerán un total de 870,648 onzas de oro, con base en un precio de $900 USD/oz. El proyecto contempla una mina a cielo abierto de 66 ha con

profundidad máxima de 190 m, un patio de proceso de 95 ha y dos depósitos de roca estéril de 148 ha y piletas de contención de soluciones de 10 ha. La extracción del mineral comprende labores de perforación, voladura, carga y transporte en camiones de 100 toneladas de capacidad. La vida útil de la mina es de 10 a 15 años, durante los cuales se extraerán aproximadamente 38 millones de toneladas de mineral y 115.3 millones de toneladas de tepetate (Argonaut Gold, Inc., 2012; MIA-Minera Pitalla, 2011). Durante la operación se utilizarán cada año 803 toneladas de cianuro de sodio (NaCN), así como una serie de sustancias de las cuales muchas de ellas son altamente contaminantes para el ambiente y la salud humana (MIA-Minera Pitalla, 2011). Además de las sustancias empleadas en estos proyectos, los materiales rocosos de desechos contienen altos niveles de arsénico – el cuál es dañino para la vida humana y natural -, de hecho en la actualidad se han reportado en esta zona niveles de arsénico en agua por arriba de la norma internacionales producto de la antigua actividad minera en la zona (Méndez *et al.,* 2013).

Consideraciones finales y perspectivas

Estos proyectos mineros impactarán más de 1,000 ha de la sierra La Laguna, principalmente de selva baja caducifolia. La mayor parte de esta superficie será completamente removida y contaminada por sustancias altamente tóxicas que repercutirán tanto en la calidad del agua como en la biodiversidad del sitio y las poblaciones humanas del sur de la península. Los impactos que se generan con el desarrollo de mega proyectos de minería a cielo abierto no son compatibles con los objetivos de conservación que han sido estipulados para esta montaña. Durante veinte años se ha trabajado e invertido recursos públicos para la conservación de esta montaña prioritaria para el país, pues presta múltiples servicios ambientales para las poblaciones que se asientan en el sur peninsular, además de ser un sitio particularmente relevante para la biodiversidad no sólo de la península sino del mundo. La problemática es aún más severa dado que parte de estos proyectos pretenden ser instalados dentro de la reserva, y que de acuerdo con los principios y objetivos de las áreas naturales protegidas las actividades de la mega-minería metálica a cielo abierto son incompatibles con la conservación y desarrollo sustentable de las comunidades humanas que en ellas habitan.

Definitivamente la reserva de la biosfera Sierra La Laguna es el sitio más biodiverso de toda la entidad y el sitio de mayor capacidad actual para la recarga de los acuíferos de la porción meridional de la península. A pesar de todos los logros y avances que su decreto como Área Natural Protegida ha generado desde los puntos de vista de manejo y conservación de sus recursos naturales, a la fecha sendos proyectos de mega-minería metálica amenazan su integridad ecológica. En este trabajo reiteramos la importancia de esta ANP y la incuestionable necesidad de honrar, en los hechos, el decreto Presidencial que establece el mandato de su conservación.

Agradecimientos.

Agradecemos la colaboración de Gil Ezequiel Ceseña Beltrán por su apoyo en la elaboración de los mapas. Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada.

Álvarez, S., P. Galina, A. González y A. Ortega. 1988. *Herpetofauna*. Pp. 167-184. En: L. Arriaga y A. Ortega (Eds.). La Sierra de La Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, B.C.S, México. 237 pp.

Argonaut Gold, Inc., 2012. En: http://www.argonautgold.com/_resources/espanol/Minera-Pitalla.pdf. Consultado 26 de mayo del 2014.

Arnaud, G., Álvarez Cárdenas, S. y P. Cortés Calva. 2012. *Mamíferos de la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna*. Pp. 145-161. En: A. Ortega-Rubio., M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Arriaga, L. y A. Ortega.1988. *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, B.C.S., México. 237 pp.

Bermúdez-Almada, B. y J. Quiñones-Gómez. 2012. *Panorama general de la región serrana desde la perspectiva de la CONANP*. Pp. 5-20. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Blázquez-Moreno, M. C., P. Galina-Tessaro y A. Ortega-Rubio. 2012. *Herpetofauna*. Pp. 107-128. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Breceda Solís-Cámara, A. 2005. *El Mosaico de Vegetación de una Selva Baja Caducifolia*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 146 pp.

Breceda Solís-Cámara, A., J. Quiñónez-Gómez y J. Pérez-Navarro. 2012. *Vegetación*. Pp. 41-53. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Castorena, L. y A. Breceda. 2008. *Remontando el Cañón de la Zorra: Ranchos y Rancheros de la Sierra La Laguna*. Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno del Estado de Baja California Sur. México. 153 pp.

Cevallos-Ferriz, S. y J. Barajas –Morales. 1994. *Fossil woods from the Cien formation in Baja California Sur: Leguminosae*. IAWA Journal, 15: 229-245.

Cody, M., R. Moran, J. Rebman y H. Thompson. 2002. *Plants*. Pp. 63-111. En: J.T. Case, M. Cody y E. Ezcurra (Eds.). A New Island Biogeography of the Sea of Cortés. Oxford University Press, Nueva York.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Sierra la Laguna*. México. D. F. 209 pp.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2011. *Fondo para* Áreas Naturales Protegidas. En: http://www.conanp.gob.mx/accionesfanp.php). Consultado el 21 de mayo del 2014.

Coria, R. 1988. *Climatología*. Pp. 45-52. En. L. Arriaga y A. Ortega (Eds.). La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, B.C.S., México. 237 pp.

Durham, J. W. y E. C. Allison. 1960. *The geologic history of Baja California and its marine fauna*. Systematic Zoology, 9:47-91.

Galina-Tessaro, P. y A. Castellanos Vera. 2012. *Avifauna*. Pp. 129-144. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

Lagunas-Vázques, M., E. Rubio y Fierro-Bandala, E. F. Cervantes-Martínez, L. F. Beltrán-Morales., E. Olmos-Martínez y A. Ortega-Rubio. 2013. *Apropiación de la naturaleza por parte de las y los pobladores rurales de la REBIOSLA: análisis con enfoque de género en el uso de los recursos naturales*. Pp. 167-194. En: M. Lagunas-Vázques, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio (Eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

León de la Luz, J. L.; J. J. Pérez-Navarro; M. Domínguez-León y R. Domínguez-Cadena. 1999. *Flora de la región del Cabo de Baja California Sur. Listados Florísticos de México XVIII*. Instituto de Biología UNAM, pp. 1-39.

León de la Luz, J.L., R. Domínguez-Cadena y A. Medel-Narváez. 2012. *Flora de vegetales superiores*. Pp. 23-39. En: A. Ortega-Rubio, M. Lagunas-Vázques y L. F. Beltrán-Morales (Eds.). Evaluación de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur: Avances y Retos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 422 pp.

León de la Luz, J.L.; J.J. Pérez-Navarro y A. Breceda-Solís. 2000. *Atransitional xerophytic tropical plant community of the Cape Region, Baja California*. Journal of Vegetation Science, 11: 555-564.

Méndez-Rodríguez, L., B. Acosta-Vargas y M. Imaz-Lamadrid. 2013. *El arsénico y su problemática*. Pp. 129-138. En: M. Lagunas-Vázques, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio (Eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California

Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Manifestación de Impacto Ambiental (Modalidad Particular) "Proyecto Minero San Antonio". Resumen Ejecutivo. 2011. 38 pp. En: http://www.argonautgold com/_resources/espanol/Resumen-ejecutivo.pdf. Consultado el 26 de mayo 2014.

Mina, F. 1956. *Bosquejo geológico de la parte sur de la Península de Baja California*. Pp. 1-80. En. M. Maldonado Koerdell (Ed.). Congreso Geológico Internacional A-7. Vigésima sesión. México, D.F.

Ramírez-Acosta, J., A. Castellanos, G. Arnaud, A. Breceda y O. Rojas-Soto. 2012. *Conservation of endemic terrestrial vertebrates in the protected areas of the Baja California Peninsula, Mexico*. Natural Areas Journal 32:15-20.

Reygadas-Dahl, F. y C. Landa-Romo, 2013. *Cultura del rancho sudcaliforniano dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna*. Pp. 195-232. En: M. Lagunas-Vázques, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega-Rubio (Eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Reygadas-Dahl, F. y F. Rabanal-Mora, 2013. *Vestigios arqueológicos en los límites de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna B.C.S., avances en las investigaciones y resultados de las acciones de conservación o abandono.* Pp. 139-166. En: M. Lagunas-Vázques, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega- Rubio (Eds). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Rodríguez-Estrella, R. 1988. *Avifauna*. Pp. 147-163. En: L. Arriaga y A. Ortega. (Eds.). La Sierra la Laguna de Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 237 pp.

Romero-Schmidt, H. y A. Ortega-Rubio. 2012. *Reserva de la Bio sfera Sierra La Laguna. Salud Ambiental versus Minería a Cielo Abierto*. Ciencia y Desarrollo, Versión para Internet. Septiembre-Octubre

Rubio y Fierro-Bandala, E., M. Lagunas-Vázques y A. Ortega-Rubio. 2013. *El ecoturismo y el turismo de naturaleza como alternativa de desarrollo rural en la REBIOSLA*. Pp. 69-88. En: M. Lagunas-Vázques, L. F. Beltrán-Morales y A. Ortega- Rubio (Eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Sankey, J.T., T. Van Devender y W. H. Clark. 2001. *Late Holocene plants, Cataviña, Baja California*. The Southwestern Naturalist, 46: 1-7.

Secretaría de Economía. 2011. *Panorama Minero del estado de Baja California Sur*. En: www.sgm.gob.mx. Consultado el 26 de mayo del 2014.

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. Consultado el 1 de Noviembre del 2013.

Para citar esta obra:

Breceda Solís Cámara, A., J. Sosa-Ramírez, C. L. Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 2015. *La Sierra La Laguna en Baja California Sur: importancia de su conservación.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 473-490). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Sección 7

Conclusiones

Capítulo XXI

Prioridades de Investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México

Alfredo Ortega-Rubio*, Cecilia Jiménez-Sierra, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel de Jesús Pinkus-Rendón, Victor Javier Arriola-Padilla, Joaquín Sosa-Ramírez, Francisco Valadez-Cruz, Gerardo Rodríguez-Quiroz, Everardo Barba-Macías, Cristina Espitia-Moreno, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Héctor Abelardo González–Ocampo y Miguel Ángel Pinkus-Rendón

Resumen

Con base en la experiencia en investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México de los autores de este trabajo, investigadoras e investigadores adscritos a instituciones de educación superior y a centros de investigaciones, se analizaron las citas bibliográficas de los trabajos publicados para cada región administrativa en las que la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas agrupa a las Áreas Naturales Protegidas de México. Contrastando la información previamente publicada, con las necesidades de generación de nuevo conocimiento para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas, se ofrecen recomendaciones sobre las líneas de investigación que son prioritarias de enfocar en estas regiones y adicionalmente se dan recomendaciones específicas para algunas Áreas Naturales Protegidas selectas, esperando que esta información contribuya a orientar los esfuerzos de investigación en las mismas.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas. ANPs. Investigación. Prioridades.

Abstract

Based on the research experience in the Natural Protected Areas of Mexico of the authors of this work, researchers and members of institutions of university education and research centers, we analyzed the bibliographic citations of papers published for each administrative region in which the Commission of Natural Protected Areas divide the Natural Protected Areas of Mexico. Contrasting the previously published information, with the need to generate new knowledge for the proper management of the Natural Protected Areas, recommendations on the research priorities to focus on these areas are given, as well as further specific recommendations to several of them, hoping that this information helps to focus research efforts on the Natural Protected Areas of Mexico.

Keywords: Natural Protected Areas. NPAs. Research. Priorities.

Introducción

Los autores de este trabajo, investigadoras e investigadores adscritos a instituciones de educación superior y a centros de investigaciones, estamos convencidos, y de hecho nuestros esfuerzos han estado abocados a ello, de que la investigación científica en nuestro país debería jugar la función más importante para la solución de los problemas nacionales. Algunos de los aspectos que la investigación científica debiera de atender, y resolver, son los relacionados a las causas últimas que generan y ahondan la pobreza social y el deterioro ecológico (Ortega-Rubio *et al.,* 1999; Álvarez-Castañeda *et al*., 2006).

Uno de los aspectos medulares a considerar en un país megadiverso como el nuestro indudablemente es dedicar esfuerzos de investigación para inventariar nuestra riqueza biológica y a ello han estado, y están, dedicados muy distinguidos biólogos de México (Álvarez-Castañeda y Patton, 1999, 2000; Balmford, 2002; Ceballos *et al.,* 2005; Ceballos, 2007; Álvarez -Castañeda *et al.,* 2008; Ceballos y Arroyo-Cabrales 2012).

El objetivo común que nos ha unido a los autores de esta contribución es el de considerar a las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), como el eje central de nuestros respectivos esfuerzos de investigación y, además, el reunirnos colegiadamente para

establecer recomendaciones de orientación de esta actividad, en las zonas y con los temas que consideramos prioritarios.

Materiales y métodos

Con base en la experiencia en investigación en y para las Áreas Naturales Protegidas de México se analizaron las citas bibliográficas de los trabajos publicados para cada región administrativa en las que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) agrupa a las Áreas Naturales Protegidas de México.

Contrastando la información previamente publicada, con las necesidades de generación de nuevo conocimiento para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas, se ofrecen recomendaciones sobre las líneas de investigación que son prioritarias de enfocar en estas regiones y adicionalmente se dan recomendaciones específicas para algunas Áreas Naturales Protegidas selectas.

Resultados y discusión

En la tabla No. 1 se describen cuáles son las nueve regiones en las cuales la CONANP divide el territorio nacional para fines administrativos (DOF, 2007; CONANP, 2013), hemósle nosotros señalado los Estados de la República que mayormente se incluyen en cada una de ellas. Como es posible observar son dos las regiones Región Centro y Eje Neovolcánico y la Región Occidente y Pacífico Centro, aquellas que incluyen más Estados de la República, con ocho y seis respectivamente. Mientras que las regiones Región Península de Baja California y Pacífico Norte, Región Frontera Sur, Itsmo y Pacífico Sur y la Región Noroeste y Alto Golfo de California, únicamente incluyen dos Estados cada una de ellas, es importante señalar que estas regiones son diametralmente diferentes en cuanto a la superficie comprendida en ellas.

En la tabla 2 se describen cuáles son los tipos de ecosistemas que es dable encontrar en nuestro país, acorde al tipo de vegetación preponderante. Como es posible observar en la misma son 18 los tipos de vegetación que prevalecen en ecosistemas terrestres, mientras que en ecosistemas marinos prevalecen los arrecifes de coral, manglares, pastos marinos (Bezaury-Creel y Gutierrez-Carbonell, 2009).

Tabla 1. Regiones administrativas de la CONANP y principales estados incluidos en las mismas.

Regiones administrativas de la CONANP	Estados que incluye
RPBC: Región Península de Baja California y Pacífico Norte	Baja California y Baja California Sur
RNSO: Región Norte y Sierra Madre Occidental	Chihuahua, Durango y Zacatecas
RNES: Región Noreste y Sierra Madre Oriental	Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí
RFSI: Región Frontera Sur, Itsmo y Pacífico Sur	Chiapas y Oaxaca
RCEN: Región Centro y Eje Neovolcánico	Guerrero, Morelos, Puebla, Querétaro, México, Tlaxcala, Hidalgo, Distrito Federal
ROPC: Región Occidente y Pacífico Centro	Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Aguascalientes y Guanajuato
RNAG: Región Noroeste y Alto Golfo de California	Sonora y Sinaloa
RPCG: Región Planicie Costera y Golfo de México	Tamaulipas, Veracruz, Campeche y Tabasco
RPYC: Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano	Yucatán y Quintana Roo

En la tabla no. 3 describimos, en términos generales, cuales son los enfoques de investigación científica que se realizan en nuestro país en las ANPs. Son un total de 27 los enfoques principales de investigación que es posible desarrollar para sustentar el manejo y conservación de una ANP.

En la tabla 4, se presenta para cada región administrativa la siguiente información: 1) Número de ANP en cada región incluidas; 2) Superficie aproximada que tales ANP comprenden; 3) Los ecosistemas que es dable encontrar en ellas; 4) El número de citas bibliográficas encontradas para las mismas y 5) Los enfoques de investigación que, a nuestro juicio, es menester implementar como prioritarios para las ANPs comprendidas en cada una de estas regiones administrativas.

En la figura 1, se presenta el número de Áreas Naturales Protegidas incluidas en cada Región. Como puede observarse, existe una gran heterogeneidad, donde la RPYC presenta el mayor número de áreas (N= 35) y la RPCG el menor número de ellas (N=6).

Tabla 2. Tipos de ecosistemas.

Número	Ecosistema
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
19	arrecifes de coral
20	manglares
21	pastos marinos

La superficie de las áreas protegidas por región también es muy heterogénea (Figura 2), ya que la RFSI, triplica la media en extensión de las otras regiones.

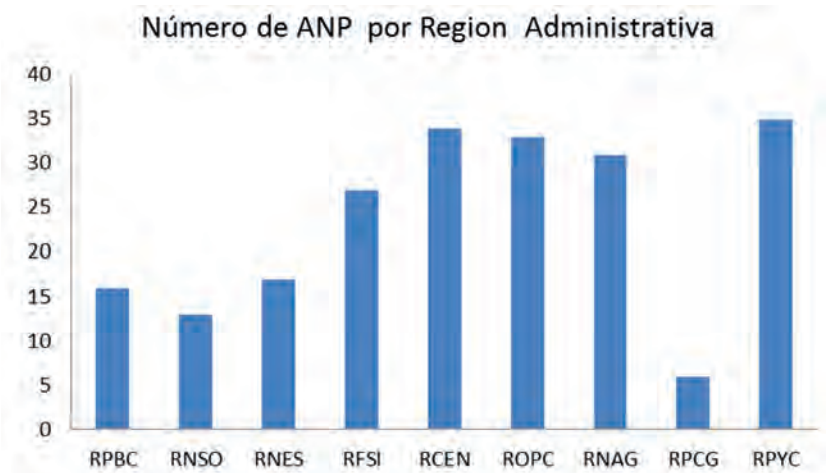


Figura 1. Número de ANP por Región Administrativa.

