MANGLARES DE MÉXICO

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONABIO
México, 2008

MANGLARES DE MÉXICO

Comisión Nacional
para el Conocimiento
y Uso de la Biodiversidad

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Felipe Calderón Hinojosa
Presidente

Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Secretario Técnico

Alberto Cárdenas Jiménez
Secretario de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Ernesto Cordero Arroyo
Secretario de Desarrollo Social

Eduardo Sojo Garza Aldape
Secretario de Economía

Josefina Vázquez Mota
Secretaria de Educación Pública

Georgina Kessel Martínez
Secretaria de Energía

Agustín Guillermo Carstens Carstens
Secretario de Hacienda y Crédito Público

Patricia Espinosa Cantellano
Secretaria de Relaciones Exteriores

José Ángel Córdoba Villalobos
Secretario de Salud

Rodolfo Elizondo Torres
Secretario de Turismo

COORDINACIÓN NACIONAL DE LA CONABIO

José Sarukhán Kermez
Coordinador Nacional

Ana Luisa Guzmán y López Figueroa
Secretaria Ejecutiva

Patricia Koleff Osorio
Directora Técnica de Análisis y Prioridades

Raúl Jiménez Rosenberg
Director General de Bioinformática

María del Carmen Vázquez Rojas
Directora Técnica de Evaluación de Proyectos

Hesiquio Benítez Díaz
Director de Enlace y Asuntos Internacionales

Pedro Carlos Álvarez-Icaza Longoria
Director General del Corredor Biológico Mesoamericano/México

Antonio Guillermo Robles Licea
Coordinador Administrativo

MANGLARES DE MÉXICO

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Enero de 2008

DR © Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Avenida Liga Periférico - Insurgentes Sur 4903
Col. Parques del Pedregal,
Tlalpan. 14010 México, D.F.
Tel. (55) 5004 5000, Fax (55) 5004 4931

www.conabio.gob.mx

COORDINACIÓN: Luis Fueyo
DISEÑO Y FORMACIÓN: Rosalba Becerra
FOTO DE PORTADA: Ría Celestún, Yucatán. Foto de Joanna Acosta
Las fotos usadas en *Manglares de México* fueron proporcionadas
por el Banco de Imágenes de la CONABIO, excepto las de las páginas
9 y 23 que son cortesía del Laboratorio de Manejo Ambiental-CIAD,
Mazatlán y la de la página 26 que es cortesía de Carlos Villar

México, 2008

ÍNDICE

I. BIODIVERSIDAD E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS MANGLARES 7

I.1 México país megadiverso
I.2 México y sus manglares
I.3 Presiones y amenazas a los manglares
I.4 Importancia ecológica de los manglares

II. ESTUDIO DE LOS MANGLARES EN MÉXICO 12

II.1 Instituciones académicas y organismos que participan en el estudio de los manglares
II.2 Manglares en la agenda gubernamental y en proyectos de desarrollo

III. INVENTARIO NACIONAL DE MANGLARES 14

III.1 Importancia de contar con datos comprobables y actualizados
III.2 Regionalización para el estudio de los manglares
III.3 Métodos
III.4 Resultados
III.5 Priorización
III.6 Créditos y agradecimientos

IV. ACCIONES A FUTURO PARA LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS MANGLARES 24

IV.1 Evaluación de los cambios en la cobertura de los manglares de México en los últimos 30 años
IV.2 Monitoreo a largo plazo de los manglares
IV.3 Red Mexicana de Monitoreo de los Manglares
IV.4 Estrategia Nacional para la Atención de Humedales Costeros en particular los Ecosistemas de Manglar

CONCLUSIONES 27

BIBLIOGRAFÍA 28

ANEXO 1 Participantes en talleres relacionados con el Inventario Nacional de Manglares 29

ANEXO 2 Sitios prioritarios para la conservación de los manglares de México 31

ANEXO 3 Instituciones participantes en la elaboración del Inventario Nacional de Manglares y su validación 35

I. BIODIVERSIDAD E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LOS MANGLARES

I.1 México país megadiverso

México es un país privilegiado por su biodiversidad y se le ubica en el cuarto lugar entre los países megadiversos; junto con Brasil, Colombia e Indonesia ocupa los primeros lugares en todas las listas de diversidad biológica que se han elaborado en el mundo.

El concepto de megadiversidad sólo se aplica a un número muy pequeño de países: aquellos que contienen un porcentaje extraordinario de la biodiversidad del planeta. De todos los países en el mundo, sólo 111 se encuentran situados, parcial o totalmente, en los trópicos; aproximadamente una docena de estos países cuentan con una gran parte –entre 60 y 70%– de la diversidad biológica del planeta y de ellos, México es uno de los más importantes (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992).

Las características de México como país megadiverso derivan de la ubicación geográfica y de la distribución orográfica del territorio nacional, que se extiende dentro de dos de las regiones biogeográficas reconocidas en el mundo, la neártica y la neotropical, las cuales se entrelazan en el sur de México, abriéndose una importante zona para la biodiversidad del planeta.

Chacahua, Oaxaca.
Foto: Gabriel Gutiérrez

I.2 México y sus manglares

Los humedales constituyen uno de los ecosistemas existentes dentro del territorio nacional y entre ellos los manglares, que son humedales costeros, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan; su importante papel ecológico ha sido reconocido internacionalmente.

Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, un árbol o arbusto con ramas descendentes que llegan al suelo y arraigan en él, y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua.

Los manglares se desarrollan en las planicies costeras de los trópicos húmedos cerca de las desembocaduras de ríos y arroyos o alrededor de esteros y lagunas costeras. Estos ecosistemas sirven de transición entre los ecosistemas terrestres y los ecosistemas marinos. Existe una marcada conectividad entre los manglares, los pastos marinos y los arrecifes de coral.

