

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen el instrumento más concreto utilizado por México para proteger su privilegiada diversidad biológica, así como también para salvaguardar los importantes servicios ecosistémicos que prestan a los diversos sectores de la sociedad.

Para Noviembre del 2017, se han decretado ya 182 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que dan protección a una superficie total de casi 91 millones de hectáreas. Poco más del 85 % de esta superficie está cubierta por Reservas de la Biosfera, en donde prevalece el desafío de lograr la conservación de la riqueza biológica y de ecosistemas funcionales a la par de lograr un desarrollo realmente sustentable con beneficios concretos para los pobladores locales. Esto no es un reto solamente para nuestro país, sino que aplica para todas las áreas protegidas del mundo en las que se permiten aprovechamientos extractivos y no extractivos de los recursos naturales.

Uno de los mayores retos es atender las presiones y amenazas a las que están sujetas las áreas protegidas y que se asocian a las actividades humanas que se desarrollan en el entorno que las rodea. Claramente el manejo de las Áreas Naturales Protegidas requiere de un trabajo pro-activo para buscar alternativas que mitiguen y disminuyan estas presiones del exterior, y que el desarrollo socio-económico de las regiones en que están insertas vaya siendo conducido a la sustentabilidad.

Ignacio J. March Mifsut

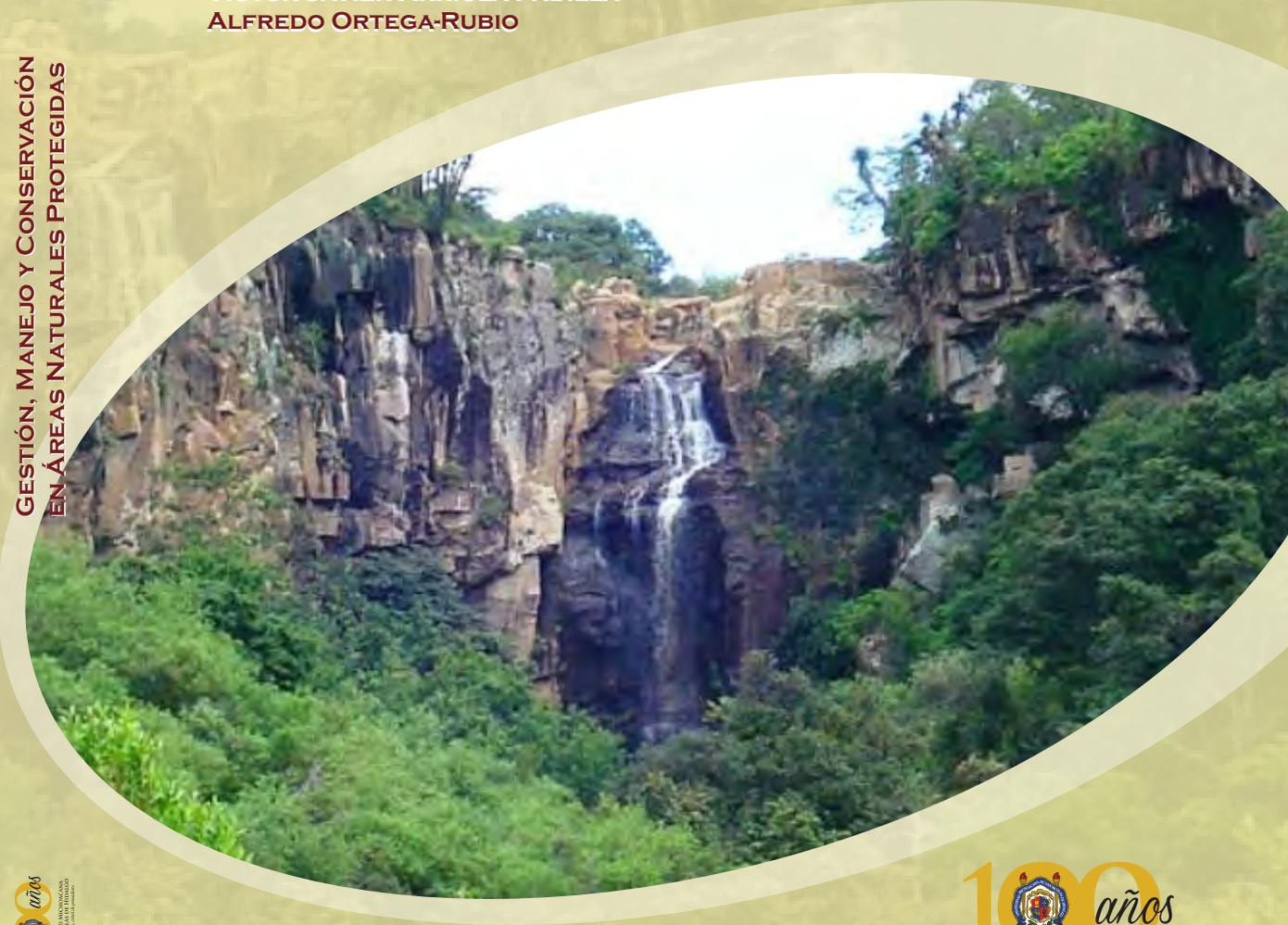


EDITORES:
IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO
VÍCTOR JAVIER ARRIOLA-PADILLA
ALFREDO ORTEGA-RUBIO

GESTIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN
EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

GESTIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

EDITORES:
IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO
VÍCTOR JAVIER ARRIOLA-PADILLA
ALFREDO ORTEGA-RUBIO



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

GESTIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

EDITORES:

IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO

VÍCTOR JAVIER ARRIOLA-PADILLA

ALFREDO ORTEGA-RUBIO



100 años
1917-2017

UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

**GESTIÓN, MANEJO
Y CONSERVACIÓN
EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

GESTIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

EDITORES

IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO
VÍCTOR JAVIER ARRIOLA-PADILLA
ALFREDO ORTEGA-RUBIO

EDICIÓN:
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
MORELIA, MICHOACÁN

GESTIÓN, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Ésta obra contó con Comité Editorial y cada Capítulo fue estrictamente dictaminado y arbitrado por pares académicos.

Primera Edición: Agosto, 2017

ISBN: 978-607-9169-86-2

Derechos reservados©

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 a: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

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

Preparación de este documento

La edición del libro “**Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas**” estuvo a cargo de la Dra. Irma Cristina Espitia Moreno, del Dr. Víctor Javier Arriola-Padilla y del Dr. Alfredo Ortega-Rubio. En este libro se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas disciplinas e instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación.

Para citar el libro:

Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). 2017. *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.*



DIRECTORIO

Rector

Dr. Medardo Serna González

Secretario General

Dr. Salvador García Espinosa

Secretario Académico

Dr. Jaime Espino Valencia

Secretario Administrativo

Dr. José Apolinar Cortés

Secretaria de Difusión Cultural y Extensión Universitaria

Mtra. Norma Lorena Gaona Farías

Coordinadora de la Investigación Científica

Dra. Ileri Suazo Ortuño

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. Este estudio fue desarrollado con el apoyo económico del Proyecto 280030 de Redes Temáticas de CONACyT y del Proyecto 251919 de Ciencia Básica de CONACyT.

EDITORES

IRMA CRISTINA ESPITIA MORENO

Doctora en Ciencias, es Profesora e Investigadora Titular de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ha realizado investigaciones sobre: Comportamiento del consumidor y el manejo sustentable de envases, elementos teóricos que explican el comportamiento de consumo ecológico, Ecodiseño de productos, sustentabilidad ambiental en Instituciones de Educación Superior y Sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas de México.

Correo Electrónico: irmacris@umich.mx

VÍCTOR JAVIER ARRIOLA PADILLA

Ingeniero forestal con orientación en Silvicultura por la Universidad Autónoma Chapingo, con maestría y doctorado en Entomología y Acarología por el Colegio de Posgraduados. Actualmente investigador titular C del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Líneas de investigación de interés en taxonomía de insectos, manejo integrado de plagas forestales y factores de deterioro en ecosistemas forestales. Autor y coautor de publicaciones científicas y técnicas referentes a estos temas.

Correo Electrónico: arriola.victor@inifap.gob.mx

ALFREDO ORTEGA RUBIO

Ha obtenido 3 Premios Nacionales entregados por el Presidente de la República por su trayectoria en investigación científica aplicada a la promoción del desarrollo sustentable. Autor de 180 artículos de investigación, 19 libros y 99 Capítulos de libros. Ha dirigido 159 proyectos de gran envergadura entre ellos los que permitieron crear y desarrollar 3 Reservas de la Biosfera. Ha dirigido 60 Tesis incluyendo 31 de doctorado y 23 de maestría. Ratificado por tercera ocasión como Investigador Nacional Nivel III. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).

Correo Electrónico: aortega@cibnor.mx

AUTORES DE ESTA EDICIÓN

ALFREDO ORTEGA RUBIO. Ha obtenido 3 premios nacionales entregados por el Presidente de la República por su trayectoria en investigación científica aplicada a la promoción del Desarrollo Sustentable. Autor de 180 artículos de investigación, 19 libros y 99 Capítulos de libros. Ha dirigido 159 proyectos de gran envergadura entre ellos los que permitieron crear y desarrollar 3 Reservas de la Biosfera. Ha dirigido 60 Tesis incluyendo 31 de doctorado y 23 de maestría. Ratificado por tercera ocasión como Investigador Nacional Nivel III. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Correo Electrónico: aortega@cibnor.mx

ANDRÉS HERRERA RODRÍGUEZ. Ingeniero Agrónomo Zootecnista por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Así mismo, ha desarrollado varios cursos de especialización y diplomados. Ha laborando en diferentes dependencias del sector público y durante 15 años fungió como Jefe de Departamento de Recursos Forestales y Viveros en el Gobierno del Estado de Aguascalientes. Es Asesor técnico certificado por la Comisión Nacional Forestal para la conducción de proyectos de restauración integral de ecosistemas. Correo Electrónico: andresherrera_54@yahoo.com.mx

CÉSAR GABRIEL MEINERS MANDUJANO. Doctor en ciencias es investigador titular del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Posee experiencia acumulada en ecología marina, oceanografía pesquera, dinámica de poblaciones, oceanografía, climatología aplicada y sistemas marinos profundos. Correo Electrónico: cmeiners@uv.mx

DANIEL EUGENIO CHAPA BEZANILLA. M. en C. En manejo de agro ecosistemas y recursos naturales, UAA. Licenciado en Biología, UNAM. De 2011 a 2016, Director de Áreas Naturales Protegidas, Gobierno del Estado de Aguascalientes. De 2003 a 2011, Jefe Departamento de Sistemas de Información Geográfica, Comisión Ciudadana Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Aguascalientes. De 2003 a 2005, Técnico Académico responsable Laboratorio Análisis de Sistemas Agrícolas y Recursos Naturales, UAA. De 1992 a 2003, Docente asignatura Sistemas de Información Geográfica, noveno semestre carrera de Biología, UAA. De 1993 a 2003, Jefe del Departamento de Control y Seguimiento, Dirección de Planeación y Capacitación, INEGI. De 1982a 1993 Coordinador de Unidad Servicios Profesionales, Dirección General de Geografía, INEGI. Experiencia en proceso y análisis digital de imágenes de satélite y fotografías aéreas y generación y manejo de sistemas de información geográfica con aplicaciones para el ordenamiento territorial, atlas

de riesgos, áreas naturales protegidas, áreas prioritarias para la conservación, infraestructura urbana y de agua potable y alcantarillado, recursos naturales, información sociodemográfica y económica y cartografía digital. Experiencia en organización de programas de capacitación y como instructor en las materias mencionadas. Correo Electrónico: danielchapa22@gmail.com

DANIELA MALDONADO ENRÍQUEZ. Maestra en Ciencias con orientación en Ecología. Actualmente cursa el Doctorado en Ciencias en donde desarrolla un proyecto de investigación para la evaluación de los impactos a la flora, servicios eco sistémicos y sociedad en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna frente al cambio climático. Ha colaborado como ayudante de investigador SNI III con el Dr. Alfredo Ortega Rubio. Durante su formación ha adquirido conocimientos sobre recursos naturales, legislación ambiental, política ambiental, áreas naturales protegidas, ecología animal y vegetal y esquemas de priorización. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Correo Electrónico: dmaldonado@pg.cibnor.mx

ERNESTINA PÉREZ-GONZÁLEZ. Técnico docente del Instituto Politécnico Nacional, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR Unidad Sinaloa). Licenciatura en Biología. Pasante del Doctorado en Ciencias Aplicado al Aprovechamiento de los Recursos Naturales, CEJUS. Una publicación indexada en 2017, una no indexada en 2010, participación en la impartición de un diplomado en 2017 (IPN-CECUC unidad Culiacán), y co-dirección de una tesis de licenciatura en 2016 (Biología, UAS). Correo Electrónico: ernestinaperezster@gmail.com

GABRIELA GALINDO CORTES. Doctora en Ciencias, es investigadora titular del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, se especializa en el análisis de información biológica-pesquera, dinámica de poblaciones y en la evaluación y manejo de recursos pesqueros. Correo Electrónico: ggalindo06@gmail.com

GABRIELA MUÑOZ ARMENTA. Licenciada en Química por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (2015), actualmente es estudiante del programa de maestría en

Recursos Naturales y Medio Ambiente en el Instituto Politécnico Nacional en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa. Correo Electrónico: armenta_247@hotmail.com

GUADALUPE DURGA RODRÍGUEZ MEZA. Profesor Titular “C” Tiempo completo del Instituto Politécnico Nacional, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR Unidad Sinaloa, en el Departamento de Medio Ambiente enfocado al área de Biogeoquímica marina y Contaminación del IPN-CIIDIR Sinaloa. Participación en los posgrados de Maestría en Recursos Naturales y Doctorado en Conservación del Patrimonio Paisajístico. Correo Electrónico: gmeza@ipn.mx, xcaret02@hotmail.com

HÉCTOR ABELARDO GONZÁLEZ OCAMPO. Profesor Titular “C” Tiempo completo del Instituto Politécnico Nacional, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR Unidad Sinaloa). Es especialista en Tecnologías Sustentables en Acuicultura: Diseño de microencapsulados a base de extractos fenólicos de plantas silvestres y medicinales mediante técnicas biotecnológicas como aditivos antioxidantes e inmunoestimulantes en dietas acuícolas, y; en determinación el riesgo a la salud humana por el consumo en especies marinas de consumo frecuente por su contenido de Plaguicidas Organoclorados. Correo Electrónico: hgocampo@yahoo.com

INGRID ALEJANDRA GRANADOS GALVÁN. Docente investigadora tiempo completo, adscrita a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia, Sede Bogotá. Con el grado de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente obtenido desde 2013 ha mantenido la línea de investigación en evaluación de la contaminación ambiental y, recientemente, en cambio climático. Correo Electrónico: ingridalejitagranadosgalvan@gmail.com

IRMA CRISTINA ESPITIA MORENO. Doctora en Ciencias, es Profesora e Investigadora Titular de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ha realizado

investigaciones sobre: Comportamiento del consumidor y el manejo sustentable de envases, elementos teóricos que explican el comportamiento de consumo ecológico, Ecodiseño de productos, sustentabilidad ambiental en Instituciones de Educación Superior y Sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas de México. Correo Electrónico: irmacris@umich.mx

JOAQUÍN SOSA RAMÍREZ. Ingeniero Agrónomo egresado en 1980 de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. En 1987 obtuvo el doctorado en ecología terrestre por la Universidad de Montpellier, Francia. Es profesor-investigador titular “C” y jefe del Departamento de Disciplinas Agrícolas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha impartido cursos de teoría ecológica, ecología terrestre, ecología de zonas áridas, ecología del paisaje, manejo de ecosistemas, agroecología, agricultura sustentable, entre otros, en diferentes universidades e instituciones de educación superior: El Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California, la Universidad Michoacán y la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha publicado 32 artículos científicos, 15 reportes científicos y técnicos y ha presentado 70 trabajos en congresos nacionales e internacionales. Ha sido tutor de 10 tesis de posgrado (Maestría y Doctorado). miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Correo electrónico: jsosar@correo.uaa.mx

JORGE ALFONSO MARTÍNEZ DE ANDA. Maestro en ciencias y tecnologías agrícolas, pecuarias y de los alimentos. Coordinación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Aguascalientes en sus primeras dos etapas (Caracterización y Diagnóstico), Proyecto de Áreas prioritarias para la conservación por fondos concurrentes, Restauración de la Cuenca Prioritaria Río Verde Grande, y participación en los Planes de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas del Cerro del Muerto y La Sierra Fría. Responsable de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de cómputo y software cartográfico, de procesamiento digital de imágenes de satélite y de Sistemas de Información Geográfica en la Dirección General de Geografía / INEGI. Correo Electrónico: jamas602000@yahoo.com.mx

LUIS AMAURY GARCÍA VALDERRAMA. Ingeniero agrónomo por la Universidad Autónoma Metropolitana. Actualmente se encuentra realizando su servicio social en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF). Líneas de investigación de interés en taxonomía de insectos, mejoramiento en especies ornamentales de interés económico. Correo electrónico: amaurygv7@gmail.com

LUIS FELIPE BELTRÁN MORALES. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III. Sus líneas de investigación son economía ambiental, economía de los recursos naturales y economía de la innovación. Participa como representante de México en los grupos de trabajo de Formación de Recursos Humanos, Innovación y Transferencia de Tecnología que coordina OEA y los Consejos de Ciencia y Tecnología de todo el Continente Americano (COMCYT). Fue Presidente fundador de la Red Mexicana de Oficinas de Transferencia de Tecnología de México (Red OTT) 2012-2017. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Correo Electrónico: lbeltran04@cibnor.mx.

MAGDALENA LAGUNAS-VÁZQUES. Doctora en Ciencias Marinas y Costeras por la Universidad Autónoma de Baja California Sur, (UABCS). Maestra en Ciencias en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales por la Universidad de Costa Rica, y Licenciada en Biología Marina por la UABCS. Autora o coautora de nueve artículos de investigación original y de 18 capítulos de libro. Co-editora de dos libros. Participado en nueve proyectos de investigación. 19 proyectos de educación ambiental, restauración ecológica e impacto ambiental. Actualmente adscrita al programa de Planeación y Conservación Ambiental en el CIBNOR S.C. Líneas de investigación: Género, Igualdad y Equidad humana. Estudios Multi y Transdisciplinarios con enfoque Intercultural. Manejo y Conservación Comunitaria de Recursos Naturales con enfoque Intercultural y Desarrollo Rural. Sostenibilidad. Correo Electrónico: vaz.lag@gmail.com

MARÍA DE LOURDES JIMÉNEZ BADILLO. Doctora en Ciencias del Mar, con especialidad en Oceanografía Biológica y Pesquera. Investigadora del Instituto

de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. Su línea de investigación se enfoca en la evaluación y manejo de recursos pesqueros, especialmente artesanales, asociados a áreas naturales protegidas marinas. Cuenta con experiencia demostrada en la biología pesquera del recurso pulpo del Sistema Arrecifal Veracruzano. Correo Electrónico: ljimenez@uv.mx

MARÍA PIEDAD SÁNCHEZ MORILLO-VELARDE. Doctora en Ciencias. es Investigadora en Cátedra CONACYT adscrita al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, especialista en acuicultura, primordialmente de cefalópodos. Cuenta con experiencia relevante en el mantenimiento en cautividad, alimentación y reproducción de pulpo *O. vulgaris*. Correo Electrónico: piedad_smv@hotmail.com

MARIANA BOBADILLA JIMÉNEZ. Es Investigador. Doctora en Ciencias. Titular C dentro de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Vicepresidenta de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Colaboradora en el proyecto “Identificación y Valoración de los Servicios Ecosistémicos de Áreas Marinas Protegidas en el Golfo de California. Tiene amplia experiencia en análisis y evaluación de políticas públicas ambientales, Gestión ambiental y genética de poblaciones. Adscrita a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Correo Electrónico: mariana.bobadilla@semarnat.bcs.gob.mx

MARISOL CASTRO ELENES. Egresada de la maestría en Recursos naturales y medio ambiente del por el Instituto Politécnico Nacional del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-Unidad Sinaloa) en el 2015. Licenciada en Biología con acentuación en manejo de vida silvestre en la Universidad de Occidente campus Guasave. Posee un diplomado en Gestión Estratégica de Proyectos de Innovación impartido por INAPI. Fungió como docente en el Instituto Tecnológico de Los Mochis hasta Diciembre del 2016. Correo Electrónico: marisolce_25@hotmail.com

MARTÍN ENRIQUE ROMERO SÁNCHEZ. Doctor en ciencias ambientales por la Universidad de Trent, Canadá y Maestro en Ciencias Forestales por el Colegio de Posgraduados. Enfocado al monitoreo y evaluación de los ecosistemas forestales con el apoyo de sensores remotos y sistemas de información geográfica. Actualmente forma parte del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como investigador Titular del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF). Candidato al Sistema Nacional de Investigadores de CONACYT. Correo Electrónico: romero.martin@inifap.gob.mx

NANCY JAZMÍN REYES MONTIEL. Estudió Ingeniería en Biotecnología, curso la Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Fue Jefa del Departamento de Gestión Ambiental de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente del Municipio de Mazatlán, Sinaloa. Actualmente es consultora independiente en temas ambientales e inocuidad alimentaria. Correo Electrónico: nancy_rey3@hotmail.com

RAMIRO PÉREZ MIRANDA. Ingeniero en Agroecología por la Universidad Autónoma Chapingo, con maestría en Edafología y doctorado en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados. Actualmente investigador titular C del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Líneas de investigación en ordenamiento territorial, distribución potencial, modelación de nichos ecológicos y cambios de uso del suelo. Autor y coautor de publicaciones científicas y técnicas referentes a estos temas. Correo Electrónico: perez.ramiro@inifap.gob.mx

RIGOBERTO ROSAS LUIS. Doctor en Ciencias del Mar por la Universitat de Barcelona, Maestro en Ciencias por el CIBNOR, de formación Biólogo Marino por la UABCS. Mi desarrollo profesional me ha permitido realizar proyectos de investigación en México, España, y Ecuador, todos ellos relacionados al aprovechamiento racional de los recursos naturales del mar. Mi nombramiento actual es Catedrático CONACYT con enfoque en el manejo de pesquerías directamente relacionado a áreas de protección y la integración de las comunidades en la toma de decisiones. Correo Electrónico: riroluis@yahoo.com.mx

SHEYLA NALLELY MUÑOZ BELMONT. Licenciada en Biología por la Universidad Autónoma Metropolitana. Actualmente se desempeña como prestadora de servicios técnicos profesionales. Experiencia en revisión técnica de documentos técnicos y científicos. Principales líneas de investigación: conservación de flora y fauna de los ecosistemas y su deterioro, control de plagas de importancia forestal y taxonomía de micromicetos. Correo Electrónico: sheyla.mube.25@gmail.com

VICENTE DÍAZ NÚÑEZ. Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha laborado en varias etapas como Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. En el periodo de Junio de 2011-Diciembre de 2012 fungió como Director de Biodiversidad, Recursos Forestales y Suelos en la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. De Enero a Mayo de 2013 ejerció como Director General de Ecosistemas y Recursos Naturales en la misma dependencia. De junio de 2013 a marzo de 2017 fungió como Gerente Estatal de la Comisión Nacional Forestal en Aguascalientes. Correo Electrónico: vicente-diaz@hotmail.com

VÍCTOR JAVIER ARRIOLA PADILLA. Ingeniero forestal con orientación en Silvicultura por la Universidad Autónoma Chapingo, con maestría y doctorado en Entomología y Acarología por el Colegio de Posgraduados. Actualmente investigador titular C del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Líneas de investigación de interés en taxonomía de insectos, manejo integrado de plagas forestales y factores de deterioro en ecosistemas forestales. Autor y coautor de publicaciones científicas y técnicas referentes a estos temas. Correo Electrónico: arriola.victor@inifap.gob.mx

PRÓLOGO

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen el instrumento más concreto utilizado por México para proteger su privilegiada diversidad biológica, así como también para salvaguardar los importantes servicios ecosistémicos que prestan a los diversos sectores de la sociedad.

Para Noviembre del 2017, se han decretado ya 182 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que dan protección a una superficie total de casi 91 millones de hectáreas. Poco más del 85% de esta superficie está cubierta por Reservas de la Biosfera, en donde prevalece el desafío de lograr la conservación de la riqueza biológica y de ecosistemas funcionales a la par de lograr un desarrollo realmente sustentable con beneficios concretos para los pobladores locales. Esto no es un reto solamente para nuestro país, sino que aplica para todas las áreas protegidas del mundo en las que se permiten aprovechamientos extractivos y no extractivos de los recursos naturales.

Uno de los mayores retos es atender las presiones y amenazas a las que están sujetas las áreas protegidas y que se asocian a las actividades humanas que se desarrollan en el entorno que las rodea. Claramente el manejo de las Áreas Naturales Protegidas requiere de un trabajo pro-activo para buscar alternativas que mitiguen y disminuyan estas presiones del exterior, y que el desarrollo socio-económico de las regiones en que están insertas vaya siendo conducido a la sustentabilidad.

Para numerosas Áreas Naturales Protegidas, las presiones y amenazas a la biodiversidad que son tratadas en los trabajos que se presentan en este libro son una realidad cotidiana, y que requieren ser atendidas por los numerosos actores del desarrollo y por supuesto los distintos sectores de la sociedad.

La contaminación por agroquímicos y aguas residuales son una amenaza seria para la diversidad biológica de diversas áreas protegidas, y la solución a este problema resulta inaplazable. Resulta urgente la inversión de recursos y el desarrollo de modelos eficientes para el tratamiento completo de las aguas residuales y para el uso de alternativas a los agroquímicos.

Por su parte, las especies invasoras dispersadas en todo el planeta por las actividades humanas, se han ido convirtiendo en uno de los factores de mayor riesgo para la integridad de los ecosistemas en las Áreas Protegidas en prácticamente todos los países. A este respecto México ha desarrollado una estrategia nacional para la prevención y control de las especies invasoras y las actividades en este tema son cotidianas en

la mayoría de las ANP. Los ecosistemas insulares son particularmente vulnerables a esta amenaza.

Varios de los trabajos compilados en este libro inciden en el tema del desarrollo sustentable, sin el cual difícilmente se podrá conservar la integridad ecológica en los espacios naturales que se busca proteger en las Áreas Naturales Protegidas. En las áreas protegidas marinas resulta fundamental, por ejemplo, conciliar los objetivos de conservación con los del desarrollo sustentable basados en una pesca responsable. Las comunidades que dependen de la pesca en distintas zonas del país, ya reconocen el importante papel de la conservación y las áreas protegidas en el mantenimiento de los recursos pesqueros que aprovechan; las áreas protegidas funcionan como verdaderos bancos de biomasa que generan excedentes al exterior para ser aprovechados de manera sustentable.

En el libro se reconoce el importante valor que las empresas con responsabilidad social y ambiental tienen para impulsar condiciones favorables al desarrollo sustentable, y así disminuir o evitar la sobre-explotación de los recursos y beneficiar la salud ambiental y de las poblaciones locales, una condición indispensable para lograr la conservación de la diversidad biológica. Comunidades humanas saludables y conservación efectiva de la biodiversidad van de la mano .

Otros trabajos tocan temas que igualmente resultan fundamentales en el manejo efectivos de las Áreas protegidas. Por un lado la restauración ecológica es una agenda que cada vez retoma más importancia para las ANP en México: incendios catastróficos, eventos meteorológicos extremos y actividades ilegales como las invasiones de tierras y la tala furtiva frecuentemente daña los ecosistemas hacia el interior de las áreas protegidas y por eso se requieren acciones efectivas de restauración que reparen los daños a la integridad ecológica.

Por todo lo anterior, los trabajos que presenta este libro se enfocan en temas que resultan de la mayor relevancia para el manejo de áreas protegidas y seguramente detonarán acciones que fortalecerán las acciones de conservación que se requieren para mantener la riqueza biológica del país.

Ignacio J. March Mifsut

Dirección de Evaluación y Seguimiento

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP

ÍNDICE

PRÓLOGO	XIX
----------------------	-----

Ignacio J. March Mifsut

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	---

Irma Cristina Espitia-Moreno, Víctor Javier Arriola-Padilla y Alfredo Ortega-Rubio

CAPÍTULO I

Presencia de Plaguicidas Organoclorados en Especies Marinas Comestibles del Sitio Ramsar San Ignacio-Navachiste-Macapule

Gabriela Muñoz-Armenta, Ingrid Alejandra Granados-Galván, Nancy Jazmín Reyes-Montiel, Marisol Castro-Elenes, Ernestina Pérez-González, Guadalupe Durga Rodríguez-Meza y Héctor Abelardo González-Ocampo

5

CAPÍTULO II

El Manejo Adaptativo en la Restauración de Vegetación: Un Estudio de Caso en la Mesa Montoro, Sierra Fría, Aguascalientes, México

Joaquín Sosa-Ramírez, Vicente Díaz-Núñez, Andrés Herrera-Rodríguez, Jorge Alfonso Martínez-de Anda y Daniel Eugenio Chapa-Bezanilla

31

CAPÍTULO III

Bases Antropológicas y Sociológicas para la Conservación en Áreas Naturales Protegidas Latinoamericanas con un enfoque Pluricultural e Intercultural

Magdalena Lagunas-Vázquez, Mariana Bobadilla-Jiménez, Luis Felipe Beltrán-Morales, y Alfredo Ortega-Rubio

51

CAPÍTULO IV

Importancia de la Conservación de las Islas de México

Daniela Maldonado-Enríquez y Alfredo Ortega-Rubio

77

CAPÍTULO V

**Aprovechamiento y conservación del pulpo
Octopus vulgaris en un area natural protegida**

Rigoberto Rosas-Luis, María de Lourdes Jiménez-Badillo, Cesar Meiners-
Mandujano, Gabriela Galindo-Cortes, María Piedad Sánchez Morillo-Velarde
..... 109

CAPÍTULO VI

Plagas en Áreas Naturales Protegidas de México: Control y Manejo

Luis Amaury García-Valderrama, Victor Javier Arriola-Padilla, Sheyla Nallely
Muñoz-Belmont, Ramiro Pérez-Miranda, Martín Enrique Romero-Sánchez
y Alfredo Ortega-Rubio 127

CAPÍTULO VII

**Impulso del Enfoque de Empresas Socialmente Responsables y su
Contribución al Desarrollo de Áreas Naturales Protegidas en México**

Irma Cristina Espitia-Moreno, Evaristo Galeana-Figueroa 161

CONCLUSIONES 177

Alfredo Ortega-Rubio, Irma Cristina Espitia-Moreno y Victor Javier Arriola-Padilla

INTRODUCCIÓN

En este libro se incluye una serie de Capítulos en los que, desde muy diversos ángulos y enfoques, se analizan aspectos indispensables, todos ellos para la gestión, el manejo y la conservación de las Áreas Naturales Protegidas. Así, en el Capítulo 1, Gabriela Muñoz-Armenta y sus colaboradores analizan la presencia de plaguicidas organoclorados en especies marinas comestibles del sitio Ramsar San Ignacio-Navachiste-Macapule. Este sitio Ramsar se ubica en el sureste del Golfo de California y recibe los aportes de agua residual de las actividades agrícolas y urbanas de la región, conteniendo materia orgánica, plaguicidas, fertilizantes y metales pesados.

Asimismo, este sitio Ramsar es de importancia ecológica y económica, ya que alberga moluscos y peces de los cuales dependen la pesquería y la acuicultura de las comunidades aledañas. El estudio realizado se centra en la identificación de los plaguicidas organoclorados, esencialmente por su peligrosidad y su asociación con efectos mutagénicos y carcinogénicos. El resultado del análisis efectuado sobre la presencia de este tipo de plaguicidas en la lisa, los pargos y las jaibas provenientes de este sitio indican que existe una contaminación constante y continua del sistema lagunar, con un riesgo a la salud latente y constante que depende de la frecuencia y tamaño de porción en el consumo de estas especies.

En el siguiente Capítulo, Joaquín Sosa-Ramírez y sus colaboradores prueban diferentes estrategias de restauración de la vegetación bajo el enfoque de manejo adaptativo en la zona de la Mesa Montoro del Área Natural Protegida Sierra Fría del Estado de Aguascalientes. Para el efecto en diferentes parcelas se plantaron plántulas de *Quercus potosina* Trel. a las cuales se les aplicaron lombricomposta, y en la época de sequía riegos de auxilio. Se realizaron revisiones mensuales en las que se evaluó la permanencia de las plantas, sobrevivencia, desarrollo del tallo y número de hojas. A 18 meses de establecido el estudio, los autores encuentran muy disímiles tasas de sobrevivencia, que varían del 6 hasta el 95%. Los autores concluyen que el principal factor responsable de la mortalidad de los encinos fue el daño ocasionado por ganado doméstico.

En el Capítulo subsecuente Magdalena Lagunas-Vázquez y sus colaboradores analizan información de importancia y actualizada sobre los estudios y disciplinas que

han emergido y/o avanzado en los temas de diversidad biológica, cultural y lingüística desarrollados desde un enfoque multidisciplinar. El Capítulo ofrece información relevante sobre la importante interacción entre la diversidad biológica y la diversidad lingüística. Este enfoque se analiza asimismo con un conjunto de herramientas más amplio y sumamente útil para abordar los estudios sociales que tienen que ver con las Áreas Naturales Protegidas de países como el nuestro.

El Capítulo posterior, desarrollado por Daniela Maldonado-Enríquez y sus colaboradores, analizan la importancia de los ecosistemas insulares mexicanos por el gran porcentaje de la biodiversidad del país que contienen. Establecen asimismo que los recursos y servicios que proveen hacen de estos ecosistemas un lugar idóneo y prioritario para conservar eficientemente la biodiversidad. Un dato que es importante es que son más de 260 mil las personas que habitan y dependen de los recursos y servicios que estos ecosistemas les proveen, siendo la pesca y el turismo las principales actividades que ahí se realizan. A pesar de todo, estos ecosistemas enfrentan diversas amenazas, es por ello que la declaración de las islas como Áreas Naturales Protegidas ha sido una herramienta para la conservación que se ha empleado en el país para su protección. Los autores establecen que con el fin de optimizar esta estratégica herramienta de conservación es importante generar trabajos de priorización en la conservación de las islas, para enfocar los esfuerzos y el financiamiento a aquellas que tengan mayor relevancia para la conservación y el desarrollo considerando todos sus atributos y que estas prioridades están continuamente actualizándose.

Por su parte Rigoberto Rosas-Ruiz y sus colaboradores analizan en el siguiente capítulo el aprovechamiento y la conservación pulpo común *Octopus vulgaris* en el estado de Veracruz. En este estado su extracción está directamente asociada al Área Natural Protegida Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y es una actividad que da sustento a importantes comunidades pesqueras de la región. A pesar de que los reportes de captura de esta especie muestran una tendencia positiva de incremento de 1982 a 2015, los autores señalan que la variación estacional en las capturas de pulpo, así como la liberación de permisos de pesca podría ocasionar un incorrecto manejo del recurso en el PNSAV, por lo que se debe de dar seguimiento y vigilancia a la actividad pesquera a fin de estar en concordancia con las metas de conservación del área protegida.

En el subsiguiente Capítulo Luis Amaury García-Valderrama y sus colaboradores hacen una profunda revisión acerca del estado actual de las plagas y especies invasoras terrestres presentes en las ANP mexicanas de carácter federal para considerarse en los programas de manejo y en la normatividad para su control. Se revisaron programas de manejo, artículos científicos e informes técnicos fitosanitarios de las ANP en México. Los autores encuentran que de los siete grupos de organismos que afectan las ANP: Insectos, plantas, hongos, mamíferos, aves, reptiles y anfibios, de estos, únicamente los insectos se encuentran incluidos en las Normas Oficiales Mexicanas para su control y manejo; en consecuencia, dada la importancia de las ANP en México los autores recomiendan que se establezca normatividades de control y manejo para los diferentes grupos.

Finalmente, en el último capítulo, Irma Cristina Espitia-Moreno y sus colaboradores analizan la importancia que tiene la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en el ámbito de los negocios y lo que esto representa como una oportunidad para impulsar acciones sustentables en Áreas Naturales Protegidas (ANP). Además, se describen y explican los aspectos que deben ser tomados en cuenta para implementarla, y las metodologías, herramientas de evaluación, índices e indicadores para su seguimiento y optimización. Se presenta un excelente análisis de la importancia que tiene para México en materia de Competitividad Internacional del Medio Ambiente, específicamente en ANP, la Responsabilidad Social Empresarial.

Son muchos los enfoques que son necesarios desarrollar para alcanzar una apropiada gestión, manejo y la conservación de las Áreas Naturales Protegidas de México. Este libro ofrece una muestra de la diversidad de los mismos, y a cuál más importantes.

Irma Cristina Espitia-Moreno
Víctor Javier Arriola-Padilla
Alfredo Ortega-Rubio

CAPÍTULO I

PRESENCIA DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN ESPECIES MARINAS COMESTIBLES DEL SITIO RAMSAR SAN IGNACIO- NAVACHISTE-MACAPULE

Gabriela Muñoz-Armenta, Ingrid Alejandra Granados-Galván, Nancy Jazmín Reyes-Montiel, Marisol Castro-Elenes, Ernestina Pérez-González, Guadalupe Durga Rodríguez-Meza y Héctor Abelardo González-Ocampo*

*Autor de correspondencia. Email: hgocampo@yahoo.com

Resumen

El complejo lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule en una Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California desde 1978. Debido a su calidad paisajística y la condición natural de sus áreas, este Complejo fue declarado como Sitio RAMSAR en 2008. Se ubica en el sureste del Golfo de California y comprende 24 000 ha. Es de importancia ecológica y económica, ya que alberga moluscos y peces de los cuales dependen la pesquería y la acuicultura de las comunidades aledañas. El ecosistema recibe los aportes de agua residual de las actividades agrícolas y urbanas de la región, consistiendo de materia orgánica, plaguicidas, fertilizantes y metales pesados. Entre las sustancias que entran al sistema lagunar están los Plaguicidas Organoclorados (OCP por sus siglas en inglés). Debido a su peligrosidad y su asociación con efectos mutagénicos y carcinogénicos e intoxicaciones agudas debido a su carácter lipofílico, que los hace bioacumulables y biomagnificables, su uso en México fue prohibido en 2005 de acuerdo al Convenio de Estocolmo firmado por México. Por lo anterior,

es de suma importancia conocer la concentración de OCP en peces y mariscos de consumo para conocer qué grado de riesgo a la salud se tiene al consumir especies contaminadas por OCP. En este capítulo se analizó la concentración de OCP de tres especies de consumo frecuente, lisa *Mugil cephalus* (recolecta 2010-2011), pargos *Lutjanus novemfasciatus*, *L. argentiventris*, *L. colorado* (recolecta 2012-2013) y jaiba *Calinectes belicosus* (recolecta 2014-2015), provenientes de este sistema lagunar a las que se determinó el riesgo a la salud humana por su consumo. Las concentraciones en peso húmedo de OCP en lisa fueron $\Sigma 758.28 \text{ ng g}^{-1}$, para pargo $\Sigma 94.59 \text{ ng g}^{-1}$ y en jaiba $\Sigma 0.0323 \text{ ng g}^{-1}$. Los OCP más recurrentes fueron el α -HCH (170.74 ng g^{-1}) en *Mugil cephalus*, el segundo Metoxicloro con 160.42 ng g^{-1} , seguido del endosulfán con 107.96 ng g^{-1} . En pargo se encontró δ -HCH con 2.68 ng g^{-1} y en jaiba el más relevante fue el endosulfán sulfato a 0.0111 ng/g . Las concentraciones de OCP indican una contaminación constante y continua del sistema lagunar, con un riesgo a la salud latente y constante que depende de la frecuencia y tamaño de porción en el consumo de estas especies.

Palabras clave: Contaminación Ambiental, Lagunas Costeras, Plaguicidas, Riesgo a la salud.

Abstract

The lagoon complex San Ignacio-Navachiste-Macapule are islands that are part of the Fauna and fauna Natural Protected Area Islands of the Gulf of California since 1978 This complex was declared a RAMSAR Site since 2008. It is located in the southeastern part of the Gulf of California and comprises 24 000 ha. It is a local ecological and economic importance, since it houses mollusks and fishes on which the fishery and the aquaculture that surrounding communities depend. The ecosystem receives the residual water of the agricultural and urban activities of the region, which supplies organic matter, pesticides, fertilizers and heavy metals to the water. Among the substances that enter the lagoon system are organochlorine pesticides (OCP), which were banned in 2005 due to their dangerousness association with mutagenic and carcinogenic effects, as well as acute poisonings. OCP are highly related to the lipids, in which are bioaccumulated and biomagnified. It is extremely important to know the concentration of OCP in edible tissue to know the degree of risk of consuming these species contaminated by OCP and to know the contamination

status of these substances in the lagoon system. In this chapter, we analyzed the OCP concentration of three species frequently consumed (*Mugil cephalus*) collected in 2010-2011, snappers (*Lutjanus novemfasciatus*, *L. argentiventris*, *L. colorado*) collection, 2012-2013, and warrior swimming crab (*Calinectes belicosus*) collection 2014 -2015; which consumption health risk was determined. The wet weight concentrations of OCP in plain were $\Sigma 758.28 \text{ ng g}^{-1}$, for snapper $\Sigma 94.59 \text{ ng g}^{-1}$ and in cage $\Sigma 0.0323 \text{ ng g}^{-1}$. The most frequent OCPs were α -HCH (170.74 ng g^{-1}) in *Mugil cephalus*, the second Methoxychlor with 160.42 ng g^{-1} , followed by endosulfan with 107.96 ng g^{-1} . In snapper, δ -HCH was found with 2.68 ng g^{-1} and the most relevant in swimming warrior crab was endosulfan sulfate at $.0111 \text{ ng g}^{-1}$. OCP concentrations indicate that constant and continuous contamination of the lagoon system is present, the health risk by their consumption is latent and constant and depends on the frequency and portion size consumed of the species analyzed.

Keywords: Environmental Pollution, Coastal Lagoons, Pesticides, Human Health Risk.

Introducción

Los OCP fueron desarrollados con el objetivo de eliminar plagas y vectores que afectan a los cultivos y a la población. Las aplicaciones más comunes de los OCP son en la agricultura y en el sector salud para la eliminación de plagas agrícolas y vectores de enfermedades infecciosas. También se utilizan en la ganadería, cuidado de animales domésticos, áreas verdes y mantenimiento de edificios (Karam *et al.*, 2004). Su estructura química se caracteriza por tratarse de compuestos cíclicos orgánicos con átomos de cloro unidos al esqueleto carbonado. Se trata de moléculas altamente estables, de difícil degradación en el ambiente e insolubles en agua. Los OCP están clasificados como compuestos químicos persistentes, con una vida media que varía de acuerdo al OCP de tres meses hasta 20 años y siendo peligrosos para la salud humana, según su nivel de toxicidad y su concentración letal media (Ramírez y Lacasaña, 2011; Rodríguez-Meza y García-Gutiérrez, 2012).

Su peligrosidad radica en que los OCP interfieren con el flujo de iones entre las membranas de las células del sistema nervioso de los organismos. Pueden ingresar al organismo a través del sistema digestivo, respiratorio o de la piel lo que permite

eliminar un amplio espectro de plagas, es especial de insectos. Las especies marinas absorben estos compuestos a través del agua contaminada o mediante la ingestión de alimentos, lo que afecta su desarrollo, reproducción o su comportamiento (Karam, *et al.*, 2004).

Debido a que los OCP tienen un tiempo de vida media variado, tienden a dispersarse más allá de su lugar de aplicación llegando al mar mediante escorrentías pluviales, lixiviaciones, o precipitaciones atmosféricas (Rodríguez-Meza y García-Gutiérrez, 2012). Dependiendo de la naturaleza del OCP, éste puede depositarse en el sedimento, mantenerse en la columna de agua, o incorporarse en los tejidos de las especies marinas (Chen *et al.* 2015).

La acumulación de OCP en la cadena alimenticia se puede ver reflejada en la presencia de plaguicidas en los tejidos de diferentes especies. Las concentraciones encontradas y los compuestos varían. En China, Wang y Wang (2005), encontraron que organismos como el fitoplancton y los copépodos (*Acartia erythraea*) absorbían DDT del agua y alimentos y que en el pargo (*Lutjanus argentimaculatus*) la acumulación de DDT correspondía a la ingesta a través de la dieta. En Irán, Ebadi y Shokrzadeh (2006), encontraron residuos de lindano en especies de consumo popular (*Rutilus frisikutum*, *Clupeonella delicatula*, *Mugila auratus* y *Vimba vimba*); en Turquía, Kolankaya (2006), encontró residuos de DDT y DDE en sedimentos, lapas, camarones, salmonetes, lisas y peces *bandgoat* oro. Sudaryanto *et al.* (2007), mencionan que las concentraciones de DDT y HCH suelen ser más prominentes en las aguas suburbanas de Indonesia. Lo que se puede ver en los patrones de los niveles de contaminación de peces provenientes de las costas remotas o rurales que suelen tener menos concentración de contaminantes que los provenientes de costas de lugares industrializados (Malarvannan *et al.*, 2011).

Prohibición de los plaguicidas

La aplicación intensiva de plaguicidas sintéticos empezó en México desde 1948, con la inclusión del DDT y posteriormente con otros OCP. Con el tiempo se siguieron introduciendo otros tipos de plaguicidas, herbicidas y fungicidas, apoyados por la fundación Rockefeller, con el motivo de aumentar la producción agrícola, reducción de los precios en los alimentos y pobreza rural. El uso de estos plaguicidas provocó que las plagas se volvieran resistentes y se presentara la contaminación de los ecosistemas

aledaños a los campos agrícolas, por la persistencia de las moléculas de plaguicidas (Arata 1983; Pérez-Maldonado *et al.*, 2010). Las afectaciones en la vida silvestre, ya sea por envenenamiento agudo o crónico, pueden verse reflejadas a corto o largo plazo como la modificación del hábitat por la desaparición de especies, zonas de alimentación, cobertura y sitios de anidación. Uno de los efectos directos en el ambiente por efectos de exposición de OCP, es la reducción de número y densidad de insectos, reducción de la polinización, aumento en la susceptibilidad del sistema inmune de mamíferos, así como cambios reproductivos y fisiológicos (Badii *et al.*, 2006).

Para los humanos la exposición a los OCP se presentó por el uso indistinto de plaguicidas para eliminar las plagas ocurriendo efectos colaterales graves, como daño permanente en el sistema nervioso, el sistema respiratorio, reproductivo, y alteraciones endocrinas, inmunológicas, mutagénicas y carcinogénicas. La peligrosidad de los OCP ha sido reconocida mundialmente, y se han desarrollado instrumentos internacionales para regular su uso como el Código Internacional de Conducta de la FAO.; los acuerdos para el manejo adecuado de plaguicidas de la comisión de Cooperación Ambiental del TLC y el Convenio de Estocolmo, en 2005, para la eliminación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (POP por sus siglas en inglés) (Albert, 2005).

México se comprometió a prohibir el uso de los compuestos más dañinos y para los no prohibidos exige información relativa a su toxicidad de acuerdo a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Actualmente se encuentran prohibidos 12 OCP, entre ellos, el Dieldrín, el Aldrin, Endrín, DDT, Clordano, Mirex, Toxafeno, y HCH pero se siguen utilizando a pesar de la prohibición. México ratificó su participación en el convenio de Estocolmo en febrero de 2003, en el cual se comprometió a elaborar un Plan Nacional de Implementación con elementos de diagnóstico de los niveles de Contaminantes Orgánicos Persistentes (Uresti-Marín *et al.*, 2008).

Descripción de las especies analizadas

Lisa (Mugil cephalus)

Pertenece a la familia mugilidae, su cabeza y cuerpo están cubiertas completamente por escamas, de color generalmente plateado, con escamas relucientes en su vista lateral, pero de color gris oscuro en vista dorsal; su cuerpo puede presentar líneas, manchas

u otras marcas poco notables; las aletas son incoloras, pero puede haber excepciones pudiéndose presentar amarillas o con bordes amarillos o negros. Pueden alcanzar tamaño de hasta 91 cm, pero comúnmente las tallas comerciales están alrededor de los 35 cm.