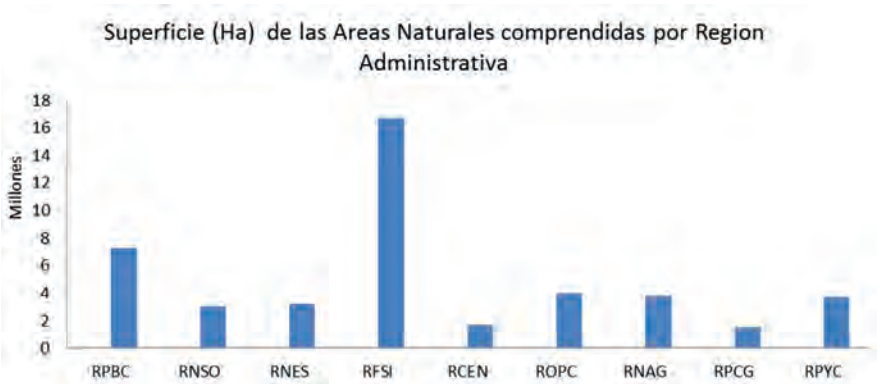


Figura 2. Superficie (Ha) de las Areas Naturales comprendidas por Región Administrativa.

Tabla 3. Enfoques de investigación.

Número	Enfoque de investigación
1	Inventarios florísticos y faunísticos
2	Estudios hidrológicos
3	Estudios edafológicos
4	Estructura de la vegetación
5	Servicios ecosistémicos
6	Biología especies amenazadas
7	Efectos de las especies exóticas
8	Restauración de suelos
9	Restauración mantos freáticos
10	Domesticación de plantas
11	Domesticación fauna
12	Efectos cambio climático en especies
13	Efectos cambio climático en ecosistemas
14	Impactos ambientales por actividades turísticas
15	Impactos ambientales por actividades mineras
16	Impactos socioeconómicos
17	Estudios antropológicos
18	Estudios comunitarios
19	Estudios básicos biológicos de flora y fauna
20	Servicios ambientales
21	Especies invasoras
22	Impactos ambientales por actividades antropogènicas
23	Estudios oceanográficos
24	Evaluaciones de recursos pesqueros
25	Estudios de redes tróficas
26	Estudios de conectividad
27	Estudios económicos y de mercado para los productos explotados

En la Figura 3, se presenta la gráfica del número de ecosistemas que es dable encontrar en cada región. Donde observamos que la RPBC y la ROPC, contienen el mayor número de ecosistemas (N=11) y que la RNSO y la RNES contienen el menor número de ecosistemas (N=6).

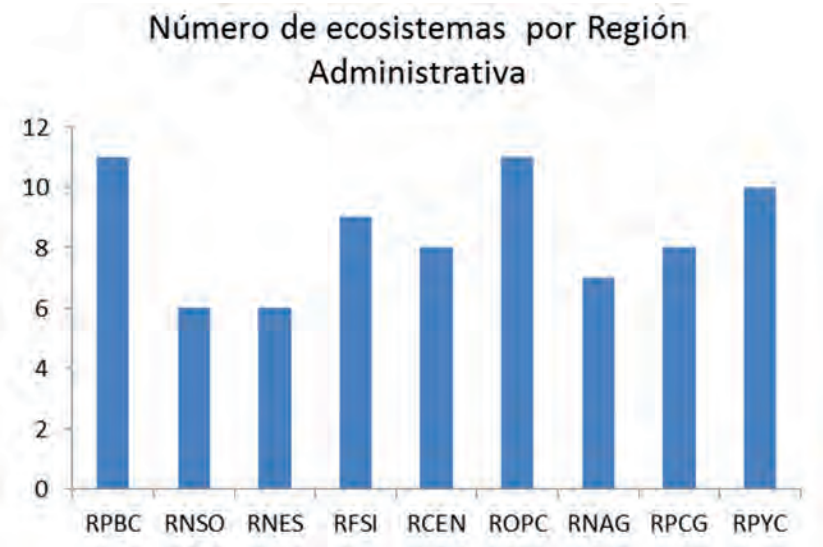


Figura 3. Número de ecosistemas por Región administrativa de las Áreas Naturales Protegidas

Aunado a estas diferencias, está la presencia de ecosistemas exclusivos en ciertas regiones (Tabla 4), lo que hace que la importancia relativa de cada Región sea diferente en cuanto a su valor de importancia para la conservación.

En lo que respecta al número de referencias bibliográficas (Figura 4) encontradas por regiones y que son un reflejo del número de estudios realizados en las ANP en ellas incluidas, se encontró que en general la información es precaria, ya que la media por región es de 31 referencias (±28 DE). Aunado a esto, existe una alta heterogeneidad en la cantidad de información generada por región, ya que mientras que la ROPC cuenta con 102 referencias, la RNAG cuenta con tan solo nueve referencias. Las regiones con mayor número de registros incluyen regiones con Áreas Naturales que han concentrado el esfuerzo de muchos investigadores y que corresponden a Chamela en la RNAG; Cuatrociénegas en la RNES y Los Tuxtlas en la RPCG (Hallfter, 2011; Olmos *et al.,* 2008).

Como es posible observar si bien es comprensible aceptar que todo tipo de investigación científica es importante de desarrollar en nuestras ANPs, existe un consenso de que la investigación científica sobre inventarios florísticos y faunísticos, sobre los servicios ecosistémicos y sobre los impactos ambientales por actividades mineras, son las que obtuvieron una mayor frecuencia.

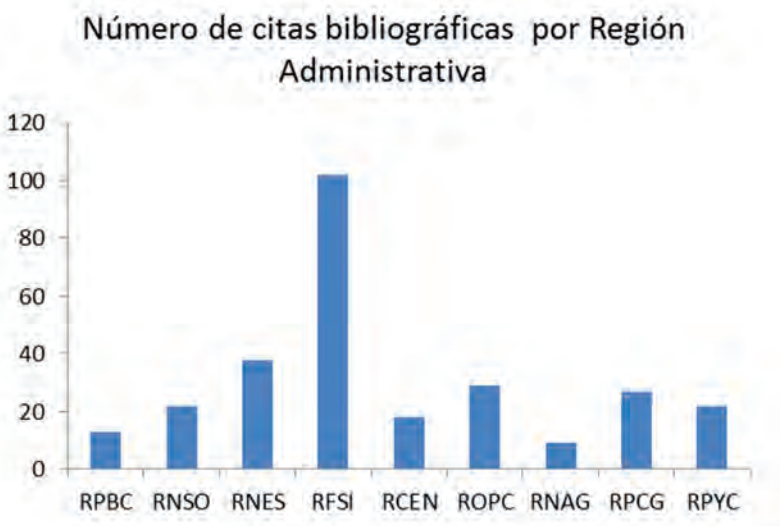


Figura 4. Número de referencias bibliográficas por Región Administrativa.

En el caso de la investigación científica sobre inventarios florísticos y faunísticos ello es debido a la megadiversidad inherente a nuestro país por un lado, pero por otro a la carencia de suficientes especialistas en taxonomía y la carencia de apoyos significativos para que desarrollen su trabajo científico. Estas son las razones por las cuales existe un consenso de que en todas las regiones el desarrollo de inventarios florísticos y faunísticos es prioritario (Hallfter *et al.,* 2008). Es inadmisible que a la fecha ni siquiera sepamos con precisión cuales son los elencos taxonómicos que se encuentran protegidos en nuestras ANPs.

En el caso de la investigación sobre servicios ecosistémicos, una de las vertientes más aplicadas de la investigación ecológica, la coincidencia de todos los expertos se puede fincar tanto en la voluntad de tratar de incidir en los programas de manejo con aportaciones prácticas, como en la apremiante necesidad que muchas veces

tenemos de justificar tanto la existencia de las ANPs como de la propia investigación científica.

En el caso de la coincidencia de criterios en el sentido de que en todas las Regiones se requiere de investigación sobre los impactos ambientales por actividades mineras, ello obedece a una razón muy simple: estando más del 40 % del territorio nacional concesionado a empresas mineras, y llevando esta actividad preponderancia sobre cualquier otro tipo de uso actual de suelo, incluyendo su declaratoria como ANP, es inevitable que en todo el país existan controversias y conflictos entre la megaminería metálica y las ANPs (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 2012).

Tabla 4. Número de ANPs, su superficie aproximada, los ecosistemas que incluyen en términos generales, las citas bibliográficas encontradas para ellas (Ver Tabla 2), y los enfoques de investigación que es menester implementar en ellas (Ver Tabla 3).

Región Administrativa	Número de ANPs incluidas	Superficie Total (Ha) aproximada	Ecosistemas incluidos	Citas Bibliográficas encontradas	Investigación prioritaria a desarrollarse
RPBC	16	7,240,000	2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15	13	1, 2, 5, 9, 12, 14, 15, 17, 19, 27
RNSO	13	3,000,000	5, 6, 7, 8, 15, 16	22	1, 5, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 18
RNES	17	3,200,000	5, 6, 7, 8, 15, 16	38	1, 3, 4, 15
RFSI	27	16,660,000	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10	102	1, 2, 5, 6, 8, 11, 13
RCEN	34	1,700,000	2, 3, 5, 6, 8, 15, 16, 18	18	1, 8, 10, 15, 16, 19
ROPC	33	3,950,000	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 16, 18	29	4, 8, 15, 16, 18
RNAG	31	3,800,000	2, 4, 5, 6, 7, 8, 15	9	1, 5, 15
RPCG	12	1,500,000	2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14, 19, 20, 21	39	1, 2, 5, 6, 7, 12, 15, 20, 21, 23 y 24
RPYC	35	3,700,000	1, 2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17	22	1, 13, 15

En la tabla 5, se ofrecen recomendaciones específicas para el desarrollo de investigaciones en ANP selectas. En general, debido a la relativamente escasa investigación desarrollada a la fecha y a la particularidad tanto de las características, como de las amenazas que acechan a cada ANP, las prioridades de investigación deben definirse de manera específica para cada una de ellas. Esto es lo que mostramos en esta tabla: las prioridades específicas para ANPs sobre las que los autores de esta contribución tenemos vasta experiencia.

Tabla 5. Recomendaciones específicas de investigación para ANPs selectas.

Área Natural Protegida	Recomendaciones específicas de Investigación Científica prioritaria
Sierra la Laguna, BCS	Impactos ambientales por megaminería metálica que pretende instalarse en su zona de amortiguación (Romero-Schmidt y Ortega-Rubio, 2012).
Cabo Pulmo, BCS	Impactos ambientales por megadesarrollos turísticos que pretenden instalarse en su zona de amortiguación.
Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Qro.	Biología de Especies Amenazadas. Impactos Socioeconómicos y Estudios comunitarios. Ello en virtud de que los principales problemas se deben al crecimiento de los núcleos urbanos en la zona centro de nuestro país, que provocan la alteración y desaparición de los hábitats naturales.
Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Hgo.	Biología de Especies Amenazadas. Impactos Socioeconómicos y Estudios comunitarios Ello en virtud de que los principales problemas se deben al crecimiento de los núcleos urbanos en la zona centro de nuestro país, que provocan la alteración y desaparición de los hábitats naturales.
Parque Nacional Molino de las Flores, EM	Impactos ambientales por el turismo y zonas urbanas asentadas en la región.
Parque Nacional Cerro de la Estrella. DF.	Impactos ambientales por asentamientos urbanos.
Reserva de la Biósfera Ría Celestún, Yuc. y Camp.	Impactos socioambientales por el ecoturismo Impactos socioambientales y económicos por la captura de "pepino de mar"

Continúa...

Área Natural Protegida	Recomendaciones específicas de Investigación Científica prioritaria
Sierra Fría, Ags	Impactos ambientales por cambio de uso del suelo, actividades agropecuarias e introducción de especies exóticas
Parque Nacional Desierto de los Leones. DF.	Impactos ambientales por asentamientos urbanos.
Parque Nacional Lomas de Padierna. DF	Impactos ambientales por asentamientos urbanos.
Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo	Estudio del potencial impacto ambiental por el ecoturismo. Monitoreo de la calidad del agua en la Reserva, en virtud de que el crecimiento urbano y el manejo inadecuado de las aguas residuales en las zonas de influencia representan una potencial amenaza para la integridad ecológica de la Reserva.
Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla	Impacto ambiental por actividades petroleras. Cambio de uso de suelo. Actividades agropecuarias. Introducción de especies exóticas. Asentamientos urbanos. Infraestructura carretera. Fragmentación de hábitat acuáticos (Barba, 2005; Sánchez y Barba, 2005).
Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano	Impactos ampliación portuaria. Especies invasoras. Impactos antropogénicos. Servicios ambientales. Evaluación y manejo de recursos pesqueros. Tasas de sedimentación, dinámica costera, estudios oceanográficos (Arenas y Jiménez, 2004; Jiménez, 2006, 2008, 2010; Jiménez y Castro, 2007; Jiménez et al., 2006, 2008; Jiménez-Badillo, 2008, 2013; Méndez, et al., 2007; Vargas-Hernández, et al., 2002)
Área de Protección de Flora y Fauna de las Islas del Golfo de California	Impactos socioambientales por el ecoturismo. Impactos ambientales por asentamientos por parte de los pescadores. Pesca dentro de las zonas oceánicas protegidas Escases de aguas aledañas protegidas a las islas de actividades acuáticas. Diversificación de actividades productivas y valor agregado a los productos del mar

Continúa...

Área Natural Protegida	Recomendaciones específicas de Investigación Científica prioritaria
Reserva de la Biosfera El Vizcaíno	Estudios integradores que involucren el tema de pesquería y bancos de germoplasma; Impactos ambientales por minería que se lleva a cabo fuera del a ANP. Estudios moleculares sobre las especies endémicas y de hábitat restringido.
Reserva del la Parque nacional Bahía de Loreto	Estudios de servicios ecosistémicos de la fauna. Estudios de Impacto ambiental que consideren desarrollos turísticos y el efecto de fragmentación de hábitat. Estudios faunísticos que aborden la biología de especies endémicas. Estudios moleculares sobre las especies endémicas y de hábitat restringido. Educación ambiental, destacando el conocimiento de la fauna como elementos de conservación (Cortés-Calva et al. 2014)
Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo	Estudios faunísticos que aborden la biología de Especies endémicas. Estudios moleculares sobre las especies endémicas y de hábitat restringido. Evaluación del efecto de ecoturismo en especies insulares de fauna. Educación ambiental, destacando el conocimiento de la fauna como elementos de conservación (Cortés-Calva et al. 2014)
Área de Protección de Flora y Fauna Balandra.	Estudios de la flora y fauna, Inventarios biológicos. Impacto de las actividades humanas sobre las poblaciones marinas de flora y fauna. Evaluación del efecto de ecoturismo en la biota. Educación ambiental, destacando el conocimiento de la fauna como elementos de conservación (Cortés-Calva et al. 2014)
Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios	Estudios de impacto ambiental que involucre el tema de la minería. Estudios moleculares sobre las especies endémicas y de hábitat restringido. Educación ambiental, destacando el conocimiento de la fauna como elementos de conservación (Cortés-Calva et al. 2014)

Conclusiones y recomendaciones

Debido a la propia evolución de las ANPs en nuestro país, una importante cantidad de las mismas se han establecido por situaciones circunstanciales (Ortega-Rubio, 2000), y muchas veces con escasas bases de conocimiento científico, natural y social (Ortega-Rubio, *et al.,* 1999). Aunque actualmente ya es posible contar con una mayor cantidad de herramientas para el manejo y organización de información, y desde luego existe mucha mayor sensibilidad, acerca de los criterios que deben normar el establecimiento de nuevas ANPs, es imprescindible contribuir con nuestro trabajo a confirmar y aportar información científica de base, que sea confiable y además pertinente sobre la que conduzca este proceso de creación de nuevas ANPs.

Ahora bien, en el caso de ANPs ya establecidas, es importante recalcar que en la enorme mayoría de ellas, a pesar de todos los esfuerzos previamente realizados, es perentorio e imperioso, desarrollar la investigación requerida con el fin de clarificar los vacíos de información que se requieren para el manejo sustentable de sus recursos naturales.

Estamos conscientes de que las autoridades a nivel federal hacen esfuerzos realmente encomiables para que en cada una de ellas se haga un seguimiento y monitoreo de sus recursos naturales a partir de su creación. Sin embargo, simplemente desde la necesidad de integración de toda la información recabada a la fecha y sobre todo el planteamiento de acciones que son indispensables efectuar por parte de los distintos actores que concurren en la conservación, uso y aprovechamiento de sus recursos biológicos, son temas prioritarios de investigación.

Es indispensable la participación, interacción y articulación de las partes (instituciones gubernamentales, sociedad civil, académicos) para establecer los planes de manejo dentro de una ANP, en donde se reconozca el valor del conocimiento local de las personas de que en ella se han beneficiado por años como un elemento que incentive la sustentabilidad de cualquier actividad en las ANPs vinculados con el Plan de Manejo del área protegida. Con ello se esperaría una mejora en la calidad de vida de los usuarios y a su vez, una conservación de las especies con bases biológicas, sociales y económicas.

La investigación científica que debe considerarse como prioritaria en las ANPs de México debe establecerse en plena concordancia con las preponderancias de

manejo que tengan determinadas tanto las autoridades de la Reserva, los habitantes locales y los investigadores que habitan en sus inmediaciones.

Asimismo, ante la problemática actual de asentamientos humanos en algunas ANPs, es necesario llevar a cabo investigación científica que aporten datos para su análisis y en su caso recategorización del área (PAOT, 2009), y con ello se definan y establezcan responsabilidades para su administración y manejo y así evitar la pérdida de sus valiosos recursos naturales.

En este contexto es menester incrementar el nivel de esfuerzo del Estado mexicano al manejo de las ANPs, entre otros factores, para evitar el que surjan situaciones de conflicto, o para remediarlas, entre los usuarios y las personas que habitan las comunidades adyacentes a las ANPs, así como evitar los problemas de seguridad y otros aspectos socio-económicos, entre los que se encuentran: marginación, migración, falta de políticas sociales de desarrollo y bajo nivel de educación (Palivela *et al.* 2011; Valdéz-García, 2007; Toledo y Bozada, 2002).