En el mundo se conocen 54 especies de mangle, distribuidas en 20 géneros y pertenecientes a 16 familias (Tomlinson, 1986). En América, los géneros más representativos son *Rhizophora*, con raíces arqueadas que sirven de soporte, *Avicennia* y *Laguncularia*, ambas con raíces respiratorias (neumatóforos) que brotan del suelo. A los manglares se les reconoce como uno de los ecosistemas más ricos del planeta por su productividad; tienen una gran importancia económica y ambiental por el uso que las comunidades rurales les han dado y por los servicios ambientales que brindan.

En México predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro, madre de sal) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado.

Desarrollo turístico en Quintana Roo.
Foto: Gabriel Gutiérrez

I.3 Presiones y amenazas a los manglares

Las actividades humanas, que difieren de país a país, constituyen la principal amenaza para los manglares. Entre ellas están las relacionadas con el desarrollo urbano, industrial y turístico, así como el desarrollo agrícola, ganadero y acuícola, que compiten por el suelo en donde se asientan los manglares. Así mismo, los manglares han recibido presiones por efecto de la contaminación: desechos sólidos urbanos, contaminantes industriales, pesticidas y fertilizantes agrícolas, derrames de petróleo, etc., así como modificaciones a las condiciones hidrológicas. Distintos estudios a nivel internacional señalan que recuperar un manglar que ha sido severamente dañado puede tomar muchos años cuando ello es posible; en muchas ocasiones la pérdida es total e irreversible.

La pérdida de los manglares influye significativamente en todas las especies que los utilizan para su desarrollo

biológico. En particular, se estima que los manglares son determinantes para el desarrollo de distintas especies de peces que se capturan comercialmente.

De acuerdo con una estimación de la FAO, en 1980 los manglares abarcaban una superficie cercana a los 19.8 millones de hectáreas de las zonas costeras del mundo, con Indonesia, Brasil, Nigeria y Australia como los países con mayor superficie de manglar. Algunas estimaciones señalan que a principios del año 2000 la superficie global de manglar se había reducido a poco menos de 15 millones de hectáreas. Si esta estimación es correcta y la comparamos con las cifras oficiales de FAO, en los últimos 20 años se habría perdido entonces cerca del 25% de la superficie. Con las presiones existentes y si la tendencia continúa, estaríamos destruyendo uno de los ecosistemas representativos de la biodiversidad del planeta.

I.4 Importancia ecológica de los manglares

Muchos manglares se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocadura de ríos y arroyos. En estas áreas, a nivel mundial, se llevan a cabo importantes actividades pesqueras artesanales que aportan alimento y desarrollo económico a comunidades asentadas en la costa. Asimismo, parte de la actividad pesquera de las zonas costeras existe en virtud de que distintas especies que se aprovechan comercialmente tuvieron al manglar como zona de crianza y crecimiento desde las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan larvas, postlarvas y alevines de peces y crustáceos. Algunos moluscos, como el ostión de mangle, utilizan las raíces de los manglares para fijarse y desarrollarse hasta alcanzar una talla apta para su consumo.

Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de nutrientes, los cuales son exportados por las mareas a las aguas marinas de la franja litoral más cercana a la costa, donde son aprovechados por pastos marinos y una variedad de peces que tienen importancia comercial. De acuerdo con la FAO cerca del 80% de la captura mundial de peces marinos se realiza en la franja costera. Además, muchas poblaciones de aves acuáticas utilizan los manglares como zonas de reposo o reproducción.

La pesquería del camarón, una de las más importantes de México, existe gracias a la gran cantidad de lagunas costeras que albergan importantes humedales, como áreas de manglar y marismas, en donde se refugian las postlarvas de

Iguana en un manglar.
Foto: Joanna Acosta

Cangrejo en un manglar.
Foto: Karina Monzalvo

camarón y se desarrollan durante varios meses hasta alcanzar sus fases juveniles, momento en el cual migran al mar para completar su ciclo de vida.

Por otra parte, la existencia de los manglares permite amortiguar los impactos que el acarreo de tierra por las corrientes de agua de ríos y arroyos tiene sobre los arrecifes de coral. Junto con las descargas de aguas continentales se trasladan también diversos tipos de contaminantes generados por la actividad humana que son recibidos en las zonas de manglar. Los manglares sirven de filtro biológico y retienen o procesan algunos contaminantes: procesan nutrientes en exceso, degradan materia orgánica y almacenan algunos residuos utilizados en la agricultura. El exceso de estos contaminantes generados por el hombre también acabará destruyendo a los manglares.

El manglar, como recurso forestal, se ha aprovechado alrededor del mundo por las comunidades rurales asentadas alrededor de estos ecosistemas para producir leña y carbón, como material de construcción en viviendas rurales y en la fabricación de cercos para la delimitación de los terrenos o el confinamiento de animales para el consumo doméstico, en la industria de la construcción como puntales para las cimbras, en la fabricación de artes de pesca como los tapos, en la elaboración de espigas y puntales para la locomoción de pequeñas embarcaciones en zonas someras de las lagunas costeras y los esteros, etc.

Asimismo, alrededor de los manglares se desarrollan actividades cinegéticas y una creciente industria asociada al ecoturismo: el avistamiento de aves migratorias, su paisaje y la variedad de vida

Barra de Navidad, Jalisco.
Foto: Joanna Acosta

silvestre que albergan, generan corrientes de turistas que son atraídos por la riqueza natural de estos singulares ecosistemas.