Se distribuye a lo largo del litoral mexicano, habita sobre fondos fango-arenosos y rocosos, con profundidades de los 0-120 m, son tolerantes a grandes variaciones salinas, abundantes en bahías, lagunas de aguas salobres y estuarios. Se alimenta de zooplacton, materia vegetal en decadencia y detritos. En algunas larvas se han encontrado mosquitos y copépodos en el tracto digestivo (FAO, 2006, 2017).

La pesca de la lisa es intensiva, pues la carne y sus huevos se comercializan en fresco y salado siendo una especie de consumo importante.



Figura 1. Principales productores mundiales de *Mugil cephalus*. Fuente: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.

Pargo (L. novemfasciatus, L. argentiventris, L. colorado)

Los peces de la familia Lutjanidae, están caracterizados por un opérculo débil, dientes en forma de media luna sobre el vómer, lengua con uno o más parches de dientes, branquiespinas en el miembro inferior del primer arco, aleta dorsal de 10 espinas, aleta anal de 3 espinas, perfil posterior de las aletas dorsal y anal angular. Los pargos más comúnmente explotados en el Complejo San Ignacio-Macapule-Navachiste son el pargo mulato de coloración gris *L. novemfasciatus* (Fig. 2A), el amarillo *L.*

argentiventris (Fig. 2B), y el huachinango *L. colorado* (Fig. 2C). Todas son especies depredadoras, nocturnas que se alimentan de crustáceos y otros peces (Arreguín-Sánchez y Manickhand-Heileman, 1998; Santamaría-Miranda *et al.*, 2005).

Estas especies, como otras de la misma familia, se distribuyen en aguas tropicales y subtropicales, desde el sur del Golfo de California hasta el Perú, en aguas someras de la zona nerítica como zonas más profundas de hasta 550 m. (Fig. 3). Su ciclo de vida requiere más de un hábitat, los organismos jóvenes se encuentran en aguas costeras y estuarios bajos. Alcanzan la madurez sexual antes de los tres años de edad, y su ciclo reproductivo presenta dos ciclos de desove, uno largo durante la época de lluvias, y uno más corto que abarca los primeros cuatro meses del año (Allen, 1985; Aburto, 2007; Aburto-Oropeza *et al.*, 2009).

Como recurso pesquero, las captura comercial mundial de pargo alcanza las 90,000 t año⁻¹, en el golfo de california cuyos volúmenes alcanzan las 300 t año⁻¹, mientras que el estado de Sinaloa representa un 5 % de las pescas del pacífico mexicano y en particular en la zona del Complejo Lagunar se generan ingresos por más 1 240 000 pesos (CONAPESCA, 2015; SAGARPA, 2003).

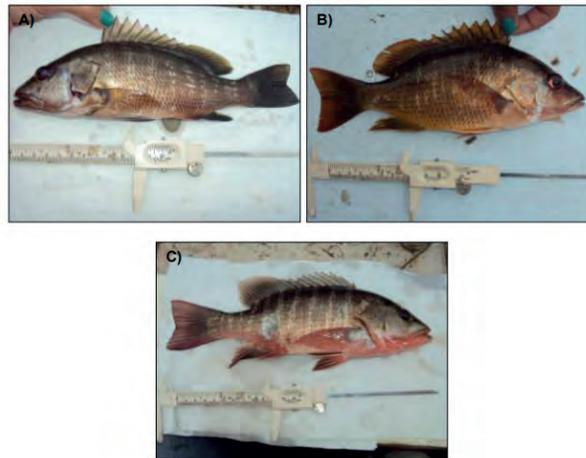


Figura 2. Ejemplares capturados de la familia Lutjanidae analizadas A) *L. novemfasciatus* B) *L. argentiventris* C) *L. colorado*. Fuente: Granados-Galván, 2014.



Figura 3. Distribución de pargo (*Lutjanus*) en América. Fuente: Aquamaps.org

Jaiba (Callinectes bellicosus)

Pertenece a la familia de los Portunidae, del género *Callinectes*, la jaiba *C. bellicosus* se distribuye la costa de California, Bahía de Almejas, Baja California Sur, la costa occidental de la Baja California. En el Golfo de California se distribuye hacia el sur en la Bahía de La Paz en la península y del lado continental habita en Topolobampo así como en el Complejo San Ignacio-Macapule-Navachiste (Rodríguez-Rojero, 2004).

La jaiba *C. bellicosus* tolera condiciones de salinidad de 31-38 ‰ y temperatura de 4-18° C, y una profundidad de 0-30 m (Hernández y Arreola, 2007). Tiene un ciclo de vida complejo, comprende estadios planctónicos, nectónicos y béntónicos, los cuales ocurren en sistemas lagunares cercanos a la zona marina. Son organismos diurnos, omnívoros, detritívoros, depredadores y carroñeros (Ramos-Cruz, 2008; Reichmuth *et al.*, 2010). Presentan dimorfismo sexual. Los machos adultos tienen el abdomen en forma de T invertida, delgada y larga; las hembras tienen un abdomen triangular y sellado en el caso de las hembras inmaduras, en las hembras maduras este es redondeado y ancho (Rámirez-Felix *et al.*, 2003).

Se considera que la población de *C. bellicosus* de Sonora y Sinaloa como una sola población, debido a que las hembras grávidas salen del sistema lagunar que habitan, a liberar los huevos fertilizados a mar abiertos, donde se mezclan con huevos de

otros organismos de diferentes sistemas lagunares, formando así una sola población de *C. bellicosus*, y posiblemente *C. arcuatus* tenga un comportamiento similar. El género *Callinectes* tiene una amplia aceptación comercial en México, se ubica entre los primeros diez países en captura de jaiba. En el 2011 se exportaron más de 3 mil ton de jaiba en diferentes presentaciones con un valor de mercado de 34 millones de dólares estadounidenses. Mientras que la captura de jaiba fue mayor a las 20 000 ton peso vivo, de los cuales en Sinaloa se capturaron más de 6 mil ton y Sonora más de 4 mil ton (Escamilla-Montes, *et al.*, 2013; CONAPESCA, 2011).

Metodología

Sitio de estudio

Complejo Lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule

El complejo lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, se ubica en el sureste del golfo de California, en el estado de Sinaloa, municipio de Guasave, tiene una superficie de 24,000 ha, localizado entre los 25° 22' y 25° 34' N y 108° 40' y 109° 02' O. La precipitación anual promedio es de 300 mm, la temporada de lluvia es de finales de verano a principios de otoño. Tiene mareas semiduras con dos inundaciones desiguales y ciclos de reflujo cada 24 a 84 h. La amplitud de las mareas es de 1.08 m con una velocidad de corriente de 2.1 m s⁻¹ en la entrada Vasequilla. En la Boca de Ajoro la dinámica hidrológica es dominada por los vientos de la región. La cantidad de islas formadas por deposición de arena también afectan la dinámica hidráulica del sistema. Dentro del sistema lagunar se encuentran tres islas mayores en tamaño: San Ignacio, Macapule y Vinorama, y otras islas e islotes menores, integrales del Programa de Áreas Naturales Protegidas Islas del Golfo de California (ANP), desde 1978 y que desde 2008 la zona se denominó como sitio RAMSAR.

Este ecosistema recibe las aguas residuales de la zona agrícola adyacente (aproximadamente 230 000 ha de cultivo), de las cuales destaca el distrito de riego 063 con más de 116 000 ha. Mientras que las descargas urbanas son incorporadas sin tratamiento a los drenes, que incorporan grandes cantidades de materia orgánica, plaguicidas, metales pesados y fertilizantes, con un volumen de descarga de 700 000 m³ año⁻¹. La actividad agrícola es la principal generadora de aguas residuales, con un 60 % de las descargas que terminan en el sistema lagunar.

Este sistema lagunar tiene una gran importancia ecológica local y económica, pues alberga una gran variedad de moluscos (almejas, ostras y caracoles) y de escama (robalo, mojarra, pargo y botete), de las que se sostienen las pesquerías que junto con la acuicultura intensiva del camarón (Cifuentes-Lemus y Gaxiola-López, 2003) son las actividades que sostienen las poblaciones pesqueras de la zona. En el sistema se encuentran enclavadas siete comunidades pesqueras: El Huitussi, El Cerro Cabezón, El Caracol, El Coloradito, El Tortugo, La Pitahaya y La boca del Río, cuya actividad principal es la pesquería ribereña que sostiene de 10 000 personas con un potencial pesquero de cerca de 50 km de litoral y más de 24 000 ha (Torres-Torres, 2002).

Puntos de colecta de Lisa Muguil Cephalus

La captura de lisas se llevó a cabo desde marzo del 2010 hasta febrero del 2011. Se colectaron 31 lisas en cinco puntos de colecta establecidos dentro del complejo lagunar (fig. 4).

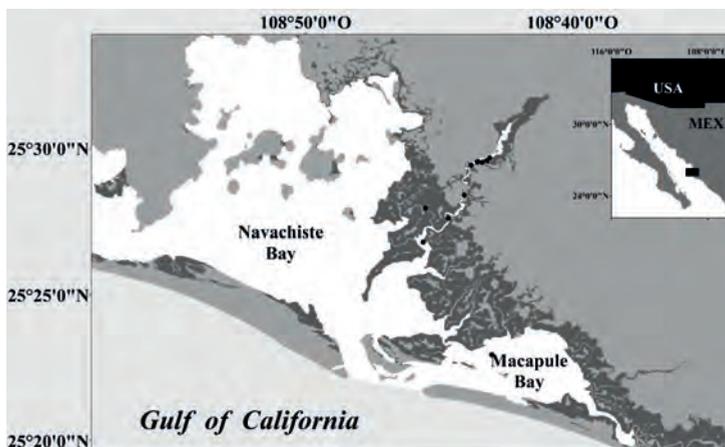


Figura 4. Puntos de captura de la lisa *Mugil cephalus* en el complejo lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule. Fuente: Reyes-Montiel, *et al.*, 2013.

La captura de los pargos (Fig. 5) se realizó desde febrero del 2012 a febrero del 2013, se recolectaron 110 pargos, que fueron diseccionados para la extracción del tejido muscular (filete).

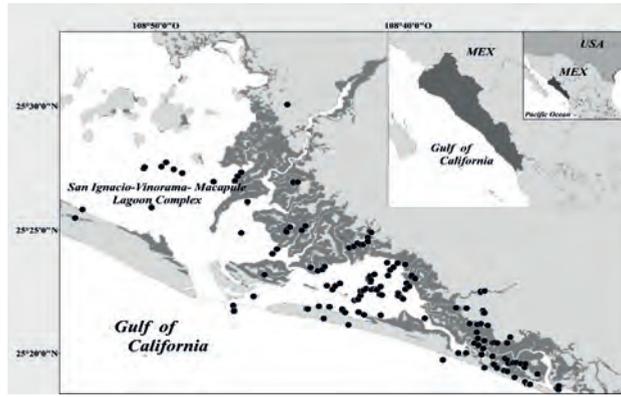


Figura 5. Puntos de colecta de Pargos *L. novemfasciatus*, *L. argentiventris*, *L. colorado*, dentro del complejo lagunar San Ignacio-Vinorama-Macapule. Fuente: Granados-Galván, *et al.*, 2015.

Puntos de colecta Jaiba *C. bellicosus*

Para la recolecta de jaiba se establecieron cinco puntos de captura (fig. 6), el periodo de recolecta fue desde enero del 2014 a abril del 2015. Se recolectaron 89 animales a lo largo de los periodos de toma de muestras.

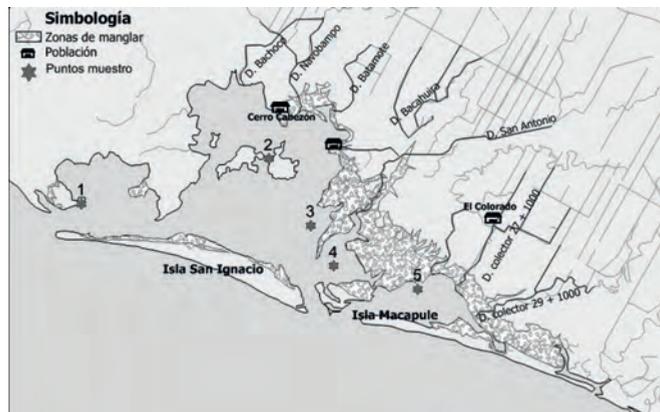


Figura 6. Puntos de colecta de jaiba en el complejo lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule. Fuente: Castro-Elenes, 2014.

Extracción de los OCP de los tejidos

Para la extracción y separación de los OCP del tejido, se tomaron tres porciones de 7.5 g de cada organismo y colocadas en un mortero de porcelana con 5 g de sulfato de sodio anhidro (FAGALAB®, Cat. 2349-600) y 25 ml hexano grado HPLC. Pasado el Proceso de extracción (homogenización), se tomaron 20 ml de cada extracto recuperado (hexano con los OCP disueltos) de cada porción de tejido y fueron limpiados pasándolos a través de columnas de vidrio empacadas con 4 g de aluminio (FAGALAB®, Cat. 2269-100) 4 g de MgO₃Si (JT BAKER®, Cat. M368-07), 4 g de SiO₂, y 1 g Na₂SO₄ (JT BAKER®, 2405-01), activadas en horno a 130° C durante 12 h y desactivadas con agua des ionizada (5% del peso). Los extractos fueron recuperados en vasos de precipitados de 20 ml y colocados en arena caliente (50° C) para evaporar el hexano remanente. Las muestras fueron re suspendidas en 2 ml de trimetil-pentano (Golden Bell®, Cat. 37740-400) y transferidas a viales de 5 ml.

Determinación y cuantificación de los OCP

De cada vial, se extrajeron 2 µl que fueron inyectados en el cromatógrafo de gases (CG) AutoSystem PERKIN-ELMER®, equipado con sistema de captura de electrones (ECD), las condiciones de operación fueron las siguientes: temperatura inicial del horno 99° C durante 2 min, después fue incrementada a ritmo de 8° C por minuto hasta que alcanzó los 290° C, se mantuvo así durante 3 min para después ser reducida a 99° C. La temperatura de inyección 260° C y la del detector fue de 310° C. Se utilizó una columna RESTEK® (Rtx-5), gas de acarreo fue nitrógeno (INFRA®) a 4.22 kgcm⁻² y flujo de 31 ml min⁻¹. Para el control de calidad del análisis cromatografico, se preparó un estándar interno (2 ng µl⁻¹ de estándares SUPELCO® EPA 8080 Pesticides Mix, Cat. 4-7913) que fue analizado en el equipo de CG antes y después de que las muestras fuesen analizadas para asegurar que la cuantificación y la identificación de los OCP haya sido correcta.

Análisis estadístico

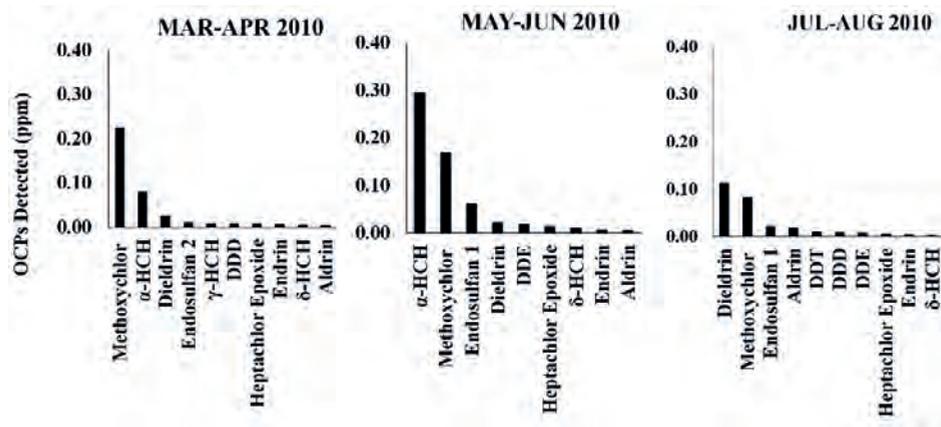
Los datos obtenidos fueron analizados con el software SAS 9.0* y STATISTICA 7.0*. La normalidad de los datos se evaluó mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov (p<0.05, α = 0.05); No presentaron Homocedasticidad por lo que fueron sometidos

a una prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$, $\alpha = 0.05$), para determinar diferencias entre las concentraciones por colecta.

Resultados

Plaguicidas organoclorados en Mugil Cephalus

Se encontró la presencia de Dieldrín en todas las recolectas de muestras en concentraciones variables, dependiendo de la temporada. En marzo-abril, se encontró Metoxicloro (303 ng g^{-1}), seguido de α -HCH (80 ng g^{-1}), Endosulfan II (11 ng g^{-1}), Heptacloro hepoxido (8 ng g^{-1}) y Aldrín (4 ng g^{-1}). En mayo-junio se encontró en mayor concentración el α -HCH (295 ng g^{-1}) que el Metoxicloro (169 ng g^{-1}), en julio-agosto las concentraciones de Dieldrín fueron superiores a las de Metoxicloro con 236 ng g^{-1} y 94 ng g^{-1} , respectivamente. En septiembre-octubre, Endosulfan I (49 ng g^{-1}) tuvo la concentración más alta seguido de Dieldrín ($36 \mu \text{ g}^{-1}$) y Heptacloro epoxido ($32 \mu \text{ g}^{-1}$). En enero-febrero fue Dieldrín a $356 \text{ ng}\mu/\text{g}$, seguido de Metoxicloro (99 ng g^{-1}), D-HCH (11 ng g^{-1}), y Endosulfán I y II en concentraciones menores a 10 ng g^{-1} .



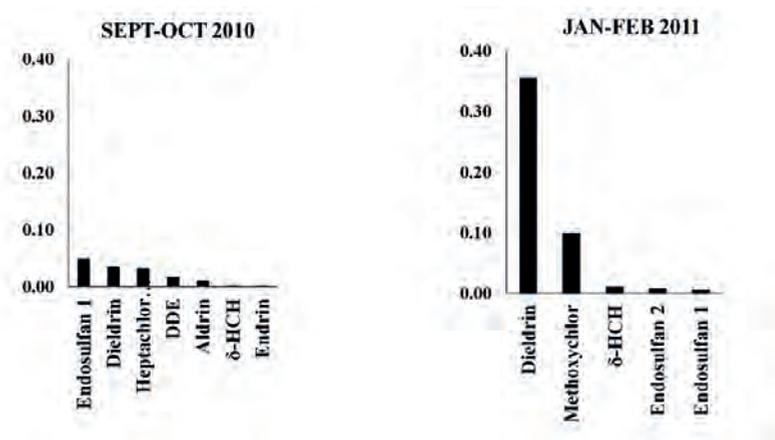


Figura 7. Concentraciones promedio de plaguicidas organoclorados encontrados durante los muestreos.

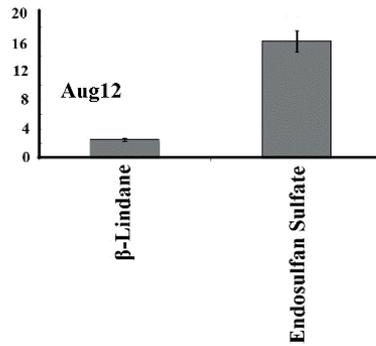
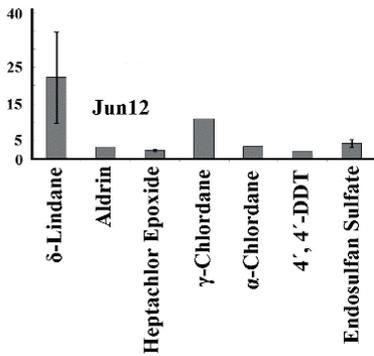
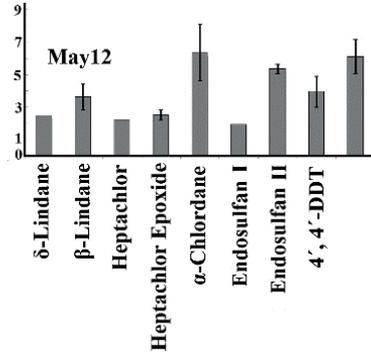
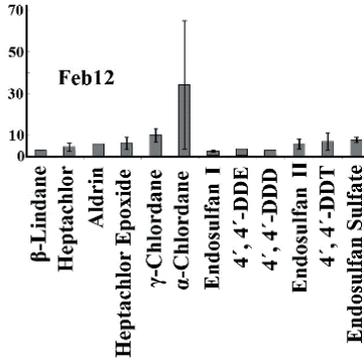
Plaguicidas organoclorados encontrados en Pargo

En caso de el pargo, en el 84% de las muestras se detectaron entre uno y diez plaguicidas, con un intervalo de concentración de 1.76-56.96 ng g⁻¹ para *L. argentiventris*, 1.26-34.67 ng g⁻¹ para *L. novemfasciatus*, y de 1.49-95.35 ng g⁻¹ para *L. colorado*; no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de plaguicidas encontradas entre las especies ($p < 0.05$).

Los OCP más frecuentes en el tejido muscular de pargo fueron el Endosulfán sulfato, Heptacloro epóxido, y el δ-HCH (72.8, 24 y 33 %, respectivamente). Con mayor concentración promedio durante el ciclo de recolectas fueron el δ-HCH (24.68 ng g⁻¹), γ-clordano (12.48 ng g⁻¹), α-clordano (10.12 ng g⁻¹) y el Endosulfán sulfato (7.32 ng g⁻¹).

Por periodo de recolecta, en febrero del 2012, se encontraron en mayor concentración α-clordano (34.03 ng g⁻¹) y δ-HCH (31.12 ng g⁻¹). En Mayo estuvieron inferiores a las concentraciones promedio α-clordano (6.34 ng g⁻¹) y Endosulfán sulfato (6.11 ng g⁻¹). Durante junio, octubre y diciembre de 2012 se encontraron concentraciones mayores para δ-HCH (22.20, 15.39, y 60.25 ng g⁻¹, respectivamente), y de γ-clordano (10.79, 11.10 y 21.62 ng g⁻¹, respectivamente). En agosto de 2012 y febrero de 2013 el Endosulfán sulfato registró 16.03 ng/g y 5.49 ng g⁻¹, respectivamente.

OCP Concentración in *snapper fillet* (ng•kg⁻¹)



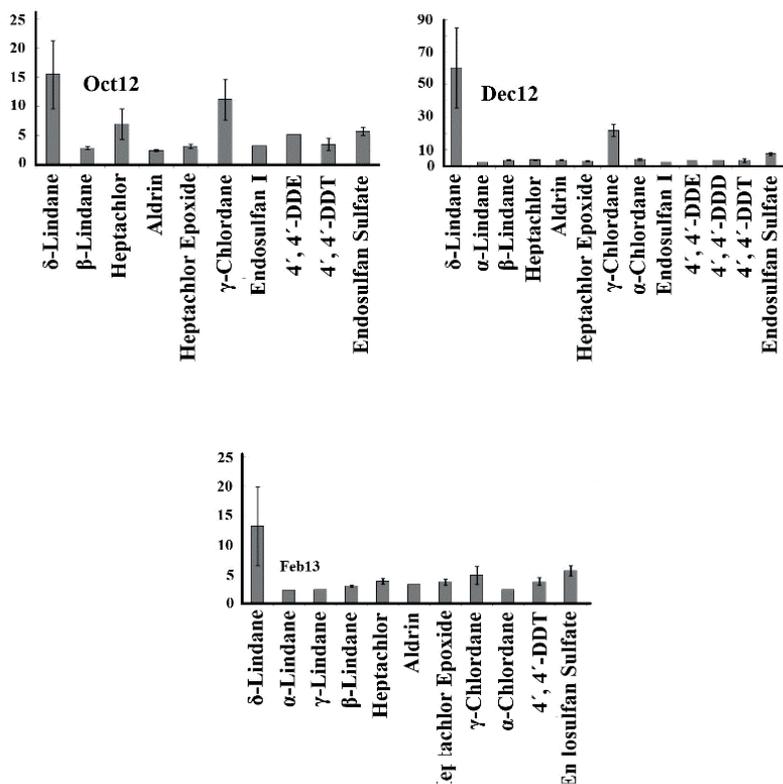


Figura 8. Concentración media de plaguicidas organoclorados en pargo por periodo de colecta.

Concentraciones de plaguicidas organoclorados en *Callinectes bellicosus*

Se detectó la presencia de plaguicidas organoclorados en todas las muestras recolectadas. Aldrín se registró en el 100% de las muestras, α-clordano en el 26 % y 3,4-5-6-tetracloroxileno en el 20 %. Las concentraciones estuvieron en un intervalo entre 0.0007 y 0.1216 ng g⁻¹. Los OCP con mayor concentración media total fueron Aldrín (0.747 ng g⁻¹), 3,4,5,6-tetracloroxileno (0.3840 ng g⁻¹) y dieldrín aldehído (0.1131 ng g⁻¹).

Con respecto a la fecha de recolecta no hubo diferencia significativa en las concentraciones encontradas entre ellos. En abril (2014), destacó la presencia de

Aldrín (0.169 ng g^{-1}), Dieldrín aldehído (0.046 ng g^{-1}) y Tetracloro (0.025 ng g^{-1}). En julio (2014), Aldrín (0.204 ng g^{-1}), Tetracloro (0.169 ng g^{-1}) Endosulfan II (0.050 ng g^{-1}) y Dieldrín aldehído (0.037 ng g^{-1}). En noviembre (2014), Aldrín (0.212 ng g^{-1}) y Tetracloro (0.072 ng g^{-1}) en mayor concentración. En enero de 2015, destaca la presencia mayoritaria de Endosulfan I (0.246 ng g^{-1}), Aldrín (0.205 ng g^{-1}) y Tetracloro (0.117 ng g^{-1}).

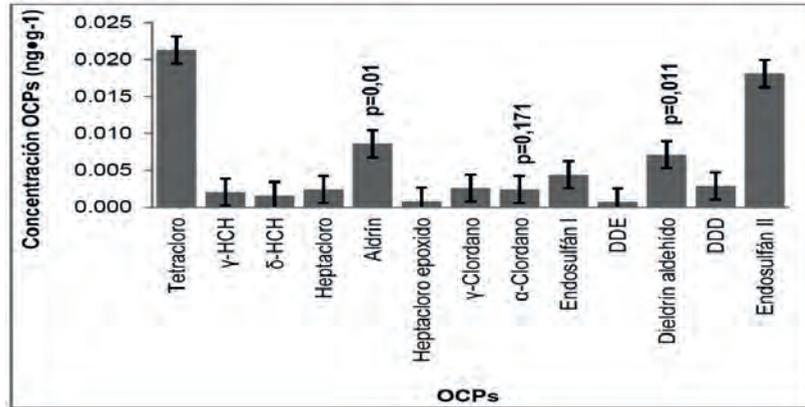


Figura 9. Concentraciones de plaguicidas organoclorados por periodo de colecta en tejido muscular de jaiba en el periodo de abril de 2014 a enero de 2015.

La concentración y tipos de plaguicidas encontrados en las tres especies de organismos estudiados destaca que los pargos (*Lutjanus colorado*, *L. novemfasciatus*, *L. argentiventris*) presentan la mayor variedad de OCP, seguidas de la lisa y la jaiba, respectivamente. La especie con mayor concentración total de plaguicidas es *Mugil cephalus*, 748.28 ng g^{-1} totales, de ahí le siguen el Pargo (*Lutjanus spp*) con 94.59 ng g^{-1} y la Jaiba (*Callinectes bellicosus*) 0.0323 ng g^{-1} en peso húmedo.

Los OCP con mayores concentraciones fueron encontrados en tejido muscular *Mugil cephalus*, α-HCH con 170.74 ng g^{-1} , Metoxicloro con 160.42 ng g^{-1} y el Endosulfán con 107.96 ng g^{-1} .

En el caso de los *Lutjanus* y *Callinectes*, los tipos de plaguicidas y las concentraciones de estos disminuyen de forma palpable. La mayor concentración de plaguicidas en *Lutjanus* la presentó δ-HCH con 27.68 ng g^{-1} , mientras que el plaguicida de mayor concentración en *Callinectes* fue el Endosulfán sulfato con 0.0111 ng g^{-1} (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración de plaguicidas organoclorados (ng g ⁻¹) en las diferentes especies (concentración media entre colectas, por especie) en peso húmedo.			
OCP	Especies Analizadas		
	Mugil cephalus	Lutjanus colorado, L. novemfasciatus L. argentiventris	Callinectes bellicosus
3,4,5,6-tetracloroxileno	ND	ND	0.0079
δ-HCH	5.36	27.68	0.0047
α-HCH	170.74	2.13	0.0018
γ-HCH	8.68	2.25	ND
β-HCH	ND	2.92	ND
Heptacloro	14.72	4.45	ND
Aldrín	10.96	3.29	0.0048
Heptacloro epóxido	ND	3.64	ND
γ-clordano	ND	12.48	ND
α-clordano	ND	10.12	0.0009
Endosulfan I	107.96	2.26	0.0011
4,4'-DDE	12.56	3.86	ND
4,4'-DDD	9.21	2.86	ND
Endosulfan II	194	5.56	ND
4,4'-DDT	9	3.77	ND
Endosulfan sulfato	ND	7.32	0.0111
Metoxicloro	160.42	ND	ND
Dieldrín	45.67	ND	ND

En el caso de la concentración de plaguicidas mínima se encontró en la jaiba con una concentración de α -clordano de 0.0009 ng g^{-1} , en los pargos fue el α -HCH con 2.13 ng g^{-1} y en *Mugil cephalus* fue γ -HCH con 8.68 ng g^{-1} .

Las concentraciones de algunos de los plaguicidas encontrados pueden ser comparadas con los concentraciones de riesgo presentadas en las tablas de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA) en el manual de para la Determinación de Riesgo y Límites de Consumo de Peces Volumen 2 (USEPA, 2000) en el que el límite máximo para un consumo de consumo seguro (porción de 227 g para una persona de 70 kg) de carne de estos organismos con respecto a los plaguicidas encontrados.

El consumo de lisa (*Mugil*) se considera seguro a un máximo de 12 porciones mensuales con respecto a las concentraciones totales de DDT y Endosulfán. Para el pargo, los límites de consumo mensual diario de Heptacloro epóxido es de 16 porciones, para la concentración total de Clordano las porciones máxima es de 12, y para los DDT totales un máximo de 8 porciones al mes. En *Callinectes bellicosus* se tiene un límite seguro de consumo mensual de no más de ocho porciones mensuales, con respecto a las concentraciones totales de HCH y Clordano encontrados en su tejido.

Discusión

Los OCP son sustancias insolubles en agua y son afines a la materia lipídica de la materia orgánica. En el caso de las concentraciones de OCP en los organismos analizados hasta el momento, cuya fuente puede ser el Valle Agrícola de Guasave (Reyes-Montiel et al. 2013), debido a que las escorrentías de los drenes agrícolas que pueden estar arrastrando residuos de OCP (Montes et al. 2011).

En nuestro trabajo algunos OCP tienen una vida media baja y que se determinaron en las tres especies analizadas como el Aldrín y HCH en las tres especies y Clordanos en Jaiba. En el caso de *Mugil cephalus* y las concentraciones de OCP encontradas en tejido muscular pueden atribuirse a que es una especie detritívora y el sedimento de la zona puede estar conteniendo residuos de OCP (Montes et al. 2011). Estos hábitos alimenticios pueden favorecer la incorporación de OCP al organismo cuando esta especie desciende al fondo y remueve sedimento para alimentarse (Guo et al., 2008; Malarvannan et al., 2011). Otro factor que puede influir en la concentración de OCP

en *Mugil Cephalus* es que también se alimenta de materia vegetal en decadencia, y zooplacton, mosquitos y sus huevecillos, que son organismos que se encuentran en suspensión en el agua y que pueden entrar en contacto con los COP mediante la piel (Wang y Wang, 2005).

El pargo, al ser una especie carnívora, se alimenta de invertebrados y peces. La concentración y variedad de OCP en su músculo se atribuye a la bioacumulación (Van Ael *et al.*, 2012). En el caso del pargo (*Lutjanus spp*), se detectaron 14 de 17 plaguicidas entre los 2.13 y 27.78 ng g⁻¹ cuya variedad de OCP es mayor que la cantidad debido a la variedad de sus presas (García-Ortega, 2009).

La jaiba presenta concentraciones y variedad menor de OCP que las dos especies antes mencionadas, con siete de 17 plaguicidas y un intervalo de concentración entre 0.0009 y 0.0111 ng g⁻¹. El contenido lipídico en su carne puede influir para que esta especie contenga menores concentraciones de OCP (Magalhães, *et al.*, 2012). Este contenido es menor que en los peces y por lo tanto tendería a bioacumular menos residuos de OCP (Van Ael *et al.*, 2012) a pesar de su alimentación detritívora similar a la de la lisa.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de estos estudios, se observa que la concentración de OCP en tejido comestible de especies comerciales marinas, depende los hábitos alimenticios así como de otros factores como la presencia de lípidos en sus tejidos. A pesar de las concentraciones detectadas de OCP en lisa, pargo y jaiba durante este estudio se aprecia puede realizarse un consumo seguro de la carne de estas especies con un máximo de 12, de 12-16 y 8 porciones al mes, respectivamente. Los resultados obtenidos en relación a la presencia de OCP en las tres especies y que se analizaron en diferentes periodos anuales, conduce a afirmar que en el Valle agrícola de Guasave los agricultores utilizan de forma constante plaguicidas prohibidos en México de acuerdo al Convenio de Estocolmo signado por nuestro País. El grado de contaminación con OCP en estas especies obliga a mantener un monitoreo cercano al grado de contaminación de un sistema lagunar que es parte de una ANP y de un sitio RAMSAR que contienen ecosistemas en excelente salud ecológica. Cabe señalar que de acuerdo a la legislación ambiental mexicana en relación con la inocuidad

alimentaria los alimentos deben estar completamente libres de residuos de OCP, determinándose que las especies aquí analizadas no son seguras para consumo humano (NOM-029-SSA1-1995). Por último, se recomienda seriamente realizar un monitoreo constante sobre el contenido de OCP en organismos marinos de consumo frecuente de esta área. Esto con el objetivo de tomar medidas sobre las condiciones que deberán tener las descargas para evitar problemas serios de contaminación tanto en el agua, sedimento y de las especies que habitan en el sin poner en riesgo la pesquería ribereña que depende de este sistema lagunar.

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional y a su Departamento de Medio Ambiente del CIIDIR Unidad Sinaloa. Y a los Proyectos IPN: SIP 20120079, 201303273, SIP 20140036 y SIP20150346, y CONACYT 280030 Red Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Literatura citada

- Aburto, O. 2007. El pargo Amarillo: Depredador de los arrecifes rocosos. *Biodiversitas*. 73(1): 8-11.
- Aburto-Oropeza, O., Dominguez-Guerrero, I., Cota-Nieto, J., Plomozo-Lugo, T. 2009. Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (*Lutjanus argentiventris*) in the Gulf of California. *Marine Biology*. 156(1): 2461-2472.
- Albert, L.A. 2005. Panorama de los plaguicidas en México, *Revista de toxicología en línea (RETEL)* 8° Octava edición. En: <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=124>, consultado el 12 de enero del 2017.
- Allen, G.R. 1985. *FAO species catalogue*. Vol. 6. *Snappers of the world*. An annotated and illustrated catalogue lutjanid species known to date. *FAO Fish Synop.*, 208 pp
- Arata, A.A. 1983. *Perspectivas del uso de plaguicidas: Historia, Situación actual y necesidades futuras*. En: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/003106/03106-02.pdf>, consultado el 16 de enero de 2017.
- Arreguín-Sánchez, F., Manickhand-Heileman, S. 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of México. *Journal of Fish Biology*. 53 (1): 143-153.

- Badii, M., Garza-Almanza, V., Landeros, J. 2006. Efecto de los plaguicidas en la fauna silvestre. *Cultura Científica y Tecnológica*. 3 (1):14-15.
- Chen MYY, Wong WWK, Chen BLS, Lam CH, Chung SWC, Ho YY, Xiao Y. 2015. Dietary exposure to organochlorine pesticide residues of the Hong Kong adult population from a total diet study. *Food Additives and Contaminants* 32(3): 342-351.
- Chen, M. Y. Y., Wong, W. W. K., Chen, B. L. S., Lam, C. H., Chung, S. W. C., Ho, Y. Y. y Xiao, Y. (2015). Dietary exposure to organochlorine pesticide residues of the Hong Kong adult population from a total diet study. *Food Additives and Contaminants. Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment* 32(3), 342-351.
- Cifuentes-Lemus, J.L., Gaxiola-López, J. 2003. Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa. El Colegio de Sinaloa. Culiacán, México. 451.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). 2015. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2013. En: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>, consultado el 18 de enero de 2017.
- Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. 2006. Cultured Aquatic Species Information Programme *Mugil cephalus*. Cultured Aquatic Species Fact Sheets. En: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mugil_cephalus/es , consultado el 25 de enero del 2017.
- Ebadi, A.G., Shokrzadeh, M. 2006. A survey and measurement of residues of lindane (organochlorine pesticides) in four species of the most consumed fish in the Caspian Sea (Iran). *Toxicology and Industrial Health* 22(1): 53-58.
- Escamilla-Montes, R. Cruz-Agüero, R., Villalejo-Fuerte, M. Diarte-Plata, G. 2013. Fecundidad de *Callinectes arcuatus* (Orway, 1863) y *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) (Decapoda: Brachyura: Portunidae) en la Ensenada de la Paz, Golfo de California México. *Universidad y Ciencia* 29(1) p. 53.61.
- Escobedo-Urías, D. 2010. Diagnóstico y descripción del proceso de eutrofización en lagunas costeras del norte de Sinaloa. Tesis de doctorado. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. México. 274 p.
- FAO. 2011. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO, Cultured Aquatic Species Information Programme *Mugil cephalus*. Cultured Aquatic Species

- Fact Sheets. En http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mugil_cephalus/ es, consultado el 16 de enero de 2017.
- García-Ortega, A. 2009. Nutrition and feeding research in the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) and Bullseye puffer (*Sphoeroides annulatus*), new species for marine aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry* 35(1): 69-80.
- Guo, Y., Meng, X.Z., Tang, H.L. y Zeng, E.Y., 2008. Tissue distribution of organochlorine pesticides in fish collected from the Pearl River Delta, China: implications for fishery input source and bioaccumulation. *Environmental Pollution* 155(1) 150-156.
- Karam, M. A., Ramirez, G., Bustamante Montes, L. P., & Galvan, J. M. (2004). Plaguicidas y salud de la población. *Ciencia Ergo Sum* 11(3). 246-254.
- Kaschner, K., K. Kesner-Reyes, C. Garilao, J. Rius-Barile, T. Rees, and R. Froese. 2016. Computer generated distribution maps for *Lutjanus novemfasciatus* (Pacific dog snapper), with modelled year 2100 native range map based on IPCC A2 emissions scenario. En: www.aquamaps.org, consultado el 26 de enero del 2017
- Kolankaya, D. 2006. Organochlorine pesticide residues and their toxic effects on the environment and organisms in Turkey. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 86 (1-2): 147-160.
- Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos. Diario Oficial de la Federación. 2015. En: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_220515.pdf, consultado el 15 de enero de 2017.
- Lyle-Fritch, L.P. 2007. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Sistema Lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule. En: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Sinaloa/Bah%C3%ADa%20Topolobampo/SANTA_MARIA_TOPOLOBAMPO.pdf, consultado en noviembre de 2015.
- Magalhães, C.A., Taniguchi, S., Cascaes, M.J., Montone R.C. 2012. PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides in crabs *Hepatus pudibundus* and *Callinectes danae* from Santos Bay, State of São Paulo, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* (64):3 662-667
- Malarvannan, G., Takahashi, S., Ikemoto, T., Isobe, T., Kunisue, T., Sudaryanto, A. ... 2011. Contamination status and spatial distribution of organochlorine

- compounds in fishes from Nansei Islands, Japan. *Marine Pollution Bulletin* 63 (5-12): 541-547
- Montes, A.M., González-Farías, F., Botello, A.V. 2011. Pollution by organochlorine pesticides in Navachiste- Macapule, Sinaloa, Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment* 184(3): 1359-1369.
- Norma Oficial Mexicana NOM-029-SSA1-1993, norma oficial mexicana nom-029-ssa1-1993, bienes y servicios. Productos de la pesca. Crustáceos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud. 1995. En: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/029ssa13.html>, consultado el 16 de enero de 2015.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. *Diario Oficial de la Federación*. 2006 En: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912592&fecha=23/06/2006, consultado el 15 de enero del 2017.
- Orduña-Rojas, J., Longoria-Espinoza, R.M. 2006. Metal Content in *Ulva lactuca* (Linnaeus) from Navachiste Bay (Southeast Gulf of California) Sinaloa, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 77 (4): 574-580
- Pérez-Maldonado, I.N., Trejo, A. Ruepert, C., Jovel, R.C. et al. 2010. Assessment of DDT levels in selected environmental media and biological samples from Mexico and Central America. *Chemosphere*. 78 (10): 1244-1249.
- Rámirez, J. A., Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales* 4(2), 67-75.
- Ramírez-Feliz, E., Singh-Cabanillas, J., Gil-López, H. A., Sarmiento-Nafate, S., Salazar-Navarro, I., Montemayor-López, G., García-Borbón, J. A., Rodríguez-Dominguez, G., Castañeda-Lomas, N. 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes* spp) en el Pacífico mexicano: diagnóstico y propuesta de regulación. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). México. 54 pp.
- Ramos-Cruz S. 2008. Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae), en el sistema lagunar La Joya- Buenavista, Chiapas, México. Julio a diciembre de 2001. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3(3): 259-268

- Reichmuth, J. M. Weis, P., Weis, S. 2010. Bioaccumulation and depuration of metals in blue crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun) from a contaminated and clean estuary. *Environmental Pollution* 158 (1) 361-368.
- Reyes-Montiel NJ, Santamaría-Miranda A, Rodríguez-Meza GD, Galindo-Reyes JG, González-Ocampo HA. 2013. Concentrations of organochlorine pesticides in fish (*Mugil cephalus*) from a coastal ecosystem in the southwestern gulf of California. *Biology and Environment* 113B(3): 281-291. Y
- Rodríguez-Meza, G. D. y García-Gutierrez, C. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 3, 1-10
- Rodríguez-Rojero, A. 2004. Hábitos alimentarios de las jaibas *C. bellicosus* STIMPSON y *C. arcuatus* ORDWAY (Brachyura: Portunidae) en bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. México. 144 pp
- Santamaría-Miranda, A. Saucedo-Lozano, M., Herrera-Moreno, M.N., Apún-Molina, J.P. 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 40 (1): 33-44
- Sudaryanto, A., Monirith, I., Kajiwar, N, Takahashi, S., Hartono, P., Muawanah, Omori, K., Takeoka, H. Tanabe, S. 2007. Levels and distribution of organochlorines in fish from Indonesia. *Environment International*.33 (1): 750-758.
- Torres-Torres, F. 2002. Aspectos regionales de la seguridad alimentaria en México. *Revista de Información y Análisis*. 22 (1): 15-26.
- U.S.E.P.A., 2000. *Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories (Third Edition)*. Washington, DC
- Uresti-Marín, R.M., Santiago-Adame, R., Díaz-Moroles, N.E., Gurierrez-Lozano, J., Vázquez, M., Ramirez de León, J.A. 2008. Evaluación Preliminar de la presencia de pesticidas organoclorados en pescados de la presa Vicente Guerrero (Tamaulipas, México). *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 6 (1): 48-55.
- Van Ael, E., Covaci, A., Blust, R., y Bervoets, L. (2012). Persistent Organic Pollutants in the Scheldt estuary: Environmental distribution and Bioaccumulation. *Environment International* 48 (1): 17-27

Wang, X., Wang, W.X. 2005. Uptake, absorption efficiency and elimination of DDT in marine phytoplankton, copepods and fish. *Environmental Pollution*. 136 (1): 453-464.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Muñoz-Armenta G., I. A. Granados-Galván, N. J. Reyes-Montiel, M. Castro-Elenes, E. Pérez-González, G. D. Rodríguez-Meza y H. A. González-Ocampo*. 2017. *Presencia de Plaguicidas Organoclorados en Especies Marinas Comestibles del Sitio Ramsar San Ignacio-Navachiste-Macapule*. Capítulo I. Pp. 5-30. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO II

EL MANEJO ADAPTATIVO EN LA RESTAURACIÓN DE VEGETACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO EN LA MESA MONTORO, SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES, MÉXICO

Joaquín Sosa-Ramírez*, Vicente Díaz-Núñez, Andrés Herrera-Rodríguez, Jorge Alfonso Martínez-de Anda y Daniel Eugenio Chapa-Bezanilla

*Autor de correspondencia. Email: jsosar@correo.uaa.mx

Resumen

Con el objetivo de establecer una estrategia de restauración de la vegetación bajo el enfoque de manejo adaptativo en la zona de la Mesa Montoro del Área Natural Protegida Sierra Fría del Estado de Aguascalientes, durante el mes de julio del año 2013 se instalaron cuatro sitios experimentales, cada uno de ellos en cuatro predios: (1) Rancho El Refugio de Montoro, (2) Rancho Santa Rosa de Lima, (3) Ganadería Medina Ibarra y (4), un predio del Ejido los Muñoz. En cada uno se ubicaron cuatro parcelas de 544 m², donde se colocaron 21 plantas de *Quercus potosina* distribuidas en tresbolillo con una separación de 8 m. entre ellas. A cada cepa se le aplicaron 20 kg de lombricomposta, 10 en la parte inferior y 10 en la superior. En la época de sequía se aplicaron riegos de auxilio. Se realizaron revisiones mensuales en las que se evaluó la permanencia de las plantas, sobrevivencia, desarrollo del tallo y número de hojas. Cuando las plantas murieron, fueron reemplazadas y la metodología fue adaptada a los posibles factores relacionados con su declinamiento. En los primeros 6 meses, en

los cuatro sitios se reemplazó el 50% de los encinos establecidos originalmente y se implementaron estrategias de adaptación a perturbaciones naturales. A 18 meses de establecido el estudio, en cada uno de los sitios, la sobrevivencia fue de 70, 40, 95 y 6% respectivamente. En el sitio 1, el 50% de los encinos pueden considerarse como árboles establecidos (altura ≥ 60 cm, diámetro normal ≥ 1.5 cm y número de hojas promedio = 12.5). En el sitio 2, aun cuando no hay presencia de hojas, el diámetro normal es mayor a 2 cm. En la última observación, a los 24 meses de instaladas las plantas, se detectó una sobrevivencia del 65 y 70% solamente en los predios 1 y 2. El factor responsable de la mortalidad de los encinos, en los sitios 3 y 4 fue el daño ocasionado por ganado doméstico.

Palabras clave: Restauración de vegetación, manejo adaptativo, Sierra Fría, dinámica de ecosistemas.

Abstract

With the objective to establish a plant restoration using the adaptative management strategy in the Mesa Montoro area, Sierra Fria, Aguascalientes in central Mexico, during the month of July of the year 2013 we conducted a study in four experimental sites: (1) El Refugio de Montoro ranch, (2) Santa Rosa de Lima ranch, (3) Medina Ibarra cattle raising and (4), a property of the Ejido Los Muñoz. In each one we installed four parcels of 544 m², and collocated 21 plants of *Quercus potosina* with a distribution in tresbolillo form and 8m separation between each one. In each hole we applied 20 kg of compost, 10 in inferior site, and similar quantities in superior site. In drought time the plants were humiliated with irrigations. Systematically, each month we evaluated the variables prescence-absescence, survival, stem development and number of leaves. When the plant death, this were replaced by live plants, adapting the methodology to minimize the effects of natural and anthropogenic disturbance. The results obtained shown that the survival was of 70, 50, 96 and 6% respectively. In the site 1, 50% of the oaks can be considered trees established (high ≥ 60 cm, natural diameter ≥ 1.5 cm, and average number of leaves = 12.5). In site 2, there are not presences of leaves; nevertheless the average of natural diameter is higher of 2 cm. In the last observation, 24 months after the plants were installed, a survival of 65 and

70% was detected only in areas 1 and 2. The factor responsible for the mortality of the oaks in sites 3 and 4 was the damage caused by domestic livestock.

