

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES:

ALFREDO ORTEGA-RUBIO

MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN

IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO



LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

EDITORES

ALFREDO ORTEGA—RUBIO, MANUEL JESÚS PINKUS-RENDÓN E
IRMA CRISTINA ESPITIA-MORENO

Co-EDICIÓN:

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE S. C.
LA PAZ, B. C. S.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN,
MÉRIDA, YUCATÁN
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO,
MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN MÉXICO

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

Derechos reservados©

Red Áreas Naturales Protegidas
Red Temática CONACYT

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

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

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

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

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

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

Primera Edición: Diciembre, 2015

ISBN: 978-607-424-558-5

Preparación de este documento

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

Cita de este documento:

Para citar el libro:

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

Agradecimientos

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

ÍNDICE

PRÓLOGO	XXII
Exequiel Ezcurra	

SECCIÓN 1

ASPECTOS CONCEPTUALES

CAPÍTULO I

La investigación científica y las Áreas naturales Protegidas en México: una relación exitosa

Gonzalo Halffter, Clara Tinoco-Ojanguren, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....3

CAPÍTULO II

Una revisión panorámica de las Áreas Naturales Protegidas de México

Héctor Abelardo González-Ocampo, Gerardo Rodríguez-Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio.....19

CAPÍTULO III

La importancia de las Áreas Naturales Protegidas en nuestro país

Daniel Torres-Orozco Jiménez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio.....41

SECCIÓN 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

CAPÍTULO IV

Valoración de las diferentes categorías de las Áreas Naturales Protegidas en México

Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Joaquín Sosa-Ramírez y Alfredo Ortega-Rubio.....67

CAPÍTULO V

Caracterización, diagnóstico y manejo de las Áreas Marinas Protegidas de México: propuesta metodológica

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza, Francisco Uribe-Osorio y Alfredo Ortega-Rubio..... 85

CAPÍTULO VI

Uso de la Geomática para el análisis espacio-temporal de las Áreas Naturales Protegidas

Ernesto Soto-Galera y Myriam Adela Amezcua-Allieri..... 129

CAPÍTULO VII

Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza y Alfredo Ortega-Rubio..... 147

SECCIÓN 3

ASPECTOS SOCIALES

CAPÍTULO VIII

Informes de Responsabilidad Social en las Áreas Naturales Protegidas de México

Irma Cristina Espitia-Moreno, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 179

CAPÍTULO IX

Aspectos socioeconómicos de la pesca artesanal en las Áreas Naturales Protegidas

Gerardo Rodríguez Quiroz, Héctor Abelardo González-Ocampo, Everardo Barba-Macías, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Alfredo Ortega-Rubio. 195

CAPÍTULO X

La perspectiva de género en los estudios sociales en las ANPs de nuestro país: una propuesta conceptual y metodológica

Magdalena Lagunas-Vázquez, Adán Gerardo Sosa y Silva, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio..... 211

CAPÍTULO XI

Efecto de la implementación de una Área Protegida sobre el bienestar de comunidades rurales de Baja California Sur

Elizabeth Olmos-Martínez, Gonzalo Rodríguez Rodríguez, Silvia Salas y Alfredo Ortega-Rubio. 249

SECCIÓN 4

ASPECTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO XII

Potenciales Bioindicadores del Elenco Ficológico de la Reserva De La Biosfera Sian Ka'an

Francisco Valadez-Cruz, Gabriela Rosiles-González y Alfredo Ortega-Rubio. 285

CAPÍTULO XIII

Los estudios sobre vertebrados y su aplicación en recomendaciones de manejo

Sonia Gallina y Alberto González-Romero. 315

CAPÍTULO XIV

Áreas Naturales Protegidas del Centro de México: degradación y recomendaciones

Víctor Javier Arriola-Padilla, Emma Estrada-Martínez, Rocío Medellín-Jiménez, Adriana Rosalía Gijón-Hernández, Luis Alberto Pichardo-Segura, Ramiro Pérez-Miranda y Alfredo Ortega-Rubio. 337

CAPÍTULO XV

Reserva de la Biosfera el Vizcaíno: 25 años de manejo y conservación

Patricia Cortés-Calva, Irma González López, Benito Bermúdez-Almada, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio. 375

SECCIÓN 5

ASPECTOS SOCIO-AMBIENTALES

CAPÍTULO XVI

Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: aspectos socio-ambientales prioritarios

Everardo Barba-Macías, Francisco Valadez-Cruz, Miguel Angel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, y Juan Juárez Flores..... 395

CAPÍTULO XVII

Vulnerabilidad ecológica, económica y social del sitio RAMSAR Bahía Magdalena, ante el cambio climático: una aproximación espacial

Alfredo Ortega-Rubio, Fausto Santiago-León, Magdalena Lagunas-Vázquez, Elizabeth Olmos-Martínez, Erick Rubio Fierro-Bandala y Luis Felipe Beltrán-Morales..... 411

SECCIÓN 6

CASOS DE ESTUDIO ESPECÍFICOS

CAPÍTULO XVIII

Desarrollo y conservación de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún: ¿el ecoturismo es la respuesta?

Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Miguel Angel Pinkus-Rendón y Everardo Barba-Macías..... 431

CAPÍTULO XIX

Los ecosistemas de la Sierra Fría en Aguascalientes y su conservación

Joaquín Sosa-Ramírez, Aurora Breceda Solís-Cámara, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos y Alfredo Ortega-Rubio..... 447

CAPÍTULO XX

La Sierra La Laguna en Baja California Sur: importancia de su conservación

Aurora Breceda Solís-Cámara, Joaquín Sosa Ramírez, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra y Alfredo Ortega-Rubio..... 473

SECCIÓN 7

CONCLUSIONES

CAPÍTULO XXI

Prioridades de investigación para las Áreas Naturales Protegidas de México

Alfredo Ortega-Rubio, Cecilia Leonor Jiménez-Sierra, Lourdes Jiménez-Badillo, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Víctor Javier Arriola-Padilla, Joaquín Sosa-Ramírez, Francisco Valadez-Cruz, Gerardo Rodríguez-Quiroz, Everardo Barba-Macías, Irma Cristina Espitia-Moreno, Patricia Cortés-Calva, Aurora Breceda Solís-Cámara, Luis Ignacio Iñiguez-Dávalos, Héctor Abelardo González-Ocampo y Miguel Ángel Pinkus-Rendón..... 493

CAPÍTULO XXII

La sustentabilidad y las Áreas Naturales Protegidas de México: perspectivas de país

Miguel Ángel Pinkus-Rendón, Manuel Jesús Pinkus-Rendón, Gerardo Rodríguez Quiroz y Alfredo Ortega-Rubio..... 513

CAPÍTULO XXIII

Requerimientos de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a los investigadores de México para el adecuado manejo de las Áreas Naturales Protegidas

Luis Fueyo Mac Donald y Vladimir Pliego Moreno..... 537

CAPÍTULO VII

ÍNDICE PARA LA TOMA DE DECISIONES SOBRE RECURSOS BIÓTICOS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Silvia Margarita Ortiz-Gallarza* y Alfredo Ortega-Rubio

Resumen

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

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

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

Abstract

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

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

Antecedentes

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Principio* 7. Los Estados cooperarán solidariamente a proteger y restablecer la salud del ecosistema Tierra, siendo mayor la responsabilidad de los países desarrollados que ejercen una fuerte presión sobre el medio ambiente.
- Principio* 8. Para alcanzar el Desarrollo Sostenible, los Estados deberán reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.
- Principio* 9. Los Estados deberán aumentar el saber científico y tecnológico e intensificar la transferencia de tecnologías nuevas e innovadoras.
- Principio* 10. El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la amplia participación ciudadana, asegurando el acceso a la información y a la adopción de decisiones. Los Estados deberán fomentar la sensibilización y la participación de la población. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos.
- Principio* 11. Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas que aplican algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico para otros países, en particular los países en desarrollo.
- Principio* 12. Los Estados deberían cooperar en la promoción de un sistema económico internacional favorable y abierto que llevara al crecimiento económico y el desarrollo sostenible de todos los países, a fin de abordar en mejor forma los problemas de la degradación ambiental.
- Principio* 13. Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respectiva de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales.
- Principio* 14. Los Estados deberían cooperar efectivamente para desalentar o evitar la reubicación y la transferencia a otros Estados de cualesquiera actividades y sustancias que causen degradación ambiental grave o se consideren nocivas para la salud humana.
- Principio* 15. La falta de certeza científica absoluta no deberá de usarse como excusa para postergar decisiones.
- Principio* 16. Las autoridades nacionales deben fomentar la internalización de los costos ambientales.