Por otra parte, la información científica que se genera puede consolidar las decisiones sobre el Pago por Servicios Ambientales el cual es un mecanismo prometedor para la conservación de la biodiversidad y aumento de los bosques y favorece el manejo sustentable de los recursos naturales.

Indiscutiblemente, la investigación científica que se desarrolla en las ANPs de México debiera ser uno de los factores determinantes y definitorios en las acciones de manejo que se requieren en ellas. La investigación científica pertinente y orientada es la clave del éxito tanto para la creación de una ANP, como para su exitoso manejo.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura Citada

Álvarez-Castañeda, S. T., E. Ríos, P. Cortés-Calva, N. González-Ruiz, N. y C. G. Suárez-Gracida. 2008. *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 pp.

ÁlvarezCastañeda, S. T. y J. L. Patton. 1999. *Mamíferos del Noroeste Mexicano.* Vol. 1. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 583 pp.

ÁlvarezCastañeda, S. T. y J. L. Patton. 2000. *Mamíferos del Noroeste Mexicano.* Vol. II. México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 873 pp.

Álvarez-Castañeda, S. T., P. Cortés-Calva, L. Méndez, y A. Ortega-Rubio. 2006. Sea of Cortes island development call for mitigation. BioSciences 56:825-829.

Arenas, F.V. y B. M. L. Jiménez. 2004. La Pesca en el Golfo de México. Hacia mayores biomasas en explotación. p.757-771 In: Ezcurra, E., Pisanty, I y Caso, M. (Eds.)Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

Balmford, A., 2002. *Selecting sites for conservation*. pp: 74-104. En: K. Norris; Pain, D. J. (Eds.). Conserving bird biodiversity. General principles and their application. UK: Cambridge University Press, 343 pp.

Barba. E., 2005. Valor del hábitat: Distribución de peces en humedales de Tabasco. ECOfronteras 25: 9-11

Bezaury–Creel, J. y D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. pp: 385-431. En: Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 438 pp.

Ceballos, G. 2007. *Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the efficiency of reserve networks*. Ecological Applications, 17: 569-578.

Ceballos, G., y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de mastozoología Nueva época, 1: 27-80

Ceballos, G., P.R. Ehrlich, J. Soberón, I. Salazar y J.P. Fay. 2005. *Global mammal conservation: What must we manage?* Science 309:603-607.

CONANP, 2007-2012, Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, 50 p. 2012.

CONANP. Términos de referencia para Programas de Manejo, México, 42 p. 2008.

CONANP. Disponible en: www.conanp.gob.mx, Última actualización 12 de diciembre de 2012. Consultado el 10 de octubre de 2013.

Guevara, S. y G. Halffter. 2007. *Estrategia para la conservación de la diversidad biológica en áreas protegidas de designación internacional: La síntesis.* pp: 9–18. En: Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. M3M: Monografías Tercer Milenio, España: Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 358 pp.

Halffter G. 2011. *Reservas de la Biosfera: Problemas y Oportunidades en México.* Acta Zoológica Mexicana, 27, 1: 11-20, 2011.

Halffter, G., S. Guevara y A. Melic. 2007. *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica. M3M: Monografías Tercer Milenio,* España: Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 358 pp.

Jiménez, B.M.L. 2006. Caracterización de la Pesca en la Zona Costera Veracruzana. 265-296 p. In: Moreno,C.P., Peresbarbosa, R.E. y Travieso, B.A.C. (Eds.). Estrategia para el Manejo costero integral: el enfoque municipal. Volumen I. Instituto de Ecología A.C. y Gobierno del Estado de Veracruz-Llave. México. 1266 p. ISBN: 970-709-039.

Jiménez, B. M. L. 2008. 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.

Jiménez, B.M.L. 2010. Geographic information system: a tool to manage the octopus fishery in the Veracruz Reef System National Park, Mexico. 319-328 p. In: Nishida, T. and Caton, A.E. (Editors). 2010. GIS/Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences (Vol. 4). International Fishery GIS Society, Saitama, Japan. 579 pp.

Jiménez, B.M.L. y G. L G. Castro. 2007. Pesca artesanal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, México. 221-240 p. In: Granados, A., Abarca L.G. y J.M. Vargas (Eds.). La investigación científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 304 p.

Jiménez, B.M.L., E. H. Pérez, H.J.M. Vargas, S.J. C. Cortés y P. P. Flores. 2006. Catálogo de Especies y Artes de Pesca Artesanal del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Veracruzana. 189 p. ISBN: 968-834-714-0.

Jiménez, B.M.L., F.V. Arenas y E. H. Pérez. 2008. The conservation-exploitation paradox in a Mexican coral reef protected area. 587-595 p. In: J. L. Nielsen, J. J. Dodson, K. Friedland, T. R. Hamon, J. Musick, and E. Verspoor, editors. Reconciling fisheries with conservation: proceedings of the Fourth World Fisheries Congress. American Fisheries Society, Symposium 49, Bethesda, Maryland. ISBN 978-1-888569-80-3, ISSN 0892-2284

Jiménez-Badillo, M.L., R.E. del Río-Rodríguez, M.I. Gómez-Solano, A. Cu-Escamilla y D. Méndez-Aguilar, 2008. Madurez gonádica del pulpo *Octopus vulgaris* en el Golfo de México: análisis macroscópico y microscópico. Universidad Autónoma de Campeche. 48 p ISBN: 9778-968-5722-94-0

JiménezBadillo, M. L., S. AguiñigaGarcía, L. CarreónPalau, J. SantanderMonsalvo, J. Del-ÁngelRodríguez, S. M. Melo-Merino, A. A Roldán-Ubando, C. Galicia-García, A. MoralesGarcía, F. J. Cruz-López, M. HermosoSalazar, E. Velarde y E. Morteo. 2013. Assessment of the effects of fisheries on a coral-reef area using a mass-balance isotope-calibrated model (issn: 0304-3800). Ecological Modelling.

Méndez, A.F.D., B. M. L. Jiménez y F.V. Arenas, F.V. 2007. Cultivo experimental de pulpo Octopus vulgaris (Cuvier 1797) en Veracruz y su aplicación al PNSAV: investigaciones actuales. 257-274 p. In: Granados, A., Abarca L.G. y J.M. Vargas(Eds.). La investigación científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 304 p.

Olmos-Martínez, E.; L. F. Beltrán-Morales, A. Breceda, S. Salas, y A. Ortega-Rubio. 2008. *Riqueza Ecológica y Pobreza Económica en un Área Natural protegida en Baja California Sur.* Región y Sociedad. XX, 42: 133-164.

Ortega-Rubio, A. 2000. *The Obtaining of Biosphere Reserve Decrees in Mexico: Analysis of Three Cases*. International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 7, 2000: 1-11.

Ortega-Rubio A., A. Castellanos-Vera, C. Arguelles-Méndez, y H. Romero-Schmidt. 1999. *Scientific Research and Biodiversity Conservation, Research Centers and International Agencies: Review of an Specific Case.* Natural Areas Journal. 19, 3: 279-284.

Palivela, H., G. Satyanarayana, P.J. Jawahar y M.S. Neeharika. 2011. *Socio-economic status of fishermen of Lawson´s bay, Visakhapatnam, India*. Ecology, Environment and Conservation, 17: 811-814.

Pinkus Rendón, Manuel Jesús. 2012. *Impactos sociales, económicos, culturales y ambientales por el turismo en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún*. Ciencia Básica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT. Junio 2012-Diciembre 2016.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F.(PAOT). 2009. Estudio de opinión para determinar el estatus para la recategorización de tres áreas naturales protegidas, Parque Nacional Cerro de la Estrella, Parque Nacional Desierto de los Leones y Parque Nacional Lomas de Padierna. México, D. F. 50 p.

Romero-Schmidt, H. y A. Ortega-Rubio. 2012. Reserva de la Biosfera Sierra la Laguna: Salud Ambiental Versus Minería a Cielo Abierto. Ciencia y Desarrollo. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT. Septiembre-Octubre. 20.

Sánchez, M.A.J. y E. Barba. 2005. Biodiversidad de Tabasco. Pp. 1-16. En: Bueno J, Álvarez F, Santiago S (eds) Biodiversidad del estado de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México. 386 pp.

Toledo, A. y L. Bozada. 2002. *El Delta del río Balsas: Medio ambiente, pesquerías y sociedad*. INE-Colegio de Michoacán. 294 pp.

Valdéz-Garcea, G.C. 2007. *"Soy pescador de almejas…" Respuestas a la marginación en el Alto Golfo de California*. El Colegio de Sonora. 209 pp.

Vargas-Hernández .J.M., B. M. L. Jiménez y F.V. Arenas. 2002. El Sistema Arrecifal Veracruzano y las pesquerías asociadas. Pp.13-16. In: Guzmán, P., Quiroga, C., Díaz, C., Fuentes, D., Contreras, C. y Silva, G. (eds.). La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo. Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Veracruzana. 450 p.

Para citar esta obra:

Ortega-Rubio, A., C. Jiménez-Sierra, L. Jiménez-Badillo, M. J. Pinkus-Rendón, V. J. Arriola-Padilla, J. Sosa-Ramírez, F. Valadez-Cruz, G. Rodríguez-Quiroz, E. Barba-Macías, C. Espitia-Moreno, P. Cortés-Calva, A. Breceda Solís-Cámara, L. I. Iñiguez-Dávalos, H. A.González–Ocampo y M. A. Pinkus-Rendón. 2015. *Prioridades de investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 493-512). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XXII

La Sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: Perspectivas de País

Miguel Ángel Pinkus Rendón *, Manuel Jesús Pinkus Rendón,
Gerardo Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

Este capítulo tiene el objetivo general de analizar el discurso del desarrollo sustentable y la relación que ha tenido con las Áreas Naturales Protegidas, así como las variables base (sociales, económicas y biológicas) que determinan las problemáticas que se suscitan en el manejo de los recursos naturales en las ANPs de México, ofreciendo algunas propuestas de solución a las mismas. Se analizaron todos los aspectos cardinales en los primordiales procesos que implican su apropiado manejo, en todas y cada una de las fases que implica desde su establecimiento hasta las alternativas de conducción en las interacciones de los ejes ambientales, económicos, culturales y sociales. Como consecuencia de los análisis interdisciplinarios efectuados se ofrecen algunas recomendaciones que permitirían para procurar incrementar la eficacia del manejo sustentable, en las ANPs nacionales, de sus recursos naturales, que en esencia son: 1) La adecuada previsión y en su caso solución de los conflictos entre las diferentes instituciones que concurren en el manejo de una ANP; 2) la valorización de los saberes de los habitantes locales sobre el manejo y uso de los recursos naturales; 3) la adecuada integración de los factores socio-ambientales en los planes de manejo; 4) la promoción de un verdadero desarrollo comunitario; 5) la vinculación interinstitucional y 6) la sinergia entre gobierno, academia y sociedad civil, entendiéndose esta última como los usuarios de los recursos dentro las

reservas. A lo largo de este Capítulo se ofrecen asimismo recomendaciones sobre las actividades específicas que son indispensables desarrollar con el objetivo de aterrizar las recomendaciones de políticas generales anteriormente desglosadas.

Palabras clave: Sustentabilidad. Manejo de recursos. Estudios interdisciplinarios.

Abstract

This chapter has the overall objective of analyzing the discourse of sustainable development and the relationship it had with the Protected Areas and the basic variables (social, economic and biological) that determine the issues that arise in the management of resources natural in the NPA's of Mexico, offering some proposals to solve them. All cardinal aspects in the primary processes involving appropriate management in each and every phase involving from its establishment to alternative driving the interactions of environmental, economic, cultural and social axes were analyzed. As a result of interdisciplinary analyzes some recommendations that would allow for efforts to increase the effectiveness of sustainable management in national NPAs , its natural resources , which in essence are: 1) Adequate provision and if conflict resolution offered between different institutions which contribute to the management of an NPA; 2) enhancement of the knowledge of local people about the management and use of natural resources; 3) the successful integration of socio-environmental factors management plans; 4) the promotion of a true community development; 5) interinstitutional-linkage and 6) the synergy between government, academia and civil society, the latter being understood as users of resources within the reserves. Throughout this chapter advice on specific activities that are essential in order to develop recommendations on land previously broken down general policies are also offered.

Keywords: Sustainability. Resource management. Interdisciplinary studies.

Introducción

El desarrollo sustentable es uno de los términos más polémicos en décadas recientes, esto debido a que por un lado propugna por un desarrollo económico y por otro lado por una conservación de los recursos naturales.

Para comprender mejor este paradigma es necesario abordar un poco la historia de este concepto. Durante varios siglos se pensaba que el uso de los recursos naturales tenía que ser intensivo y que no existían límites en su explotación ya que se creía eran eternos, de hecho aquellos lugares que no eran utilizados y que se encontraban con una vegetación conservada se consideraban terrenos ociosos. No obstante, algunos catastrofistas como Malthus avizoraban que el crecimiento de la población humana tendría un fuerte impacto en la naturaleza, incluso Charles Darwin mencionó que todas las huellas que se tengan en el entorno actuarían a su vez en la humanidad ya que somos parte de ella (Chang, 2001).

Así, por mucho tiempo se realizó una explotación de los recursos a diestra y siniestra, con la finalidad de que exista una mayor riqueza económica de quienes extraían o cultivaban extensivamente. Esto acrecentó con la revolución industrial (S. XVIII y XIX) ya que la mano de obra humana en muchos casos fue reemplazada por la nueva tecnología y con ello aumentaron las extensiones de siembra, explotación y demás. Esto con la entrada del capitalismo empeora ya que los Estados-Nación lo que buscaban era un crecimiento económico a expensas de la materia prima que en la mayoría de los casos sino en todos era tomada del entorno. Con ello, se consideraba que a mayor demanda de productos se tenía que producir más a costa del capital material proveniente de la naturaleza y por ende, habría una mayor riqueza y crecimiento económico, hasta este momento no se había considerado nuevamente el impacto que el impulso al crecimiento económico podía ejercer en los recursos naturales (Sunkel y Paz, 1981).

No es hasta los años setentas cuando un grupo de investigadores conocido como el Grupo de Roma, en su reporte "Límites de Crecimiento" vuelve a poner el dedo en la llaga, en cuanto que el crecimiento demográfico y económico, aunado a la contaminación no pueden ser ilimitados ya que no habrá ambiente que los sostenga (Meadows *et al.* 1973). Hasta este momento es cuando el mundo se comienza a dar cuenta que no se puede sostener un ritmo tan acelerado de deterioro ambiental motivado por la utilización de los recursos naturales irracionalmente.

Sin embargo, es hasta la década de los ochentas que la asamblea de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) encarga a un grupo de investigadores (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987) de varias naciones realizar un diagnóstico referente al uso de los recursos naturales y el desarrollo económico.

Es en ese momento cuando el concepto de *desarrollo sustentable* fue acuñado en 1987 a través del *Informe Nuestro futuro Común o Brundtland* como respuesta al crecimiento capitalista depredador del entorno, el cual versa como *aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones*. Es decir, hacer un uso del entorno de manera razonable para que pueda existir un desarrollo económico y donde no haya un peligro de desaparición del entorno por la explotación. No obstante, la contradicción entre el desarrollo económico y la conservación es lo que hace difícil la aplicación del término.

A decir de Foladori (1999), la propia definición se centra en dos elementos a) la garantía para las futuras generaciones de un mundo físico-material y de seres vivos igual o mejor al que existe actualmente y, b) un desarrollo con equidad para las presentes generaciones. En este sentido, la garantía de un mundo natural para las futuras generaciones, se refiere, explícitamente, a relaciones técnicas, ya que se les considera como una unidad que se relaciona (rá) con su ambiente. En el segundo caso, se trata directamente de vínculos sociales, relaciones entre seres humanos, lo cual obliga a pensar la sociedad humana a partir de sus diferencias internas.

Así, el desarrollo sustentable implicaría un trinomio entre las sustentabilidades ecológica, económica y social. Sin embargo, esta tridimensionalidad se vuelve más compleja al momento en que convergen problemáticas tales como la defensa de la mínima transformación de la naturaleza a manos del hombre como argumento de la sustentabilidad ecológica, junto con el crecimiento económico ilimitado vs el limitado de parte de la sustentabilidad económica y finalmente, desde lo social, el crecimiento poblacional que junto con la pobreza complican un desarrollo sustentable (Foladori, 2002).

Áreas Protegidas

En México las Áreas Naturales Protegidas (ANPs; LGEEPA, 2013) son los espacios territoriales sujetos a reglamentación especial en los cuales se buscan preservar las especies y los hábitats nativos y propios de las mismas. Estas especies, comunidades y ecosistemas sujetos a conservación generalmente son únicos y altamente vulnerables a los impactos generados por las actividades productivas y/o de expoliación de la naturaleza.

Acorde a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA), se estipula que cada una de las ANPs debe contar con su respectivo Plan de Manejo (PM) (LGEEPA, 2013), en el cual se establecen las acciones requeridas para fomentar tanto la conservación de sus valiosos recursos naturales, como la procuración de un manejo sustentable de los mismos, dentro de los límites de la reserva. Por esta razón los PM incluyen no solo guías y reglamentaciones al respecto de los aspectos físicos, ecológicos y biológicos de las mismas, asimismo entonces incluyen consideraciones, sino también aspectos de índole social y socioeconómica de sus habitantes locales.

La elaboración de un PM debiera por tanto estar sustentada en un sólido conocimiento científico, técnico y operativo de cada ANP, lo cual es complicado, y costoso, de concitar. Precisamente por ello no todas la ANPs de nuestro país cuentan con su PM. Asimismo, el panorama se complica si tomamos en cuenta que no todas las ANP son de índole federal.

Los gobiernos municipal, estatal o federal, pueden cada uno de ellos proceder a la declaratoria, al resguardo y al manejo de ANPs. Es decir la carencia de PM para ANPs se da también en los 3 niveles de gobierno. En el caso de esta contribución nos referiremos específicamente a las ANPs federales, las cuales ascienden a 176, y que se encuentran referidas en la Figura 1.