Key words: plant restoration, adaptative management, Sierra Fria, ecosystem dynamics.

Introducción

En la actualidad es muy común referirse a la estabilidad de los sistemas ecológicos, considerando la resiliencia o rapidez con la que el sistema regresa a sus condiciones originales, y la resistencia, que es la capacidad del sistema para soportar los disturbios. Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo, que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad del sustrato o el ambiente mismo (Pickett y White, 1985). Los disturbios son el conducto más importante en la dinámica de los ecosistemas forestales propiciando el modelaje en su estructura y funcionamiento (Turner, 2010). En este contexto, tanto las especies como las comunidades y los paisajes siempre han estado bajo diferentes regímenes de disturbio; sin embargo, en las dos últimas décadas estos se han intensificado en muchas partes del mundo (Gardiner *et al.*, 2010). Aunque la mayoría de los disturbios traen efectos benéficos en los ecosistemas, los cambios en sus regímenes podrían alterar considerablemente la estructura y funcionamiento de los ecosistemas con posibles impactos negativos en la diversidad biológica y la capacidad para proveer servicios ambientales a la sociedad (Thom y Seidl, 2016). Actualmente cerca del 80% de la superficie terrestre muestra evidencias de intervención humana, lo que implica grandes pérdidas de biodiversidad (Buchart *et al.*, 2010).

En todos los ecosistemas se presentan diferentes disturbios, tanto naturales como antrópicos, de diferentes magnitudes e intensidades; no obstante, al menos en los bosques templados de montaña, diversos estudios coinciden en que la agricultura y el sobrepastoreo son las principales causas de deforestación y degradación de los sistemas ecológicos en el mundo (Rey-Benayas y Bullock, 2012) con bajos niveles de recuperación, transformándolos en áreas agrícolas e incluso, en espacios urbanos (Calderón-Aguilera *et al.* 2012). Uno de los enfoques más interesantes para mitigar y tratar de revertir los impactos negativos de la intensificación de las actividades agropecuarias sobre las comunidades naturales es la restauración ecológica.

La restauración de ecosistemas es un tema relativamente reciente, que ha cobrado fuerza a raíz de los cambios globales que el planeta ha estado experimentando. La comunidad científica otorga un alto peso específico al cambio climático; sin embargo, alteraciones globales como la deforestación, pérdida de biodiversidad, cambio de uso del suelo y desertificación poseen la misma importancia por la estrecha relación que existe entre ellos (Vitousek *et al.*, 2004). En los últimos 8,000 años, cerca del 45 % de la superficie terrestre ha experimentado una transformación de bosques a un uso diferente, entre ellos, la agricultura, el pastoreo y la urbanización. A través de los procesos de deforestación y cambios de uso del suelo anualmente se emiten a la atmósfera cerca de 1.7 billones de toneladas métricas de CO₂, uno de los gases precursores del calentamiento global (Biodiversity and Climate change, 2007), no obstante los esfuerzos que se han realizado tanto para la conservación de las áreas forestales como para su restauración.

A escala internacional, existen sociedades científicas de reciente creación que buscan generar y difundir el estado del arte en la conservación de los ecosistemas y su funcionamiento (Symstad, 2003), entre ellas, la SER (Society for Ecological Restoration) y la GRN (Global Restoration Network). De esta manera, la SER promueve la restauración ecológica y las mejores prácticas para la conservación y manejo de ecosistemas, mientras que la GRN es un proyecto creado por la SER para conciliar los proyectos de restauración, el conocimiento científico y el trabajo de campo.

La literatura científica propone dos tipos de restauración, pasiva y activa (Rey-Benayas *et al.*, 2009). En la primera, la biodiversidad y los servicios ambientales se recuperan paulatinamente a través de la sucesión ecológica. Dependiendo del tipo de ecosistema, varía el tiempo para que se establezca la vegetación madura (por ejemplo, pinos, encinos, bosque espinoso, bosque tropical seco, etc.). Por otra parte, la restauración activa contempla el desarrollo de acciones que aceleren la cicatrización de los efectos de las perturbaciones en los ecosistemas. Las reforestaciones y el establecimiento de isletas de vegetación dispersa, contribuyen a la recuperación de la cubierta vegetal (Rey-Benayas *et al.*, 2009), aunque se corre el riesgo de simplificar los paisajes y disminuir la biodiversidad (SER, 2012). Aunque las dos estrategias conducen a la recuperación y mejoramiento del hábitat, la primera es menos costosa, pero el tiempo de recuperación es lento. En tanto que en la restauración activa, el

costo es alto, pero el tiempo de recuperación es menor a través de la regeneración asistida. En ambos casos, es posible que se formen estructuras de vegetación diferentes a la original (Morrison y Lindell, 2010), incluyendo la composición de especies. Por ejemplo, en Puerto Rico, se han encontrado bosques jóvenes de 30 o 40 años producto del abandono de sitios que fueron transformados en áreas agrícolas, donde, producto de la regeneración natural, la densidad de tallos y la biomasa es similar a la de un bosque maduro; sin embargo, la riqueza de especies es menor a la que debería de existir bajo condiciones naturales (Lamb *et al.*, 2005). El objetivo principal de la restauración de ecosistemas es el mantenimiento de la capacidad de resiliencia natural de los procesos ecosistémicos y restaurar sus funciones, por ejemplo, mantenimiento y secuestro de carbono, recreación, provisión de agua limpia, funcionamiento como hábitat de flora y fauna, entre otras (Crooks y Sharpe, 2007).

En los paisajes es común encontrar mosaicos de diferente cobertura y tipo de vegetación, causados por perturbaciones de carácter natural y/o antrópico, que dependiendo de la intensidad y duración del fenómeno, es el tiempo que tarda en recuperarse, pudiendo ir desde 1 hasta ≥ 50 años (Calderón-Aguilera *et al.*, 2012). Aunque existe abundante literatura sobre los principios de restauración de ecosistemas (Jackson y Hobs, 2009; Mansourian *et al.*, 2005; Suding, 2011), son pocos los casos exitosos de restauración ecológica que se han documentado. Por ejemplo, Chazdón (2008) sugiere que en bosques estacionalmente secos la severidad del disturbio es el factor limitante en la recuperación. Por su parte, Marcano-Vega *et al.*, (2002) mencionan que en Puerto Rico la recuperación de ecosistemas está en función del tiempo de abandono de las actividades agropecuarias, aunque, el tiempo se reduce con actividades como reforestación con plantas nativas.

En la Sierra Fría, Aguascalientes, una intensa explotación realizada durante las décadas de 1920-1940 del siglo pasado generó áreas con cobertura vegetal variante de < 10 y hasta 50 %. Transcurridos 70 años, algunos parches permanecen, otros se han recuperado; sin embargo, Díaz *et al.*, (2008) sugieren que cuando un disturbio en un fragmento del ecosistema reduce a menos de 20 % su cobertura, este se recupera muy lentamente o no es capaz de recuperarse, por lo que es necesario desarrollar acciones de restauración. Aunque se han desarrollado varias estrategias de forestación-reforestación, incluso, de restauración, no existe una evaluación seria que permita

inferir los factores relacionados con el éxito o fracaso en estas actividades (Pérez-Salicrup, 2005). En el Estado de Aguascalientes algunas agencias gubernamentales (por ejemplo, la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial, la Secretaría de Medio Ambiente y la Comisión Nacional Forestal) han desarrollado importantes inversiones para la restauración integral de ecosistemas (Del Ángel-Mobarak, 2012); sin embargo aunque existen evidencias de éxito en algunos sitios, las estrategias conducidas deben mejorarse. Este estudio busca contribuir a la mejora de las acciones de reforestación y restauración impulsadas tanto por los diferentes niveles de gobierno como por los propietarios pero respetando la diversidad nativa de cada comunidad natural.

Este proyecto se condujo con el objetivo de establecer una estrategia de restauración de la vegetación a través de la reintroducción de una especie de encino nativo (*Quercus potosina* Trel.) bajo el enfoque de manejo adaptativo en la Mesa Montoro, unidad ecológica localizada dentro del Área Natural Protegida Sierra Fría, en el Estado de Aguascalientes.

Materiales y Métodos

Ubicación y descripción del área experimental

El estudio se realizó en la sabana meridional de la Sierra Fría, un Área Natural Protegida con decreto Estatal desde 1994 (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 1994). El ANP Sierra Fría se localiza al Noroeste del Estado, comprendiendo parte de los municipios de Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos, Jesús María, Calvillo y San José de Gracia. El área de estudio es localmente conocida como la Mesa Montoro, tiene una superficie de 5,762 ha con una geoforma plana y pendiente $\leq 15\%$, existen algunas barrancas (Figura 1). La vegetación dominante incluye el encino chaparro (*Quercus potosina* Trel.), el palo chino (*Q. grisea* Liemb.), *Q. laeta* Liebm., palma yucca (*Yucca filifera* Chabaud) y en las barrancas predomina el encino rojo (*Q. eduardii* Trel.), manzanita (*Arcostaphylos pungens* Kunth), palo blanco (*Q. chihuahuensis* Trel.) y algunos ejemplares aislados de cedro (*Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl.). En esta zona las principales actividades productivas son el aprovechamiento de leña muerta y la crianza de ganado de lidia y carne. En las zonas planas (pendiente $< 15\%$), se seleccionaron cuatro predios en función de sus características ecológicas y del apoyo de sus propietarios para la conducción del proyecto. Estos fueron (1) Rancho El

Refugio de Montoro, (2) Rancho Santa Rosa de Lima, (3) Ganadería Medina Ibarra y (4) un predio del Ejido los Muñoz.

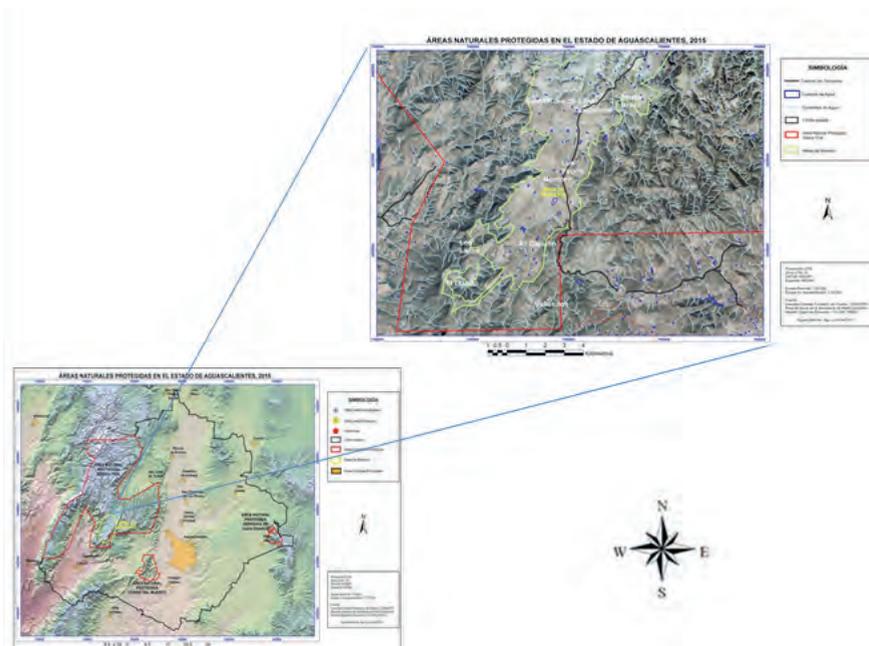


Figura 1. Ubicación geográfica de la de la Mesa Montoro en el Área Natural Protegida Sierra Fría, Estado de Aguascalientes.

Establecimiento de parcelas de trabajo

Durante el mes de julio del año de 2013, en cada uno de los predios se establecieron cuatro parcelas de 544 m² cada una, con una orientación al Norte y dirección de plantación sistemática. Los sitios fueron excluidos de la entrada de ganado a través de la colocación de un cerco de alambre. Para la recuperación de la vegetación se usaron encinos de la especie *Q. potosina*, una especie nativa de la Sierra Fría, con una altura mínima de 20 cm. y una máxima de 45 cm. Los arbolitos se distribuyeron en la parcela a manera de tresbolillo con una línea central y dos líneas laterales, así como una separación de 8 m. entre plántulas.

Para la repoblación de la vegetación se usó la técnica de islas de vegetación dispersas (Rey-Benayas *et al.*, 2009), que consiste en el establecimiento de parches con vegetación nativa y/o introducida, que funcionan a manera de sucesión ecológica y proporcionan condiciones para la recuperación de la vegetación original, desplazando a las especies con las que se realizó la reforestación. Las cepas se hicieron a 40 cm de profundidad y una anchura de 65 cm, con una volumen de 0.1 m³ de almacenamiento de agua. A cada planta se le proveyó de 20 kg de lombricomposta. Durante la temporada de sequía, que en Aguascalientes persiste en los meses de Noviembre-Mayo, se aplicaron riegos mensuales a razón de 20 litros de agua por árbol. Para la protección de los arbolitos al daño por insectos defoliadores se realizaron dos aplicaciones de Biocrack® a razón de 10 mm/litro de agua (un insectistático elaborado a base de extractos de *Allium sativum* con propiedades repulsoras), la primera al inicio de la aparición de hojas nuevas y la segunda en la primer semana del mes de agosto, en época de canícula.

Revisión de las plantas y adaptación a los efectos del ambiente

Se registró la fenología y morfología de cada una de las plantas al inicio de su instalación en las parcelas. Las variables medidas fueron el número de tallos, número de hojas, etapa de desarrollo de la hoja y altura de la plántula. Esta última, considerando desde la base de la planta hasta el ápice de crecimiento central. Se realizaron revisiones mensuales y en cada una de ellas se consideró la permanencia y sobrevivencia de cada árbol/parcela/sitio.

Como parte de la estrategia de restauración activa, después del tercer mes, como consecuencia de la pérdida de plantas, se establecieron dos tratamientos de micro exclusión a roedores y lagomorfos (ardillas, ratones, conejos, etc). El primero, fue un testigo, sin protección, el segundo tratamiento consistió en la colocación de un tubo de pvc de 60 cm sobre el nivel del piso. Este método tuvo dos objetivos, por un lado, proteger a la planta del daño por roedores y por otro, generar un microclima que permita a la planta lograr una rápida adaptación al ecosistema (Figura 2).



Figura 2. Instalación de parcelas para la restauración de la vegetación en la Mesa Montoro, Sierra Fría, Aguascalientes. A) Colocación de Tubos de PVC para la protección de los encinos pequeños. B) Diseño e instalación de una “nodriza” para la protección a la radiación solar y C) Planta de encino a 30 días de instalada y protegida con tubo de PVC. Fuente: Vicente Díaz Nuñez

Considerando que en su etapa temprana, algunas especies de encinos son poco o medianamente tolerantes a la radiación solar directa, de manera experimental se estableció un modo de protección a base de una sombrilla con malla sombra de 70 % (ver figura 2B). Para ello, se empleó un diseño experimental en unidades pareadas considerando dos tratamientos y 6 repeticiones. El tratamiento 1 (testigo) consistió en la colocación de plantas de encino sin ninguna protección a la radiación solar, mientras que en el segundo tratamiento se colocó una sombrilla orientada hacia el Sur

de cada planta. Cada repetición consistió en 10 plantas por parcela (N=60 plantas/tratamiento). Las variables que se evaluaron fueron: a) porcentaje de mortalidad/sobrevivencia, b) Número de hojas y c) desarrollo del tallo. Para el análisis de la información se usó la prueba de t pareada y el software Statistica Ver 10.0

Con la finalidad de estimar la inversión necesaria para la recuperación de la vegetación en sitios perturbados se analizaron los gastos derivados de los materiales usados en cada una de las etapas de trabajo, aunque esto es variable de acuerdo no solo a las actividades a realizar, sino también a las condiciones de cada sitio (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Costos de materiales usados en la instalación de las parcelas de restauración de la vegetación. Los costos no incluyen la revisión de las plantas para la estimación de la eficiencia de las actividades de restauración.

Materiales	Costos unitarios (\$)	No. unidades	Costo total (\$)
Plantas de encinos (25 cm)	25.00/planta	231	5,775.00
Plantas de encinos (55 cm)	60.00/planta	208	12,480.00
Lombricomposta	0.70/kg	8,320	5,824.00
Repulsores	360.00/lt	2	720.00
Sombrillas	120.00/unidad	60	7,200.00
Instalación	200.00/jornal	18	3,600.00
Combustible para riegos	11.00/lt	700	7,700.00
Postes metálicos para cerco [‡]	120.00/unidad	216	25,920.00
Alambre de púa metálico	628.00/rollo	18	11,304.00
	Total de gastos en las parcelas		80,523.00

[†]Las plantas con esta talla fueron las que se usaron inicialmente en el proyecto de restauración de la vegetación

^{**}Estas plantas fueron usadas para el reemplazo cuando se presentó mortalidad en

Las plantas originales como parte del manejo adaptativo.

[‡]Se consideraron 24 postes por parcela instalados con una separación de 4 metros entre cada uno (96 postes/sitio).

Resultados

Sobrevivencia de las plantas en las parcelas de restauración

Durante los primeros tres meses del experimento, en promedio se reemplazó el 25% de las plantas establecidas originalmente, algunas causas de su declinamiento fueron el daño por lagomorfos e insectos defoliadores. Transcurridos 18 meses de evaluación, permanecieron en promedio el 80 % de las plantas instaladas en cada sitio, de ellas, solo el 65 % muestra signos de vida (presencia de hojas y tallo turgente). Considerando que *Q. potosina* es una especie rebrotadora, es posible que algunas plantas que aún permanecen, fisiológicamente puedan estar vivas y a mediano plazo expresen crecimiento nuevo desde la raíz. La mayor sobrevivencia se presentó en el sitio denominado “Ganadería Medina Ibarra” (95%). Ver Figura 3.

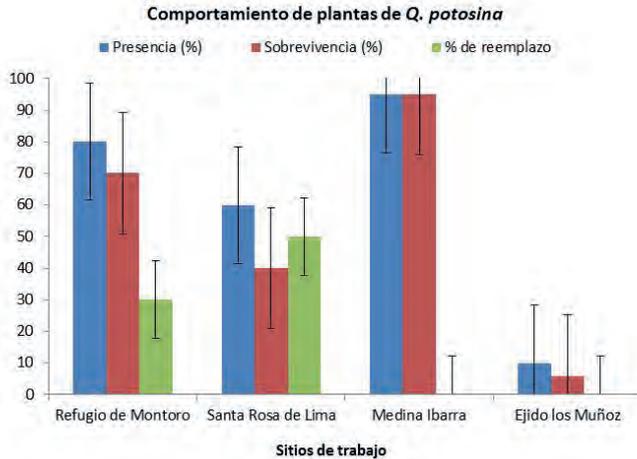


Figura 3. Comportamiento de las plantas de encino instaladas después de 18 meses en los sitios seleccionados de la Mesa Montoro, Sierra Fría, Aguascalientes, México.

A 24 meses de establecido el estudio de restauración de vegetación, solo en dos sitios se presenta sobrevivencia de los encinos instalados. En el predio Refugio de Montoro los encinos alcanzaron el doble del tamaño que tenían cuando fueron instalados, mientras que en Santa Rosa de Lima, aún cuando existe un alto porcentaje de sobrevivencia las plantas no han incrementado su tamaño, aunque si su grosor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Supervivencia y desarrollo de las plantas de encino instaladas en dos sitios de restauración en la mesa Montoro.

Sitio	% de supervivencia	Altura promedio	Grosor del tallo (mm)
Refugio de Montoro	65	70	20
Santa Rosa de Lima	70	45	14

Desarrollo de las plantas

Al momento de su instalación, el tamaño promedio de las plantas fue de 20 cm, transcurridos 18 meses, la altura promedio fue de 60, 25, 28 y 22 cm (Refugio de Montoro, Santa Rosa de Lima, Ganadería Medina Ibarra y Ejido los Muñoz, respectivamente). Cuando las plantas fueron protegidas con tubos de PVC, el crecimiento fue mayor que en aquellas donde no se usó este protector (Media 1= 12 cm vs Media 2 =4 cm; $p \leq 0.05$; $T'pareada = 0.014$; $g.l = 22$). De igual manera, la expresión en el número de hojas fue mayor en los sitios protegidos, posiblemente por la protección contra insectos defoliadores. Solamente se analizó el incremento de tamaño en las plantas que fueron reemplazadas.

La última revisión se realizó al cumplir dos años el experimento, durante el mes de Julio de 2015. En esta fecha se encontró un tamaño promedio de 95 y 70 cm. (Refugio de Montoro y Santa Rosa de Lima); en el caso de los predios Ganadería Medina Ibarra y Ejido Los Muñoz el ganado doméstico invadió las exclusiones y se eliminaron las plantas, aún cuando éstas ya evidenciaban tallos lignificados ($dn \geq 2$ cm).

Efecto de la protección a la radiación solar

Transcurridos 18 meses de observación, en el sitio del Ejido Los Muñoz permanecía el 10 % de las plantas, solamente 5 % presentaba signos vitales en la parte aérea. La exclusión fue eliminada al igual que las sombrillas de protección a la radiación; por lo que no se puede estimar su efecto. En el segundo sitio (ganadería Medina Ibarra), aunque es complicado determinar la reacción de los encinos a la radiación solar directa en su etapa temprana, las plantas protegidas mostraron un mayor vigor, crecimiento

y desarrollo foliar (Figura 4). En promedio, los encinos protegidos mostraron una mortalidad de 15% en su área foliar, mientras que en los individuos que no se protegieron fue del 25%. El diámetro normal es mayor en las plantas protegidas (1.2 vs 0.65 cm; $p \leq 0.05$; $T'pareada = 0.018$; $g.l = 12$).

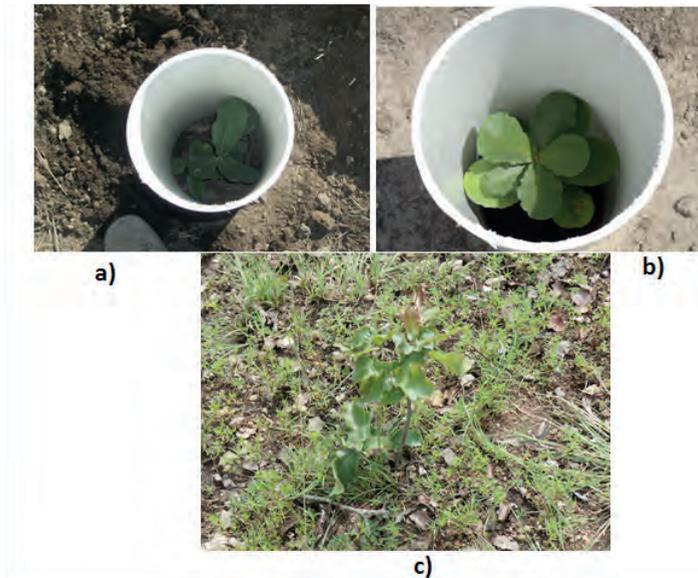


Figura 4. Imagen que ilustra los resultados obtenidos de la protección de las plántulas de encinos hasta su establecimiento final, a) encino protegido con un tubo de PVC, b) desarrollo de la misma planta dentro del tubo colocado y c) planta ya establecida con tallo lignificado. Fuente: Vicente Díaz Nuñez

Discusión

La restauración de ecosistemas incorpora diferentes disciplinas. Por ejemplo, la edafología contempla el análisis de las características del suelo para el establecimiento de diferentes especies de vegetación que pueden adaptarse a PH neutros, ácidos o alcalinos (Cortés-Castelán e Islebe, 2005). Por su parte, la ecología de las especies busca integrar el conocimiento de las diferentes condiciones que limitan o favorecen la regeneración, establecimiento y dinámica de la vegetación en diferentes ambientes (Bazzas, 1991; Díaz *et al.*, 2012). En muchos de los esfuerzos de restauración de ecosistemas a mediano y largo plazo, son múltiples los factores que dificultan su

rehabilitación, por lo que este debe ser evaluado continuamente a fin de corregir cualquier desviación generada ya sea por una mala implementación o por la aparición de efectos no previstos. Al incorporar un proceso de investigación y monitoreo en los esquemas de manejo de ecosistemas se establece un mecanismo que permite retroalimentar el proceso de manejo en su fase inicial, este mecanismo de adaptar el esquema de manejo a las nuevas condiciones se conoce como Manejo adaptativo (Maass, 2005).

Además de los escenarios ecológicos, es importante la incorporación de criterios sociales y técnicos que permitan seleccionar las especies que se usarán en los proyectos de restauración para incrementar las posibilidades de éxito (Meli *et al.*, 2014). De acuerdo a lo anterior, si una o varias especies ecológicamente importantes para el paisaje son incorporadas para la recuperación de la vegetación, pero la sociedad no percibe su importancia, difícilmente los proyectos serán exitosos. Por otra parte, si la estrategia de restauración incorpora especies arbóreas y arbustivas ecológica y socialmente importantes pero con un conocimiento biológico y técnico deficiente será complicada su reproducción y establecimiento (Meli *et al.*, 2014). Aunque algunos autores consideran que la restauración pasiva es un método de bajo costo para la recuperación de los ecosistemas, el tiempo que debe transcurrir para ello es prolongado dependiendo del grado de disturbio. Por otra parte, la provisión de servicios ambientales también dependerá del tiempo que transcurra para su recuperación (Chazdon, 2008). Mediante la restauración activa y la regeneración inducida, puede acelerarse la restauración de la diversidad tanto de flora como de fauna, aunque el tiempo y costo de las mismas dependerá del nivel de disturbio, al igual que en el caso de la restauración pasiva (Shono *et al.*, 2007; Chazdon, 2008). En cualquiera de los casos es recomendable el desarrollo de estudios experimentales para estimar el método más adecuado que permita minimizar el daño por los disturbios y acelerar su cicatrización.

En el proyecto de restauración llevado a cabo en la Mesa Montoro, en el Área Natural Protegida Sierra Fría, durante el primer año de exclusión se presentaron diversos factores tanto biológicos como antrópicos que generaron mortalidad en los encinos usados para la restauración de la vegetación. Transcurridos 18 meses de evaluación del proyecto, el bajo nivel de permanencia y sobrevivencia en uno de los

sitios estuvo asociado con el poco interés mostrado por el propietario y la eliminación de la exclusión del ganado durante el último año, contrastado con los niveles de sobrevivencia presentados en los sitios “El Refugio de Montoro” y “Ganadería Medina Ibarra” (70 y 95 % respectivamente), aspectos que coinciden con lo sugerido por Meli *et al.*, (2014). En “El refugio de Montoro” con la altura mostrada por las plantas y el desarrollo de sus hojas, el 40 % puede considerarse como individuos ya establecidos. En este mismo sitio, la última revisión muestra individuos con un diámetro normal ≤ 3 cm y un buen vigor de desarrollo, lo que dificultaría por un lado el daño por lagomorfos y por otro, que en caso de que los propietarios introdujeran ganado doméstico las plantas no serían eliminadas por el pisoteo, aunque si podrían ser ramoneadas. Un factor importante a considerar es que, desde los últimos dos siglos, la Mesa Montoro ha mantenido una estructura de la vegetación en forma de sabana, modelada por la actividad ganadera (Sosa-Ramírez *et al.* 2015; Díaz-Núñez *et al.*, 2016) y posiblemente esa deba ser la estructura que el paisaje pueda mantener, por lo que el establecimiento de la vegetación inducida con el trabajo en mención es el adecuado para el potencial de la zona. En el segundo sitio, aun cuando los arbolitos no muestran hojas, con el desarrollo y engrosamiento del tallo puede considerarse a los encinos como individuos ya establecidos. Para lograr la instalación de las plántulas, durante todo el proceso de evaluación del modelo adaptativo se reemplazaron el 50 % de las plantas instaladas originalmente, este factor, sumado a los auxilios con riegos mensuales para disminuir los efectos de la temporada de sequía, posiblemente contribuyeron para el establecimiento de los encinos juveniles.

Este estudio ha servido de base para la conducción de proyectos de recuperación de la vegetación principalmente a través de la Comisión Nacional Forestal en Aguascalientes. Por ejemplo, en la restauración de cuencas hidrográficas la primera etapa es la exclusión de las actividades que generan disturbio y posterior a ello, la recuperación de la vegetación mediante restauración pasiva (Rey-Benayas, 2009) y la recuperación asistida a través de reforestación usando especies nativas de cada región y sistema ecológico. Posterior a la instalación de las plantas, cuando ocurre alguna mortalidad estas son reemplazadas pero amortiguando el efecto de los factores posiblemente relacionados con el declinamiento de las plantas originales, similar a lo que contempla el manejo adaptativo (Maass, 2005; Scalett, 2013). Por otra

parte, en algunos programas de recuperación de ecosistemas se sugiere la protección individual de la reforestación, aunque esto no es lo más común. La restauración de ecosistemas se concibe como una estrategia a mediano y largo plazo; sin embargo, algunos de los resultados de los esfuerzos iniciales pueden percibirse a corto plazo, como la recuperación de la diversidad y calidad de los pastos y el establecimiento de individuos juveniles proveniente de la vegetación madura (Chazdon, 2008).

Este trabajo constituye el primer esfuerzo de restauración en el Estado de Aguascalientes donde se realiza una evaluación exhaustiva sobre los factores que pueden ocasionar el éxito o fracaso en las acciones de recuperación de la vegetación; sin embargo, se presenta en una forma sencilla para que pueda ser replicado en los trabajos de restauración de los paisajes que conducen tanto dependencias gubernamentales como instituciones de investigación.

Conclusiones

Mediante el modelo de manejo adaptativo, en los primeros 3 meses del experimento, la mortalidad de las plantas de encino fue causada por el daño de lagomorfos e insectos defoliadores. Las plantas dañadas fueron sustituidas. A los 18 meses, la sobrevivencia era de 70%, 40%, 95% y 6% (Refugio de Montoro, Santa Rosa de Lima, Medina Ibarra, Los Muñoz). A esta fecha, el equipo de trabajo consideró que estas plantas habían logrado la sobrevivencia y el establecimiento, gracias, por un lado al manejo adaptativo, y por otro, a la resistencia al ataque de lagomorfos, insectos defoliadores y a la sequía. Sin embargo, a los 24 meses de instaladas las plantas de encino, en la última observación, se detectó una sobrevivencia y establecimiento del 65 y 70% solamente en los predios Refugio de Montoro y Santa Rosa de Lima. El factor responsable de la mortalidad de los encinos, entre los 18 y 24 meses, en los sitios Ganadería Medina Ibarra y Los Muñoz fue el daño ocasionado por ganado doméstico, debido al descuido o a la falta de interés y compromiso por parte de los propietarios. La protección a la radiación solar no tuvo un efecto claro sobre el desarrollo de los arbolitos instalados. Los resultados obtenidos contribuyen a la mejora en los programas de reforestación y restauración de vegetación auspiciados por diferentes dependencias gubernamentales y organizaciones civiles.

Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por el financiamiento brindado mediante el proyecto “Manejo Fitosanitario y Recuperación de Zonas en Ecosistemas Perturbados en la Sierra Fría, Aguascalientes” auspiciado por fondos federales a través del Ramo XVI correspondiente a Recursos Naturales otorgado a la Secretaría de Medio Ambiente (SEMAE) del Gobierno del Estado de Aguascalientes. Al Proyecto CONACYT 280030 Red Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El personal del Departamento de Recursos Forestales y Viveros de la SEMAE apoyó en la exclusión de las parcelas de trabajo y la instalación de las plantas de encinos. Los autores reconocemos la participación de los propietarios de los predios para el desarrollo de las pruebas de restauración de la vegetación, así como la revisión de dos autores anónimos que contribuyeron a una mayor claridad de este documento.

Referencias bibliográficas

- Bazzaz, F.A. 1991. Habitat selection in plants. *American Naturalist* 137: 116-130.
- Butchart, S.H.M., M. Walpole, B. Collen, A.V. Strien, J.P.W. Scharlemann, R.E.A. Almond, J.E.M. Baillie, B. Bomhard, C. Brown, J. Bruno, K. E. Carpenter, G.M. Carr, J. Chanson, A.M. Chenery, J. Csirke, N. C. Davidson, F. Dentener, M. Foster, A. Galli, J.N. Galloway, P. Genovesi, R.D. Gregory, M. Hockings, V. Kapos, J.F. Lamarque, F. Leverington, J. Loh, M.A. McGeoch, L. McRae, A. Minasyan, M. Hernández-Morcillo, T.E.E. Oldfield, D. Pauly, S. Quader, C. Revenga, J.R. Sauer, B. Skolnik, D. Spear, D. Stanwell-Smith, S.N. Stuart, A. Symes, M. Tierney, T. D. Tyrrell, J. Vié, and R. Watson. 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328: 1164-1168.
- Biodiversity and climate change. 2007. Convention on Biological diversity. International day for Biological diversity. 48 p. On line <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-en.pdf>. Consultada en 2017.
- Calderón-Aguilera, L.E., V.H. Rivera-Monroy, L. Porter-Bolland, A. Martínez-Yrizar, L.B. Ladah, M. Martínez-Ramos, J. Alcocer, A.L. Santiago-Pérez, H.H. Hernández-Arana, V.M. Reyes-Gómez, D.R. Pérez-Salicrup, V. Díaz-Núñez, J. Sosa-Ramírez, J. Herrera-Silveira, and A. Búrquez. 2012. An assessment of

- natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation* DOI 10.1007/S10531-011-0218-6.
- Chazdón, R. 2008. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science* 320: 1458-1460.
- Cortés-Castelán, J.C., y G.A. Slebe. 2005. Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. *Revista de Biología Tropical* 53: 115-133
- Crooks, S., and Sharpe, J. 2007. California Dreamin' – lessons in coastal marsh restoration from San Francisco Bay. Defra 42nd Flood and Coastal Management conference. Disponible en:
- Del Angel-Mobarak, G.A. (coord). 2012. La Comisión Nacional Forestal en la historia y el futuro de la política forestal de México. Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE)-Comisión Nacional Forestal. Primera edición. 346 p.
- Díaz, V., J. Sosa-Ramírez y D.R. Pérez-Salicrup. 2008. Perturbaciones y recuperación: procesos simultáneos en bosques de clima templado en la Sierra Fría, Aguascalientes. *Memorias del II Congreso Nacional de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*. Yucatán, Mérida. 16-21 Nov. 2008.
- Díaz, V., J. Sosa-Ramírez y D.R. Pérez-Salicrup. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Polibotánica* 34: 68-96.
- Díaz-Núñez, V., J. Sosa-Ramírez, and D.R. Pérez-Salicrup. 2016. Vegetation patch dynamics and tree diversity in a conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical sciences* 94: 1-12.
- Gardiner, B., K. Blennow, J.M. Garnus, P. Fleischer, F. Ingemarson, G. Landmann, M. Lindner, M. Marzano, B. Nicoli, C. Orazio, J.L. Peyron, M.P. Reviron, M.J. Schelhaas, A. Schuck, M. Spielmann and T. Usbeck (2010). Destructive storms in European forests: past and forthcoming impacts. European Forest Institute: Atlantic European Regional Office –Afiatlantic. Final Report to European Commission. 138 p.
- http://www.pwa-ltd.com/documents/CrooksandSharpe_Defra_2007.pdf
- Jackson, S.T., and R.J. Hobbs. 2009. Ecological restoration in the light of ecological history. *Science* 325: 567–569.

- Keeley, J.E., M. Keeley, and W.J. Bond. 1999. Stem demography and post-fire recruitment of a resprouting serotinous conifer. *Journal of Vegetation Science* 10: 69-76
- Lamb, Lamb, D., P. D. Erskine, and J. A. Parrotta. 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science* 310:1628–1632.
- Maass, J., P. Balvanera, A. Castillo, G. C. Daily, H. A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V. J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala y J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10: 17.
- Maass, M. 2005. Principios generales sobre manejo de Ecosistemas. 36 p. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/395/maass.pdf?id_pub=395
- Mansourian S, Lamb D, and Gilmour D. 2005. Overview of technical approaches to restoring tree cover at the site level. In: Mansourian S, Vallauri D, and Dudley N (Eds). *Forest restoration in landscapes: beyond planting trees*. New York, NY: Springer.
- Marcano-Vega, H. A. Michell, and B. Báez. 2002. Forest regeneration in abandoned coffee plantations and pastures in the cordillera central of Puerto Rico. *Plant Ecology* 161: 75-87
- Meli, P., M. Martínez-Ramos, J.M. Rey-Benayas, and J. Carabias. 2014. Combining ecological, social and technical criteria to select species for forest restoration. *Applied vegetation sciences* 17: 744-753.
- Morrison, E.B., and C.A. Lindell. 2011. Active or passive forest restoration? Assessive restoration alternatives with avian foraging behavior. *Restoration ecology* 19:170-177
- Pérez-Salicrup, D.R. 2005. La restauración en relación con el uso extractivo de recursos bióticos. En: Sánchez Ó., Márquez R., Peters E. et al. (Eds). 2005. *Restauración Ecológica*. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT, U. S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la conservación, A. C. México, D. F.

- Pickett, T., and S. Whitte (eds). 1985. The ecology and natural disturbance and patch dynamics. Elsevier, Inc. ISBN: 978-0-12-554520-4. Pp. 3-13.
- Rey-Benayas, J.M., A.C. Newton, A. Díaz, and J.M. Bullock. 2009. Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: a Meta-analysis. *Science* 325: 1121-1124.
- Rey-Benayas, J.M., and J.M. Bullock. 2012. Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land. *Ecosystems* 15: 883-889.
- Scarlett, L. 2013. Collaborative adaptive management: challenges and opportunities. *Ecology and society* 18 (3): 26. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss3/art26/>
- Shono, K., E.A. Cadaweng, and P.B. Durst. 2007. Application of assisted natural regeneration to restore degraded tropical forestlands. *Restoration ecology* 15:620-626.
- Sosa Ramírez Joaquín, Vicente Díaz Nuñez y Amalio Ponce Montoya, 2015. Diversidad y productividad del estrato herbáceo en una sabana de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, Vol. I (2).
- Society for Ecological Restoration. <http://www.ser.org> (Julio de 2012)
- Suding, K.N. 2011. Toward an era of restoration in ecology: successes, failures and opportunities ahead. *The annual review of ecology, evolution, and systematics*. 42: 465-487.
- Symstad, A.J., F.S. Chapin III, D.H. Wall, K.L. Gross, L.F. Huenneke, G.G. Mittelbach, D.P.C. Peters, y D. Tilman. 2003. Long-Term and Large-Scale Perspectives on the Relationship between Biodiversity and Ecosystem Functioning. *BioScience* 53: 89-98
- Thom, D., and R. Seidl. 2016. Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biological Reviews* 91: 760-781.
- Turner, M.G. 2010. Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology* 91: 2833-2849.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Sosa-Ramírez J.*, V. Díaz-Núñez, A. Herrera-Rodríguez, J. A. Martínez-de Anda y D. E. Chapa-Bezanilla. 2017. *El Manejo Adaptativo en la Restauración de Vegetación: Un Estudio de Caso en la Mesa Montoro, Sierra Fría, Aguascalientes, México*. Capítulo II. Pp. 31-50. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO III

BASES ANTROPOLÓGICAS Y SOCIOLÓGICAS PARA LA CONSERVACIÓN EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS LATINOAMERICANAS CON UN ENFOQUE PLURICULTURAL E INTERCULTURAL

Magdalena Lagunas-Vázquez*, Mariana Bobadilla-Jiménez, Luis Felipe Beltrán-Morales, y Alfredo Ortega-Rubio

*Autora de correspondencia: vaz.lag@gmail.com

Resumen

La presente contribución pretende exponer información de importancia y actualizada sobre los estudios y disciplinas que han emergido y/o avanzado en los temas de diversidad biológica, cultural y lingüística desarrollados desde un enfoque multidisciplinar. Ofrece información relevante sobre la importante interacción entre la diversidad biológica y la diversidad lingüística con información global, desde un enfoque antropológico, y por último expone la propuesta de los Pensamientos Decoloniales, las Sociologías transgresivas y el Pensamiento Crítico Latinoamericano como un conjunto de herramientas para abordar los estudios sociales que tienen que ver con las Áreas Naturales Protegidas de Latinoamérica desde un enfoque pluricultural e intercultural.

Palabras clave: Diversidad Biológica, Diversidad Cultural, Diversidad Lingüística, Pensamiento Decolonial. Sociologías Transgresivas. Enfoque Intercultural y Pluricultural.

Abstract

This contribution aims to present important and up-to-date information on the studies and disciplines that have emerged and/or advanced in the biological, cultural and linguistic diversity issues developed from a multidisciplinary approach. Provide relevant information on the important interaction between biological diversity and linguistic diversity with global information, from an anthropological perspective, and finally present the proposal of Decolonial Thoughts, Transgressive Sociologies and Latin American Critical Thinking as a set of Tools to address social studies on nature conservation in Latin America Natural Protected Areas from a multicultural and intercultural perspective.

Key words: Biological Diversity, Cultural Diversity, Linguistic Diversity, Decolonial Thinking, Transgressive Sociologies, Intercultural and Pluricultural Approach.

Antecedentes

Diversidad epistémica: biodiversidad ecosistémica

La diversidad de la vida es biológica, cultural y lingüística (Maffi y Woodley, 2010). Décadas de estudios unidireccionales y disciplinarios están confluyendo en intersección de nociones complementarias (Mascia *et al.*, 2003; Pretty *et al.*, 2009), que proponen un marco epistémico que se complementa (Pretty *et al.*, 2009).

Existe un reconocimiento emergente de que la diversidad de la vida comprende tanto la diversidad biológica como la cultural (Berkes *et al.*, 2000; Boege, 2008, 2009; Toledo 2001, 2005; Pretty *et al.*, 2009; Maffi, 2005; Maffi y Woodley, 2010). Años atrás era más común hacer divisiones entre la naturaleza y la cultura (Tylor, 1871; Lévi-Strauss, 1987), surgiendo en parte de una concepción dualista y un deseo de controlar la naturaleza propios de la cultura occidental (Descola y Pálsson, 2001; Viding, 2001; Desmet, 2014; Galceran-Huguet, 2016).

Esta forma reciente de pensar la diversidad biológica y cultural interconectada e interactuante, académicamente se refleja en la vasta variedad de subdisciplinas que han estado surgiendo (Pretty *et al.*, 2009) (Tabla 1). El grado en que la diversidad biológica está ligada a la diversidad cultural está empezando a ser comprendido a través de la concepción, la articulación, y la complementación de la interdisciplina, y

el reconocimiento y la validación de otros saberes y conocimientos (Leff 1994, 2006; Shiva, 1995; Dussel, 2014; Lander, 2000; Grosfoguel, 2013a).

Tabla 1. Campos subdisciplinarios concernientes con la intersección de naturaleza y cultura, desarrollados desde el pensamiento occidental y el pensamiento latinoamericano.

Fuente: Tomado y modificado de Pretty *et al.*, 2009.

Aportaciones desde el pensamiento Occidental	Aportaciones desde el pensamiento Latinoamericano
Agricultura sustentable	Estudios de Teología de la liberación
Conservación ecológica	Investigación-Acción-Participación
Antropología de la naturaleza	Sociologías transgresivas
Diversidad biocultural	Filosofías del Sur
Estudios de los comunes	Antropologías del Sur
Antropología cultural	Diálogo de Saberes
Geografía cultural	Educación Popular
Ecología y paisajes culturales	Pedagogía Crítica (Paulo Freire)
Ecología profunda	Feminismos Descoloniales
Estudios de desarrollo	Pensamiento Descolonial o Decolonial
Ecofeminismo	Comunalidad
Antropología Ecológica	Estudios postcoloniales
Diseño ecológico	Epistemologías del Sur
Economía ecológica	Antropología del Desarrollo
Salud de los ecosistemas	Procesos Bioculturales
Antropología Ambiental	Agroecología
Educación Ambiental	Manejo comunitario de recursos naturales
Ética Ambiental	Transmodernidad
Historia Ambiental	Filosofía de la Liberación
Legislación Ambiental	Cartografía social
Sociología Ambiental y Etnobiología	Etnodesarrollo
Etnobotánica	Pensamiento subalterno
Etnoecología	Diálogo de saberes
Etnolingüística	Interculturalidad
Etnociencias	Pluriculturalidad
Ecología Histórica	Pensamiento Fronterizo
Ecología Humana	Colonialidad
Geografía Humana	
Educación Intercultural	

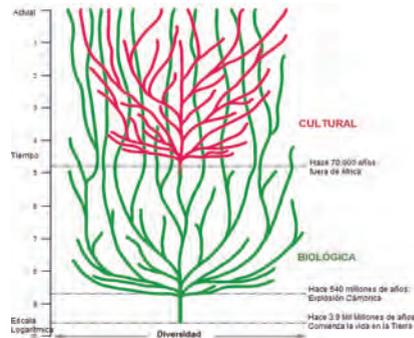
Aportaciones desde el pensamiento Occidental	Aportaciones desde el pensamiento Latinoamericano
Ecología del Paisaje Teoría Social de la Naturaleza Ecología Política Ciencias de la sustentabilidad	

Diversidad biocultural: Evolución de especies y de lenguas

Metafóricamente la evolución de especies y de lenguas explica la diversidad biocultural en términos del Árbol de la Vida (Darwin, 1874), desde esta perspectiva se han observado y comentado los paralelismos entre especies y lenguas desde el siglo XIX, esta reflexión metafórica fue planteada por Charles Darwin en *La Descendencia del Hombre* (1874).

Para ilustrar la analogía entre las especies y las lenguas de la Metáfora darwiniana, Loh y Harmon (2014) elaboran un árbol de la vida como una versión biocultural del árbol difiriendo de la versión habitual en que ha pasado por no uno sino dos tipos distintos de ramificación o diversificación (Figura 1). La primera diversificación fue la evolución de organismos multicelulares en la Tierra de hoy, y la segunda diversificación representa la evolución de la diversidad cultural humana. Ambas diversificaciones evolutivas representadas como árboles o filogenias, pero en un árbol que crece desde una misma raíz. De esta manera la Figura 1 muestra estas dos grandes radiaciones: la biológica y la cultural (en una escala logarítmica). La primera radiación tuvo lugar al inicio del árbol, aproximadamente hace unos 550 millones de años y la segunda radiación se produjo a mitad del árbol entre los 70,000-80,000 años (Loh y Harmon, 2014).

Figura 1. El Árbol Biocultural de la Vida. El árbol biológico (en verde) de la diversidad de especies comenzó su diversificación con la Explosión Cámbrica hace unos 540 millones de años; El árbol cultural (en rojo) de la diversidad lingüística empezó a diversificarse hace unos 70,000-80,000 años; Cerca del extremo de una de las innumerables ramas del árbol biológico (Tomado y modificado de Loh y Harmon, 2014).



Especies amenazadas: Lenguas en peligro

De acuerdo a Ethnologue (<https://www.ethnologue.com/>) datos mundiales dan cuenta de las siguientes cifras para el número de idiomas en cada categoría, excepto para los idiomas ya extintos: están inactivos 2.9%, casi 6.0% extintos, Moribundo (severamente en peligro o en peligro) 4.1%, Desplazamiento 6,5%, Amenazados (vulnerables) 14,8%, Vigoroso o mejor 65,7% (Lewis *et al.*, 2013).

Loh y Harmon (2014) en su revisión sobre: Diversidad Biocultural, Especies amenazadas y Lenguas en peligro de extinción, informe para el Fondo Mundial para la Naturaleza (siglas en ingles WWF). Mencionan que al menos una cuarta parte de las lenguas del mundo están amenazadas con la extinción, en comparación con la extinción biológica de al menos 21% de los mamíferos, 13% de las aves, 15% de los reptiles y 30% de los anfibios, la clase más amenazada de vertebrados (Figura 2). Estos autores desarrollaron su análisis mundial a través de los siguientes índices:

- 1) El Índice del planeta vivo LPI (siglas en ingles Living Planet Index). Los datos de población de especies basado en series temporales de aproximadamente 9.000 especies de vertebrados (de 2.600 especies diferentes) de todo el mundo. El índice ha sido publicado Bianualmente por WWF y ZSL desde 1998 (Loh y Harmon, 2014).
- 2) Adaptaron el mismo método del LPI para crear el índice denominado Índice de diversidad lingüística ILD (siglas en ingles Index of Linguistic Diversity) (Harmon y Loh 2010; Loh y Harmon, 2014) que puede compararse con las tendencias de la biodiversidad medida por el LPI. El ILD utiliza tendencias en los números de hablantes a través de una muestra de idiomas para calcular tendencias promedio, de todas las lenguas del mundo.