Los manglares juegan un importante papel como barrera natural de protección que contiene la erosión de vientos y mareas. En aquellos sitios en donde el ecosistema de manglar se ha mantenido sano, el impacto de ciclones ha sido menor al de aquellos sitios en donde se destruyeron o no existen estas barreras naturales. Organismos internacionales como la FAO, el PNUMA y el PNUD reconocen que en aquellos sitios en donde el manglar mantenía su estructura y función, el daño provocado por el tsunami que irrumpió en diciembre de 2005 en costas del Océano Índico, fue significativamente menor.

Los manglares también prestan servicios ambientales diversos. En condiciones naturales filtran el agua y permiten el abastecimiento de mantos freáticos. Son ecosistemas que capturan gases de efecto invernadero y actúan como sumideros de bióxido de carbono. Contribuyen al mantenimiento de la línea de costa y al sostenimiento de las arenas sobre las playas.

Se debe reconocer entonces que los manglares son ecosistemas que aportan importantes servicios ambientales a la diversidad biológica del planeta. Las actividades productivas que desarrolla el hombre tienen que ser compatibles con la protección y conservación de los manglares, y deben establecerse estrategias que permitan que estos ecosistemas mantengan su estructura y función, para brindar los servicios ambientales que prestan y que son insustituibles.

Flamencos en Ría Celestún, Yucatán.
Foto: Joanna Acosta

II. ESTUDIO DE LOS MANGLARES EN MÉXICO

II.1 Instituciones académicas y organismos que participan en el estudio de los manglares

Los manglares han sido materia de estudio por especialistas en ecosistemas costeros dentro del país. Biólogos, ecólogos, oceanólogos, ingenieros pesqueros y ambientales han estudiado los manglares de México por más de 30 años, a los que se han sumado antropólogos, sociólogos y economistas, entre otros, que han estudiado desde distintos enfoques la relación de las comunidades rurales, incluidas las indígenas, con los manglares, identificando usos tradicionales y tareas de conservación.

La mayoría de estos especialistas pertenecen a instituciones de investigación en México y en ellas realizan proyectos de largo plazo que le han dado continuidad al estudio y conocimiento de los ecosistemas costeros que albergan manglares en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe; se han llevado a cabo numerosos estudios de caso y documentado experiencias específicas de conservación y restauración para distintos tipos de manglares. Además, distintos grupos académicos han interactuado con las comunidades rurales asentadas alrededor de los ecosistemas de manglar aprendiendo junto con ellas a proteger y conservar a los manglares y a potenciar el uso sustentable para su bienestar.

En un esfuerzo institucional conjunto del INE y la CONABIO se integró un directorio nacional de especialistas en manglar quedando registrados hasta enero de 2008, 92 personas de 56 instituciones en 22 estados de la República. Dichas personas reportan 65 sitios de estudio en 14 estados.

Por su parte, distintas organizaciones no gubernamentales han desarrollado programas de conservación de manglares en el país. A esta tarea se han sumado, entre otras, *World Wildlife Fund* (WWF), Pronatura, *The Nature Conservancy* (TNC), *Conservation International*, Comunidad y Biodiversidad (COBI), Grupo Manglar, Marea Azul, *International Fund for Animal Welfare* (IFAW), *Defenders of*

Izquierda, trabajo de campo en Alvarado, Veracruz.
Foto: Joanna Acosta

Derecha, trabajo de campo en Progreso, Yucatán.
Foto: Jorge Eúan

Wildlife, etc., las cuales han aportado recursos económicos y esfuerzos institucionales para patrocinar proyectos específicos de conservación de manglares en distintas regiones del país. En este esfuerzo no ha faltado el interés por conocer cómo se relaciona el hombre con la naturaleza y cómo las comunidades rurales se organizan para conservar y aprovechar sustentablemente los manglares.

Con todo ello se ha generado un amplio conocimiento sobre los manglares de México. La principal limitante al respecto es que dicho conocimiento se encuentra disperso, no se ha sistematizado ni puesto a disposición de los especialistas y del público en general.

II.2 Manglares en la agenda gubernamental y en proyectos de desarrollo

El tema de manglares ha estado presente en la agenda del gobierno federal desde hace por lo menos 30 años. Distintas secretarías de estado han patrocinado estudios de manglares para fortalecer sus políticas públicas; SAGARPA, SEMARNAT y SEMAR destacan en dicha tarea. El INE, la CONANAP, la CONABIO y la CONAFOR alientan el estudio y la conservación de los manglares en el marco de sus tareas institucionales.

Los gobiernos de los estados también empiezan a participar en los temas de conservación de manglares. En los últimos cinco años se han desarrollado con éxito programas de restauración de manglares patrocinados por los gobiernos de los estados de Sinaloa y Yucatán.

Para conservar un ecosistema es necesario conocerlo. Los manglares han sido estudiados y se siguen estudiando, pero el conocimiento adquirido no se utiliza suficientemente cuando se diseñan los proyectos de desarrollo, ya que quienes los formulan y realizan no utilizan cabalmente la información disponible y en ocasiones prefieren perder manglares a desarrollar proyectos compatibles con el equilibrio ecológico y llevar a cabo acciones que respeten la estructura y función de este ecosistema.

La percepción pública de que estamos perdiendo de manera acelerada estos ecosistemas y no estamos siendo capaces de conservarlos se reafirma con ejemplos tales como una carretera mal trazada, un desarrollo inmobiliario, un puerto, una granja de camarón, o la instalación de torres de alta tensión que se han desarrollado en superficies ocupadas por manglar, fragmentando o destruyendo el ecosistema.

Trabajo de campo en Alvarado, Veracruz.
Foto: Joanna Acosta

También han hecho falta datos para valorar el estado de conservación de los manglares y conocer sus tendencias de cambio. No se tiene certeza respecto a la superficie que ocupan en México, cómo se distribuyen en cada entidad federativa con litoral, cómo están cambiando, cuál ha sido su tasa de pérdida a lo largo de los años y cuáles son sus principales amenazas.