Discusión académica

Considerando la relevancia de las ANPs es realmente importante, analizar desde diferentes enfoques de aproximación, aquellos preceptos que pudieran orientar acciones la conservación de sus recursos biológicos como su uso sostenible por sus pobladores locales. Así, enfocándonos primero a los aspectos que versan sobre los PM, el primer aspecto que podemos analizar es el relativo a la escasez de especialistas que, a nivel nacional tienen la holística visión y preparación requeridas para integrar planteamientos multidisciplinarios de solución a la diversidad de problemáticas que incluye el adecuado manejo de una ANP. Integrar, consensar y definir las acciones requeridas para conservar y proteger los ecosistemas de una ANP, afirmando la continuidad y el balance de los procesos ecológicos y evolutivos, así como la promoción del uso y manejo de sus recursos naturales de manera sustentable, requiere de investigadores con solidas experiencias multidisciplinarias.

Otro aspecto a analizar es el relativo al financiamiento para el desarrollo de la investigación requerida para tanto para elaborar los PM, como su posterior implementación, encontramos que esta puede ser complicada. Si bien existen asimismo recursos provenientes de organismos internacionales, no necesariamente estos recursos vienen etiquetados para el desarrollo de este tipo de investigación más estratégica a nivel global.

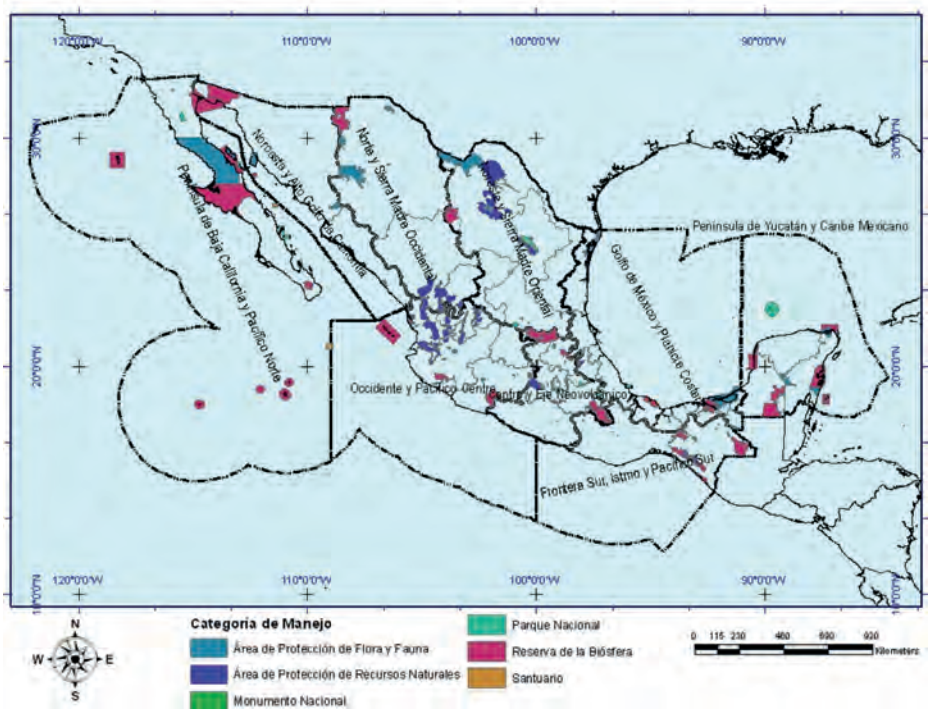


Figura 1. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Elaboró: Miguel Pinkus

Aunado a lo anterior, debemos enfatizar que en nuestro país el asunto de las ANPs se ha encaminado más por el rumbo de los especialistas en las ciencias biológicas. Sin embargo debemos estar muy claros de que el óptimo manejo de sus recursos naturales necesariamente pasa por concitar y promover la activa participación de los pobladores locales y desde luego promover estructuras de organización realmente eficiente que garanticen la participación social requerida para el manejo sustentable de los recursos naturales de las ANPs. Indudablemente se requieren más científicos ecónomos y sociales que desarrollen y apliquen estudios en las mismas.

Problemáticas en la instauración de ANPs

Al momento que se detecta un área de vegetación conservada, con una variedad de ecosistemas con gran vulnerabilidad, con una belleza escénica, o que posea alguna especie que se encuentre en grave amenaza, es cuando se comienza a considerar en que ésta zona podría ser susceptible a ser declarada reserva. Dicho decreto involucra un proceso mediante el cual se realizan estudios de las características físicas y biológicas que están presentes en la zona y región, lo cual involucraría un diagnóstico de los monitoreos biológicos y hallazgos para esos lugares. Asimismo, deberían de tomarse en cuenta las actividades socioeconómicas primarias (agricultura, ganadería, forestería, minería), secundarias y terciarias que se desarrollan por las comunidades asentadas dentro y en las zonas aledañas a los sitios potenciales a preservar. En este sentido, se ha visto que se pone poca atención cuando se realizan estos diagnósticos a la cuestión cultural que está presente en las comunidades, es decir la relación que tienen los pobladores con su entorno, el tipo de cosmovisión que tienen tanto los grupos indígenas como mestizos del entorno, así como las prácticas tradicionales que se han suscitado en el sitio a declarar (Betancourt, 2011). Dicho problema se ha visto en gran parte de las ANPs que fueron declaradas en casi todo el siglo pasado, no obstante, ha comenzado a verse un cambio en este sentido, ya que con la propuesta de decreto de reserva de Wirikuta, se toma en consideración la parte biocultural del pueblo Wixárika,[1] es decir no sólo pensando en el aspecto ambiental, en donde se conserve un paisaje, sino también los lugares considerados sagrados para este grupo. Si bien éste ha sido un gran paso en cuanto al nuevo diseño de ANPs, todavía existen algunos conflictos por la presencia de mineras transnacionales en la zona.

Es por ello, que creemos de vital importancia que al ponderar la posibilidad de crear una nueva Área de protección se tome en cuenta la participación de los pobladores que habitan en la zona potencial a declarar y no suceda como se ha visto en una gran cantidad de reservas, en donde a los moradores nunca se les ofreció una plática o un acercamiento por parte de las autoridades respectivas, mucho menos se les inquirió acerca de su opinión de pertenecer a un ANP. Situación que tenía

[1] Mejor conocidos como huicholes, que habitan el oeste central de México en la Sierra Madre Occidental

una repercusión directa ya que el establecimiento de áreas de protección conlleva un gran número de reglamentaciones y restricciones en cuanto al uso y manejo de los recursos naturales dentro de ellas. Varios estudios (Solís y Madrigal, 2004) han observado que el involucramiento de la sociedad civil y los habitantes de las ANPs tienen un efecto positivo en varios aspectos de la conservación (vigilancia, monitoreo), donde, los propios pobladores pueden poner reglas más estrictas a las mencionadas en los planes de manejo, lo cual podría llevar a una administración y manejo mucho más adecuado de las reservas.

Figura 2. Cascadas de Agua Azul, Chiapas. Fotografía: Miguel Pinkus

Sistematización del registro de especies

Esta actividad dentro de los planes de manejo es un tema de especial interés en las ANPs, en el cual los administradores de las reservas toman registros de las especies de plantas, animales y hongos localizados en el área, tomando mayor relevancia aquellas que se encuentran en alguna categoría de amenaza o aquellas que se

consideran especies bandera, en estas observaciones se debería de registrar no solo la riqueza de especies existente, sino también sus respectivos ciclos de vida, las interacciones que se dan con otros organismos, lo cual puede ser importante al momento de ver los impactos que puede tener algún cambio en el ecosistema. Así también, se deben de hacer estudios de la salud de los ecosistemas, es decir cómo es que se intercambian las comunidades (entradas y salidas) a nivel paisajístico y qué tanto pueden regresar a su estado "normal" después de algún fenómeno ya sea natural o antropogénico (Orellana, Hernández y Espadas, 2011). No obstante, esto no se cumple en muchas de ellas, ya que no se tiene un monitoreo sistemático por parte de sus responsables, ya sea porque son muy pocos los trabajadores asignados a cada reserva o debido a que la carga de trabajo. El problema es que es tan vasta la riqueza biológica dentro de las ANPs, que los administradores no se dan abasto con el monitoreo biológico, amén que los principales grupos son los vertebrados, dejando fuera a otros Phyla importantes en los ecosistemas y que podrían ser bueno indicadores de conservación o perturbación (Wettstein y Schmid, 1999).

Un vínculo con las instituciones académicas interesadas en el estudio de organismos dentro de las áreas naturales protegidas podría ser una respuesta a las carencias de monitoreo que tienen los representantes de las ANPs. La participación de los mismos pobladores en el monitoreo de las ANPs es una opción muy viable, ya que muchos de ellos tienen el conocimiento empírico de muchas especies que en ellas se encuentran. Etnobiólogos han corroborado que los pobladores tienen un conocimiento de entorno muy amplio (plantas, animales y hongos) lo cual se puede comprobar en el uso, manejo y aprovechamiento que tienen de los organismos (Argueta *et al.,* 2012).

Un ejemplo de ello es el proyecto "Monitoreo Submarino Comunitario y Cambio Climático" (Universidad de Sonora, 2014), coordinado por Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI) y la Cooperativa de Buzos Monitores de Bahía de Kino iniciado en 2007, cuando COBI y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) seleccionaron y capacitaron a un grupo de nueve buzos pescadores de Bahía de Kino para realizar el monitoreo de la Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir. Actualmente, han participado con el Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) en las evaluaciones pesqueras de pepino de mar, callo de hacha y callo de árbol en la costa sonorense. Los integrantes del proyecto han censado 150

especies de peces e invertebrados en aproximadamente 200 buceos de monitoreo submarino.

Los pescadores han aprendido la importancia de proteger los mares para poder aprovechar sus recursos y no sólo extraerlos sin despreocuparse por su recuperación.

De esta manera el pescador cuida su riqueza natural logrando un desarrollo social y económico. Los pescadores reciben instrucción de biología y ecología, así como hacer los muestreos de manera científica como parte de la organización COBI, lecciones donde les afinan sus conocimientos y empieza a ser punta de lanza en la localidad para una pesca responsable.

Figura 3. Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. Fotografía: Mauricio Hernández Sánchez

Las instituciones en las ANPs: conflictos o sinergias

En México, la institución encargada de la preservación, manejo, uso y administración de los recursos en las áreas naturales protegidas, es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (CONANP, 2013b). La cual, alienta proyectos

de conservación y uso sustentable de los recursos naturales que se localizan en las zonas de amortiguamiento de las ANPs, mediante programas tales como: procodes, PET, PNUD-semarnat, cdi, –por mencionar algunos–, cuyo objetivo principal es generar propuestas que sean de bajo impacto ambiental tal como el ecoturismo o el uso de unidades de manejo ambiental (CONANP, 2013). Por lo anterior, si bien se busca que se haga un uso de la naturaleza responsable por parte de los pobladores, también es cierto, que se busca que no represente ningún riesgo para la preservación de las áreas naturales protegidas, que es el objetivo principal.

Sin embargo, durante el trabajo de campo, se ha podido comprobar que existen serios conflictos y contradicciones entre las instituciones y las poblaciones que se relacionan. Toda vez que, por un lado, mientras la CONANP, semarnat o cada una de las dependencias encargadas de las áreas naturales protegidas estatales y municipales, buscan como meta la conservación; por otro lado, hay instituciones que promueven actividades productivas que buscan fortalecer y potenciar el desarrollo agropecuario, pesquero o turístico (sagarpa, 2013). A guisa de ejemplo, se encuentra la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la cual apoya económicamente en algunas localidades cercanas a las ANPs, para la compra de insumos químicos para la erradicación de plagas. Otro ejemplo es la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), que promueve entre los grupos indígenas (gran parte de las áreas naturales protegidas es propiedad de ellos), planes de desarrollo –muchos de ellos dirigidos hacia el ecoturismo–, pero no establecen un mecanismo de evaluación del programa, ni un control estricto del impacto que estas actividades productivas en escala significativa pudieran causar al entorno ecológico.

De igual manera, en las labores de inspección y vigilancia, existe un vacío de autoridad para imponer sanciones, ya que por una parte no hay una compatibilidad de intereses por parte de las autoridades responsables en el cuidado de los recursos, el número de inspectores al cuidado de las áreas naturales protegidas como de los recursos explotables no son suficientes para la vigilancia de zonas de conservación, por lo que en muchas ocasiones se dejen sin sanción a aquellas personas que comenten algún delito que se aprovechan de la falta de jurisdicción e inspección conjuntas de las autoridades competentes.

Por lo anterior, es necesario que exista una sinergia entre las diferentes instituciones federales, las dependencias estatales y municipales; incluso entre las organizaciones no gubernamentales que tienen injerencia no sólo dentro de la ANP sino a nivel paisajístico (por el impacto que se pudieran causar los sistemas aledaños), en donde prevalezca no sólo la conservación, sino el uso racional de los recursos naturales, por ende, el desarrollo de los pueblos inmersos en las áreas naturales protegidas, donde se procure un sentido holístico (sociedades, naturaleza y economía) y se jerarquicen las prioridades.

Con la finalidad de garantizar y potenciar esta sinergia, proponemos que en los planes de manejo, se establezca de manera específica, las instituciones y dependencias de los distintos niveles de gobierno que intervienen en todas las actividades productivas y de conservación de esa ANP. De igual forma, determinar categóricamente cuáles son sus ámbitos de acción y sus responsabilidades, quedando bajo jurisdicción planamente de la CONANP, el evaluar y vigilar estrictamente que no se dupliquen o contrapongan las acciones ni los programas implementados por dichas instituciones. En el entendido, que todas las instancias estarán obligadas a notificar oportunamente a la Comisión, acerca de las acciones que pretenden desarrollar en cada área natural protegida, de manera específica.

Las Instituciones y su campo de acción

Dentro de las áreas naturales protegidas se vinculan múltiples instituciones de diferentes niveles de gobierno, ya sea para la protección, el manejo y el usufructo de especies comerciales que se localizan dentro de ellas. No obstante, existen sobrelapamientos o huecos en cuanto a las reglamentaciones que se pueden ejercer en dichas zonas. En este sentido, existen vacíos jurídicos en ciertos linderos en donde se entrecruzan los objetivos y metas de cada dependencia, por este dilema es que existan ANPs que son consideradas exclusivamente terrestres a pesar de estar en límite con el mar, en donde, las actividades que se realizan en este ecosistema repercute e impacte en los procesos naturales de la parte terrestre.

Así, algunos aspectos de la explotación de los recursos naturales en los océanos dañan aquellas especies que llegan al litoral y dado no están dentro de las directrices asignadas a las autoridades de las ANPs por lo que no pueden ejercer control respecto a ellos. Tal es el caso de la pesca no moderada de especies comerciales

como el camarón o especies de peces que utilizan las lagunas costeras y esteros para el desove o refugio, en donde si se realiza un impacto en alta mar, este repercute en los hábitats costeros, ya que son ecosistemas con sistemas abiertos (Rodríguez y Ruíz, 2010). Esto sucede también aun cuando el área marina está dentro de un parque nacional o área protegida y no se sabe a quién le corresponde el cuidado y vigilancia de los recursos acuáticos como se da en el caso de la Reserva de la Biósfera de Canal de Ballenas y Salsipuedes en Bahía de los Ángeles, Baja California, y éste vacío de la legislación es aprovechado por pescadores de otras regiones del país como algunos pescadores del estado de Sonora.

Por tal motivo, sugerimos que es necesario un encuentro coordinado entre todas aquellas instancias que se encarguen de la reglamentación de las ANPs, así como aquellas que se encargan de los proyectos productivos dentro de ella y en las zonas de influencia, esto con la finalidad de que combinen esfuerzos en busca tanto de la conservación como del desarrollo de los pueblos inmersos en ellas.

Intervención de las comunidades

El caso particular de las Reservas de la Biósfera, es que dentro de sus objetivos contempla no sólo la conservación del ambiente y de los ecosistemas, sino también se agrega el componente humano a través del desarrollo sustentable a nivel comunitario (LGEEPA, 2013). En otra palabras, se establece que a partir de la preservación y uso racional de los recursos dentro de un Área Natural Protegida se tiene que impactar positivamente en la calidad de vida de los pobladores (LGEEPA, 2013).

Si bien, en las ideas del desarrollo sustentable, se busca un aspecto holístico. Es decir, una tridimensionalidad entre lo ambiental, lo económico y lo social (Foladori, 2002), en la realidad, esta conexión entre el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación ambiental, no se ha podido concretar, pues hemos constatado que en muchas poblaciones que se encuentran inmersas en las áreas naturales protegidas están sumidas en la pobreza, no importando 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 está sumido en un alto grado de marginación (SEMARNAT,

2000). Por lo anterior, podemos afirmar que el mencionado desarrollo sustentable comunitario, señalado en los objetivos de las reservas de la biósfera, no se está obteniendo (observación de campo).

Figura 4. Reserva de la Biósfera Ría Celestún. Fotografía: Manuel Pinkus Rendón

Sin embargo, en la Reserva de la Biosfera de la Sierra La Laguna, con el decreto de Reserva de la Biosfera, se han canalizado recursos económicos a sus poblaciones aledañas, lo cual ha permitido que las condiciones socioeconómicas de los pobladores locales se hayan mantenido estables, en tanto que las poblaciones fuera del área de influencia de la Reserva han visto drásticamente disminuido su nivel de vida en el mismo periodo de tiempo (Lagunas-Vázquez *et al.,* 2013).

Para garantizar que un decreto de ANP efectivamente impacte en el desarrollo comunitario, se recomienda llevar a cabo con efectividad las propias acciones que ya están comprendidas dentro de la LGEEPA, en cuanto a la participación social dentro del aprovechamiento sustentable (l Título V, Capítulo 1; LGEEPA, 2013).

En otras palabras, es muy importante que en todas las ANPs no sólo quede por escrito en los Planes de Manejo la injerencia en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales por parte de las poblaciones inmersas dentro de estas áreas, sino que exista un verdadero vínculo de los pobladores con las instituciones encargadas de la vigilancia de la preservación y que éste incluya a todos los segmentos de las localidades.