Principio 17. Deberá de emprenderse la evaluación de impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional.

Principio 18. Los Estados deberán de comunicarse y ayudarse en caso de desastres ambientales.

Principio 19. Los Estados deberán informar a aquellos a los que puedan afectar con sus actividades de forma temprana y de buena fe.

Principio 20. Las mujeres deben de tener una activa participación en la ordenación del ambiente y del desarrollo.

Principio 21. Deberá de movilizarse a la juventud para su participación en el proceso de desarrollo sustentable.

Principio 22. Los Estados deberán asegurar la participación de las comunidades aborígenes en los procesos.

Principio 23. Deberá de protegerse el medio ambiente y los recursos naturales de los pueblos sometidos a opresión, dominación y ocupación.

Principio 24. Los Estados deberán de respetar las disposiciones de derecho internacional que protegen al ambiente en épocas de conflicto.

Principio 25. La paz, el desarrollo y la protección ambiental son interdependientes e inseparables.

Principio 26. Los Estados deberán resolver sus controversias de acuerdo a la Carta de Naciones Unidas.

Principio 27. Los Estados y las personas deberán de contribuir solidariamente en la aplicación de estos principios y en el desarrollo de las prioridades establecidas en el Programa y en la Agenda del Siglo XXI.

Como puede apreciarse, la declaratoria comprende a grandes rasgos todos aquellos aspectos que ya sea de forma directa o indirecta, tienen la finalidad de aprovechar y conservar debidamente los recursos naturales abióticos y bióticos de generación en generación, permitiendo asegurar el bienestar social de todos los habitantes del planeta, sin excluir a ningún grupo, al alentar una integración económica que pueda cumplir con los lineamientos éticos fundamentales en el ámbito de las instituciones internacionales avocadas a trabajar por el bien común de la Humanidad.

La Comisión para el Desarrollo Sostenible (CDS) se creó en diciembre de 1992 para asegurar el seguimiento de la UNCED, supervisar y dar cuenta de la realización

de acuerdos a escala local, nacional, regional e internacional. Se acordó que desde 1997 (Resolución A/RES/S-19/2) la Asamblea General de las Naciones Unidas, reunida en sesión especial, llevaría a cabo una revisión cada cinco años de los progresos en torno a los acuerdos asumidos desde la Segunda Cumbre de la Tierra. El 55° período de sesiones de la Asamblea General decidió en diciembre de 2000, que la CDS sirviera como órgano central de organización de la Tercera Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible, que tuvo lugar en Johannesburgo, Sudáfrica.

La figura siguiente contiene una síntesis general de los aspectos prioritarios de la Agenda Siglo XXI derivada del Informe Brundtland en los rubros: Sistema Ambiental, Sistema Social, Sistema Económico y Sistema institucional. En el Sistema Ambiental están contemplados tanto los elementos abióticos [atmósfera, agua suelo], como los elementos bióticos [flora y fauna] de los ecosistemas y los efectos resultantes de su utilización como es la generación de desechos contaminantes (Fig. 1). Destaca la necesidad de dar atención prioritaria a los ecosistemas vulnerables y de promover la producción sustentable y el desarrollo rural, así como efectuar un manejo ecológico de los desechos y planificar y administrar todas las actividades que se desarrollan en los distintos ecosistemas del planeta.

Cuando las demandas de combustibles, alimentos y materias primas, exceden la capacidad de carga de los ecosistemas y el procesamiento y abasto de los mismos mediante procesos industriales, produce acumulación de desperdicios, es prioritario efectuar acciones de restauración y de mitigación de efectos que permitan la conservación y el mantenimiento de los recursos abióticos y bióticos de aquellos ecosistemas más vulnerables (Handley, 1998) como son las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios con Categoría Ramsar.

El Profesor Grime (1979) de la Universidad de Sheffield en la Gran Bretaña, tras efectuar numerosos estudios de la vegetación, propuso el uso de las especies de flora para calificar o indicar el estado de “salud ecológica” de los ecosistemas terrestres. Diseñó un modelo de las especies de la vegetación del Reino Unido en forma de triángulo equilátero, donde colocó en los tres vértices a las especies calificadas como: Ruderales, Tolerantes al Estrés y Competidoras. En el centro del triángulo las tres clases de especies tienen igualdad de condición. Sin embargo, conforme se acercan a los vértices, están implícitos incrementos de tres gradientes, cuando hay un aumento del enriquecimiento orgánico proliferan las especies

Competidoras [helecho], al elevarse el estrés, aumenta la oportunidad para las especies Tolerantes al Estrés [tomillo silvestre] y cuando el incremento es en el grado de perturbación, se ven favorecidas las especies Ruderales [amapolas]. Entre las especies Competidoras y las Tolerantes al Estrés se encuentra el roble, entre las Ruderales y las Competidoras está el perifollo y entre las Tolerantes al Estrés y las Ruderales existe la orquídea púrpura temprana. Los bioindicadores son muy buenas herramientas para determinar el estatus de los ecosistemas en cuanto a la perturbación, el estrés y el enriquecimiento de materia orgánica.

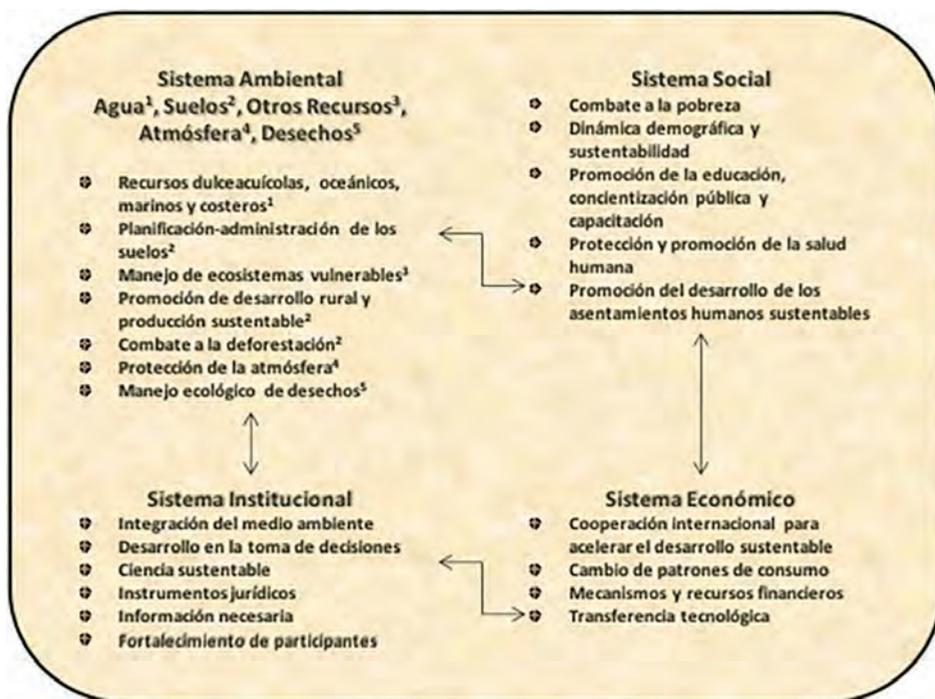


Fig. 1. Prioridades de la Agenda XXI en materia de toma de decisiones sustentables.