III. INVENTARIO NACIONAL DE MANGLARES

III.1 Importancia de contar con datos comprobables y actualizados

Los datos que se han publicado para valorar la superficie que ocupan los manglares en México tienen discrepancias en virtud de diferencias metodológicas que no permiten comparar las distintas cifras. Estas diferencias impiden conocer la superficie que ocupa el manglar dentro del territorio nacional. Tampoco hay un conocimiento claro de cuáles han sido los factores que han influido en los cambios ocurridos en los manglares a lo largo del tiempo.

En la tabla 1 se reproducen las cifras que se han reportado como referencia para cuantificar la superficie de manglares en México a partir de distintos estudios y fuentes. Como ahí se ve, hay una amplia discrepancia entre las distintas estimaciones ya que los valores van de las 440 mil hectáreas, estimación de FAO para el año 2000, hasta cerca del millón y medio de hectáreas estimadas por Snedaker en 1991. Las diferencias se deben básicamente a la variedad de métodos y escalas de análisis utilizadas en cada estudio. Asimismo las variaciones registradas no corresponden a la biología del recurso; de un año a otro se ha llegado a registrar un crecimiento de cerca de 300 mil hectáreas en su cobertura, y de un año a otro se han registrado pérdidas masivas sin tener registro de algún evento de destrucción que lo explique.

Esta falta de concordancia entre las estimaciones de la extensión de los manglares hace evidente la necesidad de tener una estimación reciente –con un nivel de exactitud asociado y un método claramente documentado– de la distribución, extensión y cambios de los manglares de México.

Por lo anterior, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO, se propuso la tarea de desarrollar, junto con otras instituciones, un programa de monitoreo siste-

Raíces de mangle rojo, Sian Ka'an, Quntana Roo
Foto: Ma Teresa Rodríguez

Tabla 1. **Referencias históricas de la superficie de manglares en México**

Año base	Área (ha)	Fuente
1973	700,000	FAO, UNEP 1981
1980	660,000	FAO, UNEP 1981
1986	660,000	Rollet 1986
1988	660,000	Blasco 1988
1991	1,420,200	Snedaker 1991
1991	660,445	Tovilla y Loa 1991
1992	932,800	Spalding *et al.* 1997
1992	531,500	SARH 1992
1993	524,600	Yañez-Arancibia *et al.* 1993
1993	721,554	SEMARNAP 1994
1994	488,000	Suman 1994
1994	488,367	Loa L.E. 1994
1994	718,642	SEMARNAT 2003
2000	440,000	FAO 2003
2000	500,000	Aizpuru *et al.* 2000
2000	886,761	SEMARNAT 2003
2000	814,100	INF 2003
2002	955,866	INEGI 2002
2005	914.610	FAO 2005

Tabla modificada de Ruiz-Luna *et al.* (2008)

matizado a largo plazo a través de indicadores ambientales para determinar las condiciones de la vegetación y los principales agentes de transformación de los manglares de México. Se pretende que este programa sea una herramienta que permita a las autoridades e instituciones correspondientes identificar oportunamente sitios de conservación, manejo o rehabilitación de este hábitat y definir con ello las acciones necesarias para su aprovechamiento y protección.

Como un primer paso indispensable para el programa se estableció el objetivo de evaluar la extensión y distribución actual de los manglares e impulsar el establecimiento de una Red de Monitoreo de los Manglares de México. Lo anterior se llevó a cabo de mayo de 2006 a enero de 2008 y en este documento se presenta una síntesis de los principales resultados obtenidos en esa primera etapa del programa, y se dan a conocer los siguientes pasos del mismo.

Para los propósitos de esta evaluación de la extensión y distribución actual de los manglares, utilizaremos el término *Inventario nacional de manglares* para la determinación de la extensión que ocupan en el territorio del país y su ubicación en las entidades federativas. No se pretende que sea un inventario biológico que implicaría conocer también la composición por especie, la estructura y distribución del manglar así como sus características como ecosistema. Asimismo, debe precisarse que los datos que aporta este trabajo no corresponden a un momento específico, sino en su gran mayoría (83%) a un intervalo de aproximadamente dos años, de 2005 a 2006.

Disponer de un dato actualizado de la superficie que ocupan los manglares de México, con la mejor evidencia científica disponible y datos validados en campo, permitirá estimar la superficie que abarcaban estos ecosistemas en el pasado y conocer con cierta precisión la tasa de pérdida o ganancia de manglar para cada entidad federativa con litoral. Este propósito constituye la segunda etapa del programa de CONABIO.

Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo
Foto: Gabriel Gutiérrez

III.2 Regionalización para el estudio de los manglares

Para fines de estudio los especialistas en manglar de México han dividido en 5 regiones las zonas en donde se distribuyen los manglares en las franjas costeras: 1) Pacífico Norte, 2) Pacífico Centro, 3) Pacífico Sur, 4) Golfo de México y 5) Península de Yucatán (figura1). El tipo de manglar dominante, así como la estructura y función del ecosistema, difiere en cada una de esas regiones. Ello responde al tipo de cuenca hidrológica al que está asociado, la extensión de la planicie costera, la temperatura, la precipitación, la topografía y el tipo de suelo, entre otros factores.

La CONABIO utilizó esta regionalización para realizar el presente trabajo.

III.3 Métodos

El reto de conocer la extensión y distribución de los manglares de México se asumió de manera interinstitucional. El trabajo coordinado de la CONABIO, el INE, la CONAFOR, la CONANP, el INEGI, la SEMAR y la invaluable colaboración de expertos en manglar pertenecientes a distintas instituciones académicas del país permitieron avanzar con éxito en este propósito nacional.