Uso de los saberes tradicionales en pro del manejo de las ANPs

Varios autores (Betancourt, 2011; Argueta, 2011) han corroborado que en gran medida de las áreas donde se presenta un alto porcentaje de vegetación conservada, así como en las áreas naturales protegidas, se posee una alta biodiversidad al mismo tiempo que una gran diversidad cultural (diferentes grupos indígenas), en la que poblaciones han hecho uso de los recursos naturales por generaciones, y que pueden llegar a manifestar a su vez una relación estrecha con su entorno. Es decir, logran tener una percepción muy diferente de todas las especies que en él se encuentran, en donde pueden entremezclar tanto un conocimiento empírico de los procesos biológicos de los especímenes, aunado de sistemas de creencias, leyendas, mitos y rituales que los vinculan con la naturaleza.

El involucramiento de estas personas que poseen este conocimiento histórico diacrónico de su entorno facilitaría el entendimiento de los procesos tanto naturales como antropogénicos (Solís y Madrigal, 2004) que se han llevado a cabo en las Áreas Naturales Protegidas y que podría redituar en un mejor manejo e inclusive tratar de alcanzar la tan mencionada sustentabilidad, en donde no solo se dé la conservación de estos sitios altamente biodiversos sino un tipo de administración en la que también salgan beneficiados las habitantes locales.

Es por ello, que este vínculo entre las autoridades y los pobladores, debe establecerse desde la misma creación de las ANPs, en donde se produzca el intercambio de experiencias y saberes tanto empíricos como científicos de manera horizontal, sin prejuicios ni poses. En este sentido, la revalorización de los saberes generacionales sobre todo de los pobladores de mayor edad (dado su experiencia y conocimiento) sería de vital ayuda para la toma de las decisiones en el uso y manejo de los recursos inmersos dentro de las ANPs.

Actualización y evaluación de los Planes de Manejo

La reglamentación de las Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2008) indica dentro de sus Planes de Manejo que es necesario realizar evaluaciones periódicas, con la finalidad de identificar si han sido subsanadas o han incrementado las problemáticas que se presentan en cada ANP. En dichas valoraciones se necesita tomar en cuenta no solo la conservación de los sitios en un corto, mediano y largo plazo, sino también se debe poner en consideración el impacto que tienen estos sitios en las poblaciones aledañas, el progreso o retroceso de éstas debido al tipo de manejo de los recursos establecidos por los mismos planes de manejo y el impacto que tienen las ANPs a nivel paisajístico. Creemos que el apego a las directrices señaladas en los PM, favorecerían a un mejor análisis de la situación de las reservas y la actualización de los planes de manejo derivadas de las evaluaciones pertinentes serían de utilidad para la preservación y manejo de los recursos naturales de las ANPs.

No obstante, según la información de CONANP (2013b), son muy pocas las áreas naturales que han actualizado sus planes de manejo ya que han carecido de las respectivas evaluaciones necesarias, lo cual en ocasiones puede deberse a la cantidad de esfuerzo que se requiere por parte de las autoridades para que de manera objetiva se señalen los puntos favorables y desfavorables en el manejo de ellas. En este tenor, es que pensamos que una manera de ayudar en la factura de evaluaciones y actualización de los Planes de Manejo, es la creación de comités permanentes en el que se incluyan todos los actores sociales que tienen injerencia en las respectivas ANPs, así como las diversas instancias gubernamentales de los tres órganos de gobierno en vínculo con el sector académico y la sociedad civil.

Conclusiones y Recomendaciones

Resultado de nuestro análisis podemos establecer entonces que para avalar la eficacia de los Planes de Manejo de las ANPs de México, es necesario implementar las siguientes recomendaciones de índole general: a) Promover la recuperación de ecosistemas alterados antropogénicamente, a través de un manejo sustentable. b) Mantener los procesos ecológicos y la diversidad biológica; c) Incentivar a los pobladores de estas áreas a participar activamente en la conservación y manejo de los recursos naturales de manera responsable; d) Emprender actividades

económicas alternativas de bajo impacto ecológico pero que a su vez permitan una mejor calidad de vida de los habitantes dentro de las ANPs; e) Impulsar los saberes tradicionales junto con los científicos y los tecnológicos con la finalidad de las decisiones referentes al uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales sea visto desde una perspectiva incluyente.

Figura 5. Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. Fotografía: Mauricio Hernández Sánchez

Para efectuar las recomendaciones antes señaladas sería necesario cumplir con acciones y actividades dirigidas a un verdadero desarrollo sustentable dentro de las Áreas Naturales Protegidas:

a) Uno de los principales objetivos de las ANPs es la conservación de ecosistemas biodiversos, con lo que se aseguraría la continuidad de procesos ecológicos naturales clave, para ello sería necesario llevar a cabo lo siguiente:
   i) Formación de recursos humanos donde se involucre a los mismos pobladores, que sean instruidos en las distintas normativas medioambientales respecto

a la administración y utilización de los recursos naturales comprendidos en las ANPs, particularmente la reglamentación contenida en los Planes de Manejo.

ii) Para iniciar con la rehabilitación de ecosistemas perturbados es necesaria la participación comunitaria para identificar aquellas áreas que hayan sufrido algún impacto antropogénico o que estén en riesgo de padecerlo, con ello no solo se conocerían puntualmente estos lugares sino que con el involucramiento de los lugareños se aseguraría una preservación a mayor plazo.

iii) Coordinar las actividades de vigilancia del uso de los recursos naturales dentro de las ANPs, vinculando a las autoridades competentes con los diferentes actores sociales y organizaciones que son usufructuarios del entorno de las reserva, bajo un enfoque de participación comunitaria que optimice recursos humanos y financieros.

b) Para tener una adecuada conservación de las Áreas Naturales Protegidas, sería necesario tener un diagnóstico preciso donde se identifiquen los procesos ecológicos de los ecosistemas, así como su interrelación a nivel paisajístico, con ello se daría un mejor entendimiento de los impactos a los que sean sometidos los distintos parches de hábitat y cómo estos impactarían en los demás. En este sentido, este diagnóstico periódico sería necesario implementarlo para evaluar y retroalimentar los Planes de Manejo para que no queden obsoletos o fuera de la realidad. Por tal motivo, es indispensable un monitoreo permanente de los elementos del entorno (biológicos y físicos), así como de las diferentes actividades económicas que se desarrollen en las zonas de amortiguamiento, sobre todo aquellas que han sido diseñadas para el esparcimiento y que cuando son llevadas a cabo sin un control pueden tener un impacto mayor en la naturaleza, sobre todo los paseos en lancha, senderismo y aquellas actividades recreativas que utilicen vehículos.

c) Los cambios en el uso del suelo deben de ser bien documentados dentro de las ANPs con la finalidad de obtener principios para la conservación y uso de los recursos aledaños (agropecuarios, costeros, pesqueros). Por lo cual, es sumamente importante el involucramiento de las comunidades en las actividades de monitoreo, con lo que consideramos habría una apropiación de las ANPs por parte de los pobladores, así no sintiéndose ajenos y excluidos de la toma

de decisiones y que podría repercutir positivamente mediante la vigilancia y control en el uso de los recursos. En este monitoreo, la coordinación con las instituciones dedicadas a la investigación es el complemento perfecto 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, tanto para el monitoreo *per se* como para la capacitación del personal comunitario.

d) En cuanto a la actividad turística como ha sido señalado, el ecoturismo dentro de las ANPs debe de estar acorde a las directrices señaladas en los reglamentos y en los planes de manejo, para que no se sobrepase la capacidad de carga de los ecosistemas y por ende se tenga un impacto mayor al esperado pro esta actividad. Cabe señalar, que el ecoturismo se supone como una actividad de bajo impacto, por lo que la infraestructura con la que se cuente no debe modificar los elementos del contexto natural. Por ello, creemos que la mejor manera para subsanar este punto es la generación de recursos humanos capacitados, que estén involucrados permanentemente con esta actividad ya que en ocasiones se ha visto que los prestadores de servicios *de facto* son diferentes a los que fueron capacitados.

e) Reconocemos que la educación ambiental es base para el desarrollo social, económico y 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. Es decir, que desde la educación inicial se identifique la relación humano- naturaleza y que los impactos que se tenga en alguno de estos factores repercutirán en el otro, y que esta educación permanezca hasta los adultos que se dedican a la prestación de servicios turísticos, como a los pescadores, productores, etc. Así, la concienciación de los prestadores de servicios puede ser transmitida a los visitantes, involucrando de esta forma a todos los sectores de la sociedad. Donde estén involucrados todos los actores sociales (gobierno, prestadores de servicios, visitantes, instituciones) para una verdadera interrelación en pro de la protección y preservación, así como de un uso sostenible del entorno.

g) Finalmente, El sector académico debe de continuar con la generación de nuevos conocimientos tanto científicos como tecnológicos que soporten las decisiones en cuanto a políticas públicas de conservación, uso, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales que se localicen en las Áreas Naturales Protegidas y las regiones aledañas. Para tal objetivo proponemos 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 deficiencias o debilidades de información sobre las áreas naturales protegidas, con la finalidad de exhortar al sector académico a presentar nuevas líneas de investigación e innovación. Así también, para apoyar estas tareas es necesario dar una revalorización a los saberes locales, un intercambio de experiencias entre los académicos y los pobladores, así como una coordinación y cooperación interinstitucional, donde se vinculen la academia, centros de investigación, los administradores de las ANPs y las comunidades locales.

En conclusión, se puede afirmar que de tomarse en cuenta las actividades antes mencionadas se podrán generar buenas expectativas para un manejo sustentable de las ANPs, que sea incluyente, consensado y coordinado.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Argueta, A. 2011. *El diálogo de saberes, una utopía realista*. En: Argueta, A., Corona, E. y Hersch P. (eds.) pp. 73-82. Saberes colectivos y diálogo de saberes en México. México, UNAM.

Argueta Villamar A.; Corona E.; Alcántara-Salinas G.; Santos-Fita D.; Aldasoro Maya M.; Serrano Velázquez T.; Teutli Solano C.; Astorga-Domínguez M. 2012. *Historia, situación actual y perspectivas de la etnozoología en México*. Etnobiología 10(1):18-40.

Betancourt, A. 2011. *Conocimientos ecológicos tradicionales, crisis ambiental y sociedad del conocimiento. Una crítica al proyecto Sistema Nacional de Áreas Naturales protegidas del Banco Mundial*. 73-82 p. En: Argueta, A., Corona, E.; Hersch P. (eds.) Saberes colectivos y diálogo de saberes en México. México, UNAM.

Chang, M. Y. 2005. *La economía ambiental*. En: ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable. G. Foladori y N. Pierri (eds.) Editorial Baltgráfica, pp: 165-178.

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 1987. *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro futuro común"*. Organización de las Naciones Unidas.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). s/f. Áreas Protegidas decretadas, en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, consultado el 8 de octubre de 2013a.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). s/f. en: www.conanp.gob.mx, Última actualización 12 de diciembre de 2012. Consultado el 10 de octubre de 2013b.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2008. *Términos de referencia para Programas de Manejo*, México, 42 pp.

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). 2010. *Misión y visión* en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_mision_y_vision_acerca, Última actualización 14 de octubre. Consultado el 24 de octubre de 2013.

Foladori, G. 1999. *Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales*. Ambiente & Sociedad 5: 19-34.

Foladori, G. 2002. *Avances y límites de la sustentabilidad social*, Economía, Sociedad y Territorio, 3: 621-637.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 2013. *Diario Oficial de la Federación*.

Lagunas-Vázques, M.; Beltrán-Morales, L. F.; Santiago-León, F. R.; A. Ortega-Rubio. 2013. *Indicadores sociales: desarrollo humano en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna*. 307-327 p. En: Lagunas-Vázques M.; Beltrán-Morales L.F.; Ortega-Rubio A., (eds.). Diagnóstico y análisis de los aspectos sociales y económicos en la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S., México. 340 pp.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. 1973. *Los límites del crecimiento*. Fondo de cultura económica. México.

Orellana R.; Hernández M.; Espadas C. 2011. *Clima*. Pp. 189-205. En: Bautista F. (ed.) Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. 2ª edición. CIGA-UNAM, México.

Rodríguez J.; Ruíz J. 2010. *Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones*. Ecosistemas 19 (2): 5-23.

Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. *Introducción*. En: http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/introduccion/Paginas/default.aasp Última modificación: 05 de marzo, 10:39 horas, por Coordinación General de Comunicación Social. Consultado el 30 de enero de 2014.

SEMARNAT. 2000. *Programa de manejo Reserva de la Biósfera Ría Celestún*, México.

Solís, V.; Madrigal, P. 2004. *Comanejo: Una reflexión conceptual desde Coope SoliDar R.L.* San José, Costa Rica. 79 pp.

Sunkel, O; Paz, P. 1981. *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*. 15a Edición. Siglo XXI Editores. México.

Universidad de Sonora. s/f. *Apoyan buzos de Bahía de Kino a investigadores de las Universidades de California, Arizona y Sonora*. http://www.uson.mx/noticias/default.php?id=16550. Consultado el 30 de marzo de 2014.

Wettstein, W.; Schmid, B. 1999. *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.

Para citar esta obra:

Pinkus Rendón, M.Á., M. J. Pinkus Rendón, G. Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio. 2015. *La sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: perspectivas de país.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 513-536). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

Capítulo XXIII

Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los Investigadores de México para el Adecuado Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Luis Fueyo Mac Donald* y Vladimir Pliego Moreno

Resumen

El manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) se ha constituido como el instrumento fundamental para la conservación de la biodiversidad *in situ*. La información científica es fundamental para la definición de sitios prioritarios para la conservación y para el establecimiento y administración de las ANP. El manejo adecuado de las 176 ANP existentes en México que ocupan una superficie de 25 millones de hectáreas requiere de información y conocimientos específicos que atiendan a los más diversos perfiles del patrimonio natural que se protege. La CONANP cuenta con instrumentos que permiten orientar y priorizar la investigación que requieren las ANP, entre ellos destacan los programas de manejo que constituyen sin duda referencia fundamental específica sobre las necesidades de investigación en cada ANP.

Existen grandes carencias de conocimiento e información para la toma de decisiones en las ANP y no resulta fácil señalar los requerimientos prioritarios a los investigadores en México. Toda investigación y conocimiento es importante, sin embargo, desde una visión práctica y operativa se pueden resaltar los más inmediatos, entre ellos, los estudios sobre pérdida de biodiversidad y las alternativas de uso sustentable; sobre los impactos ambientales acumulativos y la evaluación

ambiental estratégica; conocimientos acerca de la valoración de los servicios ambientales; estudios de las capacidades de carga y los límites de cambio aceptables; información para la atención y apoyo a las comunidades rurales e información para la gestión participativa del territorio en las ANP. Es importante resaltar que la información que requiere un ANP para orientar la toma de decisiones es de una gama muy amplia que incluye los conocimientos biológicos y ecológicos pero que abarca también los temas sociales, económicos, jurídicos y culturales. Por lo anterior es necesario fortalecer el trabajo de investigación interdisciplinario y fortalecer proyectos que generen conocimientos a diferentes escalas (espaciales y temporales), que permitan la integración de los saberes locales y que faciliten el manejo participativo. Fortalecer las actividades científicas y de investigación que generen conocimiento valioso para la toma de decisiones en la gestión de las ANP constituye un elemento central para conservar el patrimonio natural y hacer frente a los procesos globales que hoy enfrenta la humanidad.

Palabras clave: Áreas Naturales Protegidas, conocimiento, investigación, servicios ambientales, biodiversidad y monitoreo.

Abstract

Management of Natural Protected Areas (ANP, for their Spanish acronym) has become a critical tool for the conservation of biodiversity *in situ*. Scientific information is essential for the designation of priority sites for conservation and the establishment and administration of ANP. Proper management of the 176 existing ANP in Mexico, covering an area of 25 million hectares, requires specific information and expertise to take care of the various profiles of natural heritage protected. The National Commission for Natural Protected Areas (CONANP) has developed a series of instruments to guide the research needed by ANP, such as management programs that focus on the specific needs of each ANP. Nonetheless, there are major gaps in the knowledge and information required for the decision making process in the ANP and therefore is not easy to point out to researchers the priority elements in Mexico. All research and knowledge is important. However, from a practical and operational view point, the most pressing include studies of loss of biodiversity and the sustainable-use alternatives, the cumulative environmental

impacts and strategic environmental assessment and the valuation of environmental services. There is also a need for studies of load capacities and limits of acceptable change and information for the awareness and support to rural communities as well as for participatory land management of the ANP. It is important to emphasize that the information required by the ANP to guide their decision making process comes from a wide range of sources including biological and ecological knowledge but also encompasses social, economic, legal and cultural issues. Hence the need to strengthen the work of interdisciplinary research projects that generate knowledge at different scales, allowing the integration of local knowledge and facilitating participatory management. Finally, in order to guarantee a proper territorial management by the ANP nationwide to preserve their natural heritage and to enable them to cope with global processes faced by humanity today, strong scientific and research activities that generate valuable knowledge are essential for an adequate decision making process.

Key words: Natural Protected Areas, knowledge, research, environmental services, biodiversity and monitoring.

I. El papel de las Áreas Naturales Protegidas (ANP)

En México existen diversos instrumentos de conservación de la biodiversidad; entre ellos destacan el ordenamiento ecológico del territorio, las manifestaciones de impacto ambiental, los pagos por servicios ambientales, la certificación forestal, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) y las Áreas Naturales Protegidas (ANP).

La función preponderante de las Áreas Naturales Protegidas es preservar el patrimonio natural, por lo que se han constituido como un componente esencial de las estrategias de conservación nacionales y mundiales.

El manejo de las ANP depende, en gran medida, de información científica que permita sustentar la toma de decisiones, para lo cual la generación de conocimiento es uno de los pilares fundamentales.

El establecimiento y administración de ANP permite la conservación in situ de gran variedad de paisajes, ecosistemas, especies y genes, y garantiza el mantenimiento de los "servicios ambientales".