De acuerdo a estos autores al comparar ambos índices se pueden ver tendencias relativas en diversidad lingüística y biodiversidad. En sus observaciones tanto el LPI (especie) como el ILD (idiomas) disminuyeron alrededor del 30% desde 1970 (Loh y Harmon, 2014). Lo que sugiere que la biodiversidad y la diversidad lingüística se están perdiendo a tasas similares. De acuerdo a Loh y Harmon (2014) esto apoya la conclusión del análisis de la Lista Roja que compara la conservación con la situación de las lenguas y de las especies: a nivel mundial, la diversidad lingüística está al menos tan amenazada como la biodiversidad.

Otro de los hallazgos del análisis de Loh y Harmon (2014), fue la tendencia en que la biodiversidad y la diversidad lingüística amenazadas a nivel mundial, están disminuyendo a diferentes ritmos en diferentes partes del mundo (Loh y Harmon, 2014). De lejos, las pérdidas más rápidas en la diversidad lingüística se han producido en las Américas según el análisis de la Lista Roja, el 60% de las lenguas están amenazadas o extintas desde 1970 (Loh y Harmon, 2014).

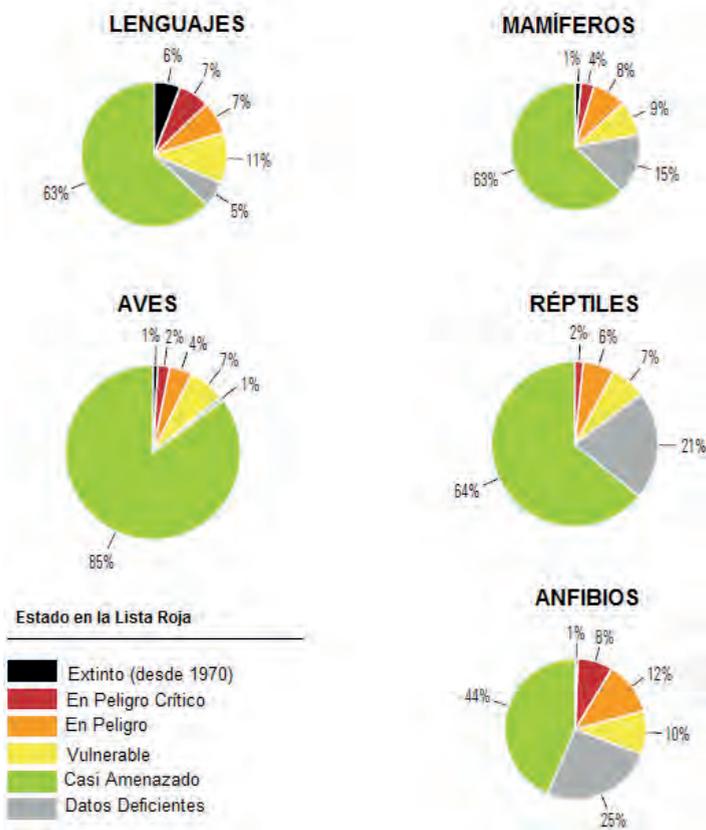


Figura 2. Situación mundial de las lenguas y cuatro clases de vertebrados de acuerdo a la Lista Roja de la UICN; los porcentajes que muestran las figuras indican el número de lenguajes y especies que se encuentran en determinadas situaciones respectivamente. Los datos de mamíferos, aves y anfibios son de UICN (2013), los datos de réptiles De Bohm *et al.* (2013), ambas citados en (Loh y Harmon, 2014). Tomado y modificado de Loh y Harmon, 2014.

La diferencia en las tendencias regionales entre el LPI y el ILD puede ser explicada por las diferentes presiones directas que enfrentan la biodiversidad y la diversidad lingüística (Loh y Harmon, 2014). La disminución de la biodiversidad suele ser el resultado de una de las cinco principales amenazas directas o presiones: pérdida y destrucción del hábitat, sobreexplotación directa de especies, caza y pesca, la competencia o la depredación de especies exóticas invasoras, el cambio climático, o contaminación. La pérdida de hábitat y la sobreexplotación de las especies siguen siendo las amenazas para la mayor parte de la biodiversidad del mundo, y en los últimos 40 años, la presión en los trópicos, especialmente en Asia (Loh y Harmon, 2014).

La migración, la urbanización y la nacionalización política han sido los principales factores de pérdida de la lengua en África, Asia y Europa (Loh y Harmon, 2014). En América y Australia, el principal impulsor también ha sido la migración, pero allí los migrantes, sobre todo europeos, superaban ampliamente a los Indígenas (Loh y Harmon, 2014).

Presentación general de la vitalidad de las lenguas del mundo

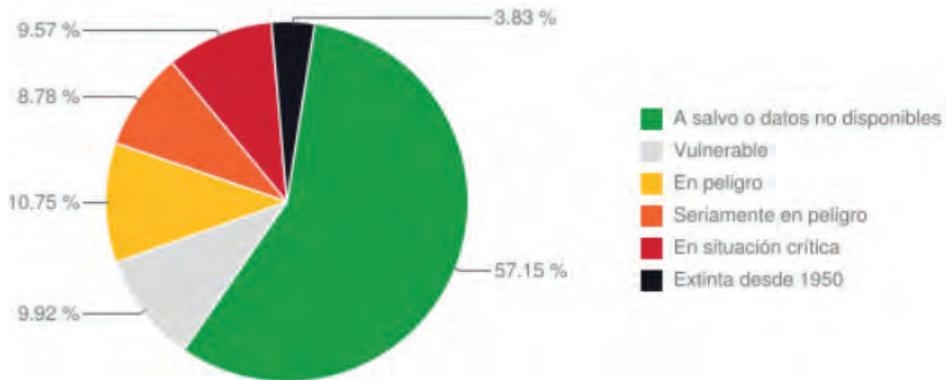


Figura 3. Mapa de lenguas en peligro por país tomado de la página principal sobre Atlas de lenguajes de la UNESCO (2017), con datos en tiempo real. Fuente: UNESCO, 2007. <http://www.unesco.org/languages-atlas/es/statistics.html>



Pensamientos Decoloniales, Sociologías transgresivas y Pensamiento crítico Latinoamericano

La diversidad biológica ha sido escrita en términos antropocéntricos (Haraway, 1991; Ollanty, 2014), eurocéntricos (Gudynas, 2011a,b; Desmet, 2014) y dentro del discurso económico capitalista (Leff, 2006; Dussel, 2014). En este mismo discurso epistémico occidental ha sido concebida la conservación de la naturaleza (Hviding, 2001), de hecho el término de *conservación occidental* actualmente es manejado por algunos autores dentro de la temática de la conservación (Desmet, 2014; MMBT, 2016); la concepción de ciencia (es decir, la única forma de creación, consolidación y legitimación de conocimiento) que impera actualmente en el planeta es la ciencia occidental (Kuhn, 1975; Fayerabend, 1986; Dussel, 2014; De Sousa Santos, 2010; Galceran-Huguet, 2016; Castro-Gómez y Grosfoguel, 2007, 2013b; Quijano 1992, 1995, 1999, 2000a, 2000b, 2007; Walsh, 2007). La cual es solo una mirada de ver y entender o interpretar el mundo (Dussel, 2014; De Sousa Santos, 2010; Grosfoguel, 2013b). Por lo que es imprescindible expandir los conocimientos en términos epistemológicos, porque la conservación de la naturaleza se requiere implementarla en diferentes rincones del planeta, lugares distintos unos de otros donde cada uno de esos lugares tienen sus propias interpretaciones de sus realidades, sus intereses, sus necesidades y sus diversas re-creaciones culturales.

Desde esta perspectiva arriba descrita las propuestas antropológicas y sociológicas descoloniales y el pensamiento crítico Latinoamericano se consideran un marco teórico y metodológico propicio para incursionar en estudios sociales que tengan que ver con la conservación de la naturaleza y la diversidad cultural, y sobre todo en términos de interacción pluricultural e intercultural.

La Pluriculturalidad reconocida como el posicionamiento de pensamientos/conocimientos otros, como un pensamiento/conocimiento plural desde la (s) diferencia (s) colonial (es) conectado por la experiencia común del colonialismo marcado por el horizonte colonial de la modernidad (Jara-Cifuentes, 2014). Conocimiento situado (Teoría feminista del punto de vista: Harding, 1986, 1991), pensado desde la posición de colonialismo pasado y presente. En contraparte del multiculturalismo que es básicamente la observación y consideración del “otro” como objeto de estudio, y desde esa óptica considerarlo como aparte, diferente; como objeto exótico-folclorizado (Sánchez, 2009).

Es menester crear lugares de pensamiento que permitan trascender, reconstruir y sobrepasar las limitaciones puestas por “la ciencia” y los sistemas de conocimiento (epistemología) de la modernidad (Jara-Cifuentes, 2014). Es decir, lugares, que a la vez, pongan en debate, diálogo y discusión lógicas y racionalidades diversas (Jara-Cifuentes, 2014). Generación de conocimiento Pluri-versal extra académico y extra científico (Walsh, 2007; Delgado, 2009).

A la vez comprendiendo la Interculturalidad cómo entender la realidad desde lo indígena (Walsh, 2009a), pensar entre y con perspectivas epistemológicas indígenas y perspectivas epistemológicas occidentales en espacios de encuentro de pensamientos como una manera de articular la lógica de racionalidades distintas (Walsh, 2009b). Cambiar las categorías epistemológicas (Dussel, 2014) emprender construcciones epistémicas desde otras formas y fronteras de conocimiento (Quijano, 1992; Walsh, 2007), e ir más allá de los presupuestos re-conocidos (Dussel, 2009; Quijano, 2000a), desde la interculturalidad; recordando que todo proceso intercultural supone el reconocimiento del “otro”, como sujeto pro- visto de una experiencia vivida producto de una acumulación histórica (Dussel, 2009).

Pensamiento crítico Latinoamericano

En América Latina desde hace varias décadas se han venido gestando una variedad de rutas epistémicas confluentes desde los campos filosóficos (Leff 1994, 2006; Dussel, 2014; Lander, 2000), teológicos (Leff, 2006; Hinkelammert, 2010), pedagógicos (Freire, 2005), antropológicos y sociológicos (De Sousa Santos, 2009, 2010, 2011; González-Casanova, 2009; Stavenhagen, 2005); y en el ámbito de la multidisciplinaridad como los estudios de desarrollo rural local (Fals-Borda, 1978; 2009), la sostenibilidad o sustentabilidad socioambiental (Gallopín, 2006; Leff 1994), feminismos descoloniales (Marcos, 2014) que actualmente ponen en la vanguardia epistémica a Latinoamérica sobre temas de descolonización y diálogo de saberes.

Desde la geopolítica del conocimiento la relación entre territorio y producción de conocimiento: la ciencia eurocéntrica fue concebida como superior a las formas de conocer de las poblaciones periféricas colonizadas (Castro-Gómez, 2005). Sin embargo, la resistencia a la dominación también se dio en el campo epistemológico, de modo que los pueblos y sujetos coloniales mantuvieron con valentía y en condiciones adversas sus formas propias de conocer, experimentar y apropiarse los espacios, muchas veces ocultando sus saberes y artes, otras, recurriendo a estrategias astutas de camuflaje catalogadas desde la colonialidad del saber cómo mestizaje o hibridación cultural (González-Casanova, 2009).

El reduccionismo durante más de tres siglos rigió como único método y sistema científico válido y deformó la historia tanto de los occidentales como de los no occidentales (Shiva, 1995). Ocultó su ideología tras protestas de objetividad, neutralidad y progreso (Shiva, 1995; Wolf, 2015). Su estrechez se oculta con la pretensión de universalidad, y sólo puede reconocerse si se le mira desde una tradición distinta (Shiva, 1995; Blázquez-Graf, 2008; Wolf, 2015). Este modelo supone violencia, pues conduce a la subyugación y destrucción del conocimiento cultivado por mujeres y culturas no occidentales. (Shiva, 1995; Blázquez-Graf, 2008; Wolf, 2015).

De acuerdo a Montoya *et al.*, (2014) son posibles metodologías de investigación que desafían el carácter monolítico de las prácticas disciplinares convencionales, acercándonos creativa y responsablemente al reto planteado por Mignolo: “Trascender la diferencia epistemológica colonial, contando con el pensamiento fronterizo como una vía para conseguirlo, es crucial una vez que comprendemos que los esplendores de la ciencia occidental van unidos a sus miserias” (Mignolo, 2011).

Diversos autores, entre ellos: Montoya *et al.* (2014), Mignolo (2011), Lander (2000), Castro-Gómez (2005), De Sousa Santos (2010), dimensionan que la geopolítica mundial a través de procesos coloniales ha configurado y legitimado unos saberes sobre otros; por lo que es preciso establecer nuevas formas de producción de conocimiento que ya no emerjan sólo de los saberes expertos, sino a partir de un diálogo de saberes horizontal y ecuánime que propicie espacios donde la heterogeneidad de epistemologías que coexisten en los territorios suscite formas otras de producción de conocimientos desde la pluralidad de visiones del mundo.

Las siguientes perspectivas son herramientas metodológicas recomendadas para utilizarse en estudios sociales relacionados con la conservación de naturaleza y las Áreas Naturales Protegidas en Latinoamérica: Sociologías transgresivas, Feminismos Descoloniales, Investigación-Acción-Participación: Evaluación-Rural-Participativa y la Geografía Social. Además se recomienda propiciar la institucionalización de los Derechos de la Naturaleza, en los términos de avance civilizatorio en los que se suscribe la Constitución de Montecristi (Gudynas, 2009; 2011a y 2011b).

Sociologías transgresivas

De Sousa Santos ha generado una propuesta teórica que un título de uno de sus libros la resume: Descolonizar el saber, reinventar el poder: dentro de este planteamiento intelectual propone dos razones teóricas; para tomar distancia con relación a la tradición crítica eurocéntrica: ya que esta tradición asume: tanto una pérdida de sustantivos críticos, como una relación fantasmal entre la teoría y la práctica. Por lo que propone asumir nuestro tiempo, tenemos problemas modernos (igualdad, democracia, fraternidad, sostenibilidad) y las soluciones modernas propuestas ya no son suficientes, por lo que es necesario emprender trabajos teóricos acompañados muy de cerca de las labores transformadoras (grupo social), cuestionando la realidad y comparándola sincrónica y diacrónicamente. Para él, tomar distancia de la razón eurocéntrica dominante significa estar dentro y fuera de lo que se critica... simultáneamente de modo que se vuelva posible la doble Sociología transgresiva de las Ausencias y las Emergencias (De Sousa Santos, 2010).

La Sociología de las Emergencias consiste en la investigación de las alternativas que caben en el horizonte de las posibilidades concretas; proceder a una ampliación simbólica, prácticas y agentes. Ampliando simbólicamente su disensión mediante

alianzas, traducciones (entre culturas y lenguas), articulaciones, movimientos, lo cual incluye más un trabajo de testigo implicado, que otra cosa.

La Sociología de las Ausencias tiene por objetivo hacer investigaciones que demuestren que lo que no existe es. Como alternativa no creíble a lo que existe. Para ello describe cinco formas sociales de no existencia legitimadas por la razón eurocéntrica dominante (Cinco modos de producción de ausencia: el ignorante, el retrasado, el inferior, el local o particular y el improductivo o estéril) (De Sousa Santos, 2010).

Conocer las condiciones de las posibilidades (posibilidad) y definir principios de acción (potencia) para ambas sociologías su objetividad depende de la calidad de su dimensión subjetiva (conciencia e inconformismo), emprendedoras de acciones colectivas de transformación social (entusiasmo o indignación). Tal vez a partir de ellas es posible delinear una alternativa posible (De Sousa Santos, 2010).

Feminismos Descoloniales

Son diversas las razones en las que los Feminismos Descoloniales aportarían para una antropología y sociología en pro de la conservación y manejo de la naturaleza desde un enfoque pluriversal e intercultural. Aquí se va a presentar apenas un esbozo con la intención de trazar algunas de las aportaciones e intersecciones relevantes.

Feminismos Descoloniales, la definición, por decirlo de alguna manera, entre tejiendo las palabras de Sylvia Marcos (2009; 2014): Es otras formas de concebir un feminismo “indígena” que, por extensión, revitalizan aquellas expresiones del feminismo, urbano, teórico, complejo pero desterritorializado y pobre en raigambres culturales.

Es otra forma, muy otra, de revisar las re-conceptualizaciones y resignificaciones de ciertos términos feministas que las mujeres indígenas van haciendo (Marcos, 2014). Son procesos... de apropiaciones filosóficas multidimensionales (Marcos, 2009). Esta interacción se encarna en un proceso de investigación-acción-participación-apropiación-aprendizaje de ida y vuelta, entre todos y todas las y los involucrados, estamos hablando de una manera de hacer ciencia social horizontal con perspectiva de feminismos descoloniales.

Rescatar la tradición intelectual feminista, desde “abajo y a la izquierda”, propiciando un quiebre epistémico (Marcos, 2009), que denuncie el “etnocentrismo clasista” de la teoría feminista dominante (Alarcón, 1991). Se requiere de una epistemología

feminista descolonizada. Existen avances en esta perspectiva, y hay estudiosas sobre todo investigadoras feministas que están y han incursionado en este enfoque, todos estos estudios desarrollados en entornos rurales, algunos en ANP o en ambientes naturales, para profundizar en el tema revisar a: Bautista-Pérez, 2013, Rodríguez-Aguilera, 2013, Millán, 2014; Valadez, 2014, Hernández, 2014.

Asimismo grupos sociales están elaborando sus propios feminismos descoloniales o procesos de igualdad-equidad y emancipación interesantes; por mencionar algunos ejemplos: Las mujeres zapatistas, sus congresos (Marcos, 2010; Mujeres y La Sexta, 2017a), sus enunciados, La Ley Revolucionaria de Mujeres Zapatistas (Mujeres y La Sexta, 2017b) y su participación en los puestos de toma de decisiones y coordinación y consejo (Marcos, 2010; Mujeres y La Sexta, 2017). Los grupos de mujeres en Bolivia (Gallardo, 2011). Las mujeres indígenas y campesinas de Brasil en el Movimiento de los Sin Tierra (Carballo-López, 2012). Las luchas del buen vivir por las mujeres negras del Alto Cauca, en Colombia (Rojas *et al.*, 2015). Las mujeres que participan en la organización global de la Vía Campesina (sus luchas por una Reforma Agraria con equidad de género), toda la Vía Campesina que se ha pronunciado como una organización en pro de la equidad (Vía Campesina, 2013, 2017). Las mujeres organizadas de Cheran, las autodefensas del bosque y la transmisión oral de la *jarojpikua*¹ (Lemus-Jiménez, 2013; Campos y Partida, 2015) y los grupos de mujeres indígenas organizadas en Cuetzalan Puebla (Gledhill, 2013): Organización de Mujeres Artesanas Nahuas (Martínez-Corona, 2003), por decir algunos.

Investigación-Acción-Participación: Evaluación-Rural-Participativa

Estas metodologías en las ciencias sociales se han venido documentando desde los años de 1940 (Lewin, 1946). Implementándose principalmente como herramienta de estudio, colaboración, acción, y reflexión colectiva (Park, 1992; Fals-Borda, 2008). Utilizada como práctica metodológica alternativa al positivismo científico (Fals-Borda, 1981). La Investigación acción está basada principalmente en evidencia histórica y social (Park, 1992).

¹ La *jarojpikua* en p'urhépecha quiere decir trabajo gratuito sin remuneración alguna, por el bien de la comunidad. Es trabajo comunal, lo que en otros lugares se conoce como tequio, faena, mano vuelta, etcétera (Lemus-Jiménez, 2013).

Investigación Participativa y Metodologías participativas

Alrededor del mundo se ha generado un sólido compendio de experiencias, muchas de ellas aplicadas en países en desarrollo. A la par de las prácticas que se realizan con estas metodologías se ha generado una fundamentación teórica que ha estado abonando a las diversas implementaciones de la misma y a sus múltiples diversificaciones alrededor del planeta, tales experiencias pueden profundizarse revisando los siguientes autores: Chambers (1992, 1993, 1994, 1995, 1996); Rahman y Fals-Borda (1992) y IDS (1996).

En América Latina durante décadas se han venido aplicando desde diferentes horizontes las herramientas participativas, así en aspectos de desarrollo local Fals Borda (1978, 1981, 2008 y 2009) y otros. En esta misma vertiente Max Neef (1984) en sus trabajos de desarrollo local, que tiempo después le permitieron emitir sus teorías de Desarrollo a Escala Humana (Max Neef *et al.*, 2010). Así como en temas sobre educación para la libertad, para la emancipación y concientización en el medio rural de Paulo Freire y su amplia teoría de alfabetización, acompañado de su arduo trabajo pedagógico (Freire, 1973, 1978, 2005). Todos estos trabajos salpicados de herramientas participativas; las experiencias son vastas y diversas, y en su mayoría de manera general aplicadas en entornos rurales naturales.

Geografía Social

En América Latina desde hace décadas la cartografía social se ha venido empleando como una experiencia ligada a la defensa y ejercicio de los derechos territoriales de comunidades, colectivos y grupos locales (Torres *et al.*, 2012; Sletto *et al.*, 2013; Montoya *et al.*, 2014). Entre otras cosas, porque este tipo de procesos permiten una reflexión colectiva sobre los territorios (Sletto *et al.*, 2013), y una producción colectiva de conocimientos (Montoya *et al.*, 2014). En palabras de Montoya *et al.* (2014), a la Geografía Social se le puede considerar como una metodología dentro del pensamiento fronterizo desde una ciencia social crítica y comprometida.

De acuerdo a Bryan (2011), se pueden identificar hasta 5 escuelas con diferentes enfoques metodológicos: 1) la ecología cultural, 2) la etno-cartografía, 3) el desarrollo participativo, 4) los enfoques jurídicos, y 5) enfoque basado en movimientos sociales.

El mapeo participativo se considera una práctica metodológica importante, entre otras ventajas, porque se le considera: Una táctica para el avance en el reconocimiento

de los derechos al territorio y los recursos de los pueblos tradicionales en áreas boscosas de América Latina (Bryan, 2012; Montoya *et al.*, 2014). Impulsa a la innovación tecnológica con el objetivo de otorgar reconocimiento legítimo al mapeo y, de esta manera garantizar el acceso a la tierra y a los recursos naturales (Sletto *et al.*, 2013). Aumenta las posibilidades de análisis, de contextualización histórica y de reconocimiento de derechos y de representatividad y pertenencia local, comunitaria y consuetudinaria sobre todo por y para los pueblos originales amerindios, respecto a la ubicación geosocial, geopolítica, geoespacial, geofísica; se podría considerar una herramienta de reivindicación territorial.

Institucionalizar-Constitucionalizar los Derechos de la Naturaleza

En América Latina se ha redactado, por primera vez en el mundo una Constitución donde se le reconocen valores intrínsecos a la Naturaleza, la Constitución escrita en Montecristi, Ecuador, otorga Derechos a la Naturaleza; además de proponer al Buen Vivir como alternativa de Desarrollo actual (Gudynas, 2009; 2011a y 2011b).

Tanto en Bolivia, como en Venezuela y Ecuador en los últimos tiempos se han venido implementando iniciativas de desarrollo y convivencia entre sus sociedades humanas y la naturaleza más armoniosas, empáticas y respetuosas entre sí, la mayoría de estas expresiones, experiencias tienen sus orígenes o sus inspiraciones en las prácticas y formas de vida y de resistencia de los pueblos originarios de América, y en las cosmogonías y filosofías ancestrales de estos grupos amerindios (Estermann, 2006; Dussel, 2009; Grosfoguel, 2013a). Estas estrategias de convivencia han sido llamadas por diferentes pensadores y corrientes de pensamiento como: Ecología profunda o Sostenibilidad súper-fuerte (Gudynas 2011a, 2011b), Buen Vivir (Gudynas, 2011b; Ollantay, 2014; Oviedo-Freire, 2014), Sumak Kawayay (o Suma Qamaña, en Aymara) (García-Álvarez, 2014; Oviedo-Freire, 2014), Yasuní (Oviedo-Freire, 2013).

Desde el abordaje con enfoque de Ecología Política que le hace Gudynas (2011a) a la Constitución de Montecristi considera que esos derechos implican un cambio radical en los conceptos de ambiente, el desarrollo y la justicia, entre otros. Dichos derechos de la Naturaleza de acuerdo a Gudynas (2011a,b) representan un avance de enorme importancia, y que en un futuro estos estarán presentes en casi todas las Constituciones. El principal aporte es que el ambiente es valorado en sí mismo, en formas independientes de cualquier utilidad o beneficios para los seres humanos,

colocando nuevos escenarios, nuevos argumentos y otros criterios de legitimidad y justicia (Gudynas, 2011a).

Consideraciones finales y perspectivas

No hay saber “universal”, ninguno lo es, todos son – de algún modo – particulares y relativos a las condiciones en que son producidos (Mato, 2005, 2008). El interculturalismo podría entenderse como una propuesta de intercambios e hibridaciones de aspectos sociales y culturales (Mato, 2011). La interculturalidad implica partir con el reconocimiento de la coexistencia de diversas racionalidades (Dussel, 1994; De Sousa Santos, 2010; Ollanty, 2015). La ciencia occidental genera la producción de conocimiento monológica, asituada y asocial (Montoya *et al.*, 2014).

El conocimiento científico occidental es un tipo de saber, todos los otros pueblos del mundo tienen sus propios otros saberes (Dussel, 2014; Grosfoguel, 2013b). Actualmente hay una urgente necesidad mundial por descolonizar el saber (Galceran-Huguet, 2016), ejemplos epistémicos los encontramos en los pensamientos teóricos del Giro Decolonial (Castro-Gómez y Grosfoguel, 2007), Estudios Postcoloniales (Lander, 2000), el Pos-estructuralismo (Derrida, 1989; Krieger, 2004), los estudios históricos de la subalteridad (Sandoval, 2010); en la gran mayoría de los rincones intelectuales del planeta pensamientos reflexivos han llegado a la intersección de reconocer los otros saberes (Grosfoguel, 2013a). Al respecto América Latina tiene un fuerte e importante compromiso intelectual y antropológico (en términos de sociedades-civilizaciones) con sus propios pueblos de descolonizar el saber, esto es una posibilidad para su desarrollo como pueblos (Dussel, 2014).

Es fundamental empezar un diálogo de saberes pluriverso e intercultural con los discursos críticos al sistema y a la modernidad occidental. De acuerdo a Dávalos (2011): El Sumak Kawsay, conjuntamente con la Plurinacionalidad del Estado (el autor se enfoca al Ecuador), permite ese diálogo, que bien puede ser una propuesta regional para Latinoamérica. Estas experiencias pluriversas e interculturales permitirían que se integrarán nuevas epistemes en este tipo de diálogos de saberes emancipatorios, críticos y alternativos (Dávalos, 2011).

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado con el apoyo económico de los Proyectos 251919 de CONACYT Ciencia Básica y del Proyecto CONACYT-Redes Temáticas 280030. Este trabajo es parte de los resultados de las actividades de la Red Nacional Áreas Naturales Protegidas del CONACYT (RENANP). Los autores agradecemos a los 2 revisores anónimos sus atinadas sugerencias para mejorar la versión original de este manuscrito.

Literatura citada

- Alarcon N. 1991. *The Theoretical Subjectts) of This Bridge Called My Back and Anglo-American Feminism*. En: Criticism in the Borderlands. Studies in Chicano Literature, Culture and Ideology. Hector Calderon and Jose Davod Saldivar (Eds.). Durham and London: Duke U.P.
- Bautista-Pérez, J. 2013. *Espacios de lucha contra el racismo y sexismo. Mujeres y vida cotidiana*. En: Senti-pensar el género. Perspectivas desde los pueblos originarios. Georgina Méndez Torres., Juan López Intzín., Sylvia Marcos y Carmen Osorio Hernández (Editores). Guadalajara, Jal., Red Interdisciplinarias de Investigaciones de los Pueblos Indios de Méx. AC/Taller edit. La Casa del Mago/Red de Feminismos Descolonia. 2013. Estudios Latinoamericanos. 111-134 pp.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. 2000. *Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management*. Ecological Applications. 10: 1251-1262.
- Boege E. 2008 El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. INAH, CDI, México. Consultado: 25-02-2016. En: http://www.cdi.gob.mx/biodiversidad/biodiversidad_0_preliminares_1-31_eckart_boege.pdf
- Boege, E. 2009. *El reto de la conservación de la biodiversidad en los territorios de los pueblos indígenas*, En: Dirzo, R., Gonzalez, R., & March, I. J. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. (pp. 603-649). Conabio, México. 819 pp.
- Blázquez-Graf, N. 2008. *El retorno de las brujas*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-CIICH, UNAM, México. 150 pp.

- Bryan J. 2011. *Mapeo Participativo: Estado del Arte*. Foro Internacional: Cartografía Participativa y Derechos al Territorio y los Recursos Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia 1-2 Junio 2011.
- Bryan J. 2012. *Abordajes hacia la Cartografía Participativa*. En: Mapas y derechos. Experiencias y aprendizajes en América Latina. Carlos Salamanca y Rosario Espina (Eds). 1a ed. Rosario: UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, 2012.
- Campos A. y G. Partida. 2015. *Cumple Cherán 4 años de autogobierno, sin partidos*. Periódico La Jornada. En: <http://www.jornada.unam.mx/2015/04/20/estados/029n1est>, Consultado en Enero 2017.
- Carballo-López M. 2012. *Mujeres líderes en el Movimiento Sin Tierra*. (Ceará-Brasil). Tesis de Doctorado en Antropología Social y Cultural. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Castro-Gómez, S. 2011. *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales*. Fundación Centro de Integración, Comunicación, Cultura y Sociedad (CICCUS); Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLASCO).
- Castro-Gómez, S., y Grosfoguel, R. 2007. *El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global*. Siglo del Hombre editores.
- Chambers R. 1993. *Challenging the professions: Frontiers for rural development*. Intermediate Technology Publications, Londres.
- Chambers R. 1994. *The origins and practice of Participatory Rural Appraisal*. World Development Vol. 22, No. 7. 953-969 pp.
- Chambers R. 1995. *Rural appraisal: Rapid, relaxed and participatory*. IDS Discussion Paper 311, Brighton, IDS.
- Chambers R. 1992. *Methods for analysis by farmers: The professional challenge*. documento presentado en el 12th Annual Symposium of the Association for FSR/E, East Lansing, Michigan State University, Estados Unidos.
- Dávalos, P. 2011. *Sumak Kawsay (La vida en plenitud)*. En Convivir para perdurar: conflictos ecosociales y sabidurías ecológicas. Icaria. 201-214 pp.
- De Sousa Santos B. 2011. *Epistemologías del Sur*. Utopía y Praxis Latinoamericana, 16 (54), 17- 39 pp.

- De Sousa Santos, B. 2009. *Una epistemología del sur: la reinención del conocimiento y la emancipación social*. México: Siglo XXI.
- De Sousa Santos, B. 2010. *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Ediciones Trilce. Uruguay. En http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/Descolonizar%20el%20saber_final%20-%20C3%B3pia.pdf, Consultado en Enero 2017.
- Delgado B. F. 2009. *El diálogo intercultural e intercientífico para el desarrollo endógeno sustentable y la reforma universitaria*. TRASPATIOS, Octubre 2009, número 1: 62-73 pp.
- Derrida, J. 1989. *La escritura y la diferencia* (Vol. 38). Anthropos Editorial.
- Descola P. y G. Pálsson. 2001. *Naturaleza y sociedad: perspectivas antropológicas*. Siglo XXI. México.
- Desmet, E. 2014. *Conservación y pueblos indígenas: un análisis socio-jurídico*. Vol. 75. Universidad de Deusto.
- Dussel E. 2009. *Dialogo sobre interculturalidad*. México-Los Ángeles, 2009. CUNorte-UdeG. En: <https://www.youtube.com/watch?v=rrHeGBZIVLc>, Consultado en Enero 2017.
- Dussel E. 2014. 16 *Tesis de economía política. Interpretación filosófica*. Siglo XXI Editores. México. 424 P.
- Dussel, E. 1994. *1492 El encubrimiento del Otro: Hacia el origen del mito de la modernidad*. Plural Editores. Bolivia. 177 pp.
- Estermann J. 2006. *Filosofía Andina. Sabiduría indígena para un mundo nuevo*. ISEAT Instituto Superior Ecuménico Andino de Teología. Bolivia. 413 pp.
- Fals-Borda, O. 1978. *El problema de cómo investigar la realidad para transformarla: Por la praxis*. Ediciones Tercer Mundo. Colombia.
- Fals-Borda, O., y Moncayo, V. M. 2009. *Una sociología sentipensante para América Latina*. Siglo del hombre. CLACSO. Argentina. 490 p.
- Fals-Borda. 1981. *La ciencia y el pueblo nuevas reflexiones*. La sociología en Colombia: balances y perspectivas. Editora Guadalupe. Colombia. 149-174 pp.
- Fals-Borda. 2008. *Orígenes universales y retos actuales de la IAP investigación acción participativa*. Peripecias No 110 - 20 de agosto de 2008. MUNDO
- Feyerabend, P. K. 1986. *Tratado contra el método*. Editorial Tecnos S. A. Madrid, España. 337 pp.

- Freire, P. 1978. *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI.
- Freire, P. 2005. *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
- Freire, P. 1973. *La concientización en el medio rural*. México: Siglo XXI.
- Galceran-Huguet M. 2016. *La bárbara Europa: Una mirada desde el postcolonialismo y la decolonialidad*. Traficantes de Sueños. España. 380 p.
- Gallardo, F. 2011. *Los feminismos de las mujeres indígenas: acciones autónomas y desafíos epistémicos*. En: <https://francescagargallo.wordpress.com/ensayos/>
- Gallopín Gilberto C. 2006. *Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos*. Ponencia presentada en el Seminario de expertos sobre Indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. Santiago de Chile, Agosto 2006.
- García-Álvarez, S. 2014. *Sumak Kawsay o buen vivir como alternativa al desarrollo en Ecuador. Aplicación y resultados en el gobierno de Rafael Correa (2007-2011)*. Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid.
- Gledhill, J. 2013. *Límites de la autonomía y autodefensa indígena: experiencias mexicanas*. OXÍMORA Revista Internacional de Ética y Política, (2): 1-21 pp.
- González Casanova, P. 2009. *De la sociología del poder a la sociología de la explotación*. Pensar América Latina en el siglo XXI.
- Grosfoguel, R. 2013a. *Transmodernidad y Pluriversalismo*. En <https://www.youtube.com/watch?v=RvYV0uqtaxA>, Consultado en Enero 2017.
- Grosfoguel, R. 2013b. *Racismo/sexismo epistémico, universidades occidentalizadas y los cuatro genocidios/epistemicidios del largo siglo XVI*. Tabula Rasa, 19, 31-58.
- Gudynas E. 2011b. *Desarrollo, Derechos de la Naturaleza y Buen Vivir después de Montecristi*. En: Debates sobre cooperación y modelos de desarrollo. Perspectivas desde la sociedad civil en el Ecuador. Gabriela Weber, editora. Centro de Investigaciones CIUDAD y Observatorio de la Cooperación al Desarrollo, Quito. Marzo 2011. pp 83-102.
- Gudynas, E. 2009. *El mandato ecológico. Derechos de la Naturaleza y políticas ambientales en la nueva Constitución*. Quito: Abya Yala. Ecuador.
- Gudynas, E. 2011a. *Los derechos de la naturaleza en serio*. En: La naturaleza con derechos: de la filosofía a la política. Acosta, Alberto y Martínez, Esperanza (Eds.). Quito, Abya-Yala.

- Harding S. 1991. *Whose Science? Whose Knowledge?* Ithaca: Cornell University Press.
- Harding, S. 1986. *Feminismo y ciencia*. Morata. Barcelona.
- Harmon, D. & J. Loh. 2010. *The index of linguistic diversity: A new quantitative measure of trends in the status of the world's languages*. Language Documentation & Conservation. 4. 97-151 pp.
- Haraway, D. J. 1995. *Ciencia, cyborgs y mujeres: la reinención de la naturaleza*. Ediciones Catedra. Madrid, España.
- Hernández R. A. 2014. *Algunos aprendizajes en el difícil reto de descolonizar el feminismo*. En: Más allá del feminismo: caminos para andar. Marga Millán (Editora). Red de Feminismos Descoloniales. México D.F. 183-212 pp.
- Hinkelammert, F. 2010. *El sujeto y la ley: el retorno del sujeto reprimido*. Fundación Editorial el Perro y la Rana. Venezuela.
- Hviding, E. 2001. *Naturaleza, cultura, magia, ciencia. Sobre los metalenguajes de comparación en la ecología cultural*. En Naturaleza y sociedad. Perspectivas antropológicas. Philippe Descola y Gísli Pálsson (Eds.). México: Siglo XXI Editores S. A. 192-213 pp.
- Institute of Development Studies IDS. 1996. *The Power of participation: PARA and Policy*. Policy Briefing. UK. Issue 7.
- Jara-Cifuentes C. 2014. *Un nuevo camino en las ciencias sociales hoy*. En Pensamiento del Sur. -1a. Ed. - Buenos Aires, Editorial Abierta (FAIA)-CIIIS, 2014. 41-63 pp.
- Krieger, P. 2004. *La deconstrucción de Jacques Derrida (1930-2004)*. In Anales del Instituto de investigaciones estéticas (Vol. 26, No. 84, pp. 179-188). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Kuhn, T. S. 1975. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura Económica México.
- Lander, E. 2000. *La Colonialidad del saber: Eurocentrismo y ciencias sociales*. CLACSO. Argentina. 249 p.
- Leff, E. 1994. *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. México: Siglo XXI.
- Leff, E. 2006. *Complejidad, racionalidad ambiental y diálogo de saberes*. Carpeta del Ceneam. Enero. Madrid.

- Lemus-Jiménez, A. 2013. *La transmisión de la historia a través de la oralidad por mujeres p'urhepecha de Cherán*. En: Senti-pensar el género. Perspectivas desde los pueblos originarios. Georgina Méndez Torres, Juan López Intzín, Sylvia Marcos y Carmen Osorio Hernández (Editores). Guadalajara, Jal., Red Interdisciplinaria de Investigación de los Pueblos Indios de Méx. AC/Taller edit. La Casa del Mago/Red de Feminismos Descolonial. 2013. Estudios Latinoamericanos. 185-208 pp.
- Lévi-Strauss, C. 1987. *Antropología estructural: mito, sociedad, humanidades*. Siglo XXI.
- Lewin K. 1946. *Action Research and Minority Problems*. Journal of Social Issues, 2 (4): 34-46 pp.
- Lewis, M.P., G.F. Simons y C.D. Fennig. 2013. *Ethnologue: Languages of the World, Seventeenth edition*. SIL International, Dallas, Texas.
- Loh, J. & D. Harmon. 2014. *Biocultural Diversity: threatened species, endangered languages*. WWF Netherlands, Zeist. The Netherlands.
- Maffi, L. 2005. *Linguistic, cultural, and biological diversity*. Annu. Rev. Anthropol., (34): 599-617.
- Maffi, L., y E. Woodley. 2010. *Biocultural diversity conservation: A Global Sourcebook*. Earthscan. London. 304 pp.
- Marcos, S. 2010. *Cruzando Fronteras. Mujeres indígenas y feminismos, abajo y a la izquierda*. Universidad de la Tierra. Chiapas. 326 pp.
- Marcos, S. 2014. *Feminismos en camino descolonial*. En Más allá del feminismo: caminos para andar. México: Ed. Mágina Millán, Red de Feminismos Descoloniales.
- Martínez-Corona, B. 2003. *Género, sustentabilidad y empoderamiento en proyectos ecoturísticos de mujeres indígenas*. Revista de Estudios de Género. La ventana, Universidad de Guadalajara. Núm. 17: 188-217 pp.
- Mascia, M. B., Brosius, J. P., Dobson, T. A., Forbes, B. C., Horowitz, L., McKean, M. A., & N. J. Turner. 2003. *Conservation and the social sciences*. Conservation biology. 17 (3): 649-650.
- Mato D. 2005. *Interculturalidad, producción de conocimientos y prácticas socioeducativas*. ALCEU. 6 (11): 20-138 pp.
- Mato, D. 2008. *No hay saber "universal", la colaboración intercultural es imprescindible*. Alteridades, 18(35): 101-116 pp.

- Mato, D. 2011. *Universidades indígenas de América Latina: Logros, problemas y desafíos*. Revista Andaluza de Antropología, 1, 63-85 pp.
- Max-Neef, M. A. 1984. *Economía descalza*. Centro de Alternativas de Desarrollo. Cepaur. Nordan.
- Max-Neef, M., Elizalde, A., y M. Hopenhayn. 2010. *Desarrollo a escala humana: una opción para el futuro. Segunda Parte*. Desarrollo y necesidades humanas.
- Mignolo W., 2011. *Historias locales/diseños globales*. Colonialidad, conocimientos subalternos y pensamiento fronterizo. Akal. España.
- Millan M. 2014. *Alcances políticos ontológicos de los feminismos indígenas*. En: Más allá del feminismo: caminos para andar. Mágina Millán (Editora). Red de Feminismos Descoloniales. México D.F. 119-144 pp.
- Montoya-Arango, V., García-Sánchez, A., y C. A. Ospina-Mesa. 2014. *Andar dibujando y dibujar andando: cartografía social y producción colectiva de conocimientos*. Nómadas, (40): 191-205 pp.
- Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales MMBT. 2016. *Las raíces coloniales racistas de la conservación occidental de los bosques: una mirada a un proyecto REDD en Kenia* En: <http://wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin-wrm/seccion1/las-raices-coloniales-racistas-de-la-conservacion-occidental-de-los-bosques-una-mirada-a-un-proyecto-redd-en-kenia/>, Consultado Enero 2017.
- Mujeres y La Sexta, 2017a. *Encuentro de las Mujeres Zapatista con las mujeres del mundo (Dic 2007)*. En: <https://mujeresylasextaorg.wordpress.com/audios-fotos-videos-y-textos-del-encuentro-de-mujeres/>, Consultado en Enero 2017.
- Mujeres y La Sexta, 2017b. *La Revolución de las Mujeres Zapatistas*. En: <https://mujeresylasextaorg.wordpress.com/ley-revolucionaria-de-mujeres-zapatistas/>, Consultado en Enero 2017.
- Ollantay I. 2014. *El Buen Vivir no es desarrollo, ni el desarrollo es sostenible. Rebelión*. En línea: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=191761> Consultado: diciembre, 2015.
- Ollantay I. 2015. ¿Por qué muchas indígenas se resisten a algunas corrientes feministas? *Rebelión*. En línea: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=196216>, Consultado en 2016.
- Ovideo-Freire. 2013. *Cómo viven los que defienden el Yasuni?* En: <http://www.alainet.org/es/active/67051>, Consultado en Enero 2017.

- Oviedo-Freire. 2014. *El Buen Vivir posmoderno y el Sumakawsay ancestral*. En: Antología del Pensamiento Indigenista Ecuatoriano sobre Sumak Kawsay. Antonio Luis Hidalgo-Capitán Alejandro Guillén García y Nancy Deleg Guazha (Eds.). España. 267-296 pp.
- Park P.1992. ¿Qué es la investigación-acción participativa? Perspectivas teóricas y metodológicas. En: La investigación acción participativa, inicios y desarrollo. María Cristina Salazar (Editora) Editorial Popular. Madrid, España. 135-174 pp.
- Pretty, J., Adams, B., Berkes, F., De Athayde, S. F., Dudley, N., Hunn, E. & Sterling, E. 2009. *The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration*. Conservation and Society, 7(2): 100-112 pp.
- Quijano, A. 1992. *Colonialidad y modernidad/racionalidad*. Perú indígena, 13 (29): 11-20 pp.
- Quijano, A. 1995. Raza, etnia y nación en Mariátegui: cuestiones abiertas. Estudios latinoamericanos, 2(3): 3-19 pp.
- Quijano, A. 1999. *Colonialidad del poder, cultura y conocimiento en América Latina*. Dispositio. 24 (51): 137-148 pp.
- Quijano, A. 2000a. *Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina*. En Edgardo Lander (comp.) La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas, Buenos Aires: CLACSO, 2000, 201-246 pp.
- Quijano, A. 2000b. *El fantasma del desarrollo en América Latina*. Revista venezolana de economía y ciencias sociales, 6 (2): 73-90 pp.
- Quijano, A. 2007. *Colonialidad del poder y clasificación social*. El giro decolonial. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global, 93-126 pp.
- Rahman A y O Fals-Borda. 1992. *La situación actual y las perspectivas de la investigación-acción participativa en el mundo*. En La Investigación Acción Participación Inicios y Desarrollo. María Cristina Salazar (Editora). Editorial Popular. Madrid España.
- Rodríguez-Aguilera, M. Y. 2013. ¿Racismo y sexismo en México? Voces de mujeres indígenas desde su cotidianidad. En: Senti-pensar el género. Perspectivas desde los pueblos originarios. Georgina Méndez Torres., Juan López Intzín., Sylvia Marcos y Carmen Osorio Hernández (Editores). Guadalajara, Jal.,

- Red Interdisciplinaria de Investigaciones de los Pueblos Indios de Méx. AC/ Taller edit. La Casa del Mago/Red de Feminismos Descolonía. 2013. Estudios Latinoamericanos. 135-144 pp.
- Rojas M., Machado Mosquera C., Botero, P., y A. Escobar. 2015. *Luchas del buen vivir por las mujeres negras del Alto Cauca*. *Nómadas*, (43): 167-183.
- Sánchez M. 2009. *La gente exótica. Reflexiones sobre el otro y la otra desde Bolivia 2000*. TRASPATIOS, Octubre 2009. (1): 52-61 pp.
- Sandoval, P. 2010. *Repensando la subalternidad: miradas críticas desde/sobre América Latina*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Shiva, V. 1995. *Abrazar la vida. Mujer, ecología y desarrollo*. Madrid: Horas y Horas.
- Sletto, B., Bryan, J., Torrado, M., Hale, C., y D. Barry. 2013. *Territorialidad, mapeo participativo y política sobre los recursos naturales: la experiencia de América Latina*. Cuadernos de Geografía. 22 (2): 193 pp.
- Stavenhagen, R. 2005. *Siete tesis equivocadas sobre América Latina*. La teoría de la dependencia. Madrid.
- Toledo, V. M. 2001. *Biodiversity and indigenous peoples*. En: Levin, S. (ed) Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press: 1181-1197.
- Toledo, V. M. 2005. *Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional?* Gaceta Ecológica, núm. 77, octubre-diciembre, 2005, pp. 67-83
- Torres, I. V., Gaona, S. R., y D. V. Corredor. 2012. *Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afrodescendiente de la cuenca alta del río Cauca*. Cuadernos de Geografía. 21 (2): 59 pp.
- Tylor, E. R. 1871. *Primitive culture*. Londres.
- UNESCO, 2017. *Datos en tiempo real*. En: <http://www.unesco.org/languages-atlas/es/statistics.html>, Consultado en Enero 2017.
- Valadez A., 2014. *Saberes femeninos en el ámbito comunitario campesino. Contrahegemonía, defensa del territorio y lo cotidiano en la Lacandona*. En: Más allá del feminismo: caminos para andar. Mágina Millán (Editora). Red de Feminismos Descoloniales. México D.F. 145-154 pp.
- Vía Campesina 2017. *El Salvador: I Foro Internacional de Mujeres de la Vía Campesina*. En: <https://viacampesina.org/es/index.php/temas-principales-mainmenu-27/mujeres-mainmenu-39/2888-el-salvador-i-foro-internacional-de-mujeres-de-la-via-campesina>, Consultado en Enero 2017.