El Inventario Nacional de Manglares que se ha desarrollado dentro de este programa corresponde a una vista de la distribución geográfica de los manglares en el intervalo comprendido entre el 24

Figura 1. **Regionalización de los manglares de México**

de diciembre de 2003 y el 27 de marzo de 2007, periodo al que corresponden las imágenes de satélite utilizadas; cabe mencionar que el 83% de los datos son del 2005 al 2006. Paulatinamente este inventario se irá enriqueciendo con información más particular relacionada con el tipo de manglar (arbóreo o arbustivo), especies que lo conforman, características del sitio, etc.

Para elaborar el Inventario Nacional de Manglares se realizó un análisis digital de imágenes de satélite, que fueron las más actualizadas disponibles que eran útiles para el propósito. Se utilizaron para ello imágenes mayoritariamente SPOT provenientes de la Estación de Recepción México de la Constelación SPOT (ERMEXS) administradas por la Secretaría de Marina-Armada de México, SAGARPA e INEGI, correspondientes principalmente a los años 2005 y 2006 complementadas con imágenes del mismo satélite del 2003, 2004 y del 2007 y algunas del satélite Landsat de las mismas fechas. Para fines de interpretación se usaron, entre otros insumos, los datos de la carta de vegetación y uso del suelo del INEGI y de bases de datos proporcionadas por distintas instituciones.

Cada imagen SPOT cubre aproximadamente 60 x 60 km de la superficie terrestre, el área mínima de observación es de 10 metros, registrando información en la porción visible e infrarroja del espectro electromagnético.

El método utilizado incluyó tres etapas para el tratamiento de las imágenes disponibles: a) Selección de imágenes, b) Pre procesamiento, c) Procesamiento.

Se recibieron 950 imágenes SPOT. Se llevó a cabo un proceso minucioso de selección para identificar aquellas que fueran útiles para el reconocimiento y la evaluación de las zonas de manglar. Se eliminaron todas las imágenes que presentaban nubosidad, errores en la banda 4, atípica respuesta espectral por alto contenido de humedad. Se dispuso así de un mosaico de 133 imágenes SPOT y 5 imágenes Landsat útiles para el propósito. Las imágenes de satélite seleccionadas permitieron cubrir la totalidad de las áreas en donde se tenían reportes previos de superficie de manglar en ambos litorales.

Durante la etapa de pre procesamiento se llevó a cabo la georreferenciación de las imágenes y se hicieron las correcciones radiométricas necesarias. En la etapa de procesamiento se realizó un proceso de segmentación y clasificación de imágenes, acompañado de un proceso de validación de resultados.

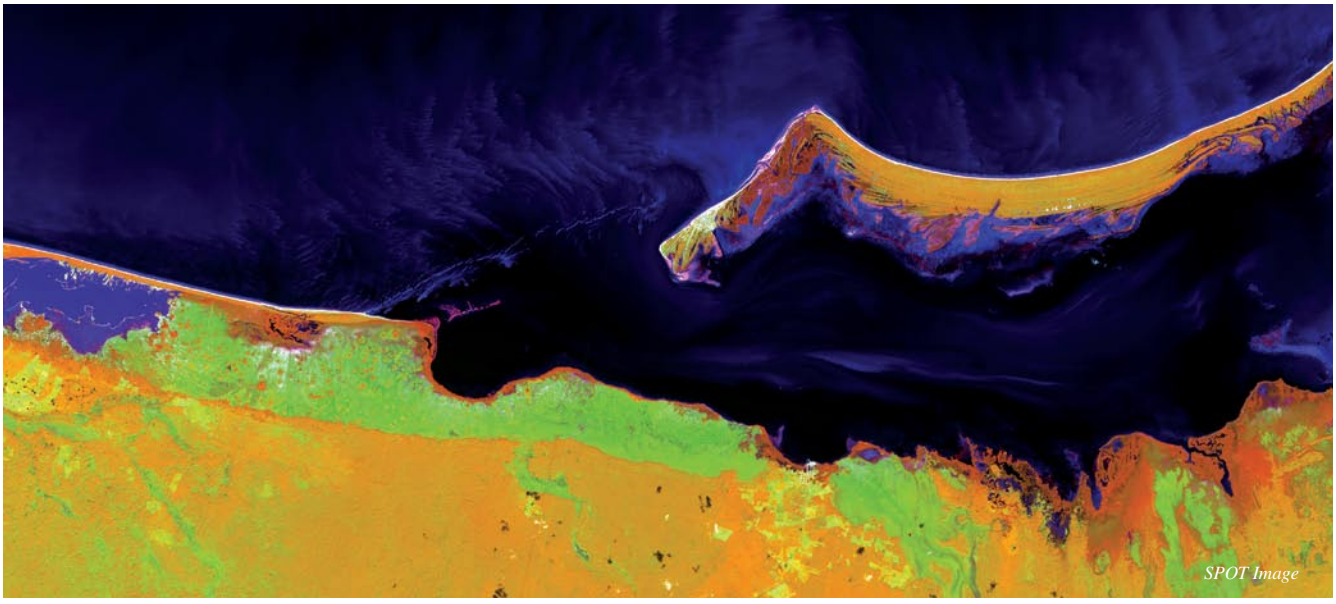


Imagen de satélite SPOT 5 (bandas 3, 4, 2) en donde se ve la distribución de los manglares de Holbox, Yucatán en rojo.

III.4 Resultados

El principal resultado de este proceso fue la obtención de una cartografía del ecosistemas de manglar a nivel nacional a una escala 1:50 000, además de cartografía a escala regional y una evaluación de la superficie del país cubierta por este ecosistema (figura 2).

La superficie de manglar estimada para México fue de 655 667 hectáreas, a una escala cartográfica de 1:50 000.

En la tabla 2 se muestra la superficie ocupada por los manglares en cada una de las entidades federativas con litoral, de acuerdo a la regionalización elaborada por los especialistas para su estudio.