Los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas en las ANP son esenciales para la vida y pueden agruparse en "servicios de aprovisionamiento", "servicios de regulación", "servicios culturales" y "servicios de soporte" (Tabla 1).

Tabla 1. Servicios ambientales. CONABIO, 2010

Como puede apreciarse en la Tabla 1, los servicios ambientales preservados gracias a las ANP son diversos e influyen de manera determinante en la vida del planeta y en la sociedad.

Uno de los procesos fundamentales en la obtención de los servicios ambientales que garantizan las ANP es la generación de conocimiento. Las ANP son laboratorios naturales que nos permiten conocer los ecosistemas naturales, su biodiversidad y las funciones fundamentales para el mantenimiento de la vida que se generan en ellas.

Actualmente, las áreas protegidas pueden ser de competencia federal, estatal, del distrito federal o municipales de acuerdo al Artículo 46 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y son definidas por la propia LGEEPA en su Artículo 44 como "las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano,

o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables" (párrafo reformado DOF 24-05-2013).

Es importante decir que las ANP son la mejor herramienta que se tiene en México para conservar la biodiversidad y los servicios ambientales, aunque la LGEEPA no las considera un instrumento de política ambiental, como bien se señala en Capital Natural de México, 2009.

Lo anterior se explica al mencionar que las ANP tienen como objetivos principales preservar los ambientes naturales representativos, asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, salvaguardar la diversidad genética, asegurar la preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad -principalmente de aquellas especies en riesgo- y proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas. Lo cual incluye generar, rescatar y divulgar conocimiento, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas, entre otros.

La experiencia recogida durante ya más de un siglo de existencia de áreas protegidas revela que la investigación y el conocimiento científico son necesarios para definir prioridades en la conservación de los recursos naturales que deben conservarse, por ello son pieza clave los estudios realizados bajo la coordinación de la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la participación de la CONANP, para identificar los sitios prioritarios para la conservación:

Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas (2007).

Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies (2007).

Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinentales de México: ríos, cuerpo de agua y humedales (2010).

Cabe aclarar que los estudios antes referidos se derivaron de compromisos que adquirió México ante la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD) y constituyen un valioso marco de referencia para identificar oportunidades para el establecimiento de áreas protegidas.

Al respecto, las expectativas que se tienen del conocimiento y la información científica son también para que contribuyan a revelar si la cobertura actual de ANP

es adecuada, si es suficientemente representativa y, por supuesto, para saber qué tan significativa es la diferencia entre los ecosistemas naturales protegidos y aquellos que no lo están.

Son, pues, la investigación y la generación de conocimiento algunos de los principales objetivos de la creación de ANP y, al mismo tiempo, insumos indispensables para entender su dinámica, los efectos de diversos procesos, su vulnerabilidad y para garantizar una administración que asegure su conservación y aprovechamiento sustentable.

La historia de las ANP se remonta al siglo XIX y ha incluido etapas de estancamiento y de fuerte crecimiento; sin embargo, es a partir de finales de los años setenta cuando su crecimiento y consolidación comienza a ser evidente. La figura 1 nos muestra el incremento de número y superficie de ANP en México en las últimas décadas.

Como se reporta en Capital Natural de México 2009, México tiene una larga tradición de ANP. Sin embargo, la creación de una institución responsable de la administración de las ANP es muy reciente.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas se crea el 5 de junio del año 2000, fortaleciendo el proceso de atención de las ANP pues por primera vez se cuenta con una estructura independiente, recursos y personal dedicado a la administración

Figura 1. Incremento en número y superficie de ANP. Fuente: CONANP, 2014.

de las ANP. La creación de la CONANP ha permitido fortalecer el proceso para transformar áreas decretadas, cuyo manejo carecía de insumos, en ANP viables.

El objetivo de CONANP es conservar el patrimonio natural de México, mediante las ANP y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de aprovechamiento de los recursos que permita el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno.

La CONANP es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y es responsable de la administración de las ANP federales.

Las ANP comprenden seis distintas categorías de protección: Reservas de la Biósfera, Parques Nacionales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Santuarios y Monumentos Naturales, que tienen características y objetivos diferenciados pero en las que invariablemente la investigación científica es común denominador dentro de las actividades que pueden realizarse. En la Tabla 2 se señala el número de ANP por categoría, la superficie que ocupan y su porcentaje en relación con la superficie del territorio nacional:

Número de ANP	Categoría	Superficie en Hectáreas.	Porcentaje de la Superficie del Territorio Nacional
66	Parques Nacionales	1,411,319	0.57
41	Reserva de la Biosfera	12,751,149	5.80
38	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6,786,837	3.39
18	Santuarios	150,193	0.05
8	Áreas de Protección de los Recursos Naturales	4,503,345	2.29
5	Monumentos Naturales	16,269	0.01
176		**25,619,113**	**12.11**

Tabla 2. Áreas Protegidas Decretadas. (Fuente: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/)

Las 176 ANP que hoy existen en México (Fig. 2) cubriendo una superficie de 25 millones de hectáreas se han establecido gracias a la información generada por una importante tradición científica de los sectores dedicados al estudio e investigación de una gran variedad de disciplinas y que requieren fortalecer su proceso de

transformación para convertirse en centros de producción de conocimiento que sustente la toma de decisiones frente a los impactos antropogénicos y los efectos de procesos globales como el cambio climático y que garanticen el cumplimiento de su principal tarea: la conservación del patrimonio natural de México.

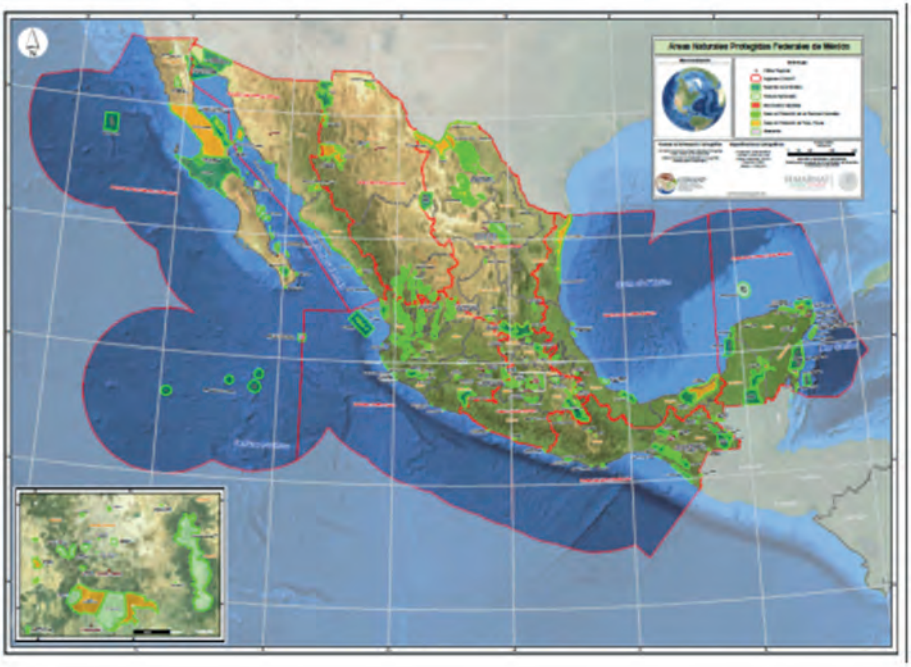


Figura 2. 176 Áreas Naturales Protegidas de México. Fuente: CONANP, 2014

II. El papel de la investigación en la administración de ANP

La administración de las ANP se desprende de un marco legal en el que juegan el papel central el Decreto de Creación (DC), el Programa de Manejo (PM) y el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas (PNANP).

El proceso para decretar un ANP se establece en la LGEEPA y requiere de una declaratoria expedida por el Poder Ejecutivo Federal (Artículo 57 LGEEPA).

El DC de un ANP es precedido por un Estudio Previo Justificativo (EPJ) en cumplimiento del Artículo 58 de la propia LGEEPA. En dicho EPJ se debe incluir, además de la información general del ANP, (1) una evaluación ambiental, (2) un

diagnóstico y (3) una propuesta de manejo. Los rubros señalados comprenden, al menos, (1) la descripción de los ecosistemas, especies o procesos naturales que se pretende proteger, la justificación de su protección y su estado de conservación; (2) las características históricas y culturales del área, aspectos socioeconómicos relevantes, usos y aprovechamientos, situación jurídica de la tenencia de la tierra, problemática específica, centros de población y proyectos de investigación que se hayan realizado o se pretendan realizar; y (3) la zonificación y subzonificación, categoría de manejo, administración, operación y financiamiento.

El EPJ debe ser puesto a disposición del público para su consulta y debe solicitarse la opinión de las universidades, centros de investigación e instituciones y organismos del sector público y privado. Las observaciones de dicha consulta y las opiniones deben ser tomadas en cuenta antes de solicitar al Poder Ejecutivo Federal el establecimiento del ANP.

Por lo anterior, el EPJ debe ser un documento sólidamente fundamentado y debe contener la mejor información científica disponible sobre el área que se pretende decretar.

Una vez decretada el ANP, publicada en el DOF, la CONANP debe elaborar el PM, que es el instrumento que determina las estrategias de conservación y uso de las ANP, así como el que rige la planeación y regulación que permite establecer las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y administración de las ANP.

De la información científica con que puedan contar las ANP dependerán las decisiones sobre las características y margen para el desarrollo de las actividades dentro del ANP atendiendo a la categoría que le corresponda. Las líneas generales, zonificación, reglas administrativas, proyectos, subprogramas y en general la propia administración del ANP dependen de dicha información.

Por supuesto, siendo un objetivo central de las ANP el desarrollo de investigación científica, los PM, en el subprograma de conocimiento, incluyen un componente de fomento a la investigación y generación de conocimiento. Cada PM señala que entre sus objetivos específicos se encuentran: generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías tradicionales o nuevas que permitan la preservación, la toma de decisiones y el uso sustentable de la biodiversidad así como difundir el conocimiento propiciando la valoración de los servicios ambientales, mediante la difusión para la conservación de la biodiversidad.

En los términos de referencia para la elaboración de los programas de manejo, se incluye un Subprograma de Conocimiento, que señala:

El desarrollo de un área natural protegida generalmente se encuentra ligado a experiencias que por generaciones se han obtenido de forma empírica, sin embargo, cuando existe una combinación con el conocimiento científico obtenido de la investigación se multiplican los beneficios, ya que lograr la conservación y sustentabilidad del área, entre otras cosas, implica tener conocimiento e información suficiente y completa de los procesos naturales y antrópicos que se llevan a cabo dentro de la reserva o influyen en la misma y para conocerlos es necesario involucrar a las instituciones locales, nacionales y extranjeras en la generación de investigación básica y aplicada que incida en el conocimiento y ayude en la toma de decisiones en el manejo del área protegida.

Por esta razón se deben de crear esquemas de sistematización para facilitar el acceso y análisis de la información generada con el fin de plantear soluciones a la distintas problemáticas y amenazas que se presentan en el interior del área protegida. Para este subprograma se deberán identificar proyectos de investigación básica y aplicada prioritarios, haciendo énfasis en investigación aplicada que responda a la problemática local y regional, así como en la investigación y análisis de tópicos de manejo. Se propondrá un esquema de monitoreo del área que incluya el seguimiento de poblaciones silvestres, parámetros abióticos y actividades humanas con indicadores de impacto. Deberán proponerse los lineamientos para el establecimiento de sistemas de almacenamiento de datos de investigación científica (manejo y divulgación) y de información ambiental (Sistema de Información Geográfica); asimismo deberán proponer los convenios de concertación o acuerdos de coordinación que deba suscribir la Secretaría en materia de investigación.

Los componentes de este subprograma serán:

- Fomento a la investigación y generación de conocimiento.
- Inventarios, líneas de base y monitoreo ambiental y socioeconómico.
- Rescate y sistematización de información y conocimientos.
- Sistemas de información. (CONANP, 2014)[1]

Bajo estos criterios y con estas líneas generales, se plantea la necesidad de la investigación dentro de las ANP.

---

[1] Ver en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php

Así mismo los propios Términos de Referencia de los Programas de Manejo incluyen un Subprograma de Cultura cuyos objetivos son de los requerimientos más urgentes para los investigadores y en los que deben jugar cada vez un papel más relevante: la divulgación del conocimiento, la difusión, la educación y capacitación, sensibilización y la participación social.

Por su parte el Subprograma de Cultura señala:

En este apartado se deberá incluir a la participación social como el medio por el cual la sociedad se hace más consciente de sus fortalezas y sus debilidades, así como de su realidad social, visiones y percepciones. La construcción y el fortalecimiento de las capacidades locales con el objeto de planear, resolver problemas y tomar las decisiones adecuadas hace que la sociedad pueda apropiarse de los proyectos y programas, asegurar su continuidad, a fin de que las condiciones para el cambio y la acción tengan mayor posibilidad de éxito.

Alcanzar un ejercicio de participación social implica contar con procesos sensibles de negociación entre las diferentes necesidades, expectativas y visiones del mundo de los distintos actores involucrados, acordes a las circunstancias y necesidades específicas de una región o localidad, que debe tomar en consideración las condiciones locales (socio-culturales, económicas, políticas, contextos institucionales, contexto histórico, etc.).

Se deberán incluir los componentes de educación, capacitación e interpretación ambiental, como aquellos procesos dirigidos a la formación integral de las personas, a fin de promover la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades, reorientar valores y conductas que ofrezcan herramientas para el análisis y la reflexión. La acción educativa en los programas puede ir desde actividades para los visitantes hasta incluir la dimensión ambiental en el ámbito del salón de clase. Se requiere promover que las personas puedan elaborar propuestas y participar activamente en la búsqueda conjunta de soluciones a la problemática del área protegida. Sin dejar de lado la necesidad de capacitación para el personal técnico, administrativo y de vigilancia, que tendrá la obligación de actualizarse día con día.

La comunicación, difusión, identidad y divulgación, como el ejercicio de transmitir un mensaje específico o cierta información con el fin de generar en el receptor un movimiento interno que lo lleve a reflexionar y realizar acciones o elaborar ideas. Estos son aspectos fundamentales que apoyan cualquier acción que

se pretenda hacer en el área protegida, dichos componentes se deben pensar y estar presentes no sólo en el subprograma de cultura sino correr de manera transversal, junto con lo educativo, a prácticamente todos los programas del área protegida (CONANP, 2014)[2]

Figura 3. Monitoreo de cocodrilo en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún. Autor: Juan José Chac Maldonado.

En este sentido, los PM constituyen el instrumento fundamental en la gestión de las ANP, por lo que actualmente, mayo de 2014, de las 125 ANP susceptibles de contar con PM, 116 cuentan ya con este instrumento formulado y el resto deberán quedar formulados durante el presente año.

Los PM son sin duda referencia fundamental específica sobre las necesidades de investigación en cada ANP.

El PNANP constituye el documento central que refiere las actividades de gestión del territorio y conservación en las ANP para un período de gobierno específico.

[2] Ver en: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php

El propósito del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014 - 2018 (PNANP 2014-2018), es dar a conocer a las dependencias y organismos de los tres órdenes de gobierno involucrados en las tareas de conservación; a las instituciones académicas y científicas, a las organizaciones de la sociedad civil nacionales e internacionales involucradas en actividades de conservación; a la iniciativa privada, al personal del Sector Medio Ambiente y a la población en general, las Estrategias, las Líneas de Acción y las Metas que guiarán los trabajos de la CONANP durante la presente administración para avanzar hacia el Objetivo de:

Mantener la representatividad de los ecosistemas de México y su biodiversidad, asegurando la provisión de sus servicios ambientales mediante su conservación y manejo sustentable, fomentando el desarrollo de actividades productivas, con criterios de inclusión y equidad, que contribuyan a la generación de empleo y a la reducción de la pobreza en las comunidades que viven dentro de las ANP y sus zonas de influencia (PNANP 2014-2018 CONANP).

El Programa incluye también, entre otros elementos para la gestión del territorio y la conservación, los de la atención a la pobreza, la gobernanza, la sinergia institucional, la cooperación internacional y la comunicación, educación y cultura ambientales.

Para finalizar este apartado sobre administración de ANP hemos de señalar que la CONANP, en sus esfuerzos por orientar y priorizar las necesidades de la investigación y generar sinergias con las instituciones académicas y de investigación superior realiza de manera permanente la actualización de investigadores e instituciones que realizan actividades en cada ANP y busca formalizar las actividades de investigación a través de la firma de convenios y acuerdos de colaboración.

III. Requerimientos de investigación

Uno de los mayores desafíos de CONANP es señalar a los investigadores de México los requerimientos prioritarios para fortalecer la gestión de las ANP. En principio, parece necesario ordenar y sistematizar la información que ya existe para poder obtener un mayor provecho de ella. Otra es, sin duda, priorizar los temas de investigación con fines prácticos en beneficio de la gestión de las ANP.

En materia de investigación consideramos relevantes, entre otros, los temas que a continuación se señalan. Estos incluyen un breve comentario que muestra su relación, importancia e impacto en ANP:

A. Pérdida y uso sustentable de la biodiversidad

Uno de los más graves problemas que enfrenta hoy la humanidad es la pérdida de diversidad biológica. En México no hemos sabido aprovechar nuestra condición de país megadiverso ni hemos logrado frenar el impacto negativo que provocamos en la biodiversidad, si bien contamos ya con una norma que incluye 2,631 especies bajo alguna categoría de protección. Se trata de la 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*.

La creación de las ANP busca responder a la desaparición y degradación de especies y ecosistemas naturales mediante proyectos alternativos en los que estén involucradas las comunidades locales para hacer un manejo sustentable de la biodiversidad. Entre ellos, se encuentran el turismo de naturaleza, la agroforestería, la caza y pesca estrictamente controladas que deben sustentarse con conocimientos e información sobre las especies y los ecosistemas así como sobre las posibilidades sociales, culturales y económicas para su realización.

Para lograr lo anterior, la CONANP trabaja el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER) en el que se han desarrollado y ejecutado 35 Programas de Acción para la Conservación Especies (PACE) y ya se tienen seleccionadas otras especies prioritarias que serán atendidas en una segunda etapa.