Fuente: elaboración propia con información de INEGI/SEMARNAP, 2000 En: Ortiz-Gallarza, 2007).

De acuerdo con el Dr. Handley (1998) de la Universidad de Manchester, las tareas que lleva a cabo un experto en el uso, manejo y conservación de los recursos naturales son como las de un médico que atiende a su paciente. Se debe partir de un diagnóstico para poder establecer qué aspectos presentan problemas, dicho diagnóstico da lugar a efectuar un pronóstico de lo que puede llegar a ocurrir al aplicar

las acciones para resolver los problemas detectados, y con base en el pronóstico, puede entonces prescribirse un tratamiento según la gravedad del diagnóstico y del pronóstico efectuados. Tanto en el ejercicio de la medicina, como en el del manejo ecológico, lo mejor es hacer uso de la prevención en lugar de tener que aplicar un tratamiento o una restauración, ya que los cambios en el ambiente pueden producir modificaciones a nivel individuo, población, comunidad y ecosistema de severidad variable (Fig. 2).



Fig. 2. Respuestas al estrés a distintos niveles de organización biológica.
Fuente: adaptado de Beeby, 1993 y Hanley, 1998.

Algunos esfuerzos por estimar la sustentabilidad y el grado de impacto ecológico, para conservar las condiciones abióticas y los recursos naturales de diversos ecosistemas

son los de autores como De Camino y Mullers (1996), quienes analizaron los requerimientos para el desarrollo y la aplicación de indicadores de sustentabilidad agrícola orientados hacia un desarrollo socioeconómico equilibrado. Bombace (1993) evaluó y discutió los aspectos ecológicos relacionados con el impacto de las pesquerías en el Mar Adriático. Malkina-Pykh y Pykh (2001) desarrollaron índices e indicadores para sistemas acuáticos sustentables desde el enfoque del análisis de sistemas. Kaluarachchi y Zhao (2001) abordaron la determinación de riesgos a la salud humana derivados de la exposición de diversas poblaciones a sitios de disposición de residuos peligrosos.

Los índices de sustentabilidad e indicadores de desempeño, son la herramienta idónea para el análisis socioeconómico ambiental, a partir de información disponible, mediante la síntesis de información básica (Barrera-Roldán *et al.* 1998; 2003a; 2003b; 2004; Rodríguez Crespo, 2004; Ortiz-Gallarza, 2002; 2007; Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003; Ortiz-Gallarza y Ramírez-López, 2003; Ortiz Gallarza *et al.*, 2005). La construcción de índices numéricos que orientan con asertividad la toma de decisiones, se enfoca a metodologías de evaluación cuantitativa del manejo sustentable con implicaciones ecológicas, económicas y sociales (Barrera-Roldán *et al.*, 1998; 2004; Ortiz-Gallarza, 2001; 2002; 2007).

Algunas herramientas actuales para el manejo de los recursos naturales, tienen su origen en las matrices de impacto y en sus ponderaciones respecto a los compartimentos y elementos más importantes de los ecosistemas que deben considerarse para efectuar determinaciones y modelos de manejo, como son aquellas desarrolladas por Leopold *et al.* (1971), Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988), Gómez Orea (1995) y Hess (2000).

Los índices de desempeño han sido presentados inicialmente en los foros económicos mundiales, y algunos de ellos han demostrado una serie de aplicaciones prácticas en cuanto a la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos naturales, como son el Índice de Desarrollo Sustentable, el Índice de determinación de la Huella Ecológica o el Índice de Sustentabilidad. El interés fundamental del desempeño sustentable es desarrollar el capital económico y el capital social, mientras se ejerce una administración apropiada del capital ambiental (UICN, 1997).

En el ámbito de las pesquerías y la acuicultura, investigadores de algunos países europeos y suramericanos, han incursionado en los aspectos vinculados a la

sustentabilidad y a la toma de decisiones consensuada entre científicos, gobernantes y los sectores productivo y social. Algunos precursores de la conceptualización de sustentabilidad son los trabajos de CCPE (2002), Mohin (2005) y la Universidad de Chile (2009). También se ha abordado en México desde hace varias décadas el enfoque de índices e indicadores con relación a aspectos como la determinación de la calidad del agua (Domínguez-Parra, 1986) y recientemente, se ha evaluado el desempeño de la acuicultura en términos de su sustentabilidad (Magallón-Barajas *et al.*, 2007).

Con base en modelos de índices e indicadores de evaluación del desempeño sustentable, en México se han desarrollado: el Índice de Sustentabilidad Industrial (Barrera Roldán *et al.* 2003a; 2003b; 2004), el Índice de Sustentabilidad Industrial del Sistema Natural (Ortiz-Gallarza *et al.*, 2003), del Subsistema Suelo (Rodríguez-Crespo, 2004) y del Subsistema Agua (Ortiz-Gallarza, 2002), el Índice de Sustentabilidad de la calidad sedimentaria en ambientes acuáticos (Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003) el Índice de Evaluación Ambiental de Ecosistemas Acuáticos (Ortiz-Gallarza *et al.*, 2005; Ortiz-Gallarza, 2007), entre otros (Ortiz-Gallarza y Paniagua-Chávez, 2012).

En la conservación de las poblaciones y comunidades bióticas, es fundamental la valoración de la capacidad de carga en cada ecosistema, la cual asume los límites en los números de individuos que pueden sostenerse sin riesgos ambientales (Abernethy, 2001).

Toda vez que ya existe una sólida infraestructura de investigación, conservación y preservación de los recursos bióticos de las Áreas Naturales Protegidas mexicanas y los Sitios de Categoría Ramsar, el propósito del presente capítulo es proponer herramientas para la valoración de la toma de decisiones respecto a su manejo sustentable y equilibrado.

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, -hoy conocida en forma abreviada como el Convenio de Ramsar-, ya que fue firmado en dicha ciudad iraní por los representantes de los países interesados en conservar los humedales. Su misión es preservar aquellos humedales de suma importancia a nivel mundial. Hasta octubre de 2013 México llevaba declarados un total de 138 sitios Ramsar que protegen un área total de 8'959,543 de hectáreas (Fig. 3). Entre ellos se incluyen varias zonas que

tienen la consideración de Parques Nacionales (Tabla 1), como los de Isla Contoy, Lagunas de Montebello, Loreto, Isla Isabel, Arrecife de Cozumel y Cabo Pulmo, o de Reservas de la Biósfera como las de Los Petenes, El Pinacate, el Archipiélago de Revillagigedo, el Banco Chinchorro, Chamela-Cuixmala o La Encrucijada (Tabla 2) (CONANP, 2013).



Fig. 3. Señalización de los humedales mexicanos catalogados como sitios Ramsar.
Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

Por mencionar un ejemplo, el Sitio Ramsar Número 113 (Tabla 2) corresponde a la Sierra de Álamos en el Estado de Sonora. Allí se ubica el Río Cuchujaquí (Fig. 4), el cual reviste una gran importancia para la conservación de los ecosistemas desérticos de la Sierra Madre Occidental de México y de las llanuras costeras occidentales, los cuales son muy frágiles. Este sitio posee desde bosques tropicales caducifolios, situados en las tierras bajas, hasta densas zonas boscosas pobladas por especies de hojas perennes. La cadena montañosa, Sierra Madre Occidental se extiende paralela a la costa del Océano Pacífico y está surcada por numerosos acantilados excavados por los ríos que fluyen hacia esta costa. En el Río Cuchujaquí abrevan varias especies de felinos como son los pumas, jaguares y ocelotes. En el perímetro de este Sitio Ramsar viven cerca de 400 personas que participan en la gestión de las zonas de amortiguamiento y de transición.