Los ecosistemas de manglar están presentes en los 17 estados de la República con litoral. El estado de Campeche es el que posee la mayor superficie de manglar del país (29.9%), seguido por Yucatán, Sinaloa y Nayarit (12.2, 10.8 y 10.2%, respectivamente). Los estados con menor cobertura fueron Colima, Tamaulipas y Baja California. Los valores obtenidos están por debajo de los datos proporcionados en las Series I, II y III de INEGI, que reportan cifras de entre 900 000 y poco más de un millón de hectáreas. Estas diferencias se deben, entre otras razones, a que en cada ejercicio se utilizaron distintos insumos, distintos métodos y escalas cartográficas diferentes. Por ejemplo, para la Serie I se utilizó la interpretación de fotografías aéreas y se realizó la verificación de campo, mientras que

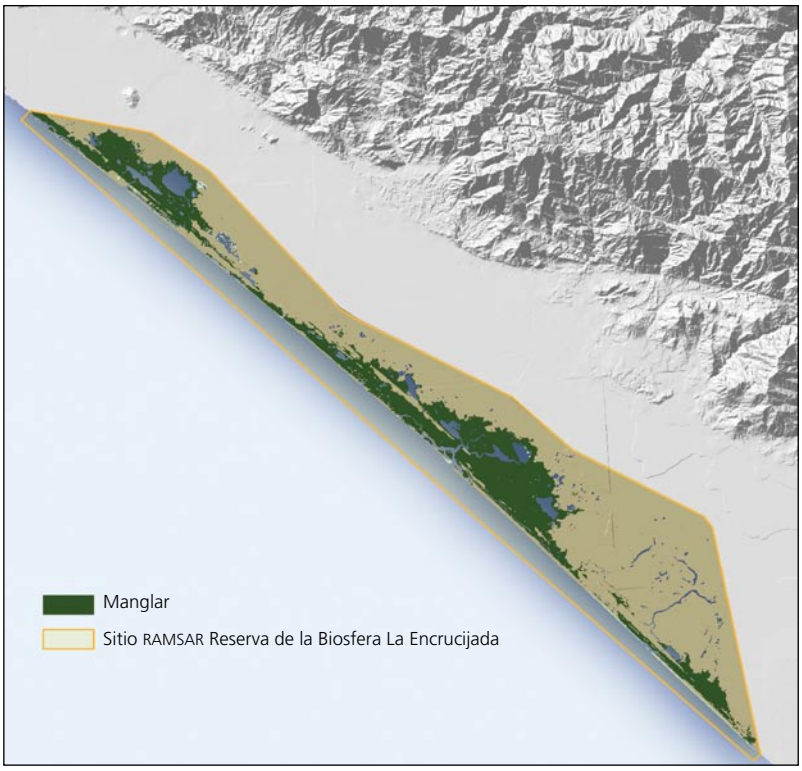
Figura 2. **Distribución de los manglares en México**

en el trabajo realizado por CONABIO se utilizan imágenes de satélite (tabla 3).

Para evaluar el resultado de la clasificación se realizó trabajo de campo para obtener registros de la posición de las áreas con cobertura de manglar y comprobar la veracidad de la interpretación de las imágenes. El trabajo de campo que realizó la CONABIO con ayuda de diferentes instituciones incluyó a Marismas Nacionales en Nayarit, Alvarado en Veracruz, costa de Jalisco, Parque Nacional Lagunas de Chacahua en Oaxaca, Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an en Quintana Roo, Laguna Madre en Tamaulipas, Laguna de Mecoacan en Tabasco y Celestún y Progreso en Yucatán. En agosto de 2007 se contaba con 1 041 registros de campo para todo el país, obtenidos con la participación de instituciones regionales de gobierno y de investigación.

Tabla 2. **Superficie de la cobertura de manglares**

Región	Estado	Cobertura a escala 1:50 000 (ha)
Pacífico Norte	Baja California	28
	Baja California Sur	24,327
	Sinaloa	71,225
	Sonora	9,353
	Nayarit	66,977
Pacífico Centro	Jalisco	2,023
	Colima	3,192
	Michoacán	1,500
Pacífico Sur	Guerrero	8,093
	Oaxaca	15,718
	Chiapas	39,707
Golfo de México	Tamaulipas	2,410
	Veracruz	34,089
	Tabasco	35,191
Península de Yucatán	Campeche	196,552
	Quintana Roo	64,755
	Yucatán	80,528
Total		**655,667**



Sitio Ramsar y manglar en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas.
Foto Joanna Acosta

Con esta información se evaluó la exactitud del mapa con una matriz de error obtenida para la República Mexicana. Se utilizó el coeficiente de exactitud global que indica un valor mayor a 0.8 que se considera como satisfactorio para el proceso de clasificación. Sin embargo, algunas regiones en el país presentaron valores de exactitud no satisfactorios, como fue el caso de los estados de Jalisco, Oaxaca y Tamaulipas, con valores cercanos a 0.4.