El objetivo del PROCER ha sido articular esfuerzos del Gobierno de la Republica y diversos sectores de la sociedad, entre ellos la comunidad científica, para conservar y recuperar especies prioritarias en riesgo.

Es necesario fortalecer los trabajos de investigación sobre estas especies para mejorar el estado que guardan, conservar su diversidad genética, homologar protocolos de monitoreo, incrementar la conectividad de sus ecosistemas y generar alternativas productivas.

B. Evaluación de impactos acumulativos

La evaluación de efectos acumulativos (EEA) es una forma de la evaluación de impacto ambiental (EIA).

Si bien la LGEEPA contempla la Autorización de Impacto Ambiental para diversas obras y acciones dentro de las ANP, no se realizan suficientes estudios sobre

lo que las actividades productivas o de desarrollo urbano y turístico impactan sobre el patrimonio natural en un ANP de manera acumulativa. Los impactos al medio ambiente resultado de impactos crecientes de una determinada actividad cuando se suma a otras actividades previas, presentes o proyectadas no son considerados actualmente. Los estudios y autorizaciones son por obra y/o actividad y los impactos del conjunto no son valorados. Para ello, parece necesario trabajar en la elaboración de un modelo que permita la evaluación de estos impactos acumulativos en ANP. Es un tema urgente y con enormes posibilidades para realizar investigación científica.

Esta información resulta especialmente relevante en ANP en las que proyectos de desarrollo pueden amenazar ecosistemas frágiles, tales como los arrecifes de coral y los humedales.

C. Evaluación ambiental estratégica

Igual que la EIA, la EAE busca prevenir y controlar los impactos negativos pero no en obras y acciones, sino durante la planificación, facilitando la integración ambiental y evaluando riesgos y oportunidades.

La EAE básicamente busca garantizar la incorporación de la dimensión ambiental en planificación, programación y formulación de políticas planes y programas; detectar riesgos ambientales y evaluar alternativas de desarrollo; y construir contextos para un desarrollo sustentable. En estos ámbitos es necesaria la generación de conocimientos estratégicos que permitan dicha evaluación, lo cual representa un campo amplio de oportunidades para la investigación que contribuirá a generar soluciones más de fondo, a mediano y largo plazos para el manejo adecuado del patrimonio natural en ANP.

D. Evaluación del deterioro y restauración de hábitats

Cuando la intensidad de las perturbaciones ocurridas a un ecosistema son de gran magnitud o se prolongan por largos periodos de tiempo, éstas pueden llegar a abatir las características físicas o bióticas del mismo, impidiendo que recupere su estructura, composición de especies y funcionalidad, provocando con esto su degradación" (Brown y Lugo 1990, en INECC 2013).

Cuando existen zonas con superficies degradadas dentro de las ANP es necesario realizar procesos de restauración, es decir, realizar un proceso para:

Recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente (Bradshaw 1987, Ewel 1987, Jordan III *et al.* 1987, Meffé y Carroll 1996).

Las ANP en las que es una prioridad la restauración de alguna de sus zonas, requieren contar con programas sólidamente sustentados en los que la recuperación de los hábitats pueda ser adecuadamente planificada. El aprovechamiento sustentable de recursos en ANP solo será posible si se cuenta con este tipo de información. Aunque existen referencias metodológicas para la restauración de ecosistemas, particularmente de ecosistemas terrestres, es necesario trabajar en metodologías que permitan orientar la restauración de hábitats específicos en ANP, incluidos la gran diversidad de ecosistemas marinos.

E. Capacidades de carga y límites de cambio aceptable

El conocimiento de las capacidades de resiliencia de los ecosistemas es fundamental. Estudiar un ecosistema para conocer con certeza qué tanto y en qué plazo se puede recuperar de manera natural ante los efectos del uso de sus recursos, así como identificar los límites que tiene en cuanto a la intensidad de uso o de volumen aprovechable de sus recursos, incluyendo las medidas de manejo, es indispensable para orientar las decisiones sobre la autorización de actividades dentro de las ANP.

Para determinar tasas de aprovechamiento se requieren estudios que provean información sobre las dinámicas poblacionales y de los riesgos de alterar las condiciones de los ecosistemas cuando se realizan aprovechamientos (extractivos o no) sobre los recursos en ANP. La posibilidad de autorizar un determinado número de visitantes y/o de actividades en una ANP depende del conocimiento que se tenga sobre los impactos reales y potenciales de dicha actividad sobre el ecosistema y sus recursos. La determinación de las capacidades de carga y últimamente de manera preferente el establecimiento de límites de cambio aceptable para muy diversas actividades dentro de ANP, son una tarea prioritaria en la que la investigación científica puede aportar conocimiento fundamental para realizar el manejo adecuado de los ecosistemas y garantizar su conservación.

Como referencia sobre estos conceptos el Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP en su Artículo 3ª señala que:

Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico;

Límite de cambio aceptable: Determinación de la intensidad de uso o volumen aprovechable de recursos naturales en una superficie determinada, a través de un proceso que considera las condiciones deseables, en cuanto al grado de modificación del ambiente derivado de la intensidad de impactos ambientales que se consideran tolerables, en función de los objetivos de conservación y aprovechamiento, bajo medidas de manejo específicas. Incluye el proceso permanente de monitoreo y retroalimentación que permite la adecuación de las medidas de manejo para el mantenimiento de las condiciones deseables, cuando las modificaciones excedan los límites establecidos (LGEEPA, 2014).

F. La evaluación de los servicios ambientales

Como se ha señalado al inicio del capítulo, los ecosistemas en ANP proporcionan servicios ambientales esenciales para la vida: producción de oxígeno, almacenamiento de agua, captura de bióxido de carbono, regulación y estabilidad del clima, mantenimiento de suelos, protección frente a fenómenos hidrometeorológicos y producción de alimentos y medicinas, entre muchos otros.

La evaluación de los servicios ambientales (ESA) de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte, es fundamental y tiene una relación estrecha con la valoración económica, no para ponerles precio, sino para valorar a la naturaleza e invertir en ella.

La ESA debe permitir valorar un ecosistema sano en pleno funcionamiento y diferenciarlo de aquellos con diferentes niveles de degradación, a fin de identificar procesos específicos que se requiera fortalecer para su conservación.

Hay un gran renglón de oportunidad en esta tarea pues la gama de servicios ambientales es sumamente basta y la investigación científica sobre temas específicos en las ANP puede ser muy diversa.

El papel de las barreras arrecifales y los manglares en la costa frente a los fenómenos hidrometeorológicos, la formación de suelo en zonas deforestadas, la producción de agua en selvas y bosques, la producción de alimentos, la regulación del clima, los servicios culturales, educativos y turísticos, entre otros, son tareas pendientes en muchas ANP y áreas fundamentales para la investigación científica.

G. Atención y apoyo a proyectos de comunidades rurales

Un elemento fundamental para la conservación de la biodiversidad en las ANP es el de garantizar que las comunidades asentadas en ellas o en sus zonas de influencia sean actores centrales de los proyectos que se realizan en ellas. Por ello, y en función de fortalecer las capacidades locales, se requiere de conocimientos e información muy diversa, desde la que regula aprovechamientos (extractivos o no), hasta aquella que permite la construcción, conocimiento y aplicación del marco jurídico, administrativo y financiero en el que se realiza la gestión de los recursos.

Particularmente el conocimiento que requiere los usuarios de los recursos en temas administrativos y financieros adecuados a sus condiciones y escala de manejo resulta indispensable para garantizar la continuidad de proyectos en las ANP.

En este aspecto es fundamental buscar la complementariedad entre el conocimiento local que poseen las comunidades y el conocimiento científico generado por los investigadores.

H. Monitoreo

El proceso sistemático de evaluación de factores ambientales y parámetros biológicos es una condición fundamental para conocer las tendencias de las especies y ecosistemas que se busca conservar.

La CONANP tiene un programa de subsidio para el monitoreo biológico en Áreas Naturales Protegidas: Programa de Monitoreo Biológico en Regiones Prioritarias (PROMOBI), mediante el que convoca a Instituciones de Educación Superior, de Investigación y Organizaciones de la Sociedad Civil que realizan actividades de conservación, recuperación, protección e investigación sobre la biodiversidad mexicana con la finalidad de que participen en el monitoreo de especies en riesgo, de diversos grupos taxonómicos cuyo hábitat se encuentra en ANP o en Regiones Prioritarias para la Conservación.

Cada año se emite una convocatoria para el otorgamiento de apoyos en un esfuerzo por fortalecer las acciones que contribuyan al conocimiento de factores biológicos, determinar presencia y comportamiento de organismos frente actividades turísticas y fomentar la participación de Instituciones de Investigación en la conservación del Patrimonio Natural.

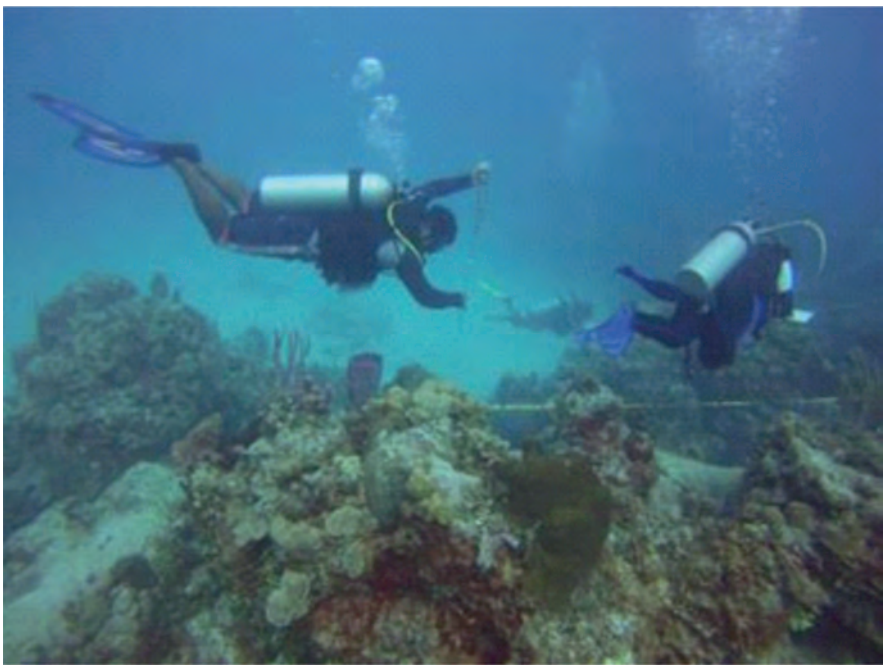


Figura 4. Monitoreo de coral en la Reserva de la Biósfera Banco Chinchorro
Autor: Vladimir Pliego Moreno

Es fundamental fortalecer las acciones de monitoreo que generan información sobre el estado de conservación de las especies, grupos taxonómicos o ecosistemas, mediante la participación de Instituciones de Educación Superior, de Investigación y Organizaciones de la Sociedad Civil y con ello incrementar la información técnica y científica sobre la biodiversidad y sus hábitats.

La información cualitativa y cuantitativa de los grupos de especies derivada del monitoreo biológico permite sustentar mejor la toma de decisiones.

En la gran mayoría de las ANP se realiza monitoreo biológico, pero es importante establecer con claridad qué es lo que se requiere medir, fortalecer y homologar los

protocolos de monitoreo, a fin de que los resultados de este esfuerzo sean útiles, comparables y complementarios con otros esfuerzos. Es necesario identificar especies clave y realizar un trabajo permanente.

I. Estudios de caso

La gran diversidad biológica, de condiciones ambientales, de tipos de impacto y de procesos presentes en las ANP obliga a que se manejen los estudios de caso como una de las líneas prioritarias en investigación en las ANP. Los estudios específicos, que atienden las condiciones particulares en los ecosistemas, resultan fundamentales para el conocimiento proceso de las particularidades de la ANP y su adecuado manejo.

Hay muchos ejemplos de estudios de caso requeridos, desde aquellos vinculados al encallamiento de embarcaciones en arrecifes de coral hasta la determinación de las *stocks* de carbono de una superficie determinada a fin de vincularlas con los servicios ambientales que brindan; estudios de manejo y recuperación de suelo (de impacto de tinas ciegas por ejemplo) en diversas ANP terrestres y estudios relacionados con la parte superior de la vegetación arbórea (el dosel) en cuya capa se producen gran cantidad de procesos ecológicos resultan indispensables para la toma de decisiones de conservación, aprovechamiento y restauración en ANP con ecosistemas tropicales y boscosos.

Requerimientos de las estrategias para la atención de procesos globales y temas relevantes

En este apartado se repasan brevemente algunos de los planteamientos sobre necesidades de conocimiento de dos estrategias nacionales y dos convenios internacionales relacionados con la conservación en ANP.

Estrategia contra el Cambio Climático en Áreas Protegidas (ECCAP):

El conocimiento generado a través de la investigación permitió la advertencia del fenómeno del Cambio Climático en la década de los setenta. Ahora se requieren, prioritariamente, estudios sobre sus impactos, vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático:

Un elemento fundamental en el proceso de adaptación al Cambio Climático es la conservación y restauración de ecosistemas. Se requieren prioritariamente estudios y proyectos que provén de información para fortalecer la resiliencia ecosistémica.

Para operar la ECCAP es necesario satisfacer un conjunto de necesidades de conocimiento que se han identificado como prioritarias y que se agruparon en tres temas sustantivos (1) adaptación (2) mitigación y (3) políticas públicas.

En tanto, las Estrategias que plantea son:

"Promover la investigación que contribuya a generar el conocimiento para entender e interpretar el CC y sus impactos en la biodiversidad

Establecer redes de monitoreo climático en AP para evaluar y ajustar los procesos de adaptación y mitigación en su ámbito territorial.

Crear alianzas con instituciones especializadas para promover proyectos de investigación básica y aplicada que apoyen la planeación y el manejo de las AP y zonas de influencia.

Establecer y acordar las prioridades de investigación relativa al CC y manejo de las AP en conjunto con instituciones de investigación.

Fortalecer el Sistema de Información Geográfica de la CONANP como herramienta que oriente la toma de decisiones sobre procesos de mitigación y adaptación al CC.

Contar con procedimientos y mecanismos ágiles que permitan a las Direcciones Regionales y de AP, el óptimo y oportuno aprovechamiento de la información para la planeación, ejecución y la evaluación de acciones regionales relacionadas con procesos de adaptación y mitigación" (CONANP, 2010).En general la Estrategia plantea la necesidad de estudios para fortalecer la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y de proyectos específicos de adaptación al CC en ANP, que pueden incluir gran diversidad de objetivos, desde conocer los impactos estimados a los ecosistemas hasta estudios sobre los efectos del CC en especies migratorias afectadas.

Estrategia Nacional para Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano (ENCDSTIM):

La Estrategia tienen los objetivos de (1) conservar y mejorar el valor de las islas del país; (2) fortalecer y consolidar los resultados que se han logrado por diversas

instancias en el territorio insular mexicano (TIM) y (3) integrar proyectos prioritarios y objetivos específicos y jerarquizados con la participación de autoridades, actores sociales y sectores económicos.

"El TIM comprende un conjunto de más de 2500 elementos insulares de jurisdicción federal que se localizan en la zona costera y marina de México, ocupando una superficie de 5172 km2" (INEGI, 2011).

De acuerdo con la propia estrategia el TIM es un término genérico que incluye islas, cayos y arrecifes.

Actualmente prácticamente todas las islas de México son ANP, con excepción de las islas del Pacífico de la península de Baja California (salvo la Isla Guadalupe que fue la primera isla decretada como reserva de la biósfera en 2005) y Cozumel de la que fue decretada el 25 de septiembre de 2012 solamente la porción norte y franja costera oriental, terrestres y marinas.

Figura 5. Monitoreo de diferentes especies de murciélagos en la Reserva de la Biósfera Calakmul
Autor: Archivo CONANP-Alejandro Boneta

La Estrategia comprende una serie de líneas transversales en las que se incluye la de conocimiento. En esta línea transversal se plantean algunas necesidades y asuntos

prioritarios para garantizar la conservación y desarrollo sustentable del TIM, entre ellas "la investigación científica, la producción de publicaciones especializadas y la generación de productos para la educación ambiental y divulgación" (ENCDSTIM, 2012).

El desarrollo de una cartografía básica, la construcción de base de datos geográfica homologada de conceptos y elementos insulares y la elaboración de base de datos sobre biodiversidad insular a escala nacional.

Asimismo en relación al Cambio climático, señala que a pesar de que el TIM será afectado de forma particular, hace falta realizar investigación sobre los posibles impactos.

De igual forma resalta la importancia de las islas como laboratorios naturales y laboratorios vivos de biogeografía, pues constituyen microcosmos con límites muy definidos. En este sentido se pueden estudiar tendencias de evolución biológica o procesos de inmigración, extinción local e invasión.

Este nuevo conocimiento resulta fundamental para la toma de decisiones a fin de fortalecer el manejo adecuado de las ANP en TIM.

La Estrategia señala un tema fundamental para la generación de conocimiento: la formación de profesionales especializados que aborden el conocimiento del TIM desde distintos ángulos incluyendo los inter disciplinarios, los estudios ecológicos, las políticas públicas, la educación ambiental, el desarrollo de proyectos sustentables y de buenas prácticas productivas (ENCDSTIM, 2012)

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD):

El CBD, del que México es parte, tiene como objetivo la conservación de la biodiversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y su Artículo 12 inciso B señala que se promoverá y fomentará la investigación que contribuya a la conservación y a la utilización sostenida de la diversidad biológica; y C, que se promoverá la utilización de los adelantos científicos en materia de investigaciones sobre diversidad biológica para la elaboración de métodos de conservación y utilización sostenible de los recursos biológicos.

El convenio se ha fijado metas para el 2020 entre las que se incluye que: al menos 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales y 10% de las zonas marinas

y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas. Se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.

El compromiso contraído como país para el cumplimiento de esta meta obliga a fortalecer las investigaciones en zonas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, las que contribuyan la construcción de una administración eficaz de las ANP, las orientadas al fortalecimiento de la continuidad de ecosistemas protegidos bajo cualquier medida de conservación, así como aquellos proyectos de relacionadas con la integración de paisajes.