Tabla 1. Áreas Naturales Protegidas de México, administradas por la CONANP. Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

<i>Península de Baja California y Pacífico Norte</i>
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California en: B. C., B. C. S. y Son.
Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios
Parque Nacional Archipiélago de San Lorenzo
Parque Nacional Bahía de Loreto
Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y Canal Salsipuedes
Parque Nacional Archipiélago del Espíritu Santo
Parque Nacional Cabo Pulmo
Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe
<i>Noroeste y Alto Golfo de California</i>
Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar
Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir
<i>Norte y Sierra Madre Oriental</i>
Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas
Parque Nacional Cumbres de Monterrey
<i>Occidente y Pacífico Centro</i>
Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán
<i>Centro y Eje Neovolcánico</i>
Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Biológico Chichinautzin
Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa
Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl
Reserva de la Biosfera Sierra Gorda
Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán
<i>Península de Yucatán y Caribe Mexicano</i>
Áreas Naturales Protegidas en la Península de Yucatán
Parque Nacional Arrecife Alacranes
Parque Nacional Arrecifes de Cozumel
Parque Nacional Tulúm
Proyecto Dominó

Material y métodos

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una metodología de manejo sustentable con base en índices de evaluación cuantitativa del grado de sustentabilidad -para

apoyar la toma de decisiones de los expertos y de las autoridades involucradas en el manejo de los recursos bióticos en el ámbito de la conservación y de la ejecución de políticas que involucren prácticas sustentables en las Áreas Naturales Protegidas y en los Sitios de Categoría Ramsar.



Fig. 4. Río Cuchuajaquí, Sierra de Álamos, Sonora, Sitio Ramsar de México.
Fotografía: cortesía de Mark Dimmitt 24/04/2014, Sierra de Álamos.

Se consideró desarrollar los índices de sustentabilidad con base en un modelo de árbol de decisiones de atributos múltiples. En éste, cada atributo tiene una función de utilidad que lo uniformiza y le asigna un valor específico que lo asocia a la escala de valores de 0 a 1, donde el cero (0) representa la situación más desfavorable para la sustentabilidad y el uno (1) la más favorable (Barrera *et al.*, 1998; 2003a; 2003b) y permite considerar los atributos, ya sea independientes, o integrados.

Cuando un impacto incide de manera negativa en los recursos naturales y ecosistemas de interés, la tendencia de la sustentabilidad es a decrecer, opuestamente, si se trata de la incidencia positiva de un impacto, la tendencia de la sustentabilidad es a incrementarse (Fig. 5).

Tabla 2. Humedales: “Sitios Ramsar” protegidos por la CONANP (2013). Fuente: Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT, 2012).

Sitios 1 a 47	Sitios 48 a 93	Sitios 94 a 138
1. El Jagüey, Buenavista de Peñuelas, Ags.	48. Playa Tortuguera Tierra Colorada, Gro.	94. Manglares de Nichupté, Q. Roo
2. Corredor Costero La Asamblea-San Franciscoquito, B. C.	49. Laguna de Tecocomulco, Hgo.	95. Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel, Q. Roo
3. Isla Rasa, B. C.	50. Laguna de Metztitlán, Hgo.	96. Arroyos y Manantiales de Tanchachín, S. L. P.
4. Estero de Punta Banda, B. C.	51. Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jal.	97. Ciénaga de Tamasopo, S. L. P.
5. Bahía de San Quintín, B. C.	52. Laguna de Sayula, Jal.	98. Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sin.
6. Laguna Hanson, B. C.	53. Laguna de Zapotlón, Jal.	99. Laguna Playa Colorada-Sta. María La Reforma, Sin.
7. Laguna San Ignacio, B. C. S.	54. Laguna de Atotonilco, Jal.	100. Laguna Huizache-Caimanero, Sin.
8. Laguna Ojo de Liebre, B. C. S.	55. Estero La Manzanilla, Jal.	101. Sistema Lagunar Ceuta, Sin.
9. Parque Nacional Bahía de Loreto, B. C. S.	56. Estero El Chorro, Jal.	102. Ensenada de Pabellones, Sin.
10. Parque Nacional Cabo Pulmo, B. C. S.	57. Laguna Xola-Paramán, Jal.	103. Sistema Lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, Sin.
11. Balandra, B. C. S.	58. Estero Majahuas, Jal.	104. Lagunas de Sta. María-Topolobampo, Ohuira, Sin.
12. Humedales El Mogote-Ensenada de La Paz, B. C. S.	59. Laguna Barra de Navidad, Jal.	105. Marismas Nacionales, Sin. -Nay.
13. Oasis Sierra de La Giganta, B. C. S.	60. Laguna Chalacatepec, Jal.	106. Isla San Pedro Mártir, Son.
14. Sma. Ripario de La Cuenca y Estero de San José del Cabo, B. C. S.	61. Sistema Lagunar Estuarino Agua Dulce-El Ermitaño, Jal.	107. Agua Dulce [Reserva de la Biosfera El Pinacate, Son.]
15. Oasis de la Sierra El Pilar, B. C. S.	62. Presa La Vega, Jal.	108. Sma. Lagunar Agiabampo-Bacrehuis-Río Fuerte Antiguo, Sin.- Son.
16. Humedal La Sierra de Guadalupe, B. C. S.	63. Lago de Chapala, Jal. –Mich.	109. Complejo Lagunar Guásimas-Estero Lobo, Son.
17. Humedal Los Comondú, B. C. S.	64. Playón Mexiquillo, Mich.	110. Humedales de Yavaros-Moroncarit, Son.

Continúa ...

18. Humedales del Delta del Río Colorado, B. C.-Son.	65. Humedales del Lago de Pátzcuaro, Mich.	111. Humedales de Bahía Adair, Son.
19. Sma. de Humedales Remanentes, Delta del Río Colorado, B. C.-Son.	66. Laguna Costera El Caimán, Mich.	112. Sierra de Ajos Basipe, Son.
20. Reserva de la Biosfera Los Petenes, Camp.	67. Laguna de Zacapu, Mich.	113. Sierra de Álamos, Son.
21. Área de Protección de Flora y Fauna de Términos, Camp.	68. Playa Maruata, Mich.	114. Bahía San Jorge, Sonora
22. Playa Tortuguera Chenkán, Camp.	69. Playa de Colola, Mich. , Mich.	115. Canal del Infiernillo y Esteros del Territorio Comcaac [Xepe Coosot], Son.
23. Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chis.	70. La Alberca de los Espinos, Mich.	116. Estero El Soldado, Son.
24. Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chis.	71. La Mintzita, Mich.	117. Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tab.
25. Área de Protección de Flora y Fauna de Nahá y Metzabok, Chis.	72. Laguna de Hueyapan del Texcal, Mor.	118. Playa Tortuguera Rancho Nuevo, Tamps.
26. Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chis.	73. Parque Nacional Isla Isabel, Nay.	119. Laguna Madre, Tamps.
27. Sistema Estuarino Puerto Arista, Chis.	74. Islas Marietas, Nay.	120. Presa de Atlangatepec, Tlax.
28. Humedales de Montaña La Kisst, Chis.	75. La Tovar, Nay.	121. Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan, Ver.
29. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Cabildo-Amatal, Chis.	76. Baño de San Ignacio, N. L.	122. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano
30. Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Gancho-Murillo, Chis.	77. Cuenca y corales de la zona costera de Huatulco, Oax.	123. La Mancha y El Llano, Ver.
31. Humedales La Libertad, Chis.	78. Playa Tortuguera Cahuitán, Oax.	124. Sistema Lagunar Alvarado, Ver.
32. Sistema Estuarino La Boca del Cielo, Chis.	79. Lagunas de Chacahua, Oax.	125. Sistema de Lagunas Interdunarias de la Cd. de Veracruz
33. Laguna La Babícora, Chih.	80. Playa Barra de la Cruz, Oax.	126. Humedales de la Laguna La Popotera, Ver.
34. Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sma. Lagunar Catzajá, Chis.	81. Presa Valsequillo, Pue.	127. Laguna de Tamiahua, Ver.
35. Humedales de Montaña María Eugenia, Chis.	82. Sma. de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa, Pue.-Hgo.	128. Cascadas de Texolo y su entorno, Ver.