- Vía Campesina, 2013. *Manifiesto internacional de las Mujeres de la Vía Campesina*.
En: <http://viacampesina.org/es/index.php/nuestras-conferencias-mainmenu-28/6-yakarta-2013/declaracion-y-mociones/1806-manifiesto-internacional-de-las-mujeres-de-la-via-campesina-2>, Consultado en Enero 2017.
- Walsh C. 2007. ¿Son posibles unas ciencias sociales/culturales otras? Reflexiones en torno a las epistemologías decoloniales. *Nomadas*. Universidad Central de Colombia. (26): 102-113 pp.
- Walsh C. 2009a. *Interculturalizar el pensamiento*. Traspasos N° 1 interculturalidad: un nuevo desafío para las ciencias sociales Revista del Centro de Investigaciones CISO-FACSO-UMSS. (1): 11-20 pp.
- Walsh, C. 2009b. *Interculturalidad colonialidad y educación*. Revista Educación y Pedagogía. (48): 19 pp.
- Woolf, V. 2015. *Tres guineas*. Ediciones Godot.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Lagunas-Vázquez M.*, M. Bobadilla-Jiménez, L. F. Beltrán-Morales, y A. Ortega-Rubio. 2017. *Bases Antropológicas y Sociológicas para la Conservación en Áreas Naturales Protegidas Latinoamericanas con un enfoque Pluricultural e Intercultural*. Capítulo III. Pp. 51-76. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO IV

IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE LAS ISLAS DE MÉXICO

Daniela Maldonado-Enríquez* y Alfredo Ortega-Rubio

*Autora de correspondencia: dmaldonado@pg.cibnor.mx

Resumen

Las islas de todo el mundo son de gran importancia para la conservación, así como también para la soberanía y el desarrollo sustentable. Son ecosistemas ricos en biodiversidad y en endemismos, que junto sus aguas adyacentes son hábitat importantes para una gran cantidad de especies. Los ecosistemas insulares mexicanos son sitios clave, en ellos se contiene un gran porcentaje de la biodiversidad del país, así como también los recursos y servicios que proveen hacen de estos ecosistemas un lugar idóneo y prioritario para conservar eficientemente la biodiversidad. Son más de 260 mil las personas que habitan y dependen de los recursos y servicios que estos ecosistemas les proveen, siendo la pesca y el turismo las principales actividades que ahí se realizan. A pesar de todo, estos ecosistemas enfrentan diversas amenazas, es por ello que la declaración de las islas como áreas naturales protegidas ha sido una herramienta para la conservación que se ha empleado en el país desde hace muchos años, que a pesar de no tener una eficiencia del cien por ciento, hasta el momento es considerada una de las mejores herramientas que junto con diversas organizaciones y estrategias se han encaminado grandes esfuerzos para la conservación de estos ecosistemas. Con el fin de optimizar esta estratégica herramienta de conservación es importante generar

trabajos de priorización en la conservación de las islas, para enfocar los esfuerzos y el financiamiento a aquellas que tengan mayor relevancia para la conservación y el desarrollo considerando todos sus atributos y que estas prioridades están continuamente actualizándose.

Palabras clave: Islas, ecosistemas insulares, conservación, desarrollo sustentable, áreas naturales protegidas.

Abstract

Islands around the world are of great importance for conservation, as well as also for sovereignty and sustainable development. These ecosystems are rich in biodiversity and endemism, which together with their adjacent waters are important habitats for a large number of species. Mexican insular ecosystems are key sites, containing a large percentage of the country's biodiversity, as well as the resources and services they provide, making these ecosystems an ideal and priority place to conserve biodiversity. There are more than 260 thousand people who inhabit and depend on the resources and services provided by these ecosystems, with fishing and tourism being the main activities carried out there. Nevertheless, these ecosystems face various threats, which is why the declaration of the islands as protected areas has been a conservation tool used in the country for many years, despite not having a efficiency of the hundred percent, so far is one of the best tools that along with diverse organizations and strategies have been directed great efforts for the conservation of these ecosystems. In order to optimize this strategic conservation tool, it is important to generate prioritization work in the conservation of the islands, to focus the efforts and the financing to those that are more relevant for conservation and development considering all its attributes and that these priorities are continually being updated.

Key words: Islands, island ecosystems, conservation, sustainable development, protected areas.

Antecedentes

Territorio Insular Mexicano

Las más de 2,500 islas, cayos y arrecifes que se localizan en la zona costera y marina de México, cuya definiciones se presentan en la (Tabla 1), conforman el Territorio Insular Nacional (TIM) (Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano, 2012). Gracias a las islas el territorio y la soberanía nacional se proyectan muy adentro hacia el Océano Pacífico, el Golfo de México y el Mar Caribe (Aguirre *et al.* 2010).

En el 2005 se inició la elaboración del “Catalogo del territorio insular mexicano” el cual tiene como objetivo el identificar, listar, ubicar, clasificar y describir los elementos insulares de México el cual concluyó en el 2010.

Las islas mexicanas comprenden un área total de 5,127 km² (INEGI, 2011). Bajo la Constitución Mexicana todas las islas son parte del territorio nacional y están bajo la jurisdicción federal, excepto por aquellas islas que están bajo la jurisdicción de los estados (Moreno-Collado, 1991; Cabada-Huerta, 2007), comunidades y propiedad privada (CONANP-SEMARNAP, 2000). Las islas federales son administradas por la Secretaria de Gobernación (SEGOB) y protegidas por la Secretaria de Marina (SEMAR) (Aguirre *et al.* 2011).

Cabe mencionar que las islas mexicanas forman parte de ecorregiones marinas la cual está compuesta por 1365 polígonos que corresponden a 1218 islas, setenta y cinco arrecifes y bajos, treinta y un islotes, diecisiete cayos, doce rocas, ocho barras, tres morros y un banco. Son ocho las ecorregiones marinas de México: Golfo de México norte, Golfo de México sur, Mar Caribe, Pacífico centroamericano, Pacífico transicional mexicano, Golfo de California, Pacífico sudcaliforniano y el Pacífico transicional de Monterrey estas ecorregiones esta definidas por las diferencias entre los ecosistemas marinos que ocurren a escala de cuencas oceánicas, entre las que destacan la temperatura y la circulación de las grandes corrientes y masas de agua marina (Lara-Lara *et al.* 2008) según la Comisión de Cooperación de América del Norte. En la Figura 1 se muestran las ecorregiones, la distribución y el número de islas por ecorregión.

Tabla 2. Definición de los términos genéricos de los elementos insulares. Modificado de Aguirre *et al.* (2010).

Término genérico	Descripción
Isla	Extensión natural de tierra rodeada de agua, que se encuentra sobre el nivel de esta en pleamar.
Islote	Pequeña porción de tierra, rodeada de agua de manera permanente, Estructura insular que formó parte de una isla de mayor tamaño o de un continente, y que por procesos de abrasión marina se separó de éstas.
Arrecife	Estructura rocosa, generalmente coralina, que emerge sobre el nivel del mar o se encuentra a muy poca profundidad. Situado generalmente alrededor de las costas e islas.
Cayo	Porción natural de tierra baja y plana, formada por arena y fragmentos de coral construida por las olas sobre una plataforma coralina al mismo nivel de la marea alta o por encima de la misma; cubierta en ocasiones con vegetación de mangle. Se define como la composición madreporica que da lugar a arrecifes litorales, islotes y cordones paralelos a la costa.
Roca	Pequeña estructura masiva, escarpada, que se encuentra emergida permanentemente.
Arrecife/bajo	Región del fondo marino que por su poca profundidad representa un peligro para la navegación marítima. Arrecife/bajo = arrecife
Morro	Prominencia rocosa o saliente de costa acantilada abrupta, de forma redondeada cuya altura es aproximadamente de 100 a 200 metros, que generalmente se encuentra en la entrada de las bahías. Morro = roca
Barra insular	Se forma a partir de una barra submarina en el proceso de desplazamiento de aquella hacia la costa, y su posterior afloramiento por encima del nivel del mar. Barra = isla

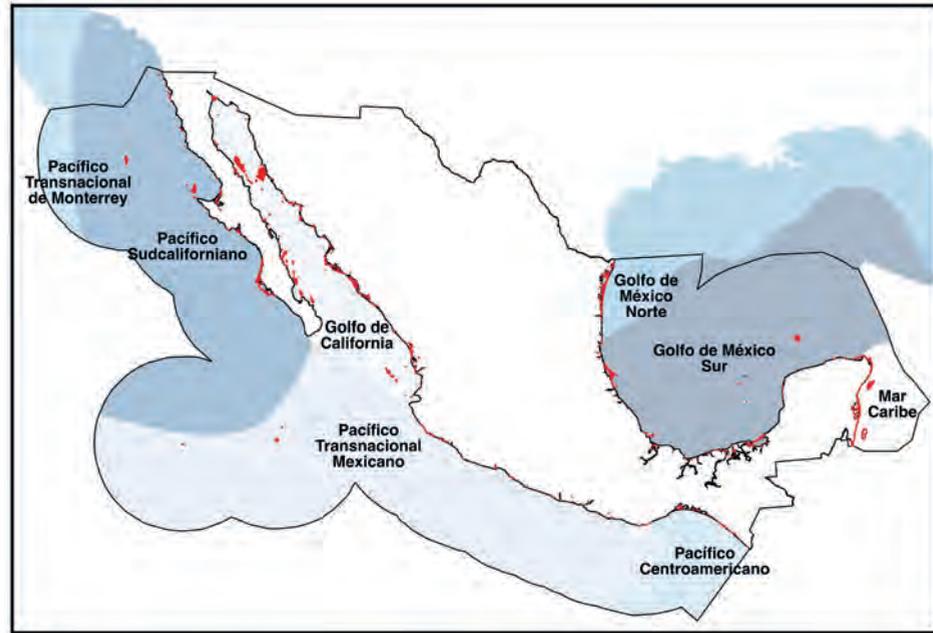


Figura 1. Distribución del Territorio Insular Mexicano y las ecorregiones marinas Nivel I. Número de islas por ecorregión: Pacífico Sudcaliforniano (39), Golfo de California (185), Pacífico Transnacional Mexicano (44), Pacífico Centroamericano (34), Golfo de México Norte (48), Golfo de México Sur (77) y Mar Caribe (31).

El TIM es la frontera más expuesta y vulnerable de México. Por ello, juega un papel preponderante para salvaguardar las costas y delimitar el territorio estratégico integrado por la Zona Económica Exclusiva (ZEM) (Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano, 2012).

Biodiversidad Insular Mexicana

México es catalogado como un país megadiverso por su diversidad y abundancia de especies de flora y fauna terrestre y marina, relevante en este aspecto a nivel mundial (Mittermeier y Myers 1998). Las islas de México son de los territorios más ricos del mundo.

El territorio insular mexicano contribuye significativamente a la megadiversidad de México, en particular por su extraordinaria abundancia de endemismos, tanto de flora como de fauna, terrestre y marina (Llorente y Ocegueda, 2008). Así mismo son así mismo hábitats críticos para aves marinas, pinnípedos y tortugas marinas que se distribuyen por miles de kilómetros de océanos y que dependen de las islas para reproducirse (Whittaker, 2002).

Existen diferentes estudios sobre la biodiversidad del territorio insular mexicano, entre ellos destaca los realizados por Samaniego y colaboradores (2007) con la guía de campo de vertebrados de las islas del Pacífico de Baja California, y los listados de flora publicados en línea por el museo de historia natural de San Diego, así como también los listados expuestos en los planes de manejo de las islas del golfo de California así como también el listado del Archipiélago de Revillagigedo. Tunnell y Chapman (2000) en su estudio de aves marinas del banco de islas de Campeche realizaron una recopilación de información sobre las aves marinas presentes.

Recientemente Koleff y colaboradores (2009) sistematizaron el conocimiento sobre la biodiversidad del territorio insular mexicano en donde realizaron un análisis que demostró que los cuerpos insulares con mayor riqueza de especies marinas son Arrecife Alacranes (714), Isla Clarión (685), Banco Chinchorro (580), isla Cozumel (497) e isla Espíritu Santo (443) (Fig. 2), para especies terrestres isla Tiburón (574, Espíritu Santo (487), Cozumel (454), isla San José (429) e isla Cerralvo (354) (Fig. 3). Cabe resaltar que aun existen vacíos de información en cuanto a la biodiversidad en el territorio insular mexicano y la falta de esta información es un asunto prioritario. Igualmente se registraron 175 especies (132 terrestres y cuarenta y tres marinas) y cincuenta y cinco subespecies terrestres endémicas estrictas (de una sola isla) en cuarenta y dos islas teniendo con mayor número de endemismos isla Guadalupe, Cerralvo, Tiburón, Espíritu Santo y Socorro; con endemismo compartido (entre varias islas) las islas con mayor número fueron: Espíritu Santo, Clarión, Ángel de la Guarda, Guadalupe, San Esteban, San José, Partida, Cerralvo, Santa Cruz, María Cleofas, Salsipuedes, San Lorenzo y Tiburón. Estos análisis demuestran que las islas del Pacífico y las del Golfo de California son las que mayor número de endemismos tiene.

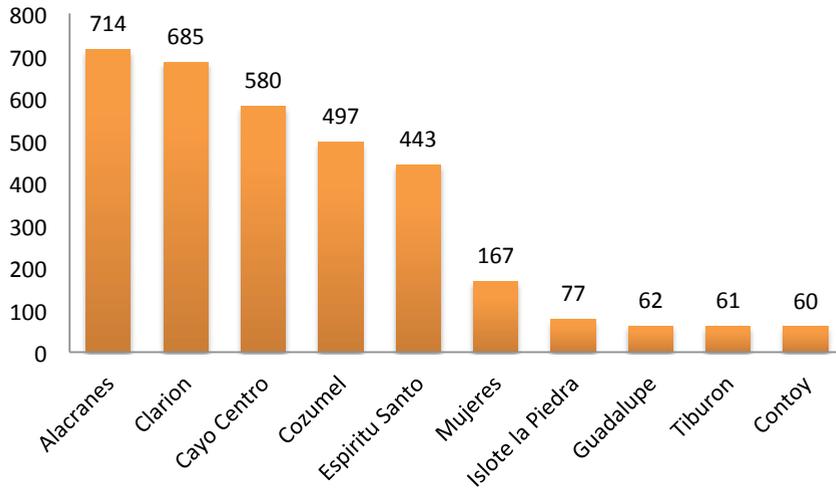


Figura 2. Islas con mayor número de especies marinas registradas. Modificado de Koleff *et al.* (2009).

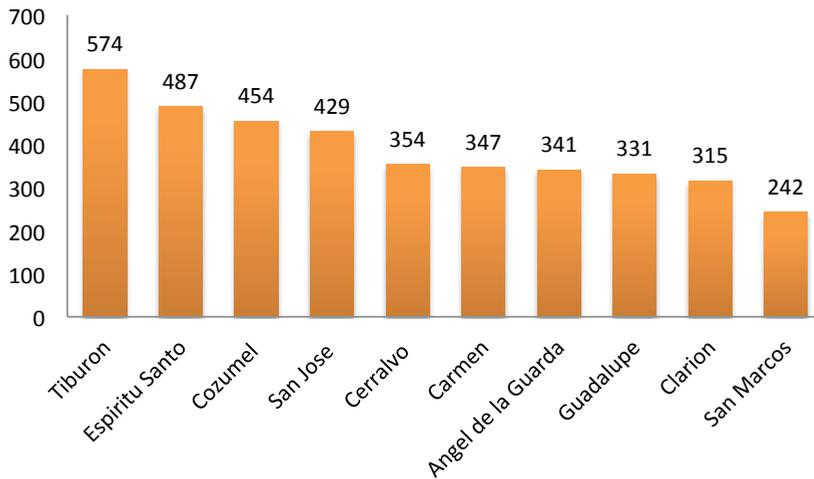


Figura 3. Islas con mayor número de especies terrestres registradas. Modificado de Koleff *et al.* (2009).

Territorio Insular Mexicano y el desarrollo sustentable

El TIM es el hogar de 269,236 personas distribuidos en 152 islas (CONAPESCA, 2011), incluyendo, además de la comunidades urbanas, las comunidades pesqueras y el personal de la Secretaría de Marina y Armada de México (SEMAR) las diez islas mayormente habitadas se muestran en la Tabla 2.

Las principales actividades económicas en las islas mexicanas son el turismo y la pesca artesanal. En ciertas regiones, los recursos pesqueros de alto valor comercial y muy demandados en los mercados internacionales, han sido aprovechados históricamente a través de la pesca artesanal sustentable por parte de comunidades organizadas como sociedades cooperativas con derechos exclusivos y de largo plazo (Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano, 2012).

Tabla 3. Islas con el mayor número de habitantes registrados. Tabla propia con datos tomados de INEGI (2011).

Isla	Número de habitantes
del Carmen	169,725
Cozumel	79,522
Mujeres	12,642
Aguada	6,210
Panales	3,929
del Cabo Rojo	3,858
Las Viejas	3,692
Mara Madre	2,764
Cedros	2,044
Quintín Aruz	2,037

Existen varias organizaciones sociales que están aplicando el manejo integral que junto a los pescadores se percibe a la conservación parte del desarrollo sustentable y su calidad de vida. Aunque también, en su contraparte, existen otros grupos de cooperativas y permisionarios han generado la sobreexplotación esto sumado

a la pesca ilegal y a la destrucción de hábitats. Esto ha generado el desarrollo de medidas para la ordenación de dichas actividades, así como el propiciar y continuar programas de investigación y manejo que ayuden a reducir los impactos generados por el aprovechamientos desordenado y excesivo fomentando la conservación y el uso sustentable de los recursos pesqueros.

Un tipo de pesca sustentable es la pesca artesanal ribereña, la cual contribuye con el 30% de la producción pesquera nacional. Su valor representa cerca del 80% del total nacional, equivalente a un 0.6% del Producto Interno Bruto (PIB) (Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano, 2012).

Es por ello que se consideró importante incluir dentro de la Carta Nacional Pesquera el tema de la pesca en las ANP, ya que en ellas, las actividades de aprovechamiento y/o cultivo de recursos pesqueros que se permitan, invariablemente tendrán que ser autorizadas en forma específica por la SAGARPA (SAGRAPA, 2012). En la Carta Nacional de Pesca (2012), se incluyen las fichas de las ANP las cuales consta de cinco apartados: 1) Objeto de la declaratoria, localización geográfica y el motivo de la declaratoria como ANP; 2) Elementos pesqueros y acuícolas del decreto; 3) Elementos pesqueros y acuícolas del Programa de Manejo; 4) Situación actual y 5) Diagnóstico.

Otras islas del país dan sustento a las poblaciones que viven del turismo tanto nacional como internacional.

En las islas de México hay un formidable y único valor paisajístico de naturaleza silvestre, con abundantes aves y mamíferos marinos siempre a la vista, variados tipos de vegetación y clima, elementos estéticos naturales de valor para un turismo responsable y de bajo impacto (Aguirre *et al.* 2005).

Un claro ejemplo es Isla Cozumel, el turismo representa la principal actividad económica, es uno de los lugares mejor conocidos por formar parte del sistema de arrecifes de coral mas grande de América. Esta isla ocupa uno de los primeros lugares de destinos de cruceros a nivel internacional, arribando un promedio de 2.6 millones de pasajeros por año aportando, junto con el comercio, mas del 78% de las actividades económicas, en el 2015 isla Cozumel tuvo una derrama económica en el sector turístico de 611.20 millones de dólares.

Amenazas a la conservación de islas

A pesar de su importancia, los ecosistemas insulares han sido devastados por los humanos (Johnson y Stattersfield, 1990). Dentro de los grandes retos están el revertir, detener o al menos disminuir los impactos causados por las perturbaciones humanas directas, el saqueo de especies animales, vegetales y otros recursos, la contaminación, la sobrepesca (Aguirre *et al.* 2010) y destaca como la más importante la presencia de especies invasoras (Aguirre *et al.* 2005).

Los vertebrados exóticos (sobre todo los mamíferos) se convierten en grandes depredadores poniendo en riesgo las poblaciones nativas y sobre todo aquellas que son endémicas debido a que estos vertebrados no tienen un depredador en el nuevo ecosistema entonces crecen de manera incontrolada.

Por más de quince años, los proyectos de control y erradicación han sido emprendidos en estos territorios a través de la Ley General de Equilibrio Ecológico (LGEEPA) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVD), bajo el mandato de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Aguirre *et al.* 2011). Hasta registros del 2013 son treinta y cinco las islas en las que se han erradicado cincuenta y cinco especies exóticas como casos de éxitos (Tabla 3). A pesar de los esfuerzo de erradicación aún siguen pendientes la erradicación en algunas islas del país (Fig. 4).

Latofski y colaboradores (2014) realizaron un análisis sobre las prioridades de restauración en las islas de México donde tomo como criterios la superficie de la isla, la distancia de la isla desde la costa, la riqueza de especies, especies endémicas, especies protegidas, especies invasoras, si es un Área Natural Protegida, si es un área de importancia para conservación de aves y la población humana, en la cual tuvo como resultado que las islas Socorro, Cozumel, María Cleofás, María Magdalena y Espíritu Santo son las que tienen mayor prioridad de restauración.

Tabla 4. Erradicaciones en islas mexicanas. Modificado de Latofski *et al.* (2014).

Isla	Especies Removidas	Fecha de erradicación	Método
Asunción	Gato	1995	Trampa
Clarión	Borrego, Cerdo	2002	Cacería

Isla	Especies Removidas	Fecha de erradicación	Método
Coronado Norte	Gato	1995-1996	Trampa
Coronado Sur	Gato, cabra, burro	2003	Trampa, cacería
Guadalupe	Conejo, burro	2002	Extracción vivos
Guadalupe	Caballo	2004	Extracción vivos
Guadalupe	Cabra	2003-2006	Extracción vivos, trampa, cacería, telemetría
Guadalupe	Perro	2007	Extracción vivos, trampa, cacería
Guadalupe	Cabra, borrego	1997	Extracción vivos
Natividad	Gato	1998-2000	Trampa, cacería extracción vivos
Natividad	Perro	2001	Extracción vivos
San Benito Este	Conejo	1999	Tampa y cacería
San Benito Medio	Conejo	1998	Trampa y cacería
San Benito Oeste	Conejo, cabra, burro Ratón de cactus	1998 2005 2013	Trampa y cacería Extracción vivos Dispersión aérea
San Jerónimo	Gato	1999	Trampa y cacería
San Martin	Gato	1999	Trampa y cacería
San Roque	Gato	1995	Trampa
San Roque	Rata negra	1995	Estaciones
Socorro	Borrego	2010	Cacería y telemetría
Todos Santos Norte	Gato, conejo	1999-2000	Trampa y cacería
Todos Santos Norte	Burro	2004	Extracción vivos
Todos Santos Sur	Gato	1997-1998 1999-2004	Trampa y cacería
Todos Santos Sur	Conejo	1997	Trampa y cacería
Coronados	Gato	1998-1999	Trampa

Isla	Especies Removidas	Fecha de erradicación	Método
Danzante	Gato	2000	Trampa
Estanque	Gato	1999	Trampa y cacería
Farallón de San Ignacio	Rata Negra	2007	Dispersión aérea
Isabel	Gato	1995-1998	Trampa, cacería y estaciones
Isabel	Rata negra	2009	Dispersión aérea
Mejía	Gato	1999-2001	Trampa y cacería
Monserrat	Gato	2000-2001, 2003	Trampa y cacería
Partida Sur	Gato	2000	Extracción vivos
Rasa	Rata negra, ratón domestico	1995-1996	Estaciones
San Jorge Este	Rata negra	2000-2002	Estaciones
San Jorge Medio	Gato	2000	Estaciones
San Jorge Oeste	Rata negra	2000-2002	Estaciones
San Francisquito	Gato Cabra	2000 1999	Trampa y cacería Cacería
San Pedro Mártir	Rata Negra	2007	Dispersión aérea
Santa Catalina	Gato	2002-2004	Trampa y cacería
Pérez	Rata negra	2011	Dispersión manual
Muertos	Ratón domestico	2011	Dispersión manual
Pájaros	Ratón domestico	2011	Dispersión manual
Cayo Norte Mayor	Rata negra	2012	Dispersión aérea
Cayo Norte Menor	Rata negra	2012	Dispersión aérea

Especie	Nombre común	Isla	Especie involucrada	UICN	NOM-059
<i>Zenaida graysoni</i>	Paloma en isla Socorro	Socorro	Gato/Borrego	EW	E
<i>Micrathene whitneyi graysoni</i>	Tecolote enano de isla Socorro	Socorro	Gato/Borrego	NE	E
<i>Colaptes auratus rufipileus</i>	Carpintero isla Guadalupe	Guadalupe	Gato/Cabra	NE	E
<i>Thryomanes bewickii brevicauda</i>	Saltapared de Bewick de isla Guadalupe	Guadalupe	Gato/Cabra	NE	E
<i>Regulus calendula obscurus</i>	Reyezuelo sencillo de isla Guadalupe	Guadalupe	Gato/Cabra	NE	P
<i>Pipilo erythrophthalmus consobrinus</i>	Raspador moteado de isla Guadalupe	Guadalupe	Gato/Cabra	NE	E
<i>Aimophila ruficeps sanctorum</i>	Gorrión bigotudo de isla Todos Santos	Todos Santos	Gato	NE	E
Mamíferos					
<i>Chaetodipus baileyi insularis</i>	Ratón de abazones de Monserrat	Monserrat	gato	NE	P
<i>Neotoma anthonyi</i>	Rata nopalera de isla Todos Santos	Todos Santos	Gato	EX	E
<i>Neotoma bunkerii</i>	Rata nopalera islas Coronado	Islas Coronados	Gato	EX	E
<i>Neotoma martinensis</i>	Rata nopalera Isla San Martín	San Martín	Gato	EX	P
<i>Neotoma varia</i>	Rata cambalachera de Turner	Isla Turner	Gato	NE	P

Especie	Nombre común	Isla	Especie involucrada	UICN	NOM-059
<i>Oryzomys nelsoni</i>	Rata arrocera de Nelson	María Madre	Gato/Rata negra	EX	E
<i>Peromyscus guardia harbisoni</i>	Ratón venado	Granito	Rata negra	CR	NE
<i>Peromyscus guardia mejiae</i>	Ratón venado	Mejía	Gato	CR	NE
<i>Peromyscus maniculatus cineritius</i>	Ratón Venado	San Roque	Gato/Rata negra	NE	E

El cambio climático está convirtiéndose en otro importante factor de presión adicional, ya que las islas se consideran entre los ecosistemas más vulnerables del planeta (Aguirre *et al.* 2010). En algunos casos se estima que islas y archipiélagos completos podrían desaparecer por aumento del nivel del mar (Aguirre *et al.* 2010). Un claro ejemplo de ello es el Complejo insular Bahía Magdalena ubicadas en Baja California Sur (Fig. 5), en la página de la Base de Datos Climatológicos del Noroeste de México se pueden visualizar escenarios probables conforme al cambio en el nivel de mar, disponible en: <http://peac-bc.cicese.mx>.

El aumento de la frecuencia y la intensidad de eventos meteorológicos como los huracanes es un impacto derivado del cambio climático que es cada vez más evidente.

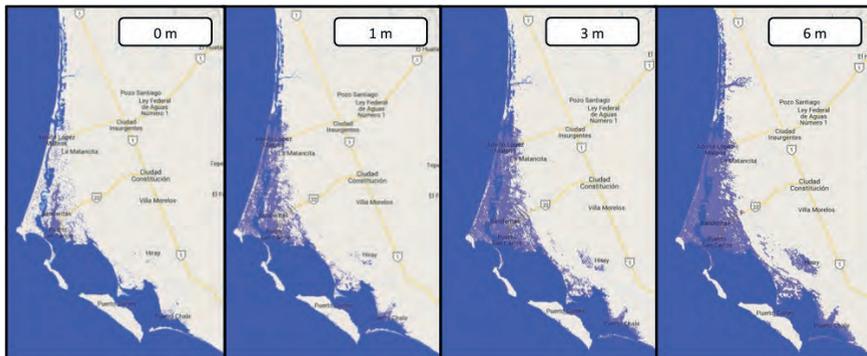


Figura 5. Cambios en el nivel del mar en Bahía Magdalena a cero, uno, tres y seis metros sobre el nivel del mar. Modificado de <http://peac-bc.cicese.mx>

Conservación de Islas en México

Debido a su aislamiento geográfico los ecosistemas insulares mexicanos en cierta medida han estado protegidos, sin embargo desde hace muchos años en México se han implementado medidas para reforzar la conservación de estos, actualmente se han establecido treinta y seis ANP federales que incluyen el territorio insular (Fig. 6).

La isla Guadalupe fue el primer Territorio insular Mexicano que conto con protección legal, declarándola como Zona Reservada para la Caza y Pesca de Especies Animales y Vegetales en 1928 (CONANP, 2009). Entre 1958 y 1964 se crearon tres Reservas Naturales y Zonas de Refugio para proteger la fauna terrestre y las aves marinas de las islas Contoy, Tiburón y Rasa. En 1978 se estableció la Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre Islas del Golfo de California, categorizada como Área de Protección de Flora y Fauna en 2000. Algunas otras islas y arrecifes que se declararon como ANP fueron la isla Isabel, el Sistema Arrecifal Veracruzano, el arrecife Alacranes y el archipiélago de Revillagigedo, protegiendo así las islas más remotas de México. Hace unos años se decretaron las Islas Marías, Islas Marietas, Isla Guadalupe, el archipiélago Espíritu Santo y mas recientemente la Isla Cozumel y las Islas del Pacífico de la Península de Baja California (Tabla 5).

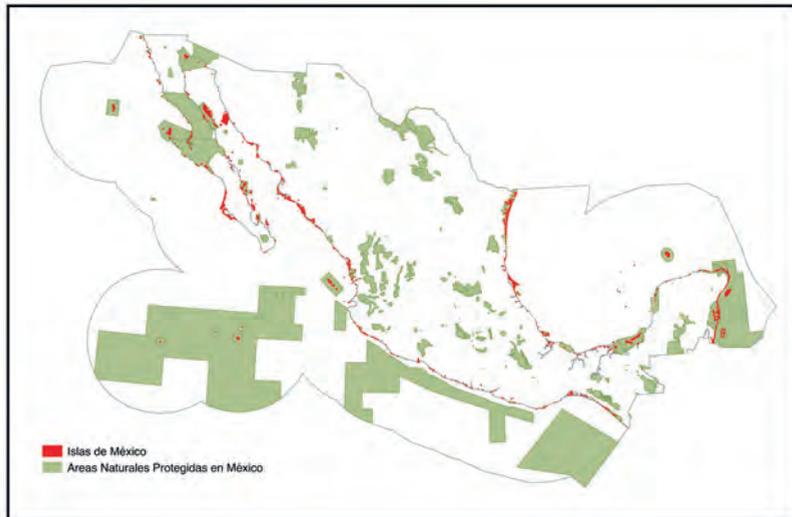


Figura 6. Áreas Naturales Protegidas y ecosistemas insulares de México.

Tabla 6. ANP que incluyen ecosistemas insulares. Modificado de Aguirre *et al.* 2010. RB= Reserva de la Biosfera; PN= Parque Nacional; APFF= Área de Protección de Flora y Fauna.

Nombre de la ANP	# elementos insulares en ANP	Superficie insular total de la ANP (ha)	Año de decreto
RB Isla Guadalupe	8	24,448	2005
RB Islas Mariás	33	24,268	2000
RB Archipiélago de Revillagigedo	10	15,707	1994
RB Alto Golfo de California y del Río Colorado	229	15,070	1993
RB El Vizcaíno	74	9,516	1988
RB Sian Ka'an	39	1,613	1986
RB Banco Chinchorro	4	657	1996
RB Los Petenes	2	55	1999
RB Ría Celestum	1	41	2000
RB Pantanos de Centla	2	8,887	1992
RB La Encrucijada	10	1,112	1995
RB Ría Lagartos	10	564	1999
RB Arrecifes de Sian Ka'an	2	30	1988
RB Marismas Nacionales	72	19,972	2010
RB Isla San Pedro Mártir	1	1,110	2002
RB Islas del Pacífico	31	70,139	2016
RB Caribe Mexicano	17	44	2016
Santuario Islas de la Bahía de Chamela	31	89	2002
PN Bahía de Loreto	26	21,301	1996
PN Isla Contoy	2	225	1998
PN Arrecife Alacranes	5	104	1994
PN Isla Isabel	2	66	1980
PN Sistema Arrecifal Veracruzano	1	38	1992
PN Huatulco	2	17	1998

Nombre de la ANP	# elementos insulares en ANP	Superficie insular total de la ANP (ha)	Año de decreto
PN Islas Marietas	5	76	2005
APFF Islas del Golfo de California	1,633	328,404	1978
APFF Yum Balam	3	5,381	1994
APFF Sistema Arrecifal Lobos	1	198	2009
APFF Laguna Madre, Delta del Río Bravo	260	23,964	2005
APFF Laguna de Términos	15	15,676	1994
APFF Manglares de Nipchupte	6	53	2008
APFF Isla Cozumel	Parcial	3,938	2015

En México son diversas las estrategias que se emplean para la conservación e incluyen a los ecosistemas insulares, en el 2012 se publicó la Estrategia Nacional para la Conservación y Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano, para la elaboración de esta Estrategia se consultaron diversas Estrategias que se relacionan con la conservación de los ecosistemas insulares, (Tabla 6), con el fin de crear una herramienta optima de política pública que integre diversos proyectos y así lograr la conservación y el desarrollo sustentable. El marco conceptual de esta estrategia contiene líneas estratégicas y líneas transversales como metas a corto, mediano y largo plazo como se muestra en la Figura 7.

Tabla 7. Estrategias consultadas para la elaboración de la Estrategia Nacional para la Conservación y Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano. Modificado de Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano (2012).

Estrategia Nacional de Biodiversidad, 2000.
Estrategias Estatales sobre Biodiversidad.
Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2007
Estrategia Nacional de Vida Silvestre, 2000.
Estrategia de Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México, 2006-2014.
Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2008.

Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México: prevención, control y erradicación, 2010.
Estrategia Nacional de Energía, 2011-2025.
Estrategias Internacionales
Estrategia de la Global Islands Partnership (GLISPA, Alianza Mundial de las islas), 2010.
Estrategia para la Conservación de la Naturaleza en la Región de las Islas del Pacífico, 2008-2012.
Chatham Islands Conservation Management Strategy (Nueva Zelanda), 1999.
Plan Estratégico del Programa Galápagos-WWF (Ecuador), 2005-2015.
Plan Estratégico de la Fundación Charles Darwin (Ecuador), 2006-2016.

Además de estas estrategias también existen otras herramientas para el reconocimiento del valor de la biodiversidad insular que son clave importante para la conservación, debido a que las islas mexicanas son reconocidas internacionalmente como prioritarias, estas suelen estar incluidas dentro de iniciativas internacionales de conservación las cuales se enlistan en la Tabla 7.

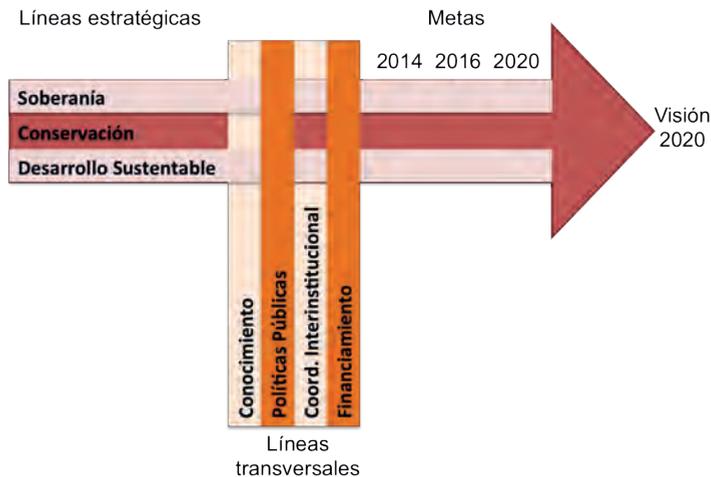


Figura 7. Marco conceptual de la Estrategia Nacional para la Conservación y Desarrollo Sustentables del Territorio Insular Mexicano. Modificado de Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano (2012).

Tabla 8. Iniciativas internacionales de conservación donde participan ecosistemas insulares mexicanos. Modificado de Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano (2012).

Iniciativa	Descripción
Alianza para la Extinción Cero (AZE por sus siglas en inglés)	Tiene como objetivo el prevenir extinciones mediante la identificación de sitios clave el cual es identificado por aquellas especies enlistadas en la UICN y estén catalogadas como en Peligro (E) o Peligro Crítico (CR); contener la última población conocida de la especie y que su sitio se considera irremplazable; tener hábitats o comunidades biológicas únicas. En México se encuentran catorce sitios AZE identificados con ecosistemas insulares (Tabla 8).
Programa El Hombre y la Biosfera (MAB por sus siglas en inglés):	es un programa Científico Intergubernamental de la UNESCO que busca garantizar el mejoramiento de las relaciones entre el humano y el ambiente a largo plazo. Los MAB que incluyen ecosistemas insulares se muestran en la Tabla 9.
Hotspots de biodiversidad	propuesto por la Conservación Internacional (CI), identifica las zonas donde se encuentra un alto grado de endemismos y cuyo hábitat se encuentre amenazado. Las islas del litoral del Mar Caribe y del Océano Pacífico forman parte de esta designación.
Ecorregiones del mundo	Identificadas por el Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF), son regiones con alto grado de prioridad de conservación por su relevancia ecológica y su riqueza biológica.
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	estas áreas se dividen en diferentes categorías las cuales son: sitios con alto número de especies amenazadas; poblaciones con rangos de distribución restringido; conjunto de especies restringidos a un hábitat amenazado; presentan congregaciones grandes de individuos; y aquello que son importantes para la investigación ornitológica. Actualmente existen en México 100 AICAS en las cuales su polígono incluyen ecosistemas insulares (Figura 8)

Iniciativa	Descripción
Patrimonio de la Humanidad	Programa de la ONU, el cual tiene como objetivo dar a conocer sitios de importancia natural y cultural. En México las islas del Golfo de California (2005), las islas Marías (2005) y el archipiélago de Revillagigedo (2016) fueron declaradas Patrimonio de la humanidad.
La Convención sobre los Humedales (RAMSAR)	Tiene como objetivo el conservar y hacer uso racional de los humedales y sus recursos (Fig. 9).

Tabla 9. Islas catalogadas sitios AZE. Tabla propia con datos tomados de Alliance for Zero Extinction (2010).

Nombre del Sitio	Especies enlistadas
Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	<i>Phocoena sinus</i>
San Quintín	<i>Dipodomys gravipes</i>
Isla Cedros	<i>Neotoma bryanti</i>
Isla Guadalupe	<i>Oceanodroma macrodactyla</i>
Isla Ángel de la Guarda y satélites	<i>Peromyscus guardia</i>
Archipiélago de San Lorenzo	<i>Peromyscus interparietalis</i>
Isla San Esteban	<i>Peromyscus stephani</i>
Isla Tortuga	<i>Peromyscus dickeyi</i>
Parque Nacional Bahía de Loreto	<i>Peromyscus pseudocrinitus</i> <i>Peromyscus slevini</i>
Archipiélago San José	<i>Dipodomys insularis</i>
Isla Santa Margarita	<i>Dipodomys margaritae</i>
Isla Socorro	<i>Puffinus auricularis</i> <i>Mimus graysoni</i> <i>Aratinga brevipes</i> <i>Mimus graysoni</i>

Nombre del Sitio	Especies enlistadas
Islas Marías	<i>Peromyscus madrensis</i> <i>Sylvilagus graysoni</i>
Cozumel	<i>Reithrodontomys spectabilis</i> <i>Toxostoma guttatum</i> <i>Procyon pygmaeus</i>

Tabla 10. Reservas de la Biosfera MAB que incluyen ecosistemas insulares. Modificado de CONANP (2015).

Nombre de la reserva de la biosfera MAB	Entidad Federativa	Superficie Total (ha)	Año de designación
Sian Ka'an	Quintana Roo	528,147.7	1986
El Vizcaíno	Baja California Sur	2,546,790.3	1993
Alto Golfo de California y El Pinacate	Baja California y Sonora	1,649,312.8	1993 Extendida en 1995
Islas del Golfo de California	Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa	665,474	1995
Banco Chinchorro	Quintana Roo	144,360	2003
Ría Celestún	Yucatán y Campeche	81,482.3	2004
Ría Lagartos	Yucatán	60,347.8	2004
Arrecife Alacranes	Yucatán	333,768.5	2006
Huatulco	Oaxaca	11,890	2006
La Encrucijada	Chiapas	144,868	2006
Laguna Madre y Delta Río Bravo	Tamaulipas	572,808	2006

Nombre de la reserva de la biosfera MAB	Entidad Federativa	Superficie Total (ha)	Año de designación
Pantanos de Centla	Tabasco y Campeche	302,706.6	2006
Sistema Arrecifal Veracruzano	Veracruz	52,239	2006
Islas Marietas	Nayarit	1,383	2008
Islas Marías	Nayarit	641,284.7	2010

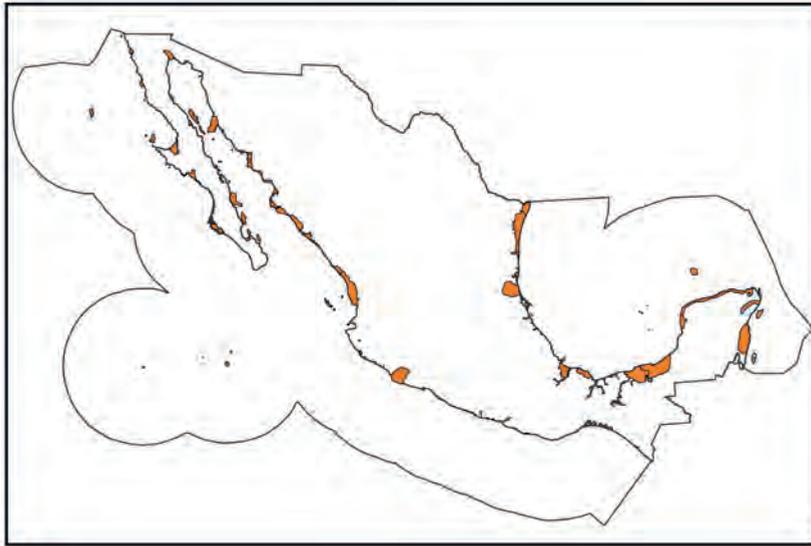


Figura 8. Áreas de importancia para la Conservación de las Aves que dentro de su polígono incluyen islas.

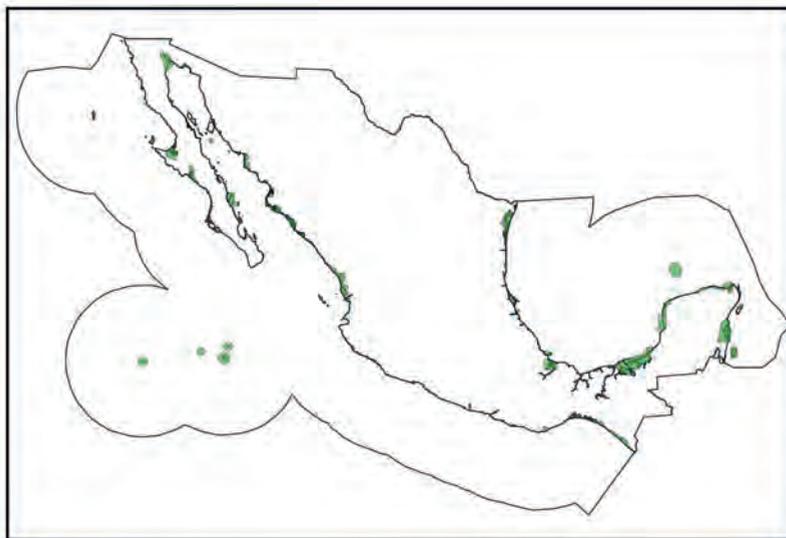


Figura 9. Sitios Ramsar que dentro de sus polígonos incluyen sistemas insulares.

Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California

Una de las ANP que fue declarada recientemente es la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California (2016), esta reserva incluye en su área de protección veintiún islas y noventa y siete islotes que se extienden desde los 24° hasta los 32.5° de latitud Norte, localizada frente a la costa occidental de los estados de Baja California y Baja California Sur, con una superficie mayor a los 1.161 millones de hectáreas de las cuales el 6% aproximadamente corresponde a superficie terrestre y el 94% corresponden a superficie marina.

Esta reserva se conforma de ocho polígonos generales los cuales incluyen: Islas Coronado, Islas Todos Santos, Isla San Martín, Isla San Jerónimo, Isla Adelaida, Islas San Benito e Isla Cedros (un mismo polígono), Islas Los Alijos e Islas de Bahía Magdalena (Isla Santo Domingo, Isla Creciente, Isla Magdalena, Isla Santa María, Isla Pájaros, Isla Pauquino, Isla San Gil, e Islotes) (Figura 10).

Estas islas se caracterizan por su biodiversidad, su alto nivel de endemismos, por tener zonas de reproducción y descanso de mamíferos marinos, y de contener colonias de reproducción de aves marinas, además de que sus aguas adyacentes son fuente

de recursos pesqueros y marinos de gran importancia. Por estas características estas islas son ecosistemas de gran importancia para la conservación siendo sus principales amenazas la presencia de especies exóticas y las actividades antropogénicas.

Las actividades antropogénicas en esta reserva son de gran importancia para las comunidades ya que la principal actividad económica es la pesca. Es por ello que estas islas son un ejemplo de éxito en el co-manejo de los recursos pesqueros, existen once cooperativas en la península, que pertenecen Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera Baja California (FEDECOOP), la cual cuenta con una Ecocertificación de pesquería de langosta roja en la zona, de esta actividad dependen mas de 500 pescadores artesanales y sus familias (Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano, 2012).

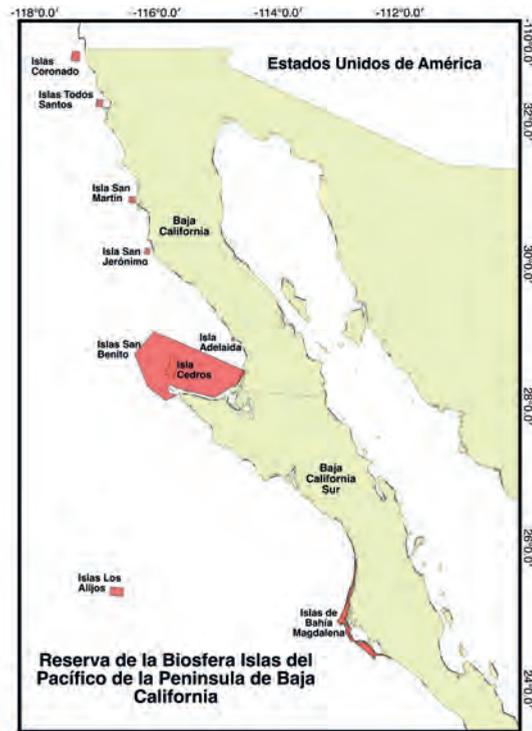


Figura 10. Reserva de la Biósfera Islas del Pacífico de la Península de Baja California.

Además de la pesca en estas islas se realizan actividades como la acuicultura, el turismo, la extracción de guano y en isla Cedros se encuentra la Exportadora de Sal.

Las islas de esta reserva poseen una riqueza de especies terrestres y marinas en riesgo conforme a la NOM-059-Semarnat, tales como el lagarto escorpión de San Lucas (*Elgaria paucicarinata pacificus*), la salamanquesa del Cabo o salamanquesa insular (*Phyllodactylus xanti*), el paño de Leach de San Benito (*Oceanodroma leucorhoa chapmani*), la pardela mexicana (*Puffinus opisthomelas*), la gaviota ploma (*Larus heermanni*), el ostrero negro (*Haematopus bachmani*), el ostrero americano, ostrero silbador, sargento (*Haematopus palliatus frazari*), el chorlo nevado, chorlitejo patinegro, chorlito níveo, chorlitejo frentiblanca (*Charadrius alexandrinus nivosus*), la golondrina marina menor, charrán mínimo, gaviotín (*Sterna antillarum*), el águila cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el elefante marino (*Mirounga angustirostris*), el lobo marino de California (*Zalophus californianus*), el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) (DOF, 2016).