Convención Ramsar (Ramsar, Irán 1971):

Es un tratado intergubernamental para la conservación de los humedales de importancia internacional. La CONANP es el punto focal para su cumplimiento en México y los Sitios Ramsar son considerados Regiones Prioritarias para la Conservación, además que muchos de ellos coinciden parcial o total con ANP.

Figura 6. Monitoreo de flamencos (*Phoenicopterus ruber*) en la Reserva de la Biósfera Ría Celestún
Autor: Juan José Chac Maldonado

Actualmente, México tiene 142 Sitos Ramsar ocupando una superficie de cerca de 9 millones de hectáreas. Sus necesidades de investigación y generación de conocimiento son las mismas que las señaladas para las ANP aunque de manera específica, por el tipo de ecosistemas que las constituyen tienen sus particularidades. CONANP debe garantizar la gestión eficaz de estos sitios y trabajar en pro de su uso racional y de la educación del público, entre otros.

La Convención considera fundamentalmente la creación de inventarios de humedales basada en la mejor información científica disponible

Una de las tareas que resalta la Convención es la de rescatar las experiencias de los impactos que el turismo tiene en las Sitios Ramsar, qué desafíos se presentan y la generación de propuestas de solución para su adecuado manejo. En este sentido, se recuperan algunas necesidades ya señaladas como la de impactos ambientales acumulativos, las capacidades de carga relacionadas con la situación turística y la valoración de los servicios ambientales que brindan.

Enfoque de las investigaciones

La tarea de investigar fenómenos tan complejos como los procesos de pérdida de la biodiversidad obligan la adopción nuevos enfoques y marcos conceptuales que permitan un mejor y más completo análisis de los impactos a la biodiversidad y generen conocimientos valiosos útiles y complementarios que faciliten y orienten la toma de decisiones para la mejor gestión de las ANP:

Un enfoque (1) basado en ecosistemas que aborde de manera (2) integral la problemática, que sea (3) interdisciplinario, que permita el desarrollo de investigaciones a (4) diferentes escalas (espaciales y temporales) que integre los (5) conocimientos locales y que garantice un (6) manejo participativo, parece el mejor escenario de la investigación científica para la atención de la problemática relacionada con la conservación y el aprovechamiento del patrimonio natural en las ANP.

Enfoque ecosistémico

El enfoque ecosistémico es una estrategia de ordenación integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa.

Se basa en la aplicación de métodos científicos adecuados centrados en los niveles de organización y biológica que abarca los procesos, las funciones y las interacciones esenciales entre los organismos y su ambiente, y que reconoce a los humanos, con su diversidad cultural, como un componente integrante de los ecosistemas (FAO, 2014, En: http://www.fao.org/home/es/)

Para la CBD el enfoque ecosistémico es una estrategia que permite lograr un equilibrio entre los tres objetivos del convenio: conservación, uso sostenible y la distribución justa de los beneficios obtenidos de los recursos genéticos:

No existe una manera única y correcta para aplicar el enfoque ecosistémico, los 12 principios que conforman la base de este enfoque son flexibles y pueden adaptarse a diferentes contextos sociales, económicos y ambientales. Estos principios son los siguientes:

Principio 1: la elección de los objetivos de la gestión de los recursos de la tierra, hídricos y vivos debe quedar en manos de la sociedad.

Principio 2: la gestión debe descentralizarse hasta el nivel apropiado más bajo.

Principio 3: los administradores de ecosistemas deben considerar los efectos (reales o posibles) de sus actividades en los ecosistemas adyacentes y en otros ecosistemas.

Principio 4: dados los posibles beneficios derivados de su gestión, es necesario comprender y gestionar el ecosistema en un contexto económico. Este tipo de programa de gestión de ecosistemas debería:

Principio 5: a los fines de mantener los servicios de los ecosistemas, la conservación de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas debería ser un objetivo prioritario del enfoque por ecosistemas.

Principio 6: los ecosistemas se deben gestionar dentro de los límites de su funcionamiento.

Principio 7: el enfoque por ecosistemas debe aplicarse en las escalas temporales y espaciales adecuadas.

Principio 8: habida cuenta de las diversas escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan a los procesos de los ecosistemas, se deberían establecer objetivos a largo plazo en la gestión de los ecosistemas

Principio 9: en la gestión debe reconocerse la inevitabilidad del cambio.

Principio 10: en el enfoque por ecosistemas se debe procurar el equilibrio adecuado entre la integración de la diversidad biológica y su conservación y utilización.

Principio 11: en el enfoque por ecosistemas deberían tenerse en cuenta todas las formas de información pertinente, incluidos los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades científicas, indígenas y locales.

Principio 12: en el enfoque por ecosistemas deben intervenir todos los sectores de la sociedad y las disciplinas científicas pertinentes (CBD, 2014).[3]

Esta forma de abordar la problemática permite "articular la propuesta del sistema con otras iniciativas y estrategias de conservación, planificación y ordenamiento del territorio" (Buitron, 2008).

Así, la estrategia de establecimiento y administración de ANP se puede vincular a las estrategias de ordenamiento ecológico, establecimiento de UMAS, certificaciones forestales y Áreas protegidas estatales y locales.

El enfoque ecosistémico, permite también "la aportación y participación (no sólo consulta) de los actores involucrados y la conciliación de y sus necesidades (biológicas, políticas, sociales y económicas)" así como "incluir otras formas de conocimiento y de práctica" (Buitron, 2008).

Parece elemental señalar que el manejo de ecosistemas y sus recursos no es ya un asunto solo de las ciencias naturales, de la biología y de la ecología. Es tema de una gran diversidad de disciplinas.

Un enfoque que permita superar la visión fragmentada que ha caracterizado a la "ciencia clásica" y que logre trascender los distintos campos de las especialidades, es necesario para abordar la estructura de un sistema que funciona como una totalidad organizada (Toledo, 2010). Es necesario entonces fortalecer los proyectos de investigación interdisciplinarios en las ANP.

Considerar la dimensión espacial y temporal en los proyectos de investigación científica aplicada es también fundamental. Los fenómenos de pérdida de biodiversidad y los procesos de conservación y aprovechamiento sustentable se sitúan en un continuo temporal y espacial sobre el que no se resuelve de una vez por todas, sino que deben ser manejados de manera permanente.

---

[3] En: http://www.cbd.int/2010-target/goals-targets.shtml

Por ello, es necesario abordar la problemática de las ANP de una manera integral, que permita conocer y tomar decisiones en situaciones complejas. Los problemas ambientales y de conservación de los recursos se ubican en escenarios problemáticos y complejos porque sus entornos son abiertos, multidimensionales, ambiguos e inestables (Klein, 2005).

Figura 7. Manejo extensivo de berrendo (*Antilocapra americana*) en Reserva de la Biósfera El Vizcaíno
Autor: Vladimir Pliego Moreno

Para la CONANP ha sido siempre un eje de trabajo establecer una sólida la relación con las comunidades locales. No se concibe de otra manera el trabajo de conservación en un país en el que existen innumerables poblaciones detrás y alrededor de las ANP. Íntimamente relacionado con ello está la necesidad del reconocimiento de los conocimientos tradicionales de la localidad que fortalezca las posibilidades de una gestión adecuada. Los investigadores deben reconocer su importancia y complementariedad con el conocimiento científico. La toma de decisiones sobre una ANP debe incluir, además de los saberes de la ciencia, aquellas

sobre locales tradicionales, fundamentales para garantizar el manejo sustentable de los ecosistemas y sus recursos.

El conocimiento es necesario pero no suficiente para el adecuado manejo de los recursos naturales en un ANP. Es indispensable también la interacción entre los actores involucrados, la definición de tareas y compromisos y la existencia de reglas y de estructuras que garanticen el cumplimiento de acuerdos. En este manejo participativo "los investigadores no son sino uno más de los actores que participan con información científica útil en el proceso que busca un equilibrio dinámico entre los RNR y sus usuarios" (Toledo, 2010).

Reflexiones Finales

El manejo adecuado de una ANP implica tomar decisiones basadas en el mejor conocimiento disponible. El conocimiento científico es fundamental para la identificación de los sitios prioritarios para la conservación, el establecimiento de las ANP y su gestión.

Algunos de los señalamientos más relevantes sobre las necesidades de investigación para el mejor manejo de las ANP que se incluyen en el presente texto están relacionadas con el hecho de que las necesidades de conocimiento tienen que ver con muchos más temas y disciplinas que las directamente biológicas o ecológicas, que se requieren conocimientos de las áreas sociales, económicas y culturales y que, debido a la gran diversidad biológica y cultural presente en las ANP, así como a la amplia gama de actividades y proyectos que pueden realizarse, los estudios de caso específicos resultan fundamentales.

De manera más específica, es necesario fortalecer la evaluación estratégica ambiental y valorar los impactos ambientales acumulativos, debiendo ser referentes que condicionen la planificación de las políticas y estrategias de desarrollo territorial en las ANP y las obras y actividades que se realicen en ellas.

Si bien toda información sobre un ANP es valiosa, es necesario establecer criterios de prioridad y fortalecer los proyectos de investigación que permitan conocer las capacidades de carga y/o límites de cambio aceptable, las tasas de recuperación de hábitats y los estudios específicos relacionadas con especies prioritarias, especies en riesgo y especies invasoras.

Los proyectos de investigación sobre la valoración de los servicios ambientales, de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte deben tener prioridad en las ANP al igual que los estudios sobre la valoración económica de los ecosistemas, no para ponerles precio sino para entender su importancia y atenderlos adecuadamente.

Es pertinente fortalecer las tareas de monitoreo basándose en criterios de homologación y con definiciones claras de los objetivos en cada caso, a fin de que contribuyan efectivamente a la toma de decisiones en la gestión de las ANP.

Otros requerimientos hacia los investigadores tienen que ver con la necesidad de que se involucren cada vez más en la solución de problemas específicos de las ANP ayudando en la aplicación práctica de los conocimientos que generan.

Así mismo, es fundamental fortalecer los estudios financieros, administrativos, jurídicos, principalmente los relacionados con las actividades alternativas que puedan realizar las comunidades en las ANP, pues constituyen elementos centrales para garantizar su manejo adecuado.

De igual manera, es necesario que las investigaciones en ANP atiendan las reglas de los Programas de Manejo y/o las señaladas en los convenios y acuerdos de colaboración establecidos por la CONANP con los centros académicos y de investigación superior y las asociaciones civiles, así como fortalecer los procesos para que comités científicos se encarguen de asesorar el desarrollo de la investigación y establecer los términos de referencia a los que deberán ajustarse dichas actividades en las ANP.

Un aspecto especialmente relevante es que los conocimientos locales deben ser considerados complemento del conocimiento científico y deben ser incorporados plenamente como referente en la toma de decisiones, por lo que el rescate del conocimiento tradicional es prioritario.

En relación estrecha con lo anterior, es necesario fortalecer las capacidades para realizar una gestión participativa en la que las comunidades locales encuentren verdaderos espacios para su desarrollo y los beneficios inmediatos de la conservación permitan mejorar su calidad de vida.

Finalmente, en relación a las formas y enfoques de la investigación en las ANP, lo ideal es abordarlos en su integralidad de manera interdisciplinaria, considerando diferentes escalas temporales y espaciales que permitan su complementariedad.

La investigación científica y el manejo de las ANP continuarán desarrollándose de manera conjunta, pues el conocimiento científico permitirá mejores condiciones

de manejo y, simultáneamente, un manejo más adecuado de las ANP permitirá fortalecer los procesos de investigación para la conservación del patrimonio natural de México.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura citada

Alfie, M. 2011. *Comprometidos para negociar: Conflicto y gobernanza Ambiental.* Juan Pablos. Editor/UAM, Cuajimalpa. D.F., México. 458 pp.

Buitron, Ximena., 2008, El enfoque ecosistémico en la práctica. Comission on Ecosystem Management and The World Conservation Union. En: www.cbd.int/doc/meetingsv 10 de marzo de 2014

Carabias, J., Sarukhán, J., de la Meza, J., y Galindo, C. (Coords.). 2010. Patrimonio Natural de México. Cien casos de éxito. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Carmona Lara M. del C, 2003, Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Comentarios y concordancias. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Jurídicas. México D. F. 770 pp.

Comisión para la Cooperación Ambiental 2011. Guía para la elaboración de fichas de evaluación ecológica en áreas marinas protegidas de América del Norte. 49pp.

Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano. 2012. Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano. Secretaria de Medio Amiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina-Armada de México y Grupo de Ecología y conservación de islas, A. C. México D.F. y Ensenada, B. C., 125 pp.

CONABIO. 2009. *Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. D.F., México. 819 pp.

CONABIO. 2012. *CONABIO: Dos décadas de Historia.* Redacta, S.A. de C. V. D.F., México 103 pp.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. D.F., México. 129 pp.

CONABIO-PNUD. 2009. *México: Capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo de México. D.F., México. 172 pp.

CONANBIO 2012. Desarrollo Territorial Sustentable. Programa Especial de Gestión en Zonas de Alta Biodiversidad. México D.F. 43pp.

CONANP, 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Naturales Protegidas., Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARTNAT. México.

H.M. Hernández, A.N. García Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa (Comps.). 2001. *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad.* Instituto de Biología, UNAM, México, 413 pp.

INEGI, 2011. Censo de la Población y Vivienda 2010, En: Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano. 2012. Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano. Secretaria de Medio Amiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina-Armada de México y Grupo de Ecología y conservación de islas, A. C. México D.F. y Ensenada, B. C., 125 pp.

Klein, J. T. 2005. Interdisciplinariedady complejidad: una relación en evolución. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades. UNAM. México.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2014. Diario Oficial de la Federación. México D.F.

Oyama, K., Castillo, A., 2006. Manejo, Conservación y Restauración de Recursos Naturales en México. Siglo XXI y UNAM. México, D. F.

Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans. 2008. *The Science of Marine Reserves*. (2nd Edition, Latin America and Caribbean). www.piscoweb.org 22 pp.

Paz-Salinas, M. F., 2005. *La participación en el manejo de las áreas naturales protegidas*. UNAM. Morelos, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, México. 367 pp.

Petróleos Mexicanos 2012. Áreas Naturales Protegidas: Eje del Desarrollo Sustentable en Regiones Petroleras. México D. F. 152pp.

Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. PNUMA 2013. Transversalización Ambiental en México. Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México D.F. 42pp.

Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012. Diario Oficial de la Federación. México D. F.

Salas-Zapata, W., Ríos Osorio, L., Alvares del Castillo J., 2011. *La ciencia emergente de la sustentabilidad: de la práctica científica hacia la constitución de una ciencia*. INTERCIENCIA, Journal of Science and Technology of the Americas. 9 (36): 699-706.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D. F.

SEMARNAT 2010, NOM-059-SEMARNAT-2010, Diario Oficial de la Federación. 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 D. F.

Toledo, V. 2010. *La biodiversidad de México*. Fondo de Cultura Económica. D.F., México. 356 pp.

UNEP-CMS. 2006. Migratory Species and Climate Change: Impacts of a Changing Environment on Wild Animals. UNEP-CMS Secretariat. Bonn, Alemania. 68 pp.

Páginas Web.

CBD 2014. Convention on Biological Diversity: Goals and Sub-targets En: http://www.cbd.int/2010-target/goals-targets.shtml, consultado abril 2014.

CONABIO 2014. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: http://www.conabio.gob.mx/, consultado abril 2014.

CONANP 2014. Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas: que hacemos En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, consultado marzo 2014.

CONANP 2014. Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas: Términos de Referencia para la elaboración de Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas Competencia de la Federación En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/programa_manejo.php, consultado abril 2014.

FAO 2014. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura: En: http://www.fao.org/home/es/, consultado marzo 2014.

Para citar esta obra:

Fueyo Mac Donald, L. y V. Pliego Moreno. 2015. *Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los investigadores de México para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas.* En: Ortega–Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México.* (pp. 537-570). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

El libro *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México* se terminó de imprimir en Junio de 2015 en Arte Visual Impreso. José Sotero Castañeda No. 717, 06850 México, D.F.

Tel.: 01 (55) 5538 2261 artevisualimpreso@gmail.com
www.arteenimpresion.com.mx

La composición tipográfica se realizo con la familia Garamond el texto corrido esta en 11pts y un interlineado de 15 pts.

Tiraje elaborado: 500 Libros

Así como la década de 1960 fue verdaderamente prodigiosa por la revolución que provocó en las artes y la cultura, la década de 1970 fue para México un momento singular de crecimiento explosivo de la ciencia y la tecnología, así como de formación de algunos de los más destacados cuadros de la ecología mexicana moderna. En la actualidad, la ecología y la ciencia de la conservación en México son realmente áreas de vanguardia a nivel mundial, y este libro es un vibrante testimonio de ello. Sin temor a exagerar, podemos decir que los trabajos de los científicos mexicanos están en la base de nuestra legislación ambiental, y fueron el factor central en la decisión de crear la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - la CONANP.

Pero no todo, desafortunadamente, es razón para auto-congratularnos. Después de años de esfuerzos para lograr la profesionalización del personal de la CONANP, décadas después de haber logrado introducir los criterios de la ciencia en la legislación en materia de Áreas Naturales Proregidas, las prioridades de las decisiones políticas, y no técnicas, amenazan nuevamente la gestión de las áreas naturales protegidas en México. Mientras, por un lado, nuestros gobernantes nos prometen nuevas áreas protegidas, por otro lado se está reduciendo aceleradamente el presupuesto para la conservación del capital natural de México. Corremos el inmenso riesgo de regresar, una vez más, al tiempo de las "reservas de papel", sin personal ni presupuesto, que sólo existen en decretos oficiales pero no tienen manifestación concreta en el campo.

En ese contexto, este libro es doblemente importante. Por un lado, porque muestra nuevamente el compromiso de nuestros científicos con la conservación. Pero, además, porque resalta que, gracias al trabajo de grandes científicos, no hay -no debe haber- marcha hacia atrás. La conservación basada en una ciencia rigurosa es la única alternativa que tiene México para un futuro próspero y una economía viable.

Exequiel Ezcurra

9 786074 245585