Continúa ...

36. Río San Pedro-Vado de Meoquí, Chih.	83. Presa Jalpan, Qro.	129. Manglares y Humedales de Tuxpan, Ver.
37. Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, Coah.	84. Parque Nacional Isla Contoy, Q. Roo	130. Humedal Reserva Ría Lagartos, Yuc.
38. Río Sabinas, Coah.	85. Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, Q. Roo	131. Dzilam, Yuc.
39. Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, Col.	86. Sian Ka'an, Q. Roo	132. Reserva Estatal El Palmar, Yuc.
40. Santuario Playa Boca de Apiza-El Chupadero-El Tecuanillo, Col.	87. Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Q. Roo	133. Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yuc.
41. Laguna de Cuyutlán Vasos III y IV, Col.		
42. Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco, D. F.	88. Bala'an K'aax, Q. Roo	134. Parque Estatal Lagunas de Yalahau, Yuc.
43. Parque Estatal Cañón de Fernández, Dgo.	89. Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Q. Roo	135. Otoch Ma'ax Yetel Kooh, Yuc.
44. Laguna de Santiaguillo, Dgo.	90. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Q. Roo	136. Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yuc.
45. Ciénegas de Lerma, Edo. de Méx.	91. Playa Tortuguera X'cachel X'cachelito, Q. Roo	137. Anillo de Cenotes, Yuc.
46. Laguna de Yuriria, Gto.	92. Laguna de Chichankanab, Q. Roo	138. Lago de San Juan de los Ahorcados, Zac.
47. Presa de Silva, Gto.	93. Parque Nacional Arrecife de Cozumel, Q. Roo	

De tal manera que aspectos como el contenido de oxígeno la salinidad o la temperatura, deben conservarse en intervalos que a las especies bióticas les produzcan condiciones favorables para su prevalescencia espacio-temporal.

Aspectos como el contenido de nutrimentos, si se encuentran en concentraciones equilibradas, serán aspectos sustentables, no obstante, tanto sus excedentes, como sus carencias, no conducen a la sustentabilidad. Entonces para fines prácticos, aquí son representadas las tendencias de la sustentabilidad de manera lineal, muy simple. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las relaciones ecológicas entre el entorno natural y las especies bióticas, son mucho más complejas de eje en eje si se consideran todas aquellas variables involucradas en su funcionamiento. La valoración nos permite calificar qué tanto se acerca un aspecto a la sustentabilidad en cada gradiente mínimo-máximo.

Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP

El Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas *IEMANP*, está constituido por los siguientes seis subíndices:

-Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida *SEEE*

-Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés *SEEVI*

-Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés *SEEAI*

-Subíndice del grado de Estrés Ecológico *SEE*

-Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos *SURB*

-Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable *SAAMS*

A continuación se describe el algoritmo de cálculo y los alcances de cada uno de los subíndices, que integran el *IEMANP*:

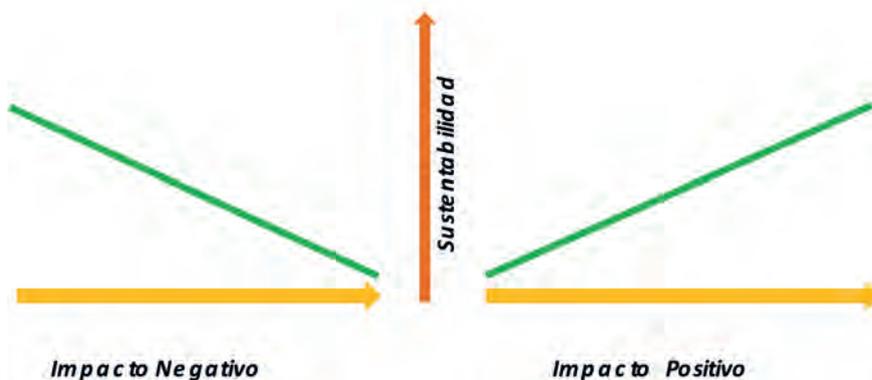


Fig. 5. Tendencias de la sustentabilidad de acuerdo al tipo de impacto sufrido en su entorno.

1. Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida *SEEE*

$$SEEE = \left(\frac{\text{Número de trabajos de caracterización detallada del(os) ecosistema(s) del ANP en el periodo } i}{\text{Número de trabajos de interés del ANP con mayor y mejor producción en el mismo periodo } i} / 100 \right) / 100$$

Además de la proporción de estudios de caracterización disponibles de cada una de las Áreas Naturales Protegidas y de los Sitios de Categoría Ramsar, éste subíndice permitirá contrastar entre el mayor y el menor grado de conocimiento que se ha generado en cada una de las áreas y sitios de interés, permitirá comparaciones en el gradiente espacio temporal, así como la detección de las carencias de información que deberá ser desarrollada para poder orientar adecuadamente la investigación científica necesaria a desarrollar en el corto, mediano y largo plazo, que simplifique la toma de decisiones y eficiente el manejo ecológico de los ecosistemas prioritarios acercándolo cada vez más a la sustentabilidad.

2. Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés SEEVI

SEIVI = $(\text{Número de especies vegetales en estatus de protección del ANP en el periodo } i / \text{Número de especies vegetales en estatus de protección del ANP con mayor número de especies vegetales en estatus de protección en el mismo periodo } i) / 100) / 100$

Se sugiere que se maneje este subíndice por grupos principales, como macroalgas, fitoplancton; vegetación del estrato herbáceo, vegetación del estrato arbustivo, vegetación del estrato arbóreo, epífitas, rastreras, vegetación riparia y vegetación ruderal, teniendo en cuenta las especies de la flora contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Este subíndice también permitirá efectuar comparaciones y establecer qué información se requiere para completar los diagnósticos y pronósticos de las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar en torno a la flora.

3. Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés SEEAI

SEAI = $(\text{Número de especies animales en estatus de protección del ANP en el periodo } i / \text{Número de especies animales en estatus de protección del ANP con mayor número de especies animales en estatus de protección en el mismo periodo } i) / 100) / 100$

Igualmente puede manejarse este subíndice por grupos principales, como invertebrados, aves, anfibios, reptiles, peces; roedores, mamíferos, teniendo en cuenta las especies de la fauna contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

De la misma manera, este subíndice permitirá efectuar comparaciones y establecer qué información se requiere para completar los diagnósticos y pronósticos de las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar respecto a la fauna.

4. Subíndice del grado de Estrés Ecológico SEE

SEE = ([Indicadores del grado de estrés ecológico en el ANP en el periodo i/ Indicadores del grado menor de estrés ecológico del ANP considerada como la mejor conservada en el mismo periodo i]/100)/100

Algunos indicadores de estrés ecológico en el compartimento biótico sugeridos pueden ser: diversidad de Shannon y Wiener, de Menhinick, riqueza de Margalef, índices de dominancia, e índices tróficos. La diversidad, riqueza, dominancia óptimos son los que se deben referir a 1.0 o 100% de su estimador de sustentabilidad.

En el caso del compartimento abiótico la valoración puede hacerse a nivel de atmósfera, suelo y agua en ambientes terrestres; y en columna de agua, sedimentos y contenido de contaminantes en ambos compartimentos en ecosistemas dulceacuícolas, estuarinos y marinos.