Debido a estos resultados y a la importancia de tener una precisión satisfactoria para todas las regiones con manglares, se acordó con diferentes instituciones, realizar una nueva validación en los sitios para los que no se tenían registros de campo. La Secretaría de Marina (SEMAR) fue la institución líder, proporcionando infraestructura y personal para la obtención de esos nuevos registros. Además otras instituciones académicas proporcionaron registros adicionales resultado de sus propias investigaciones. Hasta enero de 2008 se cuenta con 1 300 nuevos puntos de verificación proporcionados por distintas instituciones, con lo que se dispone actualmente con registros de campo de 2 341 sitios (figura 3) que han permitido validar la mayor parte de la extensión de manglares detectada con el análisis de las imágenes de satélite. Se espera que para el primer trimestre de 2008 se tenga ya la validación completa de la cartografía con una exactitud satisfactoria para todas las regiones, inclu-

Tabla 3. **Resumen de los métodos utilizados por INEGI y por CONABIO**

Mapa	Insumo	Escala cartográfica	Fecha de los datos	Fecha de elaboración
Serie I	Fotografía aérea	1:250 000	1970-1979	1980 - 1991
Serie II	Imágenes de satélite Landsat (30 m de resolución espacial)	1:250 000	1993-1997	1996-1999
Serie III	Imágenes de satélite Landsat (30 m de resolución espacial)	1:250 000	2000-2002	2003-2004
CONABIO-Proyecto manglares de México	Imágenes de satélite SPOT (10 m de resolución espacial)	1:50 000	2003-2007 83% de los datos corresponden a 2005 y 2006	2006-2007

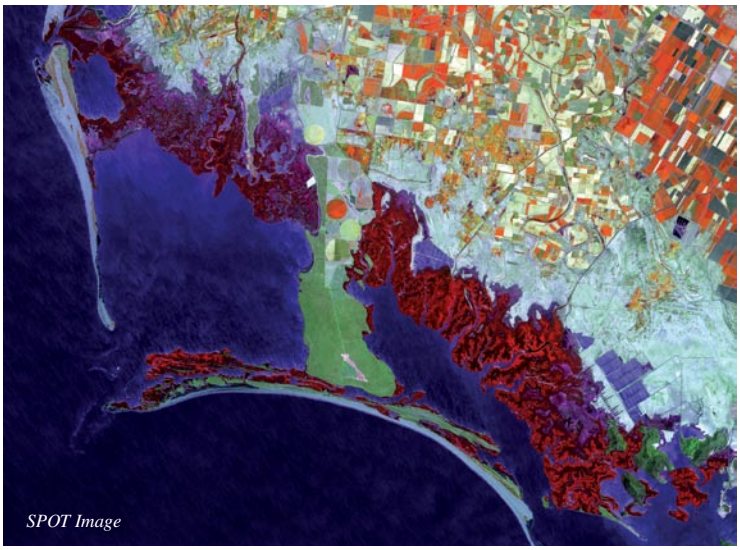


Imagen de satélite SPOT 5 (bandas 3, 4, 2) en donde se ve la distribución de los manglares de Bahía Lechuguilla, Sinaloa en rojo.

Inflorescencias de mangle blanco, El Tecuán, Jalisco.
Foto: Gabriel Gutiérrez

yendo aquellas entidades federativas donde se presentaron deficiencias en dicha exactitud. De esta manera se harán los ajustes correspondientes y se dispondrá del dato más preciso de la superficie de cobertura de manglar en el territorio nacional con altos niveles de exactitud.

Un resultado relevante derivado de la elaboración del inventario es que del total de la superficie de manglar existente, el 43% es superficie que se encuentra decretada como Área Natural Protegida (ANP). Ello significa que 280 573 hectáreas de manglar se encuentran reguladas bajo el régimen de protección especial que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) prevé para las ANP. De acuerdo a la legislación vigente, la superficie de manglar dentro de estas áreas está sujeta a los Programas de Conservación y Manejo que guían las actividades de sus recursos naturales.

Por otro lado, con el inventario también se determinó que 30 sitios cubiertos de manglar están inscritos en la convención internacional Ramsar para la protección de los humedales del mundo. Dicha superficie asciende a 420 244 hectáreas que representa el 64% de la superficie total de cobertura de manglar en México. De acuerdo a ello, se tiene la obligación de desarrollar programas de conservación en dichas áreas incluidas como sitios Ramsar en la Lista de Humedales de Importancia Internacional.