Debido a su relevancia ecológica, su riqueza biológica y los servicios ambientales que proveen estas islas, la declaración de esta reserva era un asunto prioritario para la nación en temas de conservación y desarrollo sustentable, ahora queda la creación e implementación del programa de manejo que contemple objetivos específicos y metas bien definidas.

Discusión académica

Como bien se ha mencionado en este capítulo, las islas mexicanas son ecosistemas de alta prioridad para su conservación, ya que en estos se contiene una gran biodiversidad, comparadas con ecosistemas continentales, las islas oceánicas presentan en general niveles moderados de riqueza de especies y un mayor grado de endemismos, los cuales se estima que son 9.5 y 8.1 veces más altos en las islas en cuanto a plantas y vertebrados respectivamente (Kier *et al.* 2009), esto da una referencia sobre el aporte que los ecosistemas insulares dan a que México sea uno de los países megadiversos del mundo, es por ello que resulta una empresa muy rentable si pensamos que estas solo representan el 0.3% del territorio, pero albergan proporcionalmente un número mucho mayor de especies y endemismos si las comparamos por unidad de área con el continente (Aguirre *et al.*, 2010).

Otro motivo que le da importancia a la conservación de estos ecosistemas es por los recursos y servicios que provee. Las actividades de antropogénicas no deben excluirse, sino deben regularse y monitorearse además de que estas actividades deben de ser sustentables (Maldonado-Enríquez, 2016). El manejo adecuado de los aspectos sociales, económicos y políticos para tales casos es complicado (Beller *et al.* 1990), es por ello que la cooperación de instancias gubernamentales, civiles y académicas es esencial para cualquier modalidad de conservación (Maldonado-Enríquez, 2016).

Las autoridades responsables del cuidado del medio ambiente aplican diferentes estrategias para regular la explotación del recurso marino. Este esfuerzo parte de la premisa de que es indispensable generar una pesca responsable que eleve la calidad de vida de los pescadores y permita, a su vez la recuperación de las especies en peligro de extinción (Alcalá, 2003; Soares *et al.* 2005; Hernández, 2004; Breton, 2001). Por ello es necesario establecer canales de negociación más efectivos con los pescadores pues sin ellos es imposible garantizar el éxito en la conservación.

Las actividades humanas generadoras de contaminación, como las pesquerías y el desarrollo turístico, sin criterios de sustentabilidad, hace primordial que se establezcan políticas públicas que aseguren su protección, para lo cual es necesario cambiar el paradigma.

Las islas mexicanas por ser lugares estratégicos para la soberanía del país, actualmente se considera que todas las islas del país son áreas naturales protegidas. Sin embargo aun hace falta mucho camino por recorrer, solo unas pocas cuentan con un programa de manejo para el cual no necesariamente existen los recursos humanos y financieros para su implementación (Aguirre *et al.* 2010). Con lo cual, junto a la necesidad de seguir las investigaciones, se puede considerar necesario atender esto.

Para lograr resultados significativos en la conservación y restauración de nuestro capital natural, será importante aplicar un conjunto de instrumentos públicos, sociales y privados, más allá de reservas y áreas protegidas (Sarukhán *et al.* 2009).

Debido a que estos ecosistemas no solo contienen territorio terrestre si no incluyen el territorio marino esto causa conflictos a las dependencias encargadas de la conservación y desarrollo de estos territorios, es por ello que es de suma importancia que para garantizar la efectividad de las ANP en islas es necesario la coordinación interinstitucional que establezca la sinergia entre las instituciones que focalice las acciones a llevarse a cabo.

La conservación de la biodiversidad insular es una prioridad nacional y para lograrlo se requieren nuevas metodologías que permitan medir los cambios tanto espaciales como temporales en la integridad del ecosistema.

El fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas de las islas de México, a través de la reducción de los factores de presión de carácter local, es una acción prioritaria. Con una visión de largo plazo es fundamental que todas las islas de México con un alto valor para la conservación y desarrollo sustentable cuenten con un instrumento legal para su protección (Aguirre *et al.* 2010), además es fundamental crear una serie de condiciones favorables, entre estas destacan las capacidades en recursos humanos, infraestructura y financiamiento, así como el fortalecimiento de una cultura ambiental de corresponsabilidad entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad civil (Sarukhán *et al.* 2009; Sanchez- Ibarra *et al.* 2013)

Además de los vacíos y omisiones actuales en temas de conservación de islas es fundamental la investigación que evalué los posibles impactos por el cambio climático para la implementación de medidas de adaptación, en donde se consideren los efectos en las especies prioritarias, los cambios en la comunidades vegetales, cambios en la distribución de las especies, aumento del nivel de mar, entre otros. La visión de la conservación a futuro es muy importante y el cambio climático es un tema que hay que atender.

Consideraciones finales y perspectivas

Los ecosistemas insulares son de suma importancia para la conservación de la biodiversidad mexicana y para el desarrollo de las comunidades que viven de los servicios que estos ecosistemas les provee, es por ellos que la declaración de las islas como áreas naturales protegidas ha sido un asunto prioritario.

La conservación de los ecosistemas insulares con sus aguas adyacentes solo se puede garantizar con la cooperación de las instancias gubernamentales, civiles y académicas y con ello fomentar el desarrollo social.

Si bien la mayor presión que se ejerce en las islas es la sobreexplotación de sus recursos y las especies exóticas invasoras, es importante considerar el cambio climático, ya que es uno de los retos a los que estos ecosistemas no se encuentran exentos y por lo tanto es necesario la generación de conocimiento al respecto en las islas mexicanas

y enfocar esfuerzos para la mitigación de posibles impactos.

Es importante considerar la priorización en la conservación de las islas, para enfocar esfuerzos y financiamiento a aquellas áreas que tengan mayor relevancia para la conservación y el desarrollo considerando diferentes atributos y que estas prioridades están continuamente actualizándose. La evaluación de las políticas, planes, programas y proyectos tanto en su elaboración, su metodología, y sus resultados son necesarios, en donde se puedan evaluar los avances en la conservación y desarrollo de los ecosistemas insulares.

Agradecimientos

Los Autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández el diseño gráfico editorial de este Capítulo. Esta investigación fue apoyada por el proyecto CONACyT 251919 de Ciencia Básica y el proyecto CONACYT 280030 de Redes Temáticas.

Literatura Citada

- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, C. García-Gutiérrez, L. Luna-Mendoza, M. Rodríguez-Malagón, F. Casillas-Figueroa. 2005. *El control y la erradicación de fauna introducida como instrumento de restauración ambiental: historia, retos y avances en México*. Temas sobre restauración ecológica. 215-229 pp. SEMARNAT, INE, USFWS y Unidos para la Conservación A. C. México, D.F. 256 pp.
- Aguirre-Muñoz, A., J. Bezaury-Creel, H. de la Cueva, I. March-Mifsut, E. Peters-Recagno, S. Rojas-González de Castilla, K. Santos del Prado Gasca. 2010. *Islas de México, Un recurso estratégico*. Instituto Nacional de Ecología (INE), The Nature Conservancy (TNC), Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C. (GECI), Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- Aguirre-Muñoz, A., A. Samaniego-Herrera, L. Luna-Mendoza, A. Ortiz-Alcaraz, M. Rodríguez-Malagón, F. Méndez-Sánchez, M. Félix-Lizárraga, J. Hernández-Montoya, R. González-Gómez, F. Torres-García, J. Barredo-Barberena, M. Latofski-Robles. 2011. *Island restoration in Mexico: ecological outcomes after systematic eradication of invasive mammals. Island invasive: eradication and management*. IUCN, Gland, Switzerland. 250-258 pp.

- Alcalá, G. 2003. *Políticas pesqueras en México (1946-2000): contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional*. COLMEXCICESE-COLMich. México. 315 PP.
- Alliance for Zero Extinction. 2010. Search the AZE Database. En: <http://www.zeroextinction.org/search.cfm>, consultado el 23 de Enero del 2017.
- Beller, W., P. d'Áyala, P. Hein. 1990. *Sustainable Development and Environmental Management of Small Islands*. Vol. 5, Man and the Biosphere Series. UNESCO/Parthenon Publishing, Paris.
- Bretón, Y. 2001. *Ciencias sociales y manejo costero*. Estudios Sociales. Vol. 11: 11-24.
- Cabada-Huerta, M. 2007. *El Territorio Insular de México. Serie Amarilla. Temas Políticos y Sociales*. Centro de Estudios de Derecho e Investigaciones Parlamentarias. Cámara de Diputados, LIX Legislatura, H. Congreso de la Unión. D. F. México. 51 pp.
- CONANP. 2005. *Estudio Previo Justificativo para el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Islas del Pacífico de California*. D. F. México. 169 pp más 3 anexos.
- CONANP. 2015. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En: http://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGDIP/Listado_RB_MAB.xlsx. Consultado el 25 de Enero 2017.
- CONANP-SEMARNAP. 2000. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. D. F. México. 52 pp.
- Comité Asesor Nacional sobre el Territorio Insular Mexicano. 2012. *Estrategia Nacional para la Conservación y el Desarrollo Sustentable del Territorio Insular Mexicano*. Secretaría de Medio Ambiente 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.
- CONAPESCA. 2011. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2010*. Base de Datos Preliminar. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México. Consultado en: http://www.conapesca.SAGARPA.gob.mx/wb/cona/anuario_2010

- DOF. 2016. *Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Islas del Pacífico de la Península de Baja California.*
- Hernández, M. 2004. *Pobreza y espacio rural. ¿Binomio indisoluble?*. Estudios Sociales. Vol. 12: 173-180.
- INEGI. 2011. *Catálogo del Territorio Insular*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Gobernación, Secretaría de Marina, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Documento no publicado (en revisión, 2011).
- Johnson, T., A. Stattersfield. 1990. *A Global Review of Island Endemic Birds*. The Ibis, 132: 167-180.
- Kier G., H. Kreft, T. Ming-Lee, W. Jetz, P. Ibisch, C. Nowicki, J. Mutke y W. Barthlott. 2009. *Aglobal assessment of endemism and species richness across island and mainland regions*. PNAS 2009 106 (23): 9322-9327.
- Koleff, P., M. Tambutti, I. March, R. Esquivel, C. Cantú y A. Lira-Noriega. 2009. *Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México*. pp. 651-718. En: CONABIO Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. México, D.F. 821 pp.
- Lara-Lara, J., V. Arenas, C. Bazán, V. Díaz, E. Escobar, M. Garcia, G. Gaziola, G. Roble, R. Sosa, L. Soto, M. Tapia, J. Valdez-Holguín y J. Bezaury. 2008. *Los ecosistemas marinos*. pp. 135-159. En: CONABIO. Capital Natural de México vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, D. F. 621 pp.
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. *Estado del Conocimiento de la Biota*. pp. 283-322. En: CONABIO. Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad. México, D. F. 621 pp.
- Maldonado -Enríquez, Daniela. 2016. *Islas del Pacífico de la Península de Baja California: prioridades de conservación y recomendaciones para su desarrollo sustentable*. Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México. 78 pp.

- Mittermeier, R. y N. Myers. 1998. *Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas*. Conservation Biology, 12: 516-520.
- Moreno-Collado, J. 1991. *Nuestra Constitución. Comentarios a los Artículos 42 al 48*. Talleres Gráficos de la Nación. México, D. F.
- SAGARPA. 2012. *Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera*. México.
- Sánchez-Ibarra, C., D. Bermúdez-García, J. Bezaury-Creel, C. Lasch-Thaler, N. Rodríguez-Dowdell, N. Cárdenas-Torres, S. Rojas-González de Castilla, A. Gondor. 2013. *Plan de acción para la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad terrestre y marina de la región golfo de california y pacífico sudcaliforniano*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy (TNC), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. México. 294 pp.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberon, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, G. Halffter, R. Gonzalez, 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. 104pp.
- Soares, D., L. Castorena, y E. Ruiz. 2005. *Mujeres y hombres que aran el mar*. Frontera Norte. Vol. 17: 67-102.
- Whittaker, J. 2002. *Island biogeography: Ecology, evolution, and conservation*. Oxford, New York. Oxford University Press.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Maldonado-Enríquez D.* y A. Ortega-Rubio 2017. *Importancia de la Conservación de las Islas de México*. Capítulo IV. Pp. 77-108. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO V

APROVECHAMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL PULPO *OCTOPUS VULGARIS* EN UN AREA NATURAL PROTEGIDA

Rigoberto Rosas-Luis*, María de Lourdes Jiménez-Badillo, Cesar Meiners-Mandujano, Gabriela Galindo-Cortes, María Piedad Sánchez Morillo-Velarde

*Autor de correspondencia: riroluis@yahoo.com.mx

Resumen

El pulpo común *Octopus vulgaris* es un especie de amplia distribución en los océanos cuyo aprovechamiento se realiza principalmente en España, Marruecos, Portugal y México. En el país los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, y Veracruz aportan 24 847 ton generando un ingreso de \$648 497 miles de pesos, ocupando el 5to lugar en valor a nivel nacional. En el estado de Veracruz su extracción está directamente asociada al área natural protegida Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) y es una actividad que da sustento a comunidades pesqueras como Antón Lizardo y Zona Norte del Puerto de Veracruz. Los reportes de captura muestran una tendencia positiva de incremento a lo largo de la serie histórica de 1982 a 2015, sin embargo la variabilidad mensual e interanual es constante y con valores mayores para los últimos diez años. La variación estacional en las capturas de pulpo, así como la liberación de permisos de pesca podría ocasionar un incorrecto manejo del recurso en el PNSAV, por lo que se debe de dar seguimiento y vigilancia a la actividad pesquera a fin de estar en concordancia con las metas de conservación del área protegida.

Palabras clave: *Octopus vulgaris*, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Aprovechamiento-conservación.

Abstract

The common octopus *Octopus vulgaris* has a wide distribution in the oceans. Spain, Morocco, Portugal and Mexico are the main fishing countries of this species. In Mexico, the states of Campeche, Yucatan, Quintana Roo, and Veracruz have reported catches of 24 847 ton and \$648 497 USD, ranking the fifth national place in value. In Veracruz state its extraction is directly associated with the protected area Veracruz Reef System (PNSAV) and this fishery is an economic source for communities such as Anton Lizardo and the North part of the Port of Veracruz. Fishing reports showed a positive tendency to increase since 1982 to 2015, nevertheless there is a constant and high variability between months and years during the last ten years of the fishing series. The seasonal variation of octopus catches and the release of fishing permits could result in an incorrect management of this resource in the PNSAV, for this reason a monitoring and surveillance of the fishing activity is needed in order to be consistent with conservation goals of the protected area.

Key words: *Octopus vulgaris*, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, exploitation and conservation

Antecedentes

Pulpo común *Octopus vulgaris*

El pulpo común (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) (Fig. 1) es una especie de cefalópodo que se relaciona con los fondos marinos de las zonas costeras principalmente entre los 10 y 50 metros, se caracteriza por presentar un cuerpo globoso con ocho brazos que utiliza para capturar a sus presas, desplazarse y defender su territorio (Norman *et al.* 2013). El evento de copula se desarrolla gracias a que el macho tiene un brazo modificado, el cual en su punta termina formando una pequeña cuchara que utiliza para depositar paquetes de esperma en la cavidad paleal interna de la hembra, las hembras producen huevos que son fecundados y después de ser depositados en oquedades del fondo marino y pasados entre 1 y 4 meses eclosionan pequeñas larvas que se suspenden y habitan en la columna de agua, finalmente se reclutan en el fondo

marino cuando tienen unos 18 milímetros y comienzan su crecimiento (Hernández-Urcera y Guerra, 2014; Wodinsky, 1973, 2008).



Figura 1.- Pulpo común *Octopus vulgaris* del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Fotografía Rigoberto Rosas-Ruiz

El Golfo de México y los sistemas arrecifales

La superficie del Golfo de México es de 1 942 500 km², considerado el noveno cuerpo de agua a nivel internacional más grande, con una profundidad media de 1 615 m (Day *et al.* 2004) (Figura 2). La zona costera mexicana que limita con las aguas del Golfo de México comprende alrededor de 2 770 km, y si se consideran los márgenes internos de lagunas costeras, estuarios, etc., la cantidad aumenta a 7 670 km (Ortiz y De la Lanza, 2006). El Golfo de México es influenciado por tres periodos o estaciones, un periodo de sequía que se presenta desde febrero a mayo, uno de lluvias entre junio y octubre, y uno de frentes fríos comúnmente llamado nortes de octubre a febrero (Bello-Pineda *et al.* 2009).

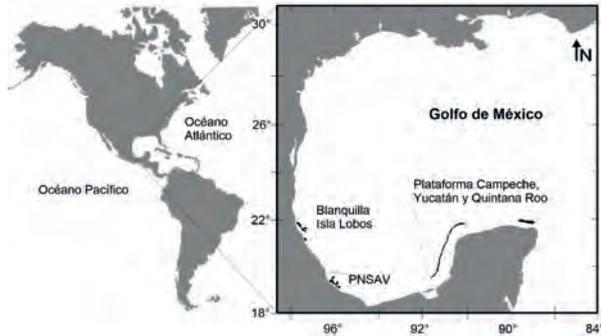


Figura 2.- Áreas en el Golfo de México donde se captura *Octopus spp.* Zonas arrecifales en Veracruz (arrecife Blanquilla e Isla de Lobos, y Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano PNSAV) y Plataforma Continental de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Modificado de SAGARPA (2014).

En la región del litoral mexicano del Golfo de México, las costas son de tipo acumulativas caracterizadas por playas bajas y arenosas con abundante sedimentación, con presencia de islas de barra que aparecen a lo largo de todo el golfo y cercanas a la costa. En la porción sur, el golfo es caracterizado por una plataforma cárstica emergente de sedimentos carbonatados (Bello-Pineda *et al.* 2009), características que permiten el desarrollo de organismos bentónicos como el pulpo común *O. vulgaris*.

En la porción mexicana del litoral del Golfo de México destacan dos sistemas arrecifales, Blanquilla-Isla Lobos y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). El desarrollo y estructura de ambos sistemas permite la permanencia de *O. vulgaris* en oquedades y confiere al estado de Veracruz la importancia en cuanto a su extracción con fines de comercio pesquero (SAGARPA, 2014).

El PNSAV es un complejo formado por 23 arrecifes coralinos denominados: “Anegada de Afuera”, “Topetillo”, “Santiaguillo”, “Anegadilla”, “Cabezo”, “De Enmedio”, “Rizo”, “Chopas”, “Polo”, “Blanca”, “Giote”, “Punta Coyol”, “Ingeniero”, “Sacrificios”, “Pájaros”, “Verde”, “Bajo Paducah”, “Anegada de Adentro”, “Blanquilla”, “Galleguilla”, “Gallega”, “Punta Gorda” y “Hornos” (DOF, 2012). Los arrecifes del PNSAV dan refugio a más del 25% de especies marinas conocidas en el Golfo de México, entre las que destacan peces de las familias Serranidae, Pomacentridae y Scaridae, moluscos, crustáceos y el sujeto de este estudio el pulpo *O. vulgaris* (Barojas-Vásquez, 2016). El PNSAV fue decretado como área natural protegida en el año

1992 con una extensión de 52 238 ha, área que incrementó a 65 516 ha, para el año 2012, está integrada por dos áreas núcleo “Blanca” y “Santiaguillo” (DOF, 2012a).

Importancia del pulpo común para el ecosistema

Los pulpos son organismos dinámicos y de depredación activa sobre otros componentes del ecosistema, se alimentan de peces, crustáceos y moluscos (Mather, 1991; Pech-Puch *et al.* 2016), aunque también son considerados como depredadores que seleccionan a sus presas (McQuaid, 1994), esto los convierte en organismos clave de las redes tróficas, ya que al seleccionar las presas también determinan la abundancia y distribución de las especies con las que cohabita (Hugie y Dill, 1994). Para ejemplificar mejor la importancia de la selección de presas en un arrecife, se debe entender que los pulpos son territoriales y fieles a su hogar, por ello al seleccionar una especie presa específica se limitará el desarrollo y por ende la abundancia de la misma (si un pulpo selecciona como presa predilecta a un camarón, entonces intentará encontrarlo). Debido a la selección de presa, otras especies pueden cohabitar en la misma área que los pulpos, ya que, al no ser del agrado del pulpo, estos no las utilizarán como alimento. Las relaciones tróficas que el pulpo tiene con las especies del ecosistema se trasforman en una compleja telaraña en la que las especies tienen diferentes grados de importancia dependiendo de la cercanía al hogar del pulpo y de la selección que este tenga sobre algunas presas específicas (Figura 3).

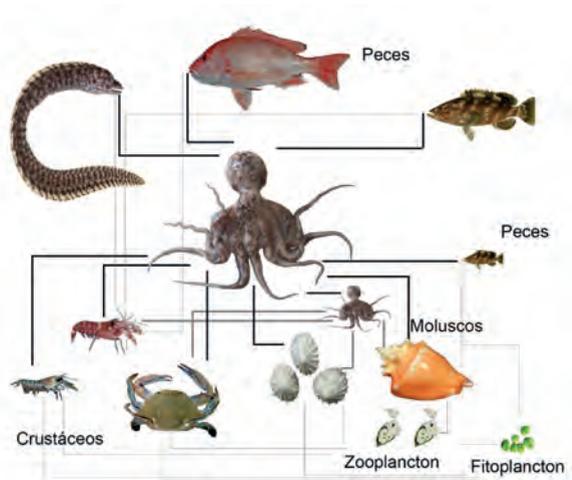


Figura 3.- Red trófica basada en *Octopus vulgaris*. Líneas negras representan depredación directa hacia y desde el pulpo, líneas grises representan depredación de los otros grupos. (Edición Rigoberto Rosas-Luis)

Con respecto a sus depredadores, se ha reportado que el pulpo es consumido por morenas, cabrillas, pargos, e incluso mamíferos marinos (Norman *et al.* 2013). Ser depredador de pulpos no es una tarea fácil, los pulpos son activos atacantes y se defienden con pies, cabeza y pico, utilizan la tinta para generar una nube oscura que desorienta a sus depredadores, y existen evidencias fílmicas donde se observan pulpos luchando con morenas para evitar ser consumidos (ver referencia de video).

El pulpo común en la actividad pesquera

Gracias a que *O. vulgaris* puede poner más de 150 000 huevos, a su capacidad para desarrollarse en ambientes controlados, y a la aceptación que tiene en los mercados nacionales e internacionales, la especie es considerada de importancia para la pesca y la acuicultura (Hernández-García *et al.* 2002). En México, las capturas de *O. vulgaris* son en promedio de 4 500 toneladas anuales, y se ha reportado que Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo son los estados con mayor captura (CONAPESCA, 2016). El producto se distribuye principalmente en México, aunque de acuerdo a el Centro Safina (TSC, 2015) existe un mercado de exportación hacia Estados Unidos de Norte América y España.

En el estado de Veracruz, la especie predominante es *Octopus vulgaris*, que es una especie emblemática, de importancia socioeconómica, cuya pesquería, presenta particularidades que la hacen única en la región, ya que se desarrolla asociada a los sistemas arrecifales de Tuxpan y del Puerto de Veracruz, que son áreas naturales protegidas (Jiménez-Badillo, 2013). En esta área la única forma de captura de pulpo es con un gancho pulpero que está diseñado a base de varilla de alambón, la cual en uno de sus extremos se une a un trozo de madera, mientras que el lado contrario se pule formando una punta que es doblada formando un gancho (Figura 4), la captura se realiza por medio de apnea a profundidades de entre 0.5 y 5 metros (Jiménez-Badillo, 2013). Sin embargo en otras regiones se capturan utilizando trampas diseñadas en forma de refugios (jarritos de barro), en las trampas de langostas, y en el estado de Campeche y Yucatán por medio del uso de jimbas que se componen de una línea de pesca que en su extremo tiene atada la carnada y generalmente un anzuelo (Figura 4), estas son colocadas en la columna de agua y por medio del gareteo (se apaga el motor y se barre un área por acción de empuje del viento sobre la lancha) barren el área (Galindo-Cortes *et al.* 2014).

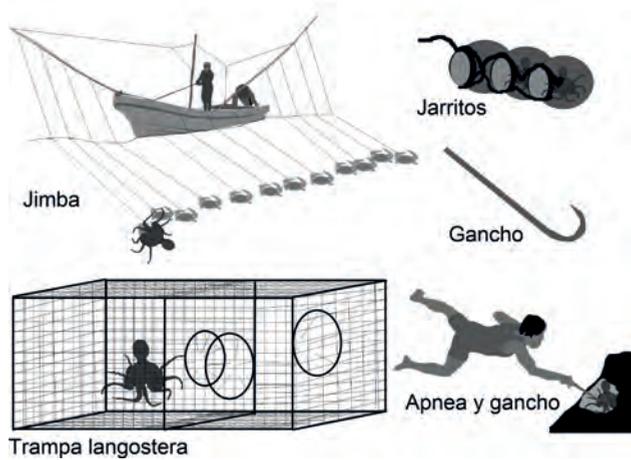


Figura 4.- Artes de pesca utilizados en la captura de *Octopus vulgaris* y *Octopus maya*, en el Golfo de México. Edición Rigoberto Rosas-Luis.

La pesca de *O. vulgaris* se encuentra regulada desde 1993 bajo la norma NOM-008-PESC-1993, misma que fue modificada en el año 2012 para adecuarse a las condiciones imperantes en el litoral veracruzano (DOF, 2012b). Al año 2013 para el PNSAV, se tenía registro de 22 permisos para la extracción, de los cuales el 30% de los pescadores la realizaba como actividad exclusiva, la mayoría (70 %) llevaba a cabo esta actividad asociada a la captura de otras especies de peces (Jiménez-Badillo, 2013). En el estado de Veracruz se captura principalmente pulpo común *O. vulgaris* (más del 95% de la captura de pulpo) y la serie histórica muestra que desde 1980 ha incrementado la captura con altas y bajas (Figura 5). En el área confinada al PNSAV se captura más del 90% del pulpo del estado, y de acuerdo a los datos de captura analizados por los autores, se observa que los años de mayor captura fueron el año 2000 con más de 150 toneladas, y el 2008 y 2011 con valores máximos de 113 y 110 toneladas (Figura 5). Para la zona norte de Veracruz, en Tuxpan, los registros de captura muestran capturas máximas durante los años 2004 y 2005 con 7 y 6.6 toneladas, después de esos años las capturas han decrecido. Los estados de Campeche y Yucatán reportan las mayores capturas de pulpo común, con reportes de más de 2000 toneladas anuales y llegando a reportar hasta 8000 toneladas (Figura 5). Sin

embargo, la captura de pulpo común en estos dos estados se traslapa con la del pulpo rojo *Octopus maya*. A diferencia de Veracruz, el hábitat del pulpo en Campeche y Yucatán se ve favorecido por el tipo de material que forma el fondo marino, el cual está compuesto por rocas calizas y sedimentarias (Herrera-Silveira, 2006) que permiten la formación de oquedades que son utilizadas por los pulpos como refugio.

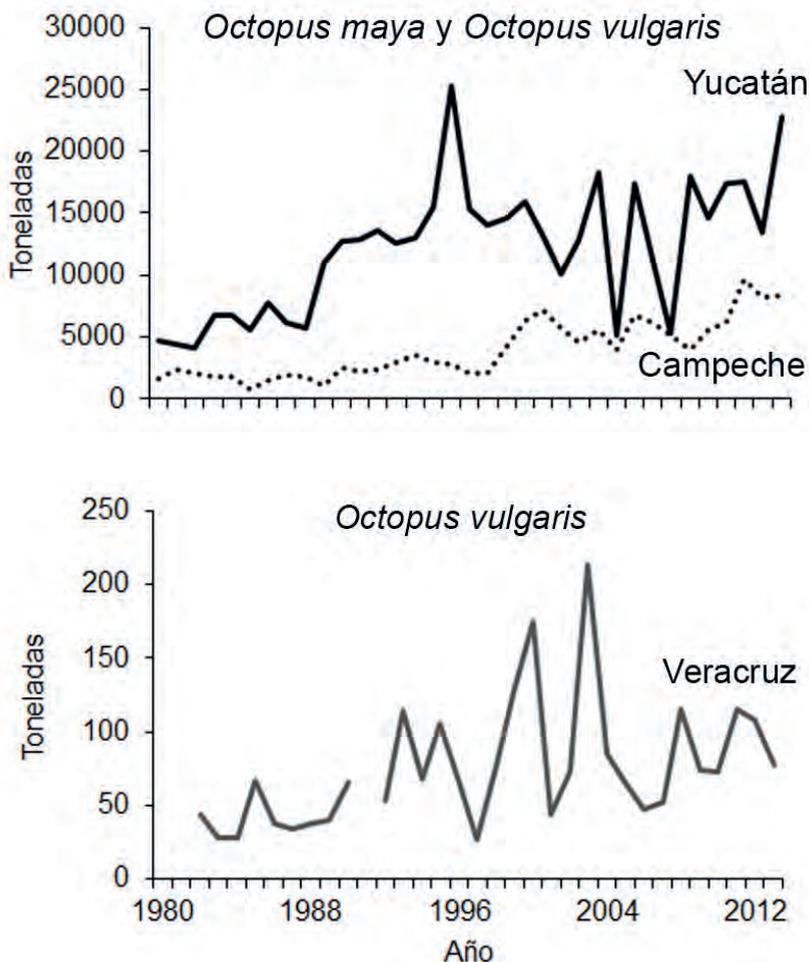


Figura 5.- Serie de captura de *Octopus vulgaris* en Veracruz, y *Octopus maya* con *Octopus vulgaris* en Campeche y Yucatán. (Datos Subsecretaría de Pesca y Acuicultura)

En el ámbito social se reconoce que alrededor de 20 000 personas son empleadas directamente en la pesca de pulpo en el Golfo de México, operando un total de 5 094 embarcaciones menores, es importante remarcar que de acuerdo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2014) la actividad pesquera en Campeche y Yucatán incluye a 27 comunidades pesqueras que capturan pulpo en prácticamente toda la línea de costa hasta aproximadamente 50 km mar adentro, lo que resultaría en una área aproximada de 43 165 km², mientras que en Veracruz el número de comunidades es menor con apenas 4 a 5 comunidades utilizando un área de 522.38 km² en el PNSAV y 305.71 km² del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Esta diferencia en área se ve reflejada en la captura por área que para el 2014 puede estimarse en 0.72 ton/km² para Campeche y Yucatán (incluyendo *O. maya* y *O. vulgaris*), mientras que para Veracruz fue de 0.07 ton/km² (exclusivamente de pulpo común).

De las diversas pesquerías artesanales que se desarrollan en el PNSAV, la de pulpo resulta ser más redituable, considerando el tiempo y costo de los insumos invertidos en su captura, el precio al cuál se puede vender y la ganancia obtenida (Jiménez *et al.* 2008a). Actualmente la captura de pulpo representa un ingreso económico para los pescadores quienes obtienen aproximadamente entre 27 y 64 pesos por kilo (Datos propios). Los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, y Veracruz aportan alrededor de 24 847 toneladas de pulpo *O. maya* y *O. vulgaris*, representando un ingreso de \$648 497 miles de pesos, con lo cual se coloca en el 5º lugar en valor para el sector pesquero considerando datos de 2013.

Pulpo común en la tradición culinaria

El pulpo común es una especie de alto valor culinario, y se tiene registro de su uso en la gastronomía desde época remota en la vida de los mayas, quienes lo denominaban “box kay” o pez raíz (Galindo-Cortes *et al.* 2014). Su sabor y consistencia lo han colocado como una especie de selección y valor económico alto, siendo la captura directa por pescadores ribereños la principal fuente de abastecimiento para el mercado. Generalmente se comercializa en fresco, congelado, y en ocasiones deshidratado (NMX-F-491-1994; TSC, 2015). El tiempo que el pulpo fresco se mantiene en buenas condiciones para consumo puede ser de una semana (Vaz-Pires *et al.* 2004), bajo adecuadas condiciones de conservación.

Para quienes han degustado la carne del pulpo común, es indiscutible su sabor delicado, ligeramente dulce y salobre. Después de capturado el pulpo tiene un color aparentemente púrpura-negro-pardo, sin embargo, después de cocinado adquiere un color blanco. Uno de los principales problemas que los chefs describen sobre la preparación del pulpo a nivel mundial es la consistencia dura que este adquiere si no se cocina adecuadamente (Anónimo, 2016; Lannucci, 2016; Vila-Pernas, 2016). En la costa Atlántica de la península ibérica y en el mar Mediterráneo la preparación del pulpo común incluye 40 azotes contra una estructura dura para ablandar la carne antes del cocimiento, y en épocas más recientes a raíz de la utilización de los sistemas de refrigeración, el pulpo es congelado evitando de este modo la necesidad de azotarlo (Vila-Pernas, 2016). El pre tratamiento del pulpo antes de su cocción es vital para obtener un producto comestible de calidad, y es este proceso que en gran medida podría afectar el consumo de pulpo en México, ya que si no se tiene conocimiento de la preparación, el producto puede ser desagradable para el comensal.

El pulpo ha sido incluido en la gastronomía de una gran variedad de culturas incluyendo la Asiática, Mediterránea, Sud Americana y Caribeña (Lannucci, 2016), y desde la década de los 70 en la gastronomía mexicana, basada en la abundancia y explotación de este recurso en el Golfo de México. De acuerdo a la experiencia propia de los autores, las recetas a base de pulpo incluyen ingredientes como la mantequilla (pulpo en mantequilla), cebollas (pulpo encebollado), ajo (pulpo al ajillo), jitomate (pulpo al jitomate), papas y chicharos, albahaca, chiles (pulpo al chipotle). Se incorporan además potenciadores de sabor como son vino, vinagre, diferentes caldos de pollo o res, jengibre, salsas de todos los tipos inglesa, takoyaki, mayonesa y más ingredientes como imaginación tenga el chef. En el Golfo de México la gastronomía presenta al pulpo en platillos que van desde pulpo a la marinera, pulpo al ajillo, pulpo en chipotle, pulpo a las brasas, ceviche de pulpo, tostadas de pulpo, y tacos de pulpo.

Discusión Académica

Investigación sobre pulpo común en Veracruz

Desde el año 2004, el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías ha venido desarrollando diversos proyectos de investigación con miras a generar el conocimiento necesario para lograr un equilibrio entre la conservación y el aprovechamiento del pulpo, considerando

su cultivo como un mecanismo para reducir la presión de pesca e incrementar la producción. Uno de los resultados más relevantes, fue la realización de un proyecto que surgió en 2006, por la demanda del sector pesquero, interesado en contar con un sustento científico para la implementación de la veda, toda vez que la existente se fundamentaba en la biología del pulpo *Octopus maya*, siendo que el pulpo predominante en el estado es *Octopus vulgaris*. De esta manera se logró determinar la época de reproducción en la zona, un período de predominio de reclutas y las tallas y pesos en que el pulpo alcanza la madurez sexual (Jiménez *et. al.* 2008b), con lo cual se tuvo el soporte científico para proponer una veda oficial en las costas veracruzanas. Después de un proceso de revisión y análisis por parte del sector pesquero y las autoridades en materia de pesca, el 8 de julio de 2011 se acordó por unanimidad establecer la veda del 1 de enero al 28 de febrero de cada año, con la finalidad de proteger la reproducción de la especie y del 1 de agosto al 15 de septiembre de cada año, con la finalidad de resguardar su crecimiento. Este acuerdo fue publicado el 11 de junio de 2012, en el Diario Oficial de la Federación y desde entonces a la fecha, regula la extracción del pulpo *Octopus vulgaris* en las costas veracruzanas (DOF, 2012b). También se desarrolló otro proyecto para evaluar la estructura poblacional y el crecimiento en ambiente natural, identificando dos cohortes anuales (diciembre-febrero y julio-septiembre), encontrando que el modelo que describe mejor su crecimiento es de tipo estacional oscilatorio, alcanzando una longitud de 12.3 cm LM (longitud del manto) y 1.3 Kg al año de edad y de 17.5 cm LM y 2.9 Kg a los dos años de edad (Díaz, 2008, 2011).

Otra estrategia de protección de la población de pulpo, en concordancia con el área natural protegida, es la delimitación de áreas de cierre a la pesca. Al respecto, se desarrolló un proyecto en donde se identificaron las principales zonas de pesca de pulpo, el esfuerzo pesquero, la distribución de juveniles y adultos y se estimaron biomásas por km² (Jiménez-Badillo, 2010). Otra estrategia que se desarrolló en 2006, fue mantener al pulpo en condiciones de cautiverio. Se logró su reproducción y desove dos veces al año, en agosto y diciembre, bajo estas condiciones y con el cuidado maternal de la freza, se logró su eclosión y sobrevivencia de las paralarvas durante 10 días. Incluso fue posible hacer el seguimiento de su desarrollo embrionario, mismo que se completó en 22 días, bajo condiciones de temperatura de 25 a 28 °C y salinidad entre 36 y 40 ppm (Méndez *et.al.* 2007, Morales, 2009, Jiménez-Badillo, 2013).

En 2008, se implementó un sistema de recirculación de agua, en la playa de Antón Lizardo, Alvarado, Veracruz, en colaboración con la Sociedad Cooperativa Arrecifes de Antón Lizardo. Este fue otro proyecto exitoso que logró el involucramiento del sector productivo durante todo el proceso, hasta que el huracán Karl que azotó al estado en 2010, daño considerablemente las instalaciones. En este sistema se realizaron ensayos para la engorda de pulpo utilizando como alimento pescado y jaiba (Hernández, 2009), otros ensayos consideraron al calamar como fuente principal de la alimentación. A partir de estos resultados, se identificó que es necesario incursionar en nuevos esquemas de alimentación que permitan abatir los costos de producción. También se ha identificado la necesidad de estimar la abundancia del recurso para con ello proponer un manejo integral y cuotas de captura que beneficien al sector pesquero y protejan el recurso, así como investigar los aspectos relacionados a la ecología de los sistemas donde habita y las interacciones que guarda con las especies en las redes tróficas, lo que constituye una de las líneas a seguir dentro del Programa Pulpo, del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. Otra línea de investigación a seguir, gira en torno a dilucidar la identidad taxonómica del pulpo, toda vez que existe la sospecha de que la especie dominante en el área, que se ha reportado históricamente como *Octopus vulgaris*, no corresponde a esta especie, siendo probable que se trate de *Octopus insularis*.

Consideraciones finales y perspectivas

A partir de la presente revisión, resalta la necesidad de atender el aspecto del incumplimiento de la normatividad, toda vez que ineficientes prácticas de manejo se han evidenciado a través del registro de captura y comercialización de la especie durante la temporada de veda, además de la captura de ejemplares de menor talla de los estipulados en la normatividad. Esto puede provocar un desequilibrio en la población, la cual no podrá mantener un periodo reproductivo exitoso y con el tiempo provocar su disminución y agotamiento. A la larga esto puede generar un conflicto social por el incremento en la competencia por áreas de captura o incluso la intervención en las zonas restringidas de pesca del PNSAV.

Por la localización del PNSAV frente a áreas urbanas con alta densidad de población, recibe el impacto de diversas actividades antropogénicas, lo que altera la estructura

y funcionamiento del ecosistema. Entre las de mayor impacto se pueden señalar: eutrofización por nitrógeno y fósforo provenientes de aguas residuales domésticas e industriales vertidas directamente al mar; contaminación por tóxicos y patógenos, hidrocarburos y desechos sólidos.

La invasión intencional o accidental de especies exóticas genera competencia interespecífica por espacio y alimento, lo que constituye un elemento más de presión para la población.

Por las características de la pesquería de pulpo inmersa en un área natural protegida y dado la participación de la sociedad en pro de la conservación, se podría impulsar un modelo en el cuál la propia comunidad pesquera se encargue de la conservación y el aprovechamiento del recurso, en un esquema de co-manejo, para lo cual sería recomendable el involucramiento de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, con lo cual ambas instituciones darían cumplimiento a sus funciones de manera coordinada y con resultados positivos.

A fin de lograr un equilibrio en la conservación y el aprovechamiento de los recursos sería recomendable lograr la integración de un Programa de Ordenamiento Pesquero dentro del Programa de Manejo del Área Natural Protegida PNSAV.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de los pescadores de la Sociedad Cooperativa Arrecifes de Antón Lizardo. Rigoberto Rosas-Luis agradece el apoyo por medio de la beca postdoctoral al CONACYT 2016-2017 y al Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. Al Proyecto CONACYT 280030 Red Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Literatura citada

- Anónimo 2016. *Recetario de cocina Gallega. De rechupete*. 52 pp. En: www.galeon.com/sloren/Recetario_cocina_gallega.pdf. Consultado el 5 de diciembre de 2016.
- Barojas-Vásquez, L. 2016. *Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. Agencia Informativa CONACYT. 4 pp.

- Bello-Pineda, J., Ortiz-Lozano, L., Ramírez-Chávez, E., Aquino-Juárez, R., Castillo-Domínguez, S. 2009. *Capítulo 4. Diagnóstico biofísico de la zona costera del Golfo de México*. pp. 307-325. En: Buenfil-Friedman, J. (Edit). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México VI. SEMARNAT-INE, México. 484 pp.
- Day, J., Díaz de León, G., González-Sansón, G., Moreno-Casasola, P., Yáñez-Arancibia, A. 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Resumen Ejecutivo*. pp. 15-46. En: Caso, M., Pisanty, I., Excurra, E. (Edits). Diagnóstico ambiental del Golfo de México VI. INE-SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, México, D.F. 603 pp.
- Diario Oficial de la Federación DOF. 2012a. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,2389150 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. 11 pp.
- Diario Oficial de la Federación DOF. 2012b. Acuerdo por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para establecer los periodos de veda de pulpo en el Sistema Arrecifal Veracruzano, jaiba en Sonora y Sinaloa, tiburones y rayas en el Océano Pacífico y tiburones en el Golfo de México. Publicado el 11 de junio de 2012.
- Galindo-Cortes, G., Hernández-Flores, A., Santos-Valencia, J. 2014. *Pulpo del Golfo de México Octopus maya y Octopus vulgaris*. pp. 179-210. En: Belendez-Moreno, L., Espino-Barr, E., Galindo-Cortes, G., Gaspar-Dillanes, M., Huidodro-Campos, L., Morales-Bojorques, E. (Eds). Sustentabilidad y pesca responsable en México evaluación y manejo. Instituto Nacional de Pesca. México. 560 pp.
- Herrera-Silveira, J. A. 2006. *Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): investigación, diagnóstico y manejo*. Ecotropicos, 19:94-108.
- Hernández, U.A. 2009. *Cultivo para engorda de pulpo (Octopus vulgaris) con dos dietas en Antón Lizardo, Veracruz*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. 44 pp.

- Hernández-García, V., Hernández-López, J. L., Castro-Hdez, J. 2002. *On the reproduction of Octopus vulgaris off the coast of the Canary Islands*. Fisheries Research 57:197-203.
- Hernández-Urcera, J., Guerra, A. 2014. *La reproducción del pulpo*. Investigación y Ciencia. 1-3.
- Hugie, D. M., Dill, L. M. 1994. *Fish and game: a game theoretic approach to habitat selection by predators and prey*. Journal of Fish Biology 45:151-169.
- Jiménez-Badillo, M. L. 2008. *Management challenges of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico*. Fisheries Management and Ecology 15: 19-26.
- Jiménez-Badillo, M.L., Arenas, F.V. and Pérez, E.H. 2008a. *The conservation-exploitation paradox in a Mexican coral reef protected area*. 547-555 p. En: J. L. Nielsen, J. J. Dodson, K. Friedland, T. R. Hamon, J. Musick, and E. Verspoor. (Eds). *Reconciling fisheries with conservation: proceedings of the Fourth World Fisheries Congress V1-2*. American Fisheries Society, Symposium 49, Bethesda, Maryland. 1946 pp
- Jiménez-Badillo, M.L., R.E. del Río-Rodríguez, M.I. Gómez-Solano, A. Cu-Escamilla., Méndez-Aguilar, D. 2008b. *Madurez gonádica del pulpo Octopus vulgaris en el Golfo de México: análisis macroscópico y microscópico*. Universidad Autónoma de Campeche. 48 p
- Jiménez-Badillo, M. L. 2010. *Geographic information systems: tools to manage the octopus fishery in the Veracruz Reef System National Park, México*. GIS/Spatial Analysis and Aquatic Sciences 4:319-318.
- Jiménez-Badillo, M. L. 2013. *Manejo de la pesquería del pulpo en Veracruz con énfasis en el Parque nacional sistema arrecifal veracruzano*. pp. 229-236. En: Aldana-Aranda, D., Enríquez-Díaz, M., Elias, V. (Eds). *Manejo de los Recursos Pesqueros de la Cuenca del Golfo de México y del Mar Caribe*. Veracruz, México. Universidad Veracruzana. 352 pp.
- Lannucci, N. 2016. *White seas octopus*. Fish Tales A Samuels and Son Seafood Magazine 8: 3-3.
- Mather, J. A. 1991. *Foraging, feeding and prey remains in middens of juveniles Octopus vulgaris (Mollusca: Cephalopoda)*. Journal of Zoology 224:27-39.

- McQuaid, C. D. 1994. *Feeding behavior and selection of bivalve prey by Octopus vulgaris Cuvier*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 177: 187-202.
- Méndez, A.F.D., Jiménez, B.M.L., Arenas, F.V. 2007. *Cultivo experimental de pulpo Octopus vulgaris (Cuvier 1797) en Veracruz y su aplicación al PNSAV: investigaciones actuales*. pp. 257-274. En: Granados, A., Abarca L.G., Vargas, J.M. (Eds.). La investigación científica en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 304 p.
- Morales, O.J.C. 2009. *Desarrollo embrionario de Octopus vulgaris en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de las Américas Puebla. México. 68 pp.
- NMX-F-491-1994. Productos de la pesca. Pulpo congelado. Especificaciones. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. 6 pp.
- Norma Oficial Mexicana 008-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe. 2 pp.
- Norman, M.D., Finn, J.K., Hochberg, F.G. 2013. *Family Octopodidae*. pp. 36-215. En P. Jereb, C.F.E. Roper, M.D. Norman, Finn J.K. (Eds) Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 4, Vol. 3. FAO. Rome. 398 pp.
- Ortiz, M., De la Lanza, G. 2006. *Descripción regional de la zona costera: diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional*. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geografía, México. D. F. 145 pp.
- Pech-Puch, D., Cruz-López, H., Canche-Ek, C., Campos-Espinosa, G., García, E., Mascaro, M., Rosas, C., Chávez-Velasco, D., Rodríguez-Morales, S. 2016. *Chemical tools of Octopus maya during crab predation are also active on conspecifics*. PLoS ONE 11:1-22.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. 2014. Plan de manejo pesquero de pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*) del golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial. 62 pp.
- The Safina Center (TSC), 2015. Common octopus, red octopus: *Octopus vulgaris*, *Octopus maya*. The Safina Center Seafood Analysis. Long Island, NY. 40 pp.

- Vaz-Pires P., P. Seixas, A. Barbosa. 2004. *Aquaculture potential of the common octopus (Octopus vulgaris Cuvier, 1797): a review*. Aquaculture 238:221-38.
- Vila-Pernas, M. 2016. *Guía gastronómica de Santiago de Compostela*. Turismo de Santiago, España. 160 pp.
- Wodinsky, J. 1973. *Ventilation rate and copulation in Octopus vulgaris*. Marine Biology 20: 154-164.
- Wodinsky, J. 2008. *Reversal and transfer of spermatophores by Octopus vulgaris and O. hummeñincki*. Marine Biology 155: 91-103.

Páginas web

- Youtube. 2016. *Video morena vs pulpo*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=PJSMDh2zKmg>. Consultado el 26 de noviembre de 2016.
- Recetas Japonesas 2016. *Gastronomía basada en pulpo*. En: <http://www.recetasjaponesas.com/2009/04/takoyaki-bolitas-de-pulpo.html>, Consultado el 20 de noviembre del 2016.
- Recetas Gratis 2016. *Recetas de pulpo*. En: <http://www.recetasgratis.net/Pulpo-busqCate-1.html>. Consultado el 20 de noviembre del 2016.
- Cookpad 2016. *Recetas de pulpo*. En: <https://cookpad.com/mx/buscar/pulpo>. Consultado el 25 de noviembre del 2016.