La valoración con base en la información existente por cada caso, puede realizarse con apoyo en la siguiente tabla de valores de ponderación del estrés detectado en las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988) (Tabla 3).

Una fórmula de apoyo al cálculo del SEE en el compartimento abiótico es la siguiente fórmula de ponderación:

SEE = ([+/-] (3*Grado de Afectación+2*Área de Influencia+Tiempo de Manifestación+Permanencia del Efecto+Ponderación*(Recuperabilidad)+Aumento Progresivo+Acción+Regularidad de la incidencia))/10

5. Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos SURB

SURB = Límites de la capacidad de carga *vs.* grados de utilización actual de cada compartimento biótico de cada Área Natural Protegida i y de cada Sitio Ramsar j.

Se considera flora por grandes grupos y fauna por grandes grupos teniendo en cuenta las especies no sujetas a protección, como las pesqueras de uso comercial.

La valoración con base en la información existente por cada caso, puede realizarse con apoyo en la siguiente tabla de valores de ponderación de la utilización de los

recursos bióticos en las Áreas Naturales Protegidas y los Sitios de Categoría Ramsar basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988) (Tabla 4).

Una fórmula de apoyo al cálculo del SURB en el compartimento abiótico es la siguiente fórmula de ponderación, también basada en la metodología de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988):

$$\text{SURB} = ([+/-] (3 * \text{Grado de Tolerancia} + 2 * \text{Competencia} + \text{Resiliencia} + \text{Tolerancia a Efectos} + \text{Afectación} * (\text{Manifestación}) + \text{Bioacumulación} + \text{Respuesta a la Acción} + \text{Reincidencia})) / 10$$

Tabla 3. Factores de ponderación para el Subíndice del Grado de Estrés Ecológico.

Fuente: adaptado de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988).

Carácter	Grado de Afectación	Área de Influencia	Tiempo de Manifestación	Permanencia del Efecto
Benéfico (+)	1=Baja	1=Puntual	1=Largo plazo	1=Breve
	2=Media	2=Parcial	2=Mediano plazo	2=Temporal
	4=Alta	4=Amplia	4=de Inmediato	4=Semi permanente
Perjudicial (-)	8=Muy alta	8=Total	8=Crítico	8=Permanente
	12=Total	12=Crítica		

Ponderación	Recuperabilidad	Aumento Progresivo	Acción	Regularidad de la Incidencia
0=Sin efecto	1=Corto plazo	1=Bajo	1=Leve	1=Baja
1=indirecto	2=Mediano plazo	2=Intermedio	2=Moderada	2=Mediana
2=directo	4=Largo plazo	4=Alto	3=Alta	4=Alta
	8=Daño irreversible	8=Muy Alto	4=Muy alta	8=Muy alta

6. Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable SAAMS

SAAMS = Número de acciones sustentables por compartimento y por grupo en el Área Natural Protegida *i* o en el Sitio Ramsar *vs*. Total de acciones sustentables por compartimento y por grupo.

7. Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP

IEMANP = ([Mediana de las determinaciones de SEEE]+ [Mediana de las determinaciones de SEEVI]+ [Mediana de las determinaciones de SEEAI]+ [Mediana de las determinaciones de SEE]+ [Mediana de las determinaciones de

SEE]+ [Mediana de las determinaciones de SURB]+ [Mediana de las determinaciones de SAAMS])/6/100/100)

Por las observaciones realizadas al construir y aplicar otros índices e indicadores (Barrera-Roldán *et al.*, 1998; 2003a; 2003b y 2004), se considera a la mediana como un buen estimador de la tendencia central en las evaluaciones de grado de sustentabilidad de distintos lugares y con base en diversos aspectos. No obstante, la naturaleza y la calidad de los datos determinará si debe emplearse la mediana, o debe ser reemplazada por la media.

Tabla 4. Factores de ponderación para el Subíndice de Utilización de los Recursos Bióticos.

Simbiosis	Grado de Tolerancia	Competencia	Resiliencia	Tolerancia a Efectos
Benéfica (+)	1=Baja	1=Puntual	1=A corto plazo	1=Alta
	2=Media	2=Parcial	2=A mediano plazo	2=Intermedia
Perjudicial (-)	4=Alta	4=Amplia	4=A largo plazo	4=Baja
	8=Muy alta	8=Total	8=Escasa respuesta	8=Nula
	12=Total	12=Crítica		
Afectación	Manifestación	Bioacumulación	Respuesta a la Acción	ReIncidencia
0=Sin efecto 1=indirecta 2=directa	1=A corto plazo	1=Baja	1=Leve	1=Baja
	2=A mediano plazo	2=Intermedia	2=Moderada	2=Mediana
	4=A largo plazo	4=Alta	3=Alta	4=Alta
	8=Crónica	8=Muy Alta	4=Muy alta	8=Muy alta

Fuente: adaptado de Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio (1988).

Resultados

Como ya se mencionó la entidad federal que tiene la atribución del manejo sustentable de las Áreas Naturales Protegidas y de los Sitios de Categoría Ramsar en nuestro país, es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la CONANP. Para proceder al cálculo y a la aplicación del Índice de Eficiencia en el Manejo de las Áreas Naturales Protegidas IEMANP, el cual está constituido por los seis subíndices: Subíndice de Evaluación del Entorno Ecológico en el Área Natural Protegida SEEE, Subíndice del Estatus de las Especies Vegetales de Interés SEEVI, Subíndice del Estatus de las Especies Animales de Interés SEEAI, Subíndice del grado de Estrés Ecológico SEE, Subíndice de Utilización de los Recursos

Bióticos SURB y Subíndice de Aplicación de Acciones de Manejo Sustentable SAAMS, primero es necesario integrar una base de datos estandarizada con toda la información sistematizada de cada uno de los sitios sujetos a protección especial, así como automatizar el cálculo de cada uno de estos subíndices y del índice integrado.

Una vez organizada la información en la forma apropiada que puede ser por ejemplo, un libro de trabajo de Excel, para efectuar los cálculos, el algoritmo puede enlazarse a los datos mediante una serie simplificada de macros, que permitirán la obtención de resultados de manera inmediata y organizada de una manera sencilla y práctica para ser consultada fácilmente, para permitir comparaciones en distintos tiempos y entre las diferentes Áreas Naturales Protegidas y los distintos Sitios Catalogados como Ramsar.

Una vez obtenidos los subíndices podrán aplicarse ponderaciones en función a los tipos de ecosistemas, sus peculiaridades, sus características en común y sus diferencias.

Discusión

En trabajos previos hemos procedido primero a desarrollar las bases de datos con toda la información disponible para calificar las condiciones del Sistema Natural de los ecosistemas, y paralelamente hemos diseñado los índices, subíndices y sus algoritmos de cálculo (Barrera-Roldán *et al.*, 2003a, 2003b; Ortiz-Gallarza y González-Lozano, 2003; Ortiz-Gallarza *et al.*, 2005; Ortiz-Gallarza y Paniagua-Chávez, 2012; Ortiz-Gallarza y Ortega-Rubio, 2014). Sin embargo, en esta ocasión, en virtud de que los principales depositarios de la gran cantidad de información correspondiente a las Áreas Naturales Protegidas y a los Sitios Catalogados como Ramsar, es la CONANP, a ella corresponde su utilización y manejo, así como la toma de decisiones correspondiente a las áreas y sitios sujetos a protección especial con base en su importancia ecológica para México. Debido a ello, se pone a su disposición la herramienta aquí diseñada para aplicarla a la información con la que se desarrollaron las declaratorias de las ANP y las fichas técnicas de los Sitios Ramsar.