Base de datos

- CONAPESCA. 2016. *Anuarios estadísticos de pesca 1980-2014*. En: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca>. Consultado 5-20 de agosto el 2016.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Rosas-Luis R.*, M. L. Jiménez-Badillo, C. Meiners-Mandujano, G. Galindo-Cortés, M. P. Sánchez Morillo-Velarde. 2017. *Aprovechamiento y conservación del pulpo Octopus vulgaris en un Área Natural Protegida*. Capítulo V. 109-125. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO VI

PLAGAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO: CONTROL Y MANEJO

Luis Amaury García-Valderrama, Victor Javier Arriola-Padilla*, Sheyla Nallely Muñoz-Belmont, Ramiro Pérez-Miranda, Martín Enrique Romero-Sánchez y Alfredo Ortega-Rubio

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

Resumen

Cualquier especie o agente patógeno de un área determinada que ponga en riesgo los recursos del ecosistema y sus componentes se les clasifican bajo el concepto de plaga. Por otra parte, existen organismos que pueden causar deterioros a los ecosistemas, pero por ser externos se les denominan especies exóticas. Las plagas y las especies exóticas se consideran factores de índole biótico que afectan las áreas naturales protegidas (ANP). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue conocer el estado actual de las plagas y especies invasoras terrestres presentes en ANP mexicanas de carácter federal para considerarse en los programas de manejo y en la normatividad para su control. Se revisaron programas de manejo, artículos científicos e informes técnicos fitosanitarios de las ANP en México. Además, se establecieron siete grupos de organismos que afectan las ANP (Insectos, plantas, hongos, mamíferos, aves, reptiles y anfibios). Sólo en 40 casos se indican géneros o especies que perturban los ecosistemas en las áreas naturales protegidas. De estos, únicamente los insectos se

encuentran incluidos en las normas oficiales mexicanas para su control y manejo; en consecuencia, dada la importancia de las ANP en México se recomienda que se establezca la normatividad de control y manejo para los diferentes grupos.

Palabras clave: Descortezadores, plantas parásitas, normatividad, especies invasoras.

Abstract

There are several biotic and abiotic factors that affect the protected natural areas (PNA). Within the first group are the pests, which are defined as any harmful species or pathogenic agent of a given area that puts at risk the sources of the ecosystem and its components. On the other hand, organisms that are external to the ecosystems present are called exotic species and can cause damage within these. The objective of the present work was to collect information on pests and terrestrial invasive species present in Mexican PNA in order to provide updated information to be considered within the management programs and regulations for their control. The management programs, scientific articles and phytosanitary technical reports of the PNAs in Mexico were reviewed. Seven groups of organisms were established that affect them (Insects, plants, fungi, mammals, birds, reptiles and amphibians). Only 40 protected areas of 176 indicate genera or species that affect ecosystems in natural areas. Of these, only the insects are included in the Mexican official standards for their control and management; Given the importance of the PNAs, it is recommended to consider establishing the regulations for all the different groups.

Key words: Debarking, parasitic plants, normativity, invasive species.

Antecedentes

Las áreas naturales protegidas (ANP) son una herramienta de conservación que, proporciona diversos beneficios a la población tanto a nivel local como a nivel regional. Además, sostienen la fauna y flora silvestre y sus distintos procesos ecológicos, sirven como sitios de investigación científica, y ofrecen oportunidades de recreación y posibilidades de educación (CONABIO, 2015).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) actualmente administra 176 áreas naturales de carácter federal, lo que representa más de 25,

394,779 hectáreas aproximadamente dentro del territorio mexicano y se encuentran divididas en nueve regiones en el país: Península de Baja California y Pacífico Norte, Noroeste y Alto Golfo de California, Norte y Sierra Madre Occidental, Norte y Sierra Madre Oriental, Occidente y Pacífico Centro, Centro y Eje Neovolcánico, Planicie Costera y Golfo de México, Frontera sur, Istmo y Pacífico Sur y Península de Yucatán y Caribe Mexicano (SEMARNAT, 2016).

Dentro de las ANP se presentan diferentes factores de degradación y deterioro. La degradación se define como el proceso de disminución de la capacidad de los ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales, así como su capacidad productiva (DOF, 2015a). Los factores de deterioro indican la explotación desmedida de los recursos naturales, contaminación, cambio de uso de suelo, introducción de especies exóticas, incendios, plagas y enfermedades forestales (Arriola *et al.*, 2014).

La Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2015a), establece que la conservación forestal implica el mantenimiento de las condiciones que propician la persistencia y evolución de un ecosistema forestal natural o inducido, sin degradación del mismo ni pérdida de sus funciones. Por lo tanto, las acciones técnicas encaminadas a combatir y controlar plagas y enfermedades forestales, así como los lineamientos medidas y restricciones para la detección, control y combate de las mismas, vienen incluidas dentro de los efectos de la ley para el saneamiento y sanidad forestal.

Se considera plaga a cualquier especie, raza, biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino de un área determinada que ponga en riesgo los recursos forestales, el medio ambiente, los ecosistemas o sus componentes (DOF, 2006).

Por otra parte, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), una especie invasora es aquella especie exótica o trasladada que ha sido introducida accidental o intencionalmente fuera de su distribución natural, y que tiene la capacidad de colonizar, invadir y persistir, y su introducción y dispersión amenazan la diversidad biológica y, causan daños al ambiente (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009).

En México, la Ley Federal de Sanidad Vegetal (DOF, 2011) y Animal (DOF, 2012) considera tres tipos de plagas: 1) Plagas cuarentenarias: plagas de importancia económica potencial para el área en peligro aun cuando la plaga no existe o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial, 2) Plaga no Cuarentenaria

Reglamentada: plaga cuya presencia en semillas y material propagativo para plantación, influye en el uso de este material, con repercusiones económicamente inaceptables y por lo tanto, está regulada en el territorio de la parte contratante importadora y 3) Plaga Exótica: se refiere a la plaga que es original de otro país.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), se encarga de aplicar estas normas y, a través de la Secretaría de Salud (SS), se establecen las que son necesarias para combatir plagas que amenacen la salud humana. Dichas normas, también se implementan en el caso de las especies invasoras, que no amenazan directamente a la agricultura o la salud humana, pero sí al medio ambiente (CONABIO, 2010).

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Procuraduría Federal de la Protección del Ambiente (PROFEPA) es la responsable de vigilar en cumplimiento de la normatividad aplicable al manejo y aprovechamiento de la vida silvestre y las especies invasoras. Existen normas y leyes que están a la vanguardia de los daños por plagas que se han ocasionados o se ven como amenaza a los ecosistemas. Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2015) quienes realicen actividades de forestación o plantaciones forestales comerciales y de reforestación, así como los prestadores de servicios técnicos forestales responsables de la administración de las áreas naturales protegidas, en forma inmediata a la detección de plagas o enfermedades, estarán obligados a dar aviso de ello a la Secretaría o a la autoridad competente de la entidad federativa.

Conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico o la Norma Oficial Mexicana 052 (plagas) (DOF, 2006), el manejo de plagas se refiere a acciones que permitan mantener poblaciones de insectos descortezadores a niveles económica, social y ecológicamente aceptadas. Dichas acciones pueden ser emergentes o incorporarse en un programa de manejo de recursos forestales. Deben ser económicamente eficientes y ecológicamente aceptables. Además, deben considerar la prevención, evaluación y la utilización en forma armónica de diferentes herramientas de control y el seguimiento correspondiente.

Se considera que las acciones de control deben registrarse bajo el concepto de Manejo Integral de Plagas (MIP), el cual establece que se debe mantener los procesos ecológicos y evolutivos sin intervención del ser humano. Por lo tanto, el manejo de

plagas forestales no debe realizarse de forma tradicional, evitar el uso de agroquímicos o herramientas que pongan en riesgo la sanidad de la flora y fauna del ecosistema. Las tácticas del MIP, pretenden el uso de alternativas sustentables para el control y/o erradicación de plagas a través de bio-plaguicidas y poblaciones antagonicas utilizadas en los programas de control biológico (Romero, 2004 y Conafor-Semarnat, 2010).

Por otro lado, es importante establecer un sistema de monitoreo periódico de las especies plaga, así como de sus antagonistas naturales presentes en el área, y se debe conocer los límites permisibles de infestación que pueden ser tolerados dentro del ecosistema sin que este se vea afectado (FAO, 2008). Entre los factores que causa el deterioro de los recursos forestales, aparte de las plagas también se encuentran los físicos como son sequías y fríos extremos, vientos fuertes, huracanes y tormentas, deslaves; y los de origen antropogénico como: incendios, tala clandestina y pastoreo excesivo. La caída, las heridas y lesiones fisiológicas de árboles, son provocadas por los factores de deterioro antes mencionados. Estos acontecimientos deben ser precursores no solamente de atender las plagas, sino de un manejo de una masa forestal sano y equilibrado de acuerdo a su estructura, lo cual reduce satisfactoriamente el problema por plagas (CONANP-SEMARNAT, 2007).

En este capítulo se describen las plagas forestales de las Áreas Naturales Protegidas de México, y las especies exóticas invasoras registradas en fuentes documentales como: programas de manejo, investigaciones y estudios fitosanitarios. Es común encontrar que uno de los principales agentes de deterioro son las plagas, sin embargo, las especies que alteran los ecosistemas comúnmente no cuentan con las referencias apropiadas para su identificación.

Plagas terrestres en áreas naturales protegidas

De las 40 ANP revisadas, únicamente 27 incluyen los géneros y especies de plagas presentes (Cuadro 1). El 57% pertenece a insectos -descortezadores (Figura 1), polillas y picudos; 23% a plantas parásitas -muérdago (Figura 1) y malezas; 13% a mamíferos (roedores, y domésticos) y 7% a hongos.

De acuerdo con la información obtenida cabe destacar que, en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca se tiene registrado el mayor número de especies plaga, las cuales son 23. Mientras que, el 37% de las ANP solo tiene reportan una especie plaga.

Las especies que más se registran corresponden a los insectos del género *Dendroctonus*, *Scolytus* y *Pseudohylesinus* spp. y de las plantas parásitas, *Arceuthobium* spp. y *Phoradendrum* spp.



Figura 1. A) Grupos de resina ocasionado por insectos descortezadores (*Dendroctonus adjunctus*). B) Muérdago enano (*Arceuthobium vaginatum*) (Fotografías: V. Arriola).

Cuadro 1. Plagas registradas en 27 áreas naturales protegidas de México

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Plagas	Referencia
Península de Baja California	Parque Nacional Constitución de 1857	Baja California	Insectos	<i>Ips</i> sp. (De Geer); <i>Gnathotrichus</i> sp. (Heichhoff); Xyleborus sp. (Heichhoff)	Flores, <i>et al</i> , 2013.
			Plantas	<i>Arceuthobium</i> ; <i>Polygonum aviculare</i> (Small) <i>Taraxacum</i>	
	Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios	Baja California	Insectos	<i>Scyphophorus yuccae</i> (Horn)	CONANP, 2013i

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Plagas	Referencia
Norte y Sierra Madre Oriental	Parque Nacional Cumbres de Monterrey	Noroeste de Chihuahua y al este Coahuila	Insectos	<i>Dendroctonus</i> spp. (Erichson)	Pinzón, 2015
	Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen	Coahuila	Insectos	<i>Dendroctonus mexicanus</i> (Hopkins)	CONANP, 2013 a
			Hongos	<i>Cronartium flaccidum</i> (Alb. Shwein)	
	Reserva de la Biosfera Barranca de Metzquitlan	Hidalgo	Mamíferos	<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus); <i>Orthogeomys</i> ; <i>Pappogeomys</i> ssp.; <i>Peromyscus boylii</i> (Baird); <i>Spermophilus mexicanus</i> (Erleben)	CONANP, 2003a; Schüttler y Karez, 2008
Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlacuéya	Tlaxcala y Puebla	Insectos	<i>Ips</i> sp.; <i>Dendroctonus</i> sp.; <i>Pseudohylesinus</i> sp. (LeConte).: <i>Scolytus</i> sp.	CONANP, 2013g	
Norte y Sierra Madre Oriental	Parque Nacional El Chico	Hidalgo	Plantas	<i>Arceuthobium</i> sp.	CONANP, 2005b
			Insectos	<i>Scolytus mundus</i> (Wood); <i>Pseudohylesinus variegatus</i> (Blandford); <i>Pityophthorus blackmanni</i> (Eichhoff)	
	Parque Nacional el Potosí	San Luis Potosí	Insectos	<i>Dendroctonus</i> sp.	DOF, 2015b
Norte y Sierra Madre Occidental	Parque Nacional Volcán Nevado de Colima	Límites de Jalisco y Colima.	Insectos	<i>Dendroctonus adjunctus</i> (Blandford); <i>Dendroctonus aproximatus</i> (Dietz); <i>Nicrophorus mexicanus</i> (Madge); <i>Oxelytrum discicolle</i> (Brullé)	CONANP, 2006c
	Reserva de la Biosfera Janos	Chihuahua	Plantas	<i>Phoradendrum</i> sp. (DC.) Nutt;	CONANP, 2013i
			Mamíferos	<i>Cynomys mexicanus</i> (Rafinesque)	
Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Barranca del Cupatitzio	Michoacán	Insectos	<i>Synanthedon cardinalis</i> (Dampf); <i>Dendroctonus mexicanus</i> ; <i>Dendroctonus valens</i> (LeConte); <i>Dendroctonus parallelcolis</i> (LeConte)	CONANP, 2006d	

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Plagas	Referencia
Centro y Eje Neo volcánico	Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl	Puebla y Morelos	Insectos	<i>Dendroctonus adjunctus</i>	CONANP, 2013h, Gochez-López <i>et al.</i> , 2015; Queijero-Bolaños y Cano-Santana, 2015
			Plantas	<i>Arceuthobium vaginatum subsp. vaginatum.</i> ; <i>A. globosum subsp. globosum.</i> ; <i>A. abietis religiosa</i> (Heil); <i>Psittacanthus sp.</i> ; <i>Phoradendron sp.</i>	
	Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	Toluca	Insectos	<i>Dendroctonus spp.</i>	CONANP, 2013f; Arriola <i>et al.</i> 2014; Endara y Herrera, 2016
			Mamíferos	<i>Canis lupus familiaris</i> ; <i>Bostaurus</i> (Linnaeus)	
Centro y Eje Neo volcánico	Reserva de la Biósfera de la Sierra Gorda	Querétaro	Mamíferos	<i>Equus</i> (Linnaeus)	Flores <i>et al.</i> , 2013.
			Insectos	<i>Dendroctonus mexicanus</i> ; <i>D. frontalis</i>	López <i>et al.</i> , 2017.
	Parque Nacional Desierto de los Leones	Ciudad de México	Insectos	<i>Dendroctonus sp.</i>	CONANP, 2006 ^a
	Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán	Puebla y Oaxaca	Plantas	<i>Viscumalbum</i> (L.)	CONANP, 2013c
Insectos			<i>Dendroctonus sp.</i> ; <i>Geococcus pungenis</i> (Labouret)		

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Plagas	Referencia
Occidente y Pacífico Centro	Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca	Estado de México	Hongos	<i>Cronarthium</i> ; <i>Heterobasidium</i> (Bref); <i>Fomes</i> (Fr.); <i>Fusarium</i> (Link Ex Gray); <i>Fomitopsis pinicola</i> ((Sw.) P. Karst)	CONANP, 2001; Cibrián <i>et al.</i> , 2007; Garduño, 2011; Schüttler y Karez, 2008; Garduño, 2011
			Insectos	<i>Dendroctonus mexicanus</i> ; <i>D. adjunctus</i> ; <i>D. parallelcolis</i> ; <i>D. valens</i> ; <i>Ips</i> spp.; <i>Scolytus aztecus</i> (Wood); <i>Scolytus mundus</i> (Wood); <i>Pseudohylesinus variegatus</i> (Blandford); <i>Evita hyalinaria</i> (Grossbeck); <i>Eucosoma sonomana</i> Kearfott; <i>Rhyacionia frustrana</i> (Scudder); <i>Synanthedon cardinalis</i> (Dampf); <i>Neodiprion vallicola</i> (Cockerell); <i>Conophthorus</i> sp.	
			Plantas	<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i> .; <i>A. globosum</i> subsp. <i>globosum</i> .; <i>A. abietis religiosa</i> ; <i>Psytacanthus</i>	
Occidente y Pacífico Centro	Parque Nacional Isla Isabel	Nayarit	Mamíferos	<i>Rattus</i> (Fischer)	CONANP, 2005 ^a
	Parque Nacional Isla Contoy	Quintana Roo	Insectos	<i>Cactoblastis cactorum</i> (Berg)	CONANP, 2015 ^a

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Plagas	Referencia
Península de Yucatán y Caribe de México	Reserva de la Biosfera Calakmul	Campeche	Insectos	<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus)	Sánchez, 2007
	Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté	Quintana Roo	Mamíferos	<i>Peromyscus</i> (Gloger); <i>Reithrodontomys</i> (Giglioli)	CONANP, 2014 ^a
	Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta	Tabasco	Insectos	<i>Heliothis zea</i> (Boddie)	CONANP, 2015b
	Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá	Oaxaca	Plantas	<i>Phoradendron</i> ; <i>Psittacanthus</i> (Mart)	CONANP, 2013d
Costera y Golfo de México	Parque Nacional Lagunas de Montebello	Chiapas	Insectos	<i>Dendroctonus frontalis</i> (Zimmerman)	CONANP, 2007 ^a
	Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla	Tabasco	Insectos	<i>Anacamptodes</i> sp. (McDunnough)	CONANP, 2000 ^a
	Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas	Veracruz	Insectos	<i>Phillophagan</i> sp. (Harrys); <i>Pseudatefia unipuncta</i> (Hawortd); <i>Spodoptera frugiperda</i> (Walker)	CONANP, 2006b; Flores-Martínez, 2016
	Parque Nacional Benito Juárez	Oaxaca	Plantas	<i>Phoradendron</i> ; <i>Psittacanthus</i>	CONANP, 2014b

*Autor del nombre de género o especie.

Especies terrestres exóticas-invasoras

De las 40 ANP revisadas, únicamente en 24 se indican los géneros de las especies exóticas-invasoras presentes. El grupo de plantas constituye el 67%, el grupo de mamíferos 29%, insectos, reptiles, aves y anfibios, 1% cada uno (Cuadro 2).

De acuerdo con la información disponible, en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar se registró el mayor número de especies invasoras, con 45

géneros, principalmente plantas, reptiles, aves y mamíferos. Mientras que, el 20% de las ANP solo tiene registrada una especie invasora.

Cuadro 2. Especies exóticas-invasoras terrestres registradas en 24 áreas naturales protegidas de México

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Especies exóticas invasoras (*)	Referencia
Península de Baja California	Reserva de la Biosfera El Vizcaíno	Baja California Sur	Insectos	<i>Aleyrodidae</i> (Westwood)	CONANP, 2000 ^a
			Mamíferos	<i>Ammospermophilu</i> (Merriam); <i>Thomomys</i>	
	Parque Nacional Constitución de 1857	Baja California	Mamíferos	<i>Bostaurus</i> (L.); <i>Equus caballus</i> (L.)	Flores, et al, 2013
			Plantas	<i>Bromus</i> (L.); <i>Cosmos bipinnatus</i> (Cav); <i>Cucurbita foetidissima</i> (Kunth); <i>Eragrostis cilianensis</i> (Von Wolf) <i>Hordeum</i> ; <i>Hypochaeris glabra</i> (L.); <i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees); <i>Plantago major</i> (Linneo); <i>Poa annua</i> (Linneo); <i>Polygonum</i> (L.); <i>Rumex crispus</i> (L.); <i>Sonchus</i>	
				Plantas	
Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios	Baja California	Plantas	<i>Mesembryanthemum</i> (L.); <i>Tamarix</i> (L.)	CONANP, 2013 ^e	

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Especies exóticas invasoras (*)	Referencia
Norte y Alto Golfo de California	Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar		Plantas	<i>Amaranthus</i> (L.); <i>Ambrosia</i> ; <i>Anemopsis</i> (Hok & Arm); <i>Aristida</i> ; <i>Atriplex</i> ; <i>Bouteloua</i> ; <i>Brassica</i> (L.); <i>Bromus</i> ; <i>Cenchrus</i> (L.); <i>Chlorisvirgata</i> (S.W); <i>Chamaesaracha</i> ; <i>Cryptantha</i> ; <i>Cucurbita</i> ; <i>Cyclosporum</i> ; <i>Datura</i> ; <i>Eclipta</i> ; <i>Echinochloa</i> ; <i>Eragrostis</i> ; <i>Eriochloa acuminata</i> (J. Presl); <i>Erodium</i> ; <i>Eruca</i> ; <i>Flaveria</i> ; <i>Gaura</i> ; <i>Helianthus</i> ; <i>Hordeu</i> ; <i>Hydrocotyle</i> ; <i>Ipomea</i> ; <i>Nictioiana</i> ; <i>Lupinus</i> ; <i>Lactuca</i> (L.); <i>Phalarisminor</i> (Retz); <i>Phoenix dactylifera</i> (L.); <i>Phragmites australis</i> (Adans); <i>Poa annua</i> (L.); <i>Schismus</i> ; <i>Sorghum</i> ; <i>Sporobolus</i>	Flores <i>et al.</i> , 2013
			Reptiles	Apalone (Rafinesque)	
			Aves	Bubulcus; Passer	
			Mamíferos	Bostaurus (Linnaeus); Canis; Equus; Felis (Odocoileus)	

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Especies exóticas invasoras (*)	Referencia
Norte y Sierra Madre Oriental	Área de Protección de Flora y Fauna del Cañón de Santa Elena	Noroeste de Chihuahua y al este Coahuila	Mamíferos	<i>Ammotragus</i> (Blyth)	CONANP, 2013 b
			Plantas	<i>Tamarix</i>	
	Área de protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen	Coahuila	Plantas	<i>Arundo</i> ; <i>Tamarix</i>	CONANP, 2013 ^a
			Mamíferos	<i>Ammotragus</i> ; <i>Castor</i>	
Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán	Hidalgo	Mamíferos	<i>Bostaurus</i> ; <i>Capra</i> ; <i>Equus</i>	CONANP, 2003a Schüttler y Santiago, 2008	
	Área de Protección de Flora y Fauna Ocampo	Coahuila	Plantas	<i>Cenchrus</i> (L.)	CONANP, 2015e Schüttler y Santiago, 2008
				<i>Ammotragus</i> ; <i>Tamarix</i>	
	Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo	Tamaulipas	Plantas	<i>Paspalum</i> sp (L.).	CONANP, 2015c
	Monumento Natural El Cerro de la Silla	Monterrey	Plantas	<i>Morus</i> (L.); <i>Nicotiana</i> (L.); <i>Ricinus</i> (L.)	CONANP, 2014c
	Área de Protección de Flora y Fauna Sierra La Mojonera	San Luis Potosí y Zacatecas	Plantas	<i>Centaurea</i> ; <i>Cuscuta</i> (L.); <i>Tillandsia</i> (L.)	CONANP, 2015d

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Especies exóticas invasoras (*)	Referencia
Norte y Sierra Madre Occidental	Monumento Natural Río Bravo del Norte	Chihuahua	Plantas	<i>Arundo</i> ; <i>Astragalus</i> ; <i>Drymaria</i> ; <i>Tamarix</i>	CONANP, 2013j
			Mamíferos	<i>Ammotragus</i>	
	Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo	Michoacán	Anfibio	<i>Rhinella</i> (Fitzinger)	Flores <i>et al.</i> , 2013
Centro y Eje Neo volcánico	Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa	Guerrero	Mamíferos	<i>Canis</i> ; <i>Felis</i>	CONANP, 2006e
	Área de protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca	Toluca	Mamíferos	<i>Canis</i>	CONANP, 2013f
Plantas			<i>Arceuthobium lobosum</i> ; <i>A. vaginatum</i> ; <i>Psittacanthus</i> sp.; <i>A. abietis-religiosae</i>		
Centro y Eje Neo volcánico	Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda	Querétaro	Plantas	<i>Acacia</i> (Mill); <i>Bromus</i> (L.); <i>Cenchrus</i> (L.); <i>Chloris</i> ; <i>Cynodon</i> (Rich); <i>Cyperus</i> ;	Flores <i>et al.</i> , 2013
Centro y Eje Neo volcánico	Reserva de la Biosfera de la Sierra Gorda	Querétaro	Plantas	<i>Dactyloctenium</i> ; <i>Echinochloa</i> (L.) <i>Eragrostis</i> ; <i>Glyceria</i> ; <i>Grisebachi</i> ; <i>Melinis</i> (L.); <i>Muhlenbergia</i> ; <i>Panicum</i> (L.); <i>Pennisetum</i> ; <i>Setaria</i> ; <i>Sorghum</i> (Moench)	Flores <i>et al.</i> , 2013
	Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán	Puebla y Oaxaca	Plantas	<i>Arceuthobium</i> ; <i>Psittacanthus</i>	CONANP, 2013c
		Mamíferos	<i>Canis</i>		

Región	ANP	Ubicación	Grupo	Especies exóticas invasoras (*)	Referencia
Occidente y Pacífico Centro	Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán	Jalisco	Mamíferos	<i>Gallus; Felis; Equus; Canis; Mus; Ovis; Rattus</i>	Schüttler y Karez, 2008.
	Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca	Estado de México	Plantas	<i>Populus; Salix</i>	CONANP, 2001; Schüttler y Santiago, 2008
			Mamíferos	<i>Bos; Canis; Capra; Equus; Felis; Mus; Ovis; Rattus;</i>	
	Parque Nacional Isla Isabel	Nayarit	Mamíferos	<i>Rattus</i>	CONANP, 2005 ^a
Parque Nacional Islas Marietas	Nayarit	Mamíferos	<i>Bos; Felis; Oryctolagus; Rattus</i>	CONANP, 2007 ^b	
Península de Yucatán y Caribe de México	Área de Protección de Flora y Fauna, Norte De la Isla de Cozumel	Quintana Roo	Plantas	<i>Casuarina</i> (L.)	CONANP, 2016
	Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté	Quintana Roo	Plantas	<i>Casuarina</i>	CONANP, 2014 ^a
Costera y Golfo de México	Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas		Plantas	<i>Albizia</i> (Durazz); <i>Casuarina;</i> <i>Dactyloctenium;</i> <i>Digitonthophagus</i> (P. Veauv); <i>Eichhornia; Foeniculum</i> (L.); <i>Melinis; Oeceoclades;</i> <i>Panicum; Pennisetum;</i> <i>Pueraria</i>	CONANP, 2006b; Flores-Martínez, 2016
			Reptiles	<i>Anolis</i> (Daudin)	

Normatividad para su control y manejo

Insectos descortezadores. Dentro de este grupo el género *Dendroctonus* tienen un papel ecológico fundamental, ya que son uno de los principales factores de renovación y saneamiento natural de las comunidades forestales. No obstante, debido a que algunas

especies presentan frecuentes fluctuaciones poblacionales, se les considera plagas de los bosques de pino lo cual ocasionan mortalidad de árboles y pérdidas económicas importantes al sector forestal (Salinas-Moreno *et al.*, 2010).

Las plagas forestales pertenecientes al género *Dendroctonus* en pocos meses pueden arrasar con decenas de miles de hectáreas de bosque al ser infestadas por estos insectos. Tal fue el caso de la emergencia fitosanitaria provocada por las plagas de *Dendroctonus* spp e *Ips* spp que se presentaron durante los años 2013 y 2014 en la Sierra Madre Occidental, en especial el estado de Chihuahua, donde 130 mil hectáreas fueron afectadas por descortezadores y cerca de 40 mil fueron notificadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su posterior saneamiento (Benet, 2014). De las doce especies registradas para México sólo *D. mexicanus*, *D. frontalis* (Figura 1), *D. rhizophagus* y *D. adjunctus* se consideran como plagas importantes de los bosques de pino en México (Cibrián *et al.*, 1995).



Figura 1. Insectos descortezadores: A) *Dendroctonus mexicanus*. B) *Dendroctonus frontalis* (Fotografías: L. García)

De acuerdo con Cibrián *et al.*, (1995) *Scolytus mundus* Wood, especie que afecta a *Abies religiosa*, es una de las plagas de mayor importancia en Parques Nacionales ya que los daños ocasionan alteraciones negativas de carácter estético o bien incrementan el riesgo de lesionar a personas o animales por caída de ramas o puntas. Se clasifica como una plaga de descortezador primaria, cuya población alcanza niveles epidémicos durante la estación seca.

En el área forestal de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, se ha catalogado al insecto *S. mundus* asociado con otros descortezadores como causante de la muerte de

grupos de árboles de oyamel. Para el año 2008 esta plaga alcanza niveles epidémicos, reflejándose en la muerte de grupos mayores de 10 árboles para ese año, propagándose originando una mortalidad mayor (Hernández, 2013).

El género *Pseudohylesinus* tiene importancia en aquellas áreas en donde se han identificado un declive de oyamel a causa de factores ecológicos desfavorables como: sequías severas, fríos excesivos, algunos fenómenos meteorológicos, así como de carácter antropogénico (CONANP, 2013k). En el Parque Nacional El Chico y en el Área de Protección de Flora y Fauna del Nevado de Toluca, el descortezador *P. variegatus*, contribuye a la muerte gradual o total del oyamel en conjunción con *S. mundus* y *Pityophthorus blackmani*, por lo cual en ocasiones es catalogado como plaga secundaria (Arzate-Fernández, 2016; Hernández, 2013).

Dentro de los métodos de combate y control establecidos, se debe iniciar siempre en sentido contrario al avance de la plaga, para llevar a cabo la remoción y destrucción de los insectos plaga, mediante actividades manuales y mecánicas; incluyendo el derribo del arbolado, seccionado de fustes, descortezado de troncos y ramas, así como la quema, enterrado o abandono de corteza y ramas. Estos métodos de control se aplican principalmente para las especies de insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Phloeosinus*, *Pseudohylesinus*, *Pityophthorus*, *Pseudopityophthorus*, *Scolytus* y *Hylesinus*, para su atención conforme lo señalado en la Norma Oficial Mexicana 019 (DOF, 2016), la cual establece lineamientos técnicos para el manejo y control de plagas de insectos descortezadores en plantas de las especies de coníferas, *Quercus* y *Fraxinus*. Con el objetivo es mantener a las poblaciones de insectos descortezadores a niveles económica, social y ecológicamente aceptables y eficientes, los cuales no deben interferir con los procesos ecológicos; considerando la prevención, evaluación y la utilización en forma amigables de diferentes herramientas de control de estas plagas. Por otra parte, se debe realizar un constante monitoreo del frente de avance en donde se ubican los árboles que han sido infestado recientemente por descortezadores, los cuales pueden ser reconocidos por la presencia de grumos frescos en el fuste y follaje verde o verde alimonado de los árboles.

Muérdagos. Los géneros de *Arceuthobium*, *Phoradendrum*, *Psittacanthus* y *Viscum* agrupan especies comúnmente conocidas como muérdago o injerto. Estas plantas son aéreas, hemiparásitas y crecen sobre distintas especies de gimnospermas y angiospermas,

incluidas otras especies de muérdago. Los frutos de estas parásitas tienen un tejido viscoso (viscina) que recubre las semillas, las cuales, al germinar producen una raíz modificada llamada haustorio que penetra en el cuerpo de la planta hospedera y llega hasta el xilema de donde extrae agua y sales minerales causando algunos trastornos (tumores leñosos), perjudicando así a su hospedero en menor o mayor grado, produciendo en ocasiones la muerte (Gómez-Sánchez *et al.*, 2011). Generalmente los muérdagos afectan principalmente a árboles de interés forestal (Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2005). En México tiene una amplia distribución en los bosques templados (Cibrián *et al.*, 2007). La incidencia de muérdago en algunas especies de pinos reduce el crecimiento en altura de 22% y en diámetro un promedio de 9% lo que propicia una disminución del crecimiento en volumen de hasta 50% (Martínez *et al.*, 2014).

Con base al artículo 77 del reglamento de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (2016), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) elaboró un Manual de tratamientos fitosanitarios donde sugiere que la infestación de muérdago puede ser tratada por aplicación del producto ácido 2 (cloroetil) fosfórico el cual es un regulador de crecimiento de muy baja toxicidad que es absorbido por el muérdago donde la parte aérea del muérdago se desprende, sin embargo, la parte interna se mantiene viva. Otro tipo de control es el mecánico que implica la poda total de ramas afectadas con heno motita de fuste y ramas basales. Otras alternativas son los tratamientos con productos químicos aplicados mediante tratamiento aéreo en el control del muérdago (*Viscum album*) sobre *Pinus halepensis* (Perdiguer *et al.*, 2001). En dicho estudio se concluye que la combinación de Giberélico (fitohormona) y Glisolfato (herbicida) afectaron en su mayoría al muérdago en brotes y frutos, por lo que podría considerarse como una posible herramienta de control. Sin embargo, se debe tomar en cuenta las reglas de la Norma Oficial Mexicana 052 (DOF, 1995) que establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas, así como los efectos perjudiciales secundarios que este tratamiento puede causar al medioambiente. Entre otros métodos de control en cuanto a los propagadores del muérdago, se debe evitar los matorrales arbustivos que produzcan frutos que sirven de alimento durante los inviernos para los mamíferos y aves que se alimentan de éste (Bernal, 2010).

Malezas: Entre las malezas que se presentan dentro de las áreas protegidas se encuentra el género de *Taraxacum*, es muy común de encontrar en céspedes y jardines. Su propagación es mediante las semillas al ser dispersadas por el viento y por el agua de riego, las plantas establecidas se propagan por rebrotes de las coronas radicales (CONABIO, 2004). Otro de los géneros presentes es *Polygonum*, el cual *varía* entre herbáceas o leñosas y se encuentra como ruderal y arvense en las partes altas de México (CONABIO, 2009). *Polygonum* se considera un género de maleza con importancia cuarentenaria según las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana 049(DOF, 1999), ya que se han detectado brotes en campo en varios estados de la república mexicana desde 2008 por lo que se ha diseñado y aplicado un plan de erradicación, además de estar sujeto a una campaña fitosanitaria según el estado y los recursos federales.

En otros estudios se han desarrollado planes de manejo generales basados en la ecología que al desglosar los ciclos de vida de las malezas en reservas y flujos se puede determinar puntos de intervención potenciales e identificar la etapa para inducir el cambio en las poblaciones. El manejo agronómico y su efecto sobre el ambiente de producción pueden alterar la tasa y magnitud de los flujos entre los estados de malezas (Nicholset *al.* 2015).

Roedores: Los roedores son los animales más adaptables y los más prolíficos del mundo. Se reproducen bien, se adaptan y crecen rápido, en una gran cantidad de localidades (FAO, 1997). La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural ha implementado campañas fitosanitarias en contra de la rata de campo (el término “rata de campo” fue utilizado para referirse a cualquier especie de roedor que afectara en las zonas agrícolas) por su presencia perjudicial en los cultivos de caña de azúcar (Tamaulipas), Trigo, Sorgo y frutales (Coahuila), arroz, sorgo, frijol, avena y maíz (Morelos), etc. Entre los géneros de roedores que fungen como plaga dentro de las ANP, se encuentran las del género *Spermophilus*, *Peromyscus*, *Pappogeomys*, *Bassariscus*, *Orthogeomys*, *Cynomys*, las cuales se consideran plaga por su alta densidad poblacional en lugares de producción y cultivo. *Spermophilus*, ha sido reportada en México y Centroamérica como una de las principales plagas que merman la producción de coco a nivel mundial, así como también en áreas conservadas como en la región de

los Tuxtlas (Hidalgo *et al.*, 2012; Gómez y Dredge, 2003). En caso particular, el género de *Orthogeomys*, reconocidos como Tuza o Rata de Abazones es considerada en la actualidad como una de las pocas plagas vertebradas que son estrictamente herbívoras y una dieta basada en su mayoría de cultivos. Su vida subterránea con gran adaptabilidad a un sistema de túneles construidos por sus propios medios, hace que estas especies se conviertan en un difícil problema para los agricultores dedicados a las diferentes actividades agropecuarias en varias de las regiones agrícolas de nuestro país.

Según la literatura especializada, los métodos de combate más convenientes para el medio ambiente son: 1) Combate cultural, que se refiere a una buena preparación de suelos al inicio del establecimiento de una plantación, con lo cual se estaría destruyendo una gran parte de los sistemas de túneles y 2) Combate biológico, se realiza mediante el aprovechamiento de sus depredadores. Este método de combate de plagas resulta ser uno de los más seguros y económicos por tratarse del aprovechamiento de especies animales y vegetales presentes en el medio y también es el método de más armonía con el ambiente (Villalobos, 2015).

A pesar de ser consideradas como una plaga, *Orthogeomys*, *Peromyscus*, *Pappogeomys*, *Cynomys* y *Rattus*, se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana 059 (DOF, 2001) como especie endémica y amenazada, por lo tanto, su combate debe verse regulado por la “Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente” y la “Ley General de vida Silvestre de las especies en riesgo”. Según la documentación revisada, entre los métodos de control de roedores catalogados como plagas, se deben llevar a cabo campañas de control de poblaciones de ratas teniendo en cuenta la dirección administrativa basada en experiencia profesional. Además, se deben investigar las especies que participan como plaga, la delimitación del problema y de la superficie afectada, para el desarrollo de medidas de control biológico o cultural. (Zamorano, 1988). Los métodos más factibles y “amigables” con el medio ambiente resultan ser los: 1) Biológicos, en donde se menciona la introducción de parásitos, enemigos naturales, genes letales, labores de limpieza, cultivos o variedades resistentes y 2) Culturales, que implica la destrucción de madrigueras, rotación de cultivos, policultivos, cultivos trampa, entre otros (Del Villar-González, 2000).

Hongos: Son microorganismos causantes de enfermedades y están asociados con una amplia gama de síntomas, es un grupo diverso de organismos plaga. Los

hongos también desempeñan un papel secundario en procesos de descomposición, putrefacción y en las enfermedades vegetales (Boa, 2008).

Entre los registrados como plagas presentes en las ANP de México, están los géneros *Cronartium*, *Fusarium*, *Fomes* y *Heterobasidium*. Según las medidas de control, cuando aparezcan los primeros síntomas de las enfermedades por dicha plaga, se recomienda empezar un programa de manejo, eligiendo correctamente los fungicidas específicos para cada enfermedad, asperjando completamente la planta incluyendo los frutos y haciendo rotación de los fungicidas durante todo el ciclo de la planta infectada (Díaz, 2012). En un estudio (Acurio, 2010), se recopilaron tres estrategias de manejo integrado para la infestación de plagas causantes de enfermedades por hongos. La primera es la exclusión o evasión de los organismos que causan daño al cultivo, se trata de evitar el contacto entre el cultivo y el organismo plaga, la segunda es limitar el nivel inicial de la población de organismos plagas y la tercera es minimizar el desarrollo de las enfermedades y plagas.

Los métodos del manejo integrado son mediante control cultural, en donde se requiere la participación del productor, la rotación y la fertilización nitrogenada que reduce significativamente enfermedades de hongos; y finalmente otro método sugerido son las medidas sanitarias preventivas (Acurio, 2010).

Discusión Académica

La Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca (RBMM), recibe cada año a más de 133, 000 visitantes en sus cuatro vías turísticas. Los santuarios más visitados son “El Rosario” en el Estado de Michoacán y el “Capulín” en el Estado de México, debido a que cuentan con caminos pavimentados, y cuentan con infraestructura, así como servicios turísticos básicos. La RBMM es una de las ANP que presenta condiciones muy particulares de fragilidad ecológica, ya que por una parte recibe una cantidad considerable de visitas, además de que gran parte de los recursos que se encuentran en el territorio son dedicados a la producción de cultivos, cría de ganado, aprovechamiento forestal y uso de flora y fauna. Estos factores en combinación con agentes como plagas e incendios forestales, lluvias torrenciales, sequías, ventarrones y tala indiscriminada, han alterado, debilitado y degradado el ecosistema (Esquivel-Ríos *et al.*, 2011; CONANP-SEMARNAT, 2013).

De acuerdo con Esquivel *et al.* (2001), el acelerado deterioro del ecosistema y la entrada y proliferación de plagas y enfermedades ajenas se deben al mal manejo de las ANP. El hecho de que gran parte de los santuarios dentro de la RBMM estén en los estados de México y Michoacán, conlleva que existan diferencias, implicaciones e intereses por parte de las administraciones estatales y municipales que se reflejan en diferencias presupuestales, ambientales, de conservación y que consideren de mayor prioridad dentro de la reserva. Por ejemplo los marcos jurídicos regulatorios en materia ambiental son diferentes, en el estado de Michoacán se lleva a cabo un vasto aprovechamiento y sobreexplotación de bosques para satisfacer necesidades económicas, como la producción de muebles, madera entre otras, mientras que en el Estado de México la tala de árboles está prohibida desde el año de 1999 hasta el 2013, donde se expendieron 51 permisos de aprovechamiento forestal maderable (25 para el Estado de México y 26 para Michoacán) que permiten extraer anualmente 64 mil metros cúbicos de madera legal (SEMARNAT, 2014; CONANP, 2013k), además de que alrededor de 26, 000 hectáreas son afectadas anualmente por la tala clandestina (DOF, 2001). Por lo cual, de acuerdo con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), existe una alta presión hacia los bosques de Michoacán. En este caso, como en muchos otros, las amenazas, así como el manejo, conservación y uso sostenible de las ANP en general, resultan del comportamiento de personas y comunidades tanto locales como cercanas a la región, así como de las acciones y los hábitos de la gente. Las prioridades deben ser de comportamiento específico de acuerdo a las necesidades del área, más no el de las personas (CONANP, 2001).

Por otra parte, 30% de las ANP revisadas tienen como principal plaga forestal la presencia del género *Dendroctonus*, que, aunque pequeño, posee un impacto desproporcional sobre bosque, aunado a los factores bióticos, abióticos y antropogénicos antes mencionados, Pinzón (2015) menciona que debido a que México presenta una amplia orografía y clima, favorece la presencia y proliferación de plagas. Tal es el caso del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (PNCM), donde las características fisiográficas están determinadas a que pertenece a la Sierra Madre Oriental, lo cual favorece que en su mayoría la flora sea de bosque templado, en especial de pinos, los cuales se distribuyen, respondiendo a factores climáticos y a variaciones altitudinales, todo esto, se ve reflejado en que haya mayor o menor concentración de plagas, así como árboles con alta o baja susceptibilidad a ser atacados.

Las ANP donde únicamente se registra la presencia de una plaga, posiblemente se debe a que no se ha hecho hincapié en investigaciones acerca de estas, y aunque cuentan con programas de manejo, aún no han sido llevados a cabo, están en proceso de ser creados o no se han actualizado hasta la fecha. Dichos programas de manejo cuentan con poca información, describiendo algunas plagas hasta género o especie e incluso simplemente mencionándolas como plaga. Un claro ejemplo es el Parque Nacional el Potosí, donde a pesar de que la información asciende al año 2015, únicamente se describe una especie de descortezador como plaga a pesar de que existe mayor diversidad de estas (DOF, 2015b).

El aumento del comercio, de las actividades turísticas y la frecuencia de los medios de transporte, entre otros, son factores causantes de multiplicar la dispersión y establecimiento de las especies exóticas invasoras (CONABIO, 2016). Lo anterior coincide a lo reportado en la Reserva de la Biosfera El Gran Pinacate y Gran Desierto de Altar, en donde se registran 45 géneros de especies exóticas invasoras, siendo la ANP con mayor presencia de estas. Esto se debe a que en dicha Reserva las actividades socioeconómicas como el turismo (sin control), los asentamientos humanos y la ganadería extensiva, traen impactos negativos al sitio, como la extracción de plantas vivas, cacería ilegal y principalmente la introducción de especies exóticas que compiten con las nativas, convirtiéndolas en invasoras (SEMARNAT, 1995).

Cabe mencionar que la mayoría de las Reservas de la Biósfera no se ven exentas de la presencia de especies invasoras, debido a los asentamientos humanos y al desarrollo de sus actividades, ya que generalmente van acompañadas por la modificación del ecosistema y la introducción voluntaria e involuntaria de nuevos elementos al sistema, y que debido a la plasticidad adaptativa de las especies introducidas, y su capacidad de dispersión constituyen una grave amenaza para la conservación de los ecosistemas, los procesos ecológico-ambientales y la biodiversidad que albergan (CONANP, 2017).

La CONANP (2017) propone que, para erradicar y prevenir la introducción de especies invasoras y nocivas, se deben ejecutar programas de control, inspección, vigilancia y educación a los usuarios, con la finalidad de disminuir la población de estas especies y minimizar los impactos, sin embargo, en el presente capítulo se registraron pocas ANP con programas de control y manejo, por otro lado, algunas ANP que sí tienen un programa de control y manejo, carecen de exactitud o detalle sobre los daños (plagas y enfermedades) presentes y las soluciones propuestas.

Consideraciones finales y perspectivas

Se establecieron siete grupos de organismos que afectan (insectos, plantas, hongos, mamíferos, aves, reptiles y anfibios) las condiciones de los ecosistemas en áreas naturales protegidas. Sin embargo, sólo en 40 de 176 se indican géneros o especies que son consideradas plaga. De estos, únicamente los insectos se encuentran incluidos en las normas oficiales mexicanas para su control y manejo; dada la importancia de las ANP se recomienda considerar que se establezca la normatividad para los diferentes grupos.

A pesar de que existen diferentes organismos que causan daños en los ecosistemas forestales, se generan pocos estudios sobre estimaciones de parámetros primarios como abundancia, biología, distribución o alguno otro que nos permitan inferir su efecto como plaga forestal, por lo que se desconoce actualmente su magnitud de impacto sobre las diversas ANP. Se debe considerar que las condiciones que se presentan para dar origen a un brote de plaga pueden ser similares en las diferentes regiones, sin embargo, deben de atenderse de forma particular.

Por otra parte, se ha establecido que entre los principales factores por las que inciden las plagas dentro de las ANP es la existencia de árboles maduros o sobre maduros, sitios con altas densidades de árboles, presencia de condiciones climáticas adversas e incendios, entre otros, por lo que los responsables de las mismas deberán de poner atención a estos factores, ya que pueden generar susceptibilidad al ataque y presencia de brotes epidémicos en individuos de diferentes edades.

Finalmente, se considera que debe existir un sistema de monitoreo y evaluación constante sobre la incidencia, presencia e impacto de especies que sean potencialmente plagas, lo cual permitirá establecer índices de riesgo sobre los diferentes sitios que conforman el ANP. La información generada sobre estas variables deberá considerarse dentro de sus Programas de Manejo.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Red Temática de Conacyt Áreas Naturales Protegidas, Proyecto 280030, por el apoyo brindado para la publicación del presente capítulo.

Literatura Citada

- Acurio V. R. D. 2010. *Técnica de prevención y control de Fusarium oxysporum f. sp. dinathi. En clavel Dianthus caryophyllus y su incidencia en la productividad.* Ecuador. 114 pp.
- Aguirre-Muñoz, A. y R. Mendoza Alfaro et al. 2009. *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en Capital natural de México.* vol. 2. México. 277-318.
- Álvarez C. S. T. 2003. *Peromyscus boylii Glass Elli. Roedores y carnívoros del noroeste de México incluidos en el Proyecto NOM-059-ECOL-2001. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Bases de datos SNIB-CONABIO.* México. 5 pp.
- Álvarez-Romero J. y Medellín R. A. 2005. *Rattusrattus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología.* Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. México. 7 pp.
- Arriola P. V. J., Estrada M. E., Ortega R. A., Pérez M. R. y Gijón H. A. R. 2014. *Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. Investigación y Ciencia de la Universidad de Aguascalientes.* México. 60: 37-49.
- Arzate-Fernández, A. Gutierrez- Gonzáles, G. y Heredia- Bobadilla, R. 2016. *Diversidad Genética de dos Especies de Coníferas en el Nevado de Toluca.* Toluca, Estado de México. 69-70 pp.
- Benet, R. 2014. *La atención a la contingencia fitosanitaria de Chihuahua 2012 – 2014.* Alianza México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación. México. 14pp.
- Bernal M. E. 2010. *El muérdago, planta hemiparásita: ciclo biológico, daños y métodos de control. D.G.A. Unidad de Sanidad Forestal. Zaragoza.* En: <http://www.redforesta.com/blog/2010/12/28/el-muerdago-planta-hemiparasita-ciclo-biologico-danos-y-metodos-de-control/>, consultado el 19 de julio de 2017.
- Boa Eric. 2008. *Guía Ilustrada sobre el estado de salud de los árboles. Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños.* El Salvador. 57 pp.
- Cibrián T. D. y García D. S. E. 2007. *Enfermedades forestales en México. Universidad autónoma de Chapingo.* México. 585 pp.