Ya son tradicionales algunos trabajos que proporcionan las pautas para el manejo y la toma de decisiones de los ecosistemas terrestres (Grime, 1979; Beeby, 1993; Hanley, 1998) y de los ecosistemas costeros (Snedaker y Getter, 1985). Considerando que en México hay ambientes muy distintos, por citar el ejemplo de

las costas, destacan los ecosistemas de playas y dunas, manglares, arrecifes coralinos, estuarios, lagunas, lechos de pastos marinos, entre otros. En cuanto al uso de los recursos costeros, las actividades que se han desarrollado sin una planificación adecuada y que han modificado en mayor medida el uso del suelo han sido la urbanización, la industria, la generación de energía, la explotación agropecuaria y forestal, el establecimiento de comunicaciones y transportes, las pesquerías y las actividades acuícolas. Se ha establecido que los estudios de ecología de comunidades y ecosistemas son muy buenos estimadores de las condiciones de salud ecológica que presentan (Ortiz-Gallarza, 2001).

En cuanto a los cambios en el estado de salud de los ecosistemas, éstos se evalúan a partir del monitoreo, la verificación de la regulación, el dimensionamiento y la evaluación de las acciones institucionales y de toma de decisiones para manejar los ecosistemas. Para los ecosistemas marinos los señalamientos se establecieron en la Conferencia de las Naciones Unidas en Desarrollo y Medioambiente (Sherman y Duda, 1999).

Los módulos vinculados a la sustentabilidad del ecosistema (Sherman y Duda, 1999) son: productividad, peces y pesquerías, contaminación y salud del ecosistema, condiciones socioeconómicas y regímenes de gobierno pertinentes. La implementación de estos índices se ha efectuado en un esfuerzo de colaboración entre la NOAA, NMFS y cinco países costeros del Golfo de Guinea.

1. Módulo de Productividad, la productividad puede estar relacionada con la capacidad de carga de los ecosistemas para sostener los recursos, 2. Módulo de Peces y Pesquerías, los cambios en la biodiversidad entre las especies dominantes de las comunidades de peces en los ambientes marinos son consecuencia de una sobreexplotación excesiva o de la contaminación costera; 3. Módulo de Contaminación y Salud del Ecosistema, la contaminación ha sido el agente forzante principal en los cambios de las cosechas de biomasa. De entre todos los índices se consideran como medidas experimentales del estado cambiante del ecosistema y de su salud: diversidad, estabilidad, cosechas, productividad y resiliencia. Destacan la hidrografía, el plancton y los nutrientes entre los principales parámetros de influencia; 4. Módulo Socioeconómico, se caracteriza por su énfasis en las aplicaciones prácticas de los hallazgos científicos para el manejo de los ecosistemas

y en la integración explícita del análisis económico con la investigación científica para asegurar que las mediciones para el manejo prospectivo, sean de costo efectivo.

Conclusiones

La metodología que aquí se desarrolla y propone, se diseñó con la intención de apoyar a las autoridades de la Comisión Nacional de las Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT en la toma de decisiones relativa a la administración y el manejo sustentable de las áreas sujetas a protección especial en el país. Se espera que constituya una herramienta práctica y útil en el desempeño de dicha tarea para coadyuvar a la conservación de los recursos naturales y para lograr llevar a cabo la utilización sustentable de éstos en aquellas áreas sujetas a aprovechamiento que satisfagan debidamente las necesidades actuales y futuras de los ciudadanos mexicanos.

Recomendaciones

El índice que se propone aquí y que se ha desarrollado a partir de los seis subíndices que lo integran, debe ser aplicado, validado y depurado con los datos reales correspondientes a las declaratorias de las diversas Áreas Naturales Protegidas ANP y de los 138 Humedales Categoría Ramsar de nuestro país. De esta manera será posible adaptarlo y calibrarlo para aplicarse en todo tipo de ecosistemas, tanto terrestres, como acuáticos y entonces se podrán efectuar comparaciones y ponderaciones, que orienten eficazmente las políticas de administración sustentable en las ANP y en los Sitios Ramsar.

Las limitaciones impuestas a éstos modelos cualitativos y cuantitativos de evaluación del estatus y del desempeño relativo al manejo de los recursos naturales y del medio ambiente que constituye su hábitat y su entorno, únicamente corresponden a la cantidad y calidad de la información disponible y a su grado de sistematización, para hacer posible su estimación con la precisión debida y su utilización para facilitar el proceso de toma de decisiones.

Agradecimientos

Los autores agradecemos al Lic. Gerardo Hernández García su apoyo para la maquetación y diseño grafico editorial de este capítulo. Asimismo queremos

agradecer el tiempo y el esfuerzo que los revisores anónimos le dedicaron al efectuar recomendaciones en la versión inicial de nuestro documento, con lo cual mejoró significativamente. Esta Investigación es producto del trabajo de la Red de Investigación Temática CONACyT Aéreas Naturales Protegidas (RENANP).

Literatura Citada

- Abernethy, V. D. 2001. *Carrying capacity: the tradition and policy implications of limits.* Ethics in Science and Environmental Politics. Inter-Research January 23: 9-18.
- Barrera-Roldán, A., A. Saldívar y J. Correa. 1998. *Propuesta metodológica para la elaboración de un índice de desarrollo sustentable.* En: De la economía ambiental al desarrollo sustentable. Saldívar A. (Ed.). p. 181-281. UNAM. México, D. F.
- Barrera-Roldán, A., S. M. Ortiz-Gallarza, P. Rosales Calzadas, L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Angeles, A. Saldívar, E. Villaseñor y S. Aguilar. 2003a. *Diseño para el cálculo del Índice de Sustentabilidad Industrial.* Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro Público del Derecho de Autor, Secretaría de Educación Pública, México DF. No.: 03-2002-121613211900-01. Titular Instituto Mexicano del Petróleo.
- Barrera-Roldán, A., S. M. Ortiz-Gallarza, P. Rosales, L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Angeles, A. Saldívar, E. Villaseñor y S. Aguilar. 2003b. *Industrial Sustainability Index.* En: Ecosystems and Sustainable Development. Volume I. Wessex Institute of Technology. Siena, Italy. June 2003. pp. 337-346.
- Barrera-Roldán, A., A. Saldívar, P. Rosales, L. Rodríguez, S. M. Ortiz-Gallarza, M. Nava, S. Aguilar y E. Villaseñor. 2004. Índice de Sustentabilidad Industrial: Refinería “Miguel Hidalgo”. Problemas del Desarrollo Revista Latinoamericana de Economía, Vol. 35 No.137: 77-93. Instituto de Investigaciones Económicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Beeby, A. 1993. *Applying Ecology.* Chapman and Hall. London. 441 pp.
- Bojórquez Tapia, L. A. y A. Ortega Rubio. 1988. *Las evaluaciones de Impacto Ambiental: conceptos y metodologías.* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A. C. CIBNOR, La Paz, B. C. S., México.

- Bombace, G. 1993. *Ecological and fishing features of the Adriatic Sea*. En: Sherman, K., L. M. Alexander y B. D. Gold (Eds.). *Large Marine Ecosystems: Stress Mitigation and Sustainability*, D. C. A. A. S. Press. p. 119-136.
- Brundtland, G.H. y W. Troyer. 1990 *Preserving Our World: A Consumer's Guide to the Brundtland Report*. Firefly Books.
- Brundtland, G. H. 1991. *Sustainable Development: A viable strategy for global change*. Guest Editorial: *International Journal of Global Energy Issues*. p. 113-116.
- CCPE. 2002. *Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura europea*. Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Comunicación: *COM/2002/0511/19 de septiembre de 2002.
- CONACyT. 2014. Redes Temáticas CONACyT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <http://www.siiicyt.gob.mx/siiicyt/Redes/listado.html> consultado el 7 de febrero de 2014.
- CONANP. 2013. *Sitios Ramsar*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php#top> consultado el 27 de febrero de 2014.
- De Camino, R. y S. Mullers. 1996. *Esquema para la Definición de Indicadores*. Agroecología y Desarrollo. No. 10. CLADES. <http://www.clades.org/r10.htm> consultado el 16 de febrero de 2014.
- Domínguez-Parra, S. 1986. *Estudio de la calidad reglamentaria y ecológica de las aguas costeras en la Bahía de Acapulco, Gro. y proximidades, realizado de noviembre de 1978 a marzo de 1979*. Tesis de Posgrado. Instituto de Ciencias del Mar. UNAM. 150 pp.
- FAO. 2007. *The World's Aquatic Genetic Resources: Status and Needs*. Item 6.2 of the Draft Provisional Agenda. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Eleventh Regular Session, Rome 11-15 June 2007. CGRFA-11/07/15.2. W/J9581/s. Italy.
- Gómez Orea, D. 1995. *Evaluación de Impacto Ambiental*. Espasa Calpe. España.
- Grime, I. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley and Sons.
- Handley, J. 1998. *Restoration Ecology*. *Biological Sciences Review*, Vol. 10(5): 18-22.
- Hess, A. 2000. *La Evaluación de Impacto Ambiental, un instrumento imprescindible*. Instituto de Estabilidad, Facultad de Ingeniería. UNNE. Argentina.

- INEGI/SEMARNAP. 2000. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática/Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 203 pp.
- Kaluarachchi, J. J. y Q. Zhao. 2001. *Human health risk assessment at hazardous waste sites with population heterogeneity*. En: Villacampa, Y., C. A. Brebbia y J. L. Usó (Eds.). *Ecosystems and Sustainable Development III*. WITpress. pp. 511-520.
- Leopold, L. B., F. E. Clark, B. B. Hansman y J. R. Baisley. 1971. *A procedure for evaluating environmental impact*. Geological Survey Circular No. 645. Government Printing Office. Washington, D. C. U. S. A. 3 pp.
- Magallón-Barajas, F. J., H. Villareal Colmenares, F. Arcos-Ortega, S. Avilés-Quevedo, R. Civera-Cerecedo, P. Cruz-Hernández, A. González-Becerril, V. Gracia-López, A. Hernández-Llamas, J. Hernández-López, A. M. Ibarra-Humphries, C. Lechuga-Deveze, J. M. Mazón-Suáztegui, A. F. Muhlia-Melo, J. Naranjo-Páramo, R. Pérez-Enríquez, M. Porchas-Cornejo, G. Portillo-Clark y J. C. Pérez-Urbiola. 2007. *Desarrollo Sustentable de la Acuicultura en México. Orientaciones Estratégicas*. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Comisión de Pesca. Cámara de Diputados. LX Legislatura. Noviembre de 2007. 256 pp.
- Malkina-Pykh, I. G. y Y. A., Pykh. 2001. *Indices and indicators of water sustainability: systems analysis approach*. En: Villacampa, Y, C. A. Brebbia y J. L. Usó (Eds.) *Ecosystems and Sustainable Development III*. WITpress. pp. 543-552.
- Mohin, T. 2005. *Análisis del Desarrollo Sustentable en la Industria del Salmón en Chile*. Independent Study Project (ISP). Collection. Paper 448. http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/448 consultado el 27 de febrero de 2014.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30/12/2010.
- Ortiz-Gallarza, S. M. 2001. *Fauna béntica de la bahía de Guaymas, Son.; indicadora de contaminación de origen orgánico*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. 136 pp.

- Ortiz-Gallarza, S. M. 2002. Índice de Sustentabilidad Industrial, Sistema Natural, Subsistema Agua. Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro Público del Derecho de Autor, Secretaría de Educación Pública, México D. F. No.: 03-2002-071613292500-01.
- Ortiz-Gallarza, S. M. y M. C. González-Lozano. 2003. *Sediment Quality Sustainability Index at the Tula River, Mexico*. Battelle Memorial Institute. Venecia, Italy.
- Ortiz-Gallarza, S. M. y J. A. Ramírez-López. 2003. *Water Quality of the Tula River related to the petroleum refining industry: Accumulation factors and treatments*. En: Brebbia, C. A., D. Almorza y D. Sales (Eds.) Water Pollution 2003. WITpress. p. 67-77.
- Ortiz-Gallarza, S. M., L. Rodríguez-Crespo, M. Nava, A. Barrera y E. Villaseñor. 2003. *Selection of environmental parameters to estimate an Industrial Sustainability Index*. En: Brebbia C. (Ed.) Sustainable Planning and Development 2003. WITpress. 10 pp.
- Ortiz-Gallarza, S. M., A. Hernández-Llamas y A. Ortega-Rubio. 2005. *Diseño, Construcción y Aplicabilidad del Índice de Evaluación Ambiental de Ecosistemas Acuáticos (IEAEA)*. Interciencia 30(3): 126-133.
- Ortiz-Gallarza, S. M. 2007. *Sustentabilidad Ecológica, Salud Ambiental y Contaminación en Ecosistemas Acuáticos*. Tesis de Doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste- CIBNOR, la Paz, B. C. S.[Estudios de caso de las costas de Guaymas, Sonora, Salina Cruz, Oaxaca, Río Tula, Hidalgo y Ecosistema Lacustre Xochimilco, Distrito Federal].
- Ortiz-Gallarza, S. M. y A. Ortega-Rubio. 2014. Índices para determinar salud ambiental acuática. Estudios de Caso en las Regiones del Istmo de Tehuantepec y la Costa Oriental del Golfo de California. En: Vázquez Botello, A. (Ed.) Pacífico Mexicano. Contaminación e Impacto Ambiental: diagnóstico y tendencias. ICMYL-UNAM, EPOMEX CINVESTAV. 30 pp. (en prensa).
- Rodríguez-Crespo, L. 2004 *Contribución a la construcción del Índice de Sustentabilidad Industrial, Sistema Natural, Subsistema Suelo*. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. 96 pp.

- SEMARNAT. 2012. Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/regionales/> consultado el 13 de febrero de 2014.
- Sherman, K. y A. M. Duda. 1999. *Large marine ecosystems: an emerging paradigm for fishery sustainability*. Fisheries. 24(12): 15-26.
- Snedaker, S. C. y C. D. Getter. 1985. *Pautas para el manejo de los recursos costeros*. Preparado por Research Planning Institute, Inc. Columbia, South Carolina para National Park Service. Serie de Información sobre Recursos Renovables. Publicación No. 2 sobre Manejo de Costas. 286 pp.
- UICN. 1997. *Evaluación del progreso hacia la sostenibilidad. Enfoque, métodos, herramientas y experiencias de campo*. Equipo Internacional de Evaluación. Unión Mundial de la Naturaleza y los Recursos Naturales. CIID, COSUDE, INDI. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU. 346 pp.
- United Nations. 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development*. General Assembly Resolution 42/187, 11 December 1987. 96th plenary meeting. A/RES/42/187. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- United Nations. 1989. *Towards Sustainable Development. En: Our Common Future*. Chapter 2. A/42/427. Report of the World Commission on Environment and Development. 19 pp.
- Universidad de Chile. 2009. *Sistemas de Indicadores de desarrollo sustentable de la industria del salmón en Chile: Asegurando la competitividad en el largo plazo*?. Innova Chile. Abril 2007-Marzo 2009.
- UNSD. 2001. *Agenda 21. Economic aspects of sustainable development in Mexico*. United Nations for Sustainable Development. <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/mexico/eco.htm> consultado el 10 de enero de 2014.

Para citar esta obra:

Ortiz-Gallarza, S. M. y A. Ortega-Rubio. 2015. *Índice para la toma de decisiones sobre recursos bióticos en Áreas Naturales Protegidas*. En: Ortega-Rubio, A., M. J. Pinkus-Rendón e I. C. Espitia-Moreno (Editores). *Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México*. (pp. 147-176). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.

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

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

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

Exequiel Ezcurra