- Cibrián T., D., I. Vázquez C. y J. Cibrián T. 2007. Muérdagos enanos del género *Arceuthobium*/Dwarf mistletoes of the genus *Arceuthobium*. México. 357-395.
- 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 Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte*. Cofan, FAO. Chapingo, México. 587p.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2009. *Malezas de México. Ficha técnica de Polygonaceae aviculare*. Fecha de consulta: 19 de julio de 2017. En: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/polygonaceae/polygonum-aviculare/fichas/pagina1.htm>, consultado el 20 de julio de 2017.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2009. *Malezas de México. Ficha técnica de Taxacum*. En <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/taraxacum-officinale/fichas/ficha.htm>, consultado el 20 de julio de 2017.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2011. *Fichas de especies prioritarias. Perrito Llanero Mexicano (Cynomys mexicanus) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México. 5 pp.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2016. *Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>, consultado el 17 de julio de 2017.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). *Manual de tratamientos Fitosanitarios*. México. En: <http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/sanidad-forestal/>, consultado el 23 de julio de 2017.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2017. *Prácticas de reforestación, Manual básico*. México, 48-49.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000a. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera el Vizcaíno*. México. 241 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2000b. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. México. 206 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*. México. 135 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005a. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán*. México. 225 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2005b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional El Chico*. México. 235 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006a. *Programa de Conservación y Manejo Desierto de los Leones*. México. 174 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006b. *Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas*. México. 290 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006c. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Volcán Nevado de Colima*. México. 38 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) – Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006d. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Barranca del Cupatitzio*. México. 129 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) – Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006e. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa*. México, 198 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) – Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2007a. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Lagunas de Montebello*. México. 38-39.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2007b. *Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Islas Marietas*. México. 135 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013a. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen*. México. 153 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013b. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna del Cañón de Santa Elena*. México. 155 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013c. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*. México. 327 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013d. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Boquerón de Tonalá*. México. 41 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013e. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Valle de los Cirios*. México, 225 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013f. *Área de protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca*. México. 51 p.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013g. *Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl*. México 203 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013h. *Programa de Manejo Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl*. México. 67-68.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013i. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Janos*. México. 173 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013j. *Programa de Manejo Monumento Natural Río Bravo del Norte*. México. 115 pp.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)– Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013k. *El Fondo Monarca. Un instrumento innovador de pago por servicios ambientales en apoyo a la conservación de bosques y a la retribución a las comunidades forestales*. México. 10-26.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014a. *Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté*. México. 139 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014b. *Programa de Manejo Parque Nacional Benito Juárez*. México, 177 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2014c. *Programa de Manejo Monumento Natural el cerro de la Silla*. México. 131 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015a. *Programa de Manejo Parque Nacional Isla Contoy*. México. 61-99.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015b. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta*. México, 162 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015c. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo*. México, 269 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015d. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Sierra la Mojonera*. México. 155 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2015e. *Programa de Manejo Área de protección de flora y fauna Ocampo*. México. 157 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas)–Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2016. *Área de Protección de Flora y Fauna, Norte De la Isla de Cozumel*. México. 245 pp.

- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Protegidas) - Secretaría de Medio Ambiente, y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2017. *Reserva de la Biósfera Sierra Gorda de Querétaro*. En: http://sierragorda.conanp.gob.mx/que_hacemos.php, consultado el 26 de julio de 2017.
- Del Villar-González D. 2000. *Principales vertebrados plaga en México: Situación actual y alternativas para su manejo*. *Revista de Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. México. 6(1) 41-54.
- Díaz, A. Smith, A. Zapata, J. Mesa, P. 2012. *Avances en el manejo y control de Fusarium oxysporum en el cultivo de uchuva (Physalis peruviana)*. Colombia. 24 p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-052-FITO-1996. *Requisitos y especificaciones fitosanitarias para presentar el aviso de inicio de funcionamiento por las personas físicas o morales que se dediquen a la aplicación aérea de plaguicidas agrícolas*. En: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4897130&fecha=26/08/1996, consultado 20 de julio de 2017.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1999. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-FITO-1999. *Especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México*. En: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2051864&fecha=31/12/1969, consultado el 20 de julio de 2017.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2001. DOF: 30/04/2001. *Resumen del Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca*. En http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=767809&fecha=30/04/2001, consultado el 11 de Agosto del 2017.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006. *Lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores*. En: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5054164&fecha=23/07/2008, consultado el 13 de julio de 2017.
- DOF (Diario Oficial de la Federación) 2016. DOF: 30/04/2001. *Resumen del Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca*.
- 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*. En: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091, consultado el 20 de julio de 2017.

- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2011. *Ley Federal de Sanidad Vegetal*. México. 36 pp.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012. *Ley Federal de Sanidad Animal*. México. 59 pp.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015a. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. México. 80 pp.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015b. *Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Parque Nacional El Potosí*. En: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5413566&fecha=29/10/2015, consultado el 20 de julio de 2017.
- Endara A., A. R. y F. Herrera T. 2016. *Deterioro y conservación de los bosques del Nevado de Toluca y el rol de los actores locales*. México. *CIENCIA ergo-sum* 23(3): 247-254
- Esquivel, S, Cruz, G. Zizumbo, L. Cadena, C. y Serrano, R. 2011. *Turismo rural, política ambiental y redes de la política pública en La Reserva De La Biosfera De La Mariposa Monarca*. México. *Rosa dos Ventos*. 2(3): 290-300.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2016. *Recomendaciones para el manejo de malezas*. 61 p. En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0884s/a0884s.pdf>, consultado el 20 de julio de 2017.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2008. *Buenas prácticas de protección de la sanidad forestal*. En: <http://www.fao.org/docrep/015/i2080s/i2080s03.pdf>, consultado el 14 de julio del 2017.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1997. *Lista mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. En: <http://www.fao.org/docrep/V8300S/v8300s00.htm#Contents>, consultado el 27 de julio de 2017.
- Flores M. J. J., García R. G. F., González M. C. C., Gutiérrez G. G., González S. C., Mendieta D. V. J. 2013. *Consultoría para una evaluación de la problemática de especies exóticas invasoras en 18 Áreas Naturales Protegidas (ANP), a fin de seleccionar 9 de ellas para la ejecución de actividades piloto para el manejo integrado de las especies exóticas invasoras*. Instituto de Biología UNAM. México. 105 pp.

- Flores-Martínez. J. J., Pérez C. M. F., Salinas R. V. B., Sánchez C. V. 2017. *Servicio de Consultoría para Establecer un Subconsejo de EEI en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas*. Plan de trabajo presentado a la CONABIO y a PNUD en el marco del proyecto GEF 089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. Conservación Biológica y Desarrollo Social A.C. México. 24 pp.
- Garduño B., N. 2011. *Diagnóstico fitosanitario Forestal. Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca en el Estado de México*. Gobierno del estado de México. México. 91 p.
- Gochez-López E., Arriola-Padilla V. J., Peréa-Alcalá A., Resendiz-Martínez J. F., D Camacho A. 2015. *Insecticidas sistémicos para el control de Dendroctonus adjunctus Blandfordi, 1897 en El Nevado de Toluca*. Revista mexicana de ciencias forestales, México. 6(27): 50-63.
- Gómez O. y D. Dredge. 2003. *Hacia un ecoturismo sustentable. CONABIO. Las ardillas de México*. 51: 8-11.
- Gómez-Sánchez M., Sánchez-Fuentes L. J. y Salazar-Olivo L. A. 2011. *Anatomía de especies mexicanas de los géneros Phoradendron y Psittacanthus endémicos del Nuevo Mundo*. Revista Mexicana de Biodiversidad. México. 82: 1203-1218.
- Hernández, E. 2013. Daños de *Scolytus mundus woody Pseudohylesinus variegatus* en un bosque de *Abies religiosa* (Kunth Schltdl. et. Cham) de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Universidad Autónoma Chapingo. México. 68 pp.
- Hidalgo M. M. G., Jiménez-Domínguez D. y Bello G. J. 2012. *Densidad de la ardilla arborícola (Sciurus aureogaster) en plantaciones de palma de coco (Cocos nucifera) del estado de Tabasco, México*. Instituto de Biología UNAM y Universidad Autónoma Metropolitana. México. 139-149.
- López G., V., B. Torres H., J. F. Reséndiz M., G. Sánchez M. y A. R. Gijón H. 2017. *Influencia de parámetros climáticos sobre las fluctuaciones poblacionales del complejo Dendroctonus frontalis Zimmerman, 1868 y Dendroctonus mexicanus Hopkins, 1909*. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 8(41):7-29
- Martínez M. S., Madrigal H. S., Vázquez C. I., Velasco B. E., Morales N. C. R. y Villareal G. F. 2014. Efecto de *Arceuthobium vaginatum* (Willd.) Presl. Subsp.

- Vaginatium* en *Pinushartwegii* Lindl. en Colima. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 6(9) México. 44-55.
- Ministerio de Salud y Protección Social. 2012. *Manejo para el control integral de Roedores. Organización Panamericana de la Salud*. 10 p.
- Nichols V., Verhulst N., Cox R. y Govaerts B. 2015. *Agricultura de conservación y manejo de malezas*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. 16 p.
- Perdiguer B. A., Cañada M. J. F., Fernandez L. F. y Colinas G. C. 2001. *Comparación de la eficacia de distintos productos químicos aplicados mediante tratamiento aéreo en el control del muérdago (Viscum album) sobre Pinus halepensis*. España. Bol. San. Veg. Plagas 27. 383-388.
- Pinzón, D. 2015. *Susceptibilidad de cuatro localidades del parque nacional cumbres de monterrey al ataque de insectos descortezadores (Dendroctonus mexicanus Hopkins)*. Maestría. Tesis, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 103 pp.
- Queijero-Bolaños M. E. y Cano-Santana Z. (2005). *Dinámica temporal de la infestación por muérdago enano (Arceuthobium globosum y A. vaginatum) en Zoquiapan (Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl)*, México. Ciencia UAT. 9 (2): 6-14.
- Queijero-Bolaños M. E. y Cano-Santana Z. 2005. *Dinámica temporal de la infestación por muérdago enano (Arceuthobium globosum y A. vaginatum) en Zoquiapan (Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl)*, México. Ciencia UAT Vol. 9 (2) 6-14.
- Rodríguez, A. Huerta, M. Iñiguez, G. y Salas, J. 2001. *Mortandad de Pinos por Insectos Forestales en el Campo Experimental Bosque Escuela en la Sierra de la Primavera (BLP)*, Jalisco. México. 25 pp.
- Romero, F. 2004. *Manejo Integrado de Plagas: Las Bases, los Conceptos, su Mercantilización*. En: <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manejo%20de%20Plagas.pdf>, consultado el 11 de Julio del 2017.
- Sánchez C. V. 2003. *Pappogeomysalcorni. Estado actual del conocimiento biológico de algunas especies de roedores de las familias Muridae, Geomyidae, Heteromyidae y Sciuridae (Rodentia: Mammalia) incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000*. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 3 p.

- Sánchez M. A. 2007. *Elaboración de un manual técnico para el cultivo de pimienta en el Corredor de Sian Ka'an Calakmul, Campeche*. Coordinación de Corredores biológicos. México. 37 p.
- Schüttler, E. y Karez, C.S. 2008. *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas*. UNESCO, Montevideo. 305 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Áreas Naturales Protegidas. En: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>, consultado el 14 de Julio del 2017.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2014. *Sin tregua, trabajos de conservación en la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca*. En <http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/index.php/noticias/1533-sin-tregua-trabajos-de-conservacion-en-la-reserva-de-la-biosfera-mariposa-monarca>, consultado el 11 de Agosto del 2017.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente de los Recursos Naturales y Pesca). 1995. *Reserva de la Biosfera del Pinacate y Gran Desierto de Altar*. Instituto Nacional de Ecología. México. 37 pp.
- Villalobos M. L. C. L. 2015. *Taltuza (Orthogeomys sp.); Roedor forforial plaga en Caña de Azúcar*. Costa Rica. 8 p.
- Zamorano E., Palomo L. y Vargas J. 1988. *La rata negra (Rattus rattus Linneo, 1785) como plaga de los cultivos ibéricos de caña de azúcar. Detección, estima y control de los daños ocasionados*. Bol. San. Veg. Plagas. México.14: 227-240.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

García-Valderrama L.A., V. J. Arriola-Padilla*, S. N. Muñoz-Belmont, R. Pérez-Miranda, M. E. Romero-Sánchez y A. Ortega-Rubio. 2017. *Plagas en Áreas Naturales Protegidas de México: Control y Manejo*. Capítulo VI. Pp. 127-160. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CAPÍTULO VII

IMPULSO DEL ENFOQUE DE EMPRESAS SOCIALMENTE RESPONSABLES Y SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN MÉXICO

Irma Cristina Espitia-Moreno*, Evaristo Galeana-Figueroa

*Autora de correspondencia: Email: irmacris@umich.mx

Resumen

Este trabajo presenta la importancia de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en el ámbito de los negocios y lo que esto representa, como una oportunidad para impulsar acciones sustentables en Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Además se detallan y exponen aspectos que reflejan claramente la importancia de su implementación, como: metodologías, herramientas de evaluación, índices e indicadores. Actualmente, este concepto, aplicado en las empresas, es un elemento clave de su permanencia en el mercado y determina su futuro, por lo que la utilización de técnicas y desarrollo en estos programas se volverá cada vez más necesaria, además de que se ha posicionado prioritariamente en una estrategia de rentabilidad de marca. Se presenta un análisis de la importancia que tiene para México en materia de Competitividad Internacional del Medio Ambiente, específicamente en ANPs.

Palabras clave: Responsabilidad Social Empresarial, IPC sustentable, Áreas Naturales Protegidas.

Abstract

This work presents the importance of Corporate Social Responsibility (CSR) Impact in the business field and what this represents as an opportunity to promote sustainable actions in Protected Natural Areas (ANP). It also describes and explains the aspects that must be taken into account to implement it, methodologies, evaluation tools, indexes and indicators. At the moment this concept applied in the companies, is a key element of its permanence in the market and determines its future, reason why the use of techniques and development in these programs will become more and more necessary, besides that it has become one of the main tools for positioning their brands. An analysis of the importance for Mexico in the field of International Environmental Competitiveness is presented, specifically in ANPs.

Key words: Corporate Social Responsibility, Sustainable IPC, Protected Natural Areas.

Introducción

La Responsabilidad Social surge en las empresas como elemento de control, fiscalización y sanción, ante la protección de la propiedad privada y sus intereses. El bien de la empresa depende de cada uno de sus miembros, es una responsabilidad social. Cuando traspasa al ámbito de lo público, entra por la puerta de la racionalización de la participación del Estado (Pedroza, 2011). Este enfoque surge en los países desarrollados, principalmente en Europa. Algunas de las aplicaciones incluyen: la obligación legal de la empresa, publicar informes que contengan razones éticas ambientales, utilizados en sus inversiones y además son mejor percibidas por sus acciones ambientales. También se ha demostrado que aumentan su competitividad y se han realizado investigaciones que demuestran que son preferidas por los consumidores (Ramírez, 2008).

El mercado está saturado de productos de mala calidad y altamente contaminantes. Al respecto, Conley y Friedenwald (2007) mencionan que los clientes reclaman integridad en las marcas que eligen, y una empresa socialmente responsable, está en una posición única para captar esos clientes y hacerlos suyos. Aquí es donde la RSE toma importancia en las decisiones gerenciales para que sus procedimientos sean sustentables, reconociendo los intereses de los distintos grupos con los que se relaciona (CEMEFI, 2013). Los ejes rectores de la RSE lo conforman el desempeño

financiero, ambiental y social, teniendo como base la ética e integridad y el Gobierno corporativo, y como aspiración, la sustentabilidad y el mismo ciudadano corporativo (Espíñeira y Sheldon, 2008).

Este enfoque, determina la necesidad de que las empresas se comprometan con el bienestar y desarrollo sustentable de las comunidades en que están asentadas, con una visión a largo plazo con la comunidad y mejoramiento de sus condiciones de vida (Ramírez, 2008). Éste impulso, ha propiciado que los negociantes inviertan en empresas socialmente responsables y sustentables, buscando generar valor constante y rentable (BMV, 2014). En función de lo expuesto, el objetivo consiste en *“Determinar los indicadores empresariales de la inversión socialmente responsable, que permitan impulsar la conservación de las ANPs”*.

Indicadores socialmente responsables.

Para alcanzar su implementación, es necesario contar con los Indicadores a evaluar, como el Dow Jones Sustainability Index (DJSI), que se ha transformado en un referente empresarial en materia de Sustentabilidad y/o RSE. Tiene un liderazgo total en los corporativos que buscan formar parte del listado. El índice revisa más de 2.500 empresas, eligiendo al diez por ciento de mejor rendimiento en términos de sustentabilidad, como una recomendación para el creciente número de inversionistas que, más allá de los números, buscan respaldar a compañías que consideran lo sustentable un elemento fundamental de sus operaciones (Santelices, 2012). Se requiere que las empresas adopten un enfoque de Responsabilidad Social, que soporte la sustentabilidad de la empresa y cuando ésta analiza su interdependencia con la sociedad, puede canalizar sus actividades, de manera que maximice su efecto (Espino, 2009).

La inversión socialmente responsable viene creciendo a tasas mayores, como el FTSE4Good Series y el Índice de Sustentabilidad Empresarial de la Bolsa de Brasil. Por su parte, la BMV desarrolló un indicador que concentra a empresas sustentables y que nombra “Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) Sustentable” e integra a las empresas emisoras listadas en México que mejor se encuentran posicionadas, con relación a su compromiso con el medio ambiente, entre otros. Los montos que los fondos invierten en estas emisoras, es el equivalente al 12% de su valor de mercado, lo cual en México se estima alcanzar los 650 millones de dólares (BMV, 2014). Con ello,

se pretende que más empresas se adhieran a los 10 principios del Pacto Mundial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), los cuales sirven como guía objetiva y confiable, para enfocar los esfuerzos hacia la sustentabilidad (García, 2015). De los 10 principios; 3 corresponden a *medio ambiente* y son: Principio 7 “Las empresas deberán mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente”; Principio 8 “Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental”; Principio 9 “Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente” (ONU, 2017).

El IPC sustentable de la BMV calcula 3 áreas: social, *medio ambiente* y gobierno corporativo. En la tabla siguiente se exponen los correspondientes nuestro estudio:

Tabla 1. Indicadores a evaluar.

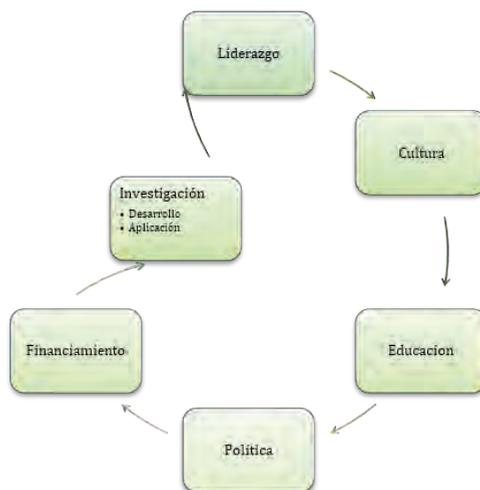
Aspecto	Contexto	Indicadores
Medio Ambiente	Las estrategias empresariales deben adoptar las tendencias que marca el mercado y sus recursos y tecnología deben ser más eficientes y responsables con el entorno, a fin de aminorar el impacto en el medio ambiente y dar soluciones a la problemática.	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas. • Manejo de desechos. • Informes. • Método de producción. • Sistema de recursos. • Involucramiento con la biodiversidad. • Contaminantes • Atender problemática ambiental.

Fuente: Adaptado del IPC Sustentable de la BMV (2014)

También es importante comprender el significado de Desarrollo Sustentable, desde la figura de la RSE, partiendo del análisis teórico de Margolin, citado por García (2008), que explica el modelo de sustentabilidad como “aquel que aboga por la necesidad de preservar las reservas naturales”, mientras que el modelo de desarrollo actual es “expansionista”¹; por lo tanto, se deben reconsiderar la producción, los patrones de consumo, la necesidad real de productos y el desarrollo económico actual en general, que involucran los aspectos socio, político y ambiental.

Por otra parte, Estrein (2010) ilustra el concepto desde una perspectiva de la innovación; explica que “El ecosistema se forma por comunidades de personas con diferentes tipos de experiencia, conocimiento y grupo de habilidades”, tales como: científicos, administradores, líderes de negocios, ingenieros, escritores, educadores, profesionales de la salud y otros individuos que desempeñan una función. Cada comunidad debe recibir los sustentos que merece mediante el liderazgo, la cultura, la educación, financiamiento y la política. La siguiente figura lo ejemplifica:

Figura 1. El ecosistema de la innovación.



Fuente: Adaptado de Estrein (2010).

¹ No supone el impacto ambiental a largo plazo, su enfoque es económico.

La sustentabilidad de nuestro ecosistema de innovación dependerá de mantener un sano equilibrio entre las tres comunidades de la RSE. En el mismo sentido, Azqueta, *et al* (2007) reflexiona sobre lo que “el colectivo de personas que, en cada momento, tienen el derecho a valorar lo que representa un determinado estado de la naturaleza con respecto al medio ambiente”. Además, indica que “la sociedad parece estar de acuerdo en la forma de producir y distribuir mercancías, mientras satisfagan sus necesidades humanas presentes”. Es por ello imperante la implementación de la RSE, que permita el involucramiento planteado de la Innovación sustentable.

Los mercados interactúan en distintos ámbitos tecnológicos, legales, económicos, sociales y políticos cambiantes con stakeholders² competidores y manifestaciones de poder (Weiss, 2006). Una posición muy clara sobre los fundamentos de las responsabilidades de la empresa, lo expresa Ramírez (2008), en el que explica “Los bienes materiales son consecuencia de una operación, que es realizada por personas u organizaciones, y se deben responsabilizar de ellas: Previo al proceso, durante y en la entrega”.

Por otra parte, Espiñeira y Sheldon (2008), detallan los pilares para ser socialmente responsables e incluye a clientes, socios, ambiente, sociedad y empleados y, en nuestro enfoque relativo al ambiente, encontramos que se tienen que cumplir normas, reducción de materias primas, energía y desechos. En cada uno de ellos se expone el indicador de involucramiento y beneficios, que le proporcionan mayor reputación, mejoras ambientales y Responsabilidad Social no filantrópica. Cada uno le traerá como consecuencia, aumento en la utilización de activos, mayor facturación, productividad, reducción de costos, reducción de litigios y calidad de los activos. Todos estos aspectos le dan importancia a la RSE, tal como lo expresa Cajiga (2012), el desarrollo económico incrementa las condiciones de vida de la sociedad y las empresas no podrán ser prósperas en un país que no genera empleos.

Beneficios

Para incentivar en las empresas, la BMV ha desarrollado metodologías que puedan ser utilizados como subyacentes para ETF's,³ y que sólo consideren a empresas

² Son personas, empresas, organizaciones que atienden problemáticas, oportunidades y amenazas externas.

³ Los ETFs o fondos cotizados son instrumentos de inversión híbridos entre los fondos y las acciones, de tal manera que reúnen la diversificación que ofrece la cartera de un fondo con la flexibilidad que supone poder entrar y salir de ese fondo con una simple operación en Bolsa.

reconocidas mundialmente en materia de sustentabilidad. En la figura 2, encontramos la muestra del índice de Precios y Cotizaciones (IPC) sustentable de la BMV, en la que se aprecian 28 empresas.

Figura 2. Empresas dentro del IPC Sustentable de la BMV.

Nueva Muestra del IPC Sustentable

Vigente a partir del 4 de Febrero

No.	Emisora	Serie
1	AC	*
2	ALFA	A
3	ALSEA	*
4	AMX	L
5	ASUR	B
6	AXTEL	CPO
7	AZTECA	CPO
8	BIMBO	A
9	BOLSA	A
10	CEMEX	CPO
11	COMERCI	UBC
12	ELEKTRA	*
13	FEMSA	UBD
14	GENEREA	*
15	GFNORTE	O
16	GMEXICO	B
17	HERDEZ	*
18	ICA	*
19	KIMBER	A
20	KOF	L
21	LAB	B
22	MEXCHEM	*
23	OMA	B
24	PE&OLES	*
25	SANMEX	B
26	SORIANA	B
27	TLEVISA	CPO
28	WALMEX	V

Entran:
 BOLSA *
 ELEKTRA *
 SANMEX B

Salen:
 HOMEX *



Fuente: Bolsa Mexicana de Valores (2016).

A continuación se presentan las actividades de Responsabilidad Social y/o Sustentabilidad, que realizan las principales empresas que aparecen en la lista; sobre todo en función al medio ambiente y vinculada con Áreas Naturales Protegidas.

La Emisora No. 1 “AC” corresponde a “Arca Continental S.A.B de C.V.”; es la segunda embotelladora de Coca Cola a nivel mundial. Su Modelo de Sustentabilidad Ambiental incluye: agua, energía, residuos, empaque, construcción sustentable, biodiversidad y legislación de manera general (Arca Continental, 2017).

La segunda en la lista, corresponde a la compañía “ALFA” que administra un portafolio de negocios diversificado: Sigma (de alimentos); Alpek, (productores de poliéster); Nemak, (industria automotriz); Axtel, (tecnologías de información y comunicaciones) y Newpek (industria de hidrocarburos). Su modelo de Responsabilidad Social incluye: Bienestar interno, Nuestra comunidad, Economía y Medio ambiente. En lo particular, es importante resaltar las acciones que realizan para cumplir con el indicador de medio ambiente, en el que incluyen “Vida Silvestre”. Las empresas de ALFA colaboran en programas de protección, recuperación y mejoramiento del hábitat natural de diversas especies de flora y fauna. Incluye la conservación de reservas naturales, tanto propias como de terceros, sobre todo las aledañas a sus instalaciones (ALFA, 2017).

En tercer lugar se ubica “ALSEA”, que es operadora de restaurantes de comida rápida, cafeterías, comida casual y restaurante familiar. Cuenta con un portafolio multi-marcas integrado por Domino’s Pizza, Starbucks, Burger King, Chili’s, California Pizza Kitchen, P.F. Chang’s, Italianni’s, The Cheesecake Factory, Vips, El Portón, Archies, Foster’s Hollywood, LAVACA y Cañas y Tapas. El programa que presentan, incluye acciones de “Sustentabilidad ambiental” y solamente incluye: energía, agua, residuos e insumos de manera general (Alesa, 2017).

El cuarto se refiere a “AMX”, que es “América Móvil”, empresa líder en servicios integrados de telecomunicaciones en Latinoamérica. Cuenta con líneas de acceso móviles, fijas, banda ancha y TV de paga. Opera bajo las marcas: Telmex, Telcel y Claro. En sus actividades elementales de Sustentabilidad, cuentan con: uso de energías limpias, producción responsable, reducción de emisiones y preservación de especies a través de los diversos programas e iniciativas con sus subsidiarias: Fundación Carlos Slim, y la Fundación Telmex-Telcel). Además, realiza una de las más importantes funciones para las Áreas Naturales Protegidas con su alianza “WW-F Telmex-Telcel, *Conservando las especies en México*”. Incluyen programas de protección a: Tortugas marinas, Tiburón blanco, Jaguar y Mariposa Monarca (América Móvil, 2017).

Es importante destacar también a la empresa “CEMEX”, que se encuentra en el lugar 10. Muestran un programa especial de la *Reserva Natural el Carmen* en su programa de Sustentabilidad y mencionan que, durante 15 años, han protegido la zona de conservación transfronteriza privada en México y Estados Unidos que comprende

cinco ecosistemas distintos que albergan a una gran cantidad de especies de plantas, aves, mamíferos, reptiles y anfibios (CEMEX, 2016).

En los casos presentados, hemos observado que los corporativos están cada vez mas involucrados con acciones del cuidado del medio ambiente; y en especial, en el involucramiento con organizaciones gubernamentales y organismos internacionales, encontrando con ello grandes beneficios. En la gráfica 1 podemos distinguir la forma en que el valor de sus acciones financieras ha evolucionado positivamente, debido a sus programas ambientales. Se muestra el periodo de noviembre de 2008 a enero de 2014, teniendo el mayor rendimiento con un 164.16%.

Gráfica 1. Evolución de IPC sustentable.



Fuente: BMV (2016).

Las iniciativas de BMV en materia de sustentabilidad incluyen:

- Trabajo en conjunto con la ONU para capacitar e incentivar a más empresas, a firmar el Pacto Global de Naciones Unidas.

- Capacitación y talleres para los fondos de pensiones sobre los beneficios de sumarse al PRI (Principles for Responsible Investment) de la ONU.
- Talleres con el BID sobre proyectos de carbono y asesoría para su financiamiento (BMV, 2016).

También, encontramos en la RSE los estándares, índices y mejores prácticas de Organismos Internacionales y prácticas locales de algunos países en particular, presentados en la Figura 3. Lo cual nos da una pauta para conocer a nivel mundial, la importancia y trascendencia que implica su implementación en las empresas.

Figura 4. Estándares, índices y mejores prácticas de la Responsabilidad Ambiental.



Fuente: Espíñeira & Sheldon (2008).

Además, Ramírez (2008), indica que las características de las Empresas Socialmente Responsables son:

- Trato dignamente a sus colaboradores.
- Tener un comportamiento ético.
- Realizar acciones sociales en la comunidad.
- Preocuparse por preservar el medio ambiente.

Por último, es relevante destacar la información que presenta el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO, 2016), sobre la situación que prevalecen México, sobre todo en materia del medio ambiente. Para 2015, México ocupaba el lugar 36 de un total de 43 países. Los indicadores que miden además son: Derecho, Sociedad, Político, Gobierno, Factores, Economía, Precursores, Relaciones Internacionales e Innovación. En función al Manejo Sustentable del Medio Ambiente, se considera el estado de preservación ambiental, así como la relación entre los recursos naturales, las actividades productivas y la población. Es importante mencionar que los países mejor calificados son: Noruega, Suecia y Suiza. La figura 4 muestra los indicadores del segmento e incluyen las Áreas naturales protegidas y, aunque México ha incrementado su extensión no se compara con las acciones que realizan los países mencionados. Para 2013 el promedio de los tres mejores países fue de 41.1 y México obtuvo un 13.5.

Figura 4. Resultados de México por indicador.

Indicador (unidades)	¿Más es mejor?	México			Promedio países evaluados (2013)	Promedio de los tres mejores (2013)
		2011	2013	Cambio		
Fuentes de energía no contaminantes (Porcentaje del total de energía consumida)	Si	6.2	5.4	✗	12.6	45.8
Emisiones de CO2 (Toneladas por cada millón de dólares de PIB)	No	462	455	✓	531	115
Agua renovable per cápita (potencial) (Metros cúbicos por habitante)	Si	3,427	3,343	✗	14,015	70,096
Estrés hídrico (Índice (0-5))	No	3.5	3.5	=	2.2	0.3
Áreas naturales protegidas (Porcentaje del territorio)	Si	12.9	13.5	✓	20.1	41.1
Cambio en superficie forestal (Porcentaje)	Si	-0.36	-0.37	✗	-0.4	-0.1
Uso de fertilizantes en la agricultura (Kilogramos por hectárea de tierra cultivable)	No	89.2	72.7	✓	239	20.2

Fuente: IMCO (2015).

Discusión académica

En el ámbito de los negocios, ya es imprescindible contar con programas en los que se involucre al medio ambiente y, en específico, actividades encaminadas a establecer convenios de colaboración con organismos públicos y organizaciones no gubernamentales en materia de protección, conservación y manejo de ANP. Se

han establecido estrategias por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), por medio del Pacto Mundial, que ha sido un eje rector en los programas de sustentabilidad y/o Responsabilidad Social de las Empresas, para potenciar sus marcas e incorporarse a las principales bolsas de valores sustentables del mundo.

También se ha detectado que las grandes corporaciones multinacionales, han incursionado de forma sostenida a los índices, elevando con ello el valor de sus empresas: pero, también han ganado liderazgo y prestigio. Si bien sus actividades son diversas, uno de los grandes hallazgos al revisar los datos, es que no existe regulación, ni a nivel interno como externo, por lo que cada una decide en que ámbito participa, por cumplir indicadores de calificadoras de bolsa y que son de manera general.

Otro hallazgo relevante es que tampoco se ha definido claramente en México, si se trata de “Responsabilidad Social” o de “Sustentabilidad”; por lo tanto, veremos apartados en los informes que aportan las empresas, con diferentes denominaciones y refiriéndose a lo mismo. A lo largo de la escritura de este trabajo, se desarrollaron claramente los conceptos de la esencia del ser “socialmente responsable” y algunas de las metodologías existentes, que también incluyen el indicador de “medio ambiente”, pero el distintivo lo otorga el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI), que es una institución privada, no lucrativa, que avala el Gobierno de México para recibir donativos deducibles de impuestos. Lo que la hace atractiva para los empresarios. Asimismo, encontramos que para cumplir con los indicadores del IPC Sustentable de la Bolsa Mexicana de Valores, la concesión de la evaluación la realiza la Universidad Anáhuac, con la Calificadora de Sustentabilidad Corporativa ESG (Environment, Social, Governance).

Al analizar sus principales grupos corporativos, como AC, ALFA, ALSEA, AMX y CEMEX, podemos distinguir que los reportes de sus actividades son muy diferentes y sin embargo, tienen la más alta calificación; lo que revela el cumplimiento de indicadores del modelo de evaluación, pero no son uniformes, estandarizados ni regulados. Por otra parte, encontramos que a nivel internacional se mide la competitividad por países, y uno de sus pilares destacados es el de Medio Ambiente, donde también se incluye lo relativo a indicadores de ANP. Por lo tanto, para el caso de México, es relevante incorporarlo como uno de los indicadores a evaluar, y con ello se logrará proteger cada vez más las ANP y se fortalecerán los demás sectores productivos.

Conclusiones

Uno de los mayores beneficios que se han obtenido, tienen relación al cumplimiento de las empresas con los principios de la ONU en materia de medio ambiente y establecer alianzas estratégicas que le permitan ser competitivos, así como promover iniciativas que susciten mayor sustentabilidad y favorezcan el desarrollo económico.

En cuanto al aspecto *socio-político-ambiental*, se discutieron los enfoques de desarrollo sustentable y expansionista y se incluyó la innovación eco sistémica para ampliar más el contexto conceptual, ya que la sustentabilidad de nuestro ecosistema de innovación dependerá de mantener un sano equilibrio entre las tres comunidades de la RSE. Respecto al *involucramiento*, encontramos que la responsabilidad social que las empresas tienen para consigo y para su entorno, si bien no está a discusión, precisa de un involucramiento serio y sistemático por parte de sus actores. Esto implica asumir y discernir la dimensión ética, lo que comprende la previsión de los mismos desde la tecnología. El daño y deterioro, en muchos casos irreversible, que la acción del hombre ha causado al medio ambiente, si bien se debe a una “falta de respeto a la naturaleza”, es el corolario de la irresponsabilidad de los estilos de vida moderna consumista, hedonista y utilitaria. Ante ello, es un imperativo para las empresas asumir el rol de vanguardia que les compete, a efecto de trazar nuevos mapas de desarrollo y crecimiento en corresponsabilidad con los sectores involucrados.

Aunque que existen varias metodologías mezcladas de RSE, sistemas de gestión ambiental y sustentabilidad, es necesario establecer indicadores comunes para su *implementación* y posterior evaluación. Mismos que tienen que relacionarse con las políticas, Planes de manejo, procesos de producción, reportes de actuación, involucramiento social rural y urbano, sobre todo en ANPs, con ello se podrá llevar a cabo el modelo de sustentabilidad propuesto por Margolin, que aboga por la necesidad de preservar las reservas naturales. Con se contarán con las herramientas para influir en la empresas para que cambien su forma de producir y distribuir mercancías, y en la sociedad, en la forma en que satisfacen sus necesidades humanas.

Encontramos los pilares para ser socialmente responsables y, en nuestro enfoque relativo al medio ambiente. vemos que se tienen que cumplir normas, reducción de materias primas, energía y desechos, pero no se especifica de qué manera se lograrán, solamente refiere a los beneficios, que en conjunto alcanzan, sin establecer una unidad de medida, por lo que se deben incluir en los indicadores que impulsen su competitividad.

También encontramos que los *beneficios* que obtienen las empresas que cotizan en las principales Bolsas de Valores en materia de Responsabilidad Social y/o Sustentabilidad y vinculada con Áreas Naturales Protegidas son muy altos, esto lo demuestra su posición en los principales Índices de México y el mundo. En el estudio de las 5 principales empresas, se puede apreciar que las actividades que realizan se están enfocando a crear programas específicos, como el de “Vida Silvestre” de Grupo ALFA, donde mencionan programas de protección, recuperación y mejoramiento del hábitat natural de diversas especies de flora y fauna que incluye la conservación de reservas naturales.

Otro Hallazgo importante, lo encontramos con el Grupo “AMX”, que realiza una de las más importantes funciones para las ANPs con su programa “Conservando las especies en México” refiriéndose a las Tortugas marinas, el Tiburón blanco, Jaguar y la Mariposa Monarca. Otro Grupo empresarial importante, es el conformado por “CEMEX”, que tienen un programa especial de la Reserva Natural “El Carmen” que comprende cinco ecosistemas distintos que albergan a una gran cantidad de especies de plantas, aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Es aquí donde encontramos los beneficios de pertenecer IPC Sustentable, que en el periodo de noviembre de 2008 a enero de 2014, demostró el mayor rendimiento con un 164.16%.

Por otra parte se presentó la importancia que representa la protección a ANPs como indicador de competitividad internacional en materia de medio ambiente, a nivel gubernamental, por lo que se deben impulsar políticas públicas y programas de fortalecimiento, tomando como modelo las acciones realizadas por los países como Noruega, Suecia Y Suiza. Hasta el estudio aquí presentado, se han presentado indicadores empresariales de la inversión socialmente responsable, que permitan impulsar las Áreas Naturales Protegidas de México.

Con todo ello, se pretende demostrar que las formas de relación del hombre con el medio ambiente y los acuerdos en materia ambiental, que valoren la vida en la tierra y sus recursos, la mantengan y preserven para las generaciones por venir no serán suficientes como pauta de comportamiento, si no hay un sustento ético, una actitud de respeto, responsabilidad y cuidado, como valores morales.

Literatura citada:

- ALFA. (2017). *Responsabilidad Social*. enero, 2017, de Corporativo ALFA Sitio web: <http://www.alfa.com.mx/RS/modelo.htm>
- Alsea (2017). *Sustentabilidad Ambiental*. febrero, 2017, de Alsea SAB de C.V. Sitio web: <http://www.alsea.net/responsabilidad-social/sustentabilidad-ambiental>
- América Móvil (2017). *Sustentabilidad*. febrero, 2017, de América Móvil Sitio web: <http://www.americamovil.com/es/acerca-de-nosotros/sustentabilidad>
- Arca Continental (2017). *Responsabilidad Social*. marzo 15, 2107, de ARCA CONTINENTAL S.A.B. DE C.V. Sitio web: <http://www.arcacontal.com/responsabilidad-social.aspx>
- Azqueta, D.,Alviar, M., Domínguez, L. & Ryan, O.. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. Portugal: McGraw-Hill. p.96.
- BMV. (2013). *Responsabilidad Social*. Junio 13, 2013, de Bolsa Mexicana de Valores Sitio web: http://www.bmv.com.mx/wb3/wb/BMV/responsabilidad_social.
- BMV. (2014). *IPC Sustentable de la Bolsa Mexicana de Valores*. septiembre 3, 2016, de Grupo BMV Sitio web: <https://www.bmv.com.mx/es/mercados/responsabilidad-social>.
- BMV. (2016). *IPC Sustentable BMV*. octubre 3, 2016, de Bolsa Mexicana de Valores Sitio web: <http://bolsamexicanadevalores.com.mx/ipc-sustentable-bmv/>
- Cajiga, J.. (2012). *El Concepto de Responsabilidad Social Empresarial*. Junio 30, 2012, de Centro Mexicano para la Filantropía Sitio web: http://www.cemefi.org/esr/images/stories/pdf/esr/concepto_esr.pdf
- CEMEFI. (2013). *El Concepto de Responsabilidad Social Empresarial*. Mayo 03, 2013, de Centro Mexicano para la Filantropía A.C. Sitio web: <http://www.cemefi.org/esr/>
- CEMEX. (2016). *Sustainability*. febrero, 2017, de CEMEX Sitio web: <http://www.cemexnature.com>
- Conley, C & Friedenwald, E. (2007). *Por un marketing responsable: Ideas para mejorar su negocio y cambiar el mundo*. España: Deusto, p.145
- Deloitte. (2009). *Evaluación de la sustentabilidad*. Julio 20, 2013, de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, Sitio web: www.deloitte.com/mx/

- Espino, G. (2009). *Sustentabilidad de las empresas*. México: IMCP. p.15.
- Espiñeira & Sheldon.. (2008). *Responsabilidad ambiental como estrategia de negocio para minimizar los impactos del cambio climático*. Mayo 20, 2009, de Price Water House Coopers Sitio web: http://www.camaraseg.org/archivos/evento/Responsabilidad_Ambiental_Seguros.pdf.
- Estrein, J. (2010) *Innovación sostenible: Cómo encender la chispa de la creatividad en una economía global*. México: Mc Graw-Hill. P.34.
- García, B. (2008). *Ecodiseño: Nueva herramienta para la sustentabilidad*. México: Diseño. p.23.
- García, V. (2015). *Análisis Financiero: un enfoque integral*. México: Grupo Editorial Patria.
- IMCO. (2015). Índice de Competitividad Internacional 2015. agosto 15, 2016, de Instituto Mexicano para la Competitividad A.C Sitio web: http://imco.org.mx/indices/#!/competitividad_internacional_2015/resultados/introduccion
- ONU. (2015). *Los 10 Principios del Pacto Mundial*. febrero 15, 2017, de Pacto Mundial Red Española Sitio web: <http://www.pactomundial.org/category/aprendizaje/10-principios/>
- Pedroza, R. (2011). *Responsabilidad social de la Universidad: Contexto y reconceptualización*. En Responsabilidad Social de la Universidad. (19-72). México: UAEMEX, p.49.
- Ramírez, P D. (2008). *Contabilidad Administrativa*. México: McGraw-Hill.
- Santelices, M.. (2012). *El ranking en el que todos quieren estar*. Mayo 15, 2012, de Revista “Poder y Negocios” Sitio web: http://www.revistapoderynegocios.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=596:el-ranking-en-el-que-todos-quieren-estar&catid=158:economia&Itemid=102
- Weiss, J. (2006). *Ética en los negocios*. México: Thomson. p.2.

PARA CITAR ESTE CAPÍTULO:

Espitia-Moreno I.C.* y E. Galeana-Figueroa. 2017. *Impulso del Enfoque de Empresas Socialmente Responsables y su Contribución al Desarrollo de Áreas Naturales Protegidas en México*. Capítulo VII. Pp. 161-176. En: Espitia-Moreno I.C., Arriola-Padilla V.J. y Ortega-Rubio A. (Editores). *Gestión, Manejo y Conservación en Áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.

CONCLUSIONES

Este libro da una clara idea de la diversidad de tópicos que son indispensable investigar en las Áreas Naturales Protegidas con el fin de apoyar las decisiones que las autoridades responsables de las mismas deben tomar para el efecto.

Desde luego falta aún desarrollar profundas investigaciones sobre los elencos taxonómicos actualizados, tanto de plantas como de la fauna, de las Áreas Naturales Protegidas de México. Si bien la sistemática de los grupos de vertebrados y de las plantas arbóreas tiene un mayor grado de certeza y de precisión, en el caso del conocimiento de los invertebrados este enfoque se torna trágico. Falta en nuestro país que un ejército de taxónomos que realice investigación básica para conocer, a detalle, los elencos taxonómicos de las ANP de México.

Pero como bien ilustra este libro, inclusive aún con mayor urgencia se requieren los resultados de investigaciones que permitan:

Saber cuál es la dinámica poblacional, la variación estacional y la capacidad de extracción sustentable que dentro de una ANP puede soportar una especie que es explotada.

Se requiere conocer si las especies más altamente consumidas por los habitantes de una región están libres de sustancias tóxicas y en especial de cancerígenas, como es el caso de los compuestos organoclorados.

Es indispensable para proceder a la adecuada restauración ecológica de zonas degradadas, establecer cuáles son las principales causas de su degradación y cuáles son las mejores estrategias que optimizaran su restauración.

Desde el punto de vista de los análisis sociales en ANP es indispensable aplicar toda una nueva batería de aproximaciones conceptuales que son necesarias para conservar no solo la diversidad biológica, sino también la lingüística y la cultural de cada región, tan importantes unas como las otras.

Asimismo, las herramientas de las que dispone la responsabilidad social empresarial para las estrategias de conservación, pueden ser todas ellas aterrizadas, si se conocen y se comprenden, en medidas concretas para la gestión y manejo de icónicas áreas y/o especies que redunden en la conservación de un espectro mucho más amplio de especies.

A nivel nacional es indispensable establecer una normatividad adecuada para el manejo de las plagas, no solamente para el caso de un solo grupo de insectos. Son muchos más los organismos que es evidente están plagando nuestras ANP. Debemos reconocerlos y establecer las normatividades correspondientes para su control.

Asimismo, este libro muestra cómo en el caso de las islas, aunque puede extenderse a zonas mucho más amplias, el hecho de priorizar las necesidades más urgentes, los ecosistemas más importantes, por ello permitirá jerarquizar las necesidades a atender.

Cada uno de los enfoques anteriores genera recomendaciones concretas para atender las necesidades de la gestión, el manejo y la conservación de las Áreas Naturales Protegidas. Hay muchos más que son igualmente requeridos.

Este libro por tanto es una invitación abierta a que los tomadores de decisión sobre las ANP de México se acerquen con confianza al cuerpo académico de nuestro país.

Estamos para apoyarles a que ejerzan Ustedes las medidas más adecuadas y que tomen las decisiones más fundamentadas para cumplir con los objetivos por las que se establecieron las Áreas Naturales Protegidas en cada región.

Alfredo Ortega-Rubio
Irma Cristina Espitia-Moreno
Victor Javier Arriola-Padilla

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen el instrumento más concreto utilizado por México para proteger su privilegiada diversidad biológica, así como también para salvaguardar los importantes servicios ecosistémicos que prestan a los diversos sectores de la sociedad.

Para Noviembre del 2017, se han decretado ya 182 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que dan protección a una superficie total de casi 91 millones de hectáreas. Poco más del 85 % de esta superficie está cubierta por Reservas de la Biosfera, en donde prevalece el desafío de lograr la conservación de la riqueza biológica y de ecosistemas funcionales a la par de lograr un desarrollo realmente sustentable con beneficios concretos para los pobladores locales. Esto no es un reto solamente para nuestro país, sino que aplica para todas las áreas protegidas del mundo en las que se permiten aprovechamientos extractivos y no extractivos de los recursos naturales.

Uno de los mayores retos es atender las presiones y amenazas a las que están sujetas las áreas protegidas y que se asocian a las actividades humanas que se desarrollan en el entorno que las rodea. Claramente el manejo de las Áreas Naturales Protegidas requiere de un trabajo pro-activo para buscar alternativas que mitiguen y disminuyan estas presiones del exterior, y que el desarrollo socio-económico de las regiones en que están insertas vaya siendo conducido a la sustentabilidad.

Ignacio J. March Mifsut