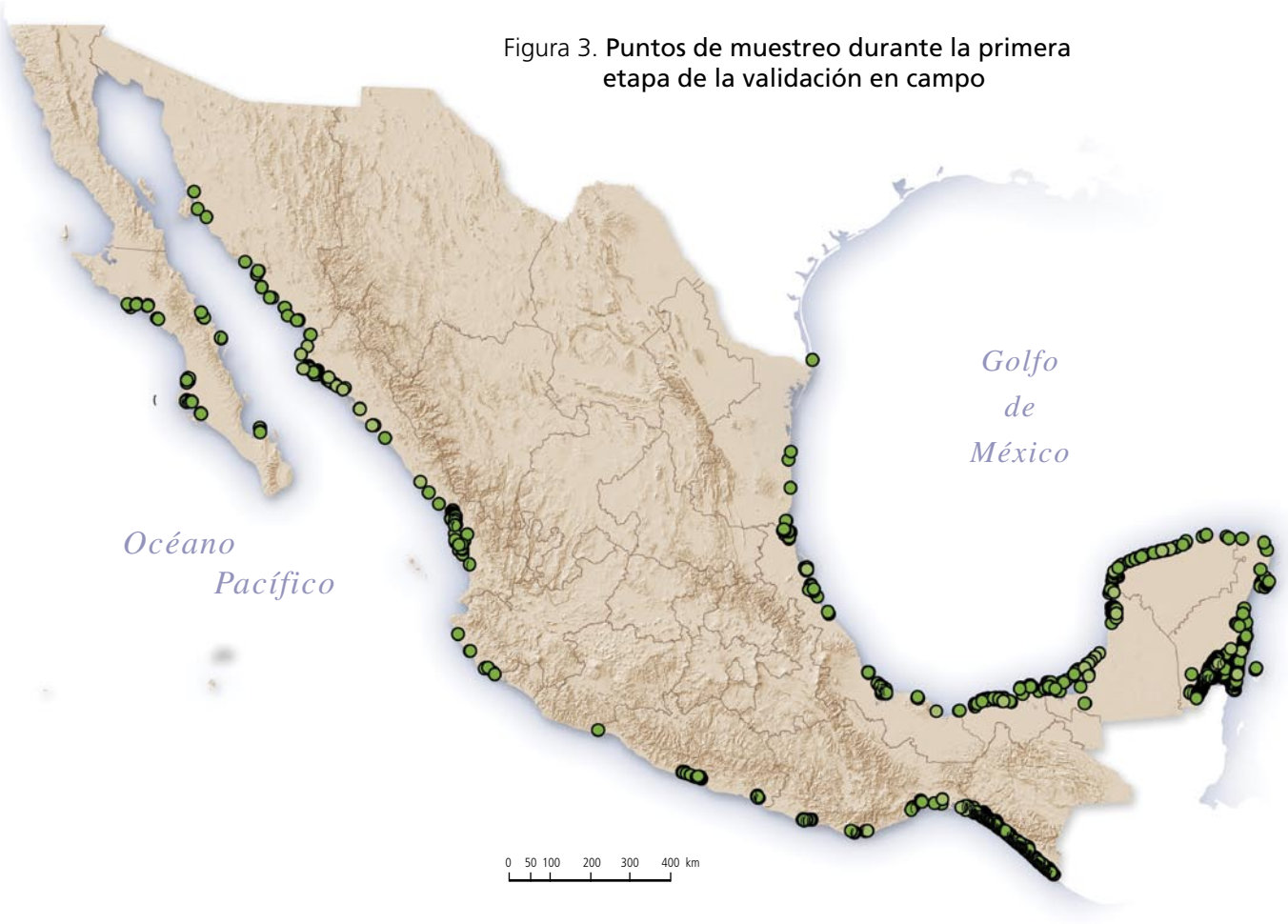


Figura 3. **Puntos de muestreo durante la primera etapa de la validación en campo**

III.5 Priorización

Para la elaboración y la validación de resultados del Inventario Nacional de Manglares, la CONABIO realizó dos talleres con especialistas en manglar. El primero se llevó a cabo el 16 de junio de 2006 y el segundo el 3 y 4 de septiembre de 2007.

En el primer taller se informó sobre las actividades del programa de manglares de la CONABIO y se impulsó el intercambio de información existente de las diferentes instituciones en México que están trabajando en este tema. Además se plantearon las estrategias a seguir para la conformación de la Red de Monitoreo de Manglares de México (RMMM) y se definieron las necesidades y requisitos de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para los manglares de México.

En el segundo taller se trabajó en la validación de la cartografía de los manglares de México escala 1:50 000 y se lograron establecer los lineamientos para la validación en campo de la misma. Además, se identificaron 55 áreas de manglar prioritarias por su relevancia biológica y con necesidades inmediatas de rehabilitación ecológica. Finalmente se desarrollaron las líneas a seguir en la conformación de la RMMM.

En el anexo 1 está la lista de los especialistas que participaron en los talleres y en el anexo 2 se incluye la lista de los sitios prioritarios de conservación de manglares identificados por los expertos durante el segundo taller.

Mangle rojo, Alvarado, Veracruz.
Foto: Alma Vázquez

III.6 Créditos y agradecimientos

En el diseño y elaboración del programa de monitoreo sistematizado a largo plazo a través de indicadores ambientales para determinar las condiciones de la vegetación y los principales agentes de transformación de los manglares de México, y su primera etapa que tuvo como principales resultados los descritos en la sección III.3 del presente documento, participaron y continúan haciéndolo numerosos especialistas, diversas instituciones y personal de varias dependencias gubernamentales, incluida la propia CONABIO. Sin su ayuda y generosa colaboración este trabajo no hubiera podido realizarse. Aunque difícilmente podemos citar a todos los que han contribuido a este trabajo, a continuación hacemos mención de aquellos que tuvieron una participación más destacada, y de antemano ofrecemos una disculpa si hubiera alguna omisión al respecto.

Además de los especialistas que participaron en los talleres, y que se citan en el Anexo 1, también se recibió la valiosa contribución de las instituciones que se relacionan en el Anexo 3.

Las responsables y coordinadoras de esta etapa del programa de monitoreo sistematizado a largo plazo de los manglares de México, por parte de la CONABIO, son la M. en C. Joanna Acosta Velázquez y la M. en C. Ma. Teresa Rodríguez Zúñiga, con quienes colaboraron la Pas. Geóg. Margarita Ascención Merino, el Dr. Sergio Cerdeira Estrada, la Geog. María Isabel Cruz López, el Dr. Rainer Ressl, el Geóg. Rodrigo Ricardo García Campos, el Mat. Javier J. Colín López, el Biól. Daniel Ocaña Nava y el Ing. Raúl Jiménez Rosenberg, de la Dirección de Geomática y la Dirección General de Bioinformática de la Comisión.

De manera especial agradecemos al Dr. Jorge López Portillo del INECOL, A.C. y al Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández del Colegio de Posgraduados su valiosa colaboración como asesores del proyecto. También al Dr. Arturo Ruiz Luna del CIAD-Mazatlán, Dr. Cristian Tovilla de ECOSUR- Tapachula, M. en C. Humberto Hernández de la UJAT, Biól. León Gómez del INECOL por sus valiosas contribuciones. Así mismo agradecemos al Biól. Francisco Takaki, Biól. Sandra Mora Corro, Biól. Carlos Zermeño Benítez del INEGI-Aguascalientes, y al Ing. Rigoberto Palafox Rivas y al Mtro. Alberto Sandoval Uribe de la CONAFOR por su disponibilidad y por el intercambio de experiencia e información a lo largo del proyecto. Al M. en C. Pedro Ramírez García y a la Pas. Biól. Alma Delia Vázquez Lule del IB-UNAM, al M. en C. Gabriel Gutiérrez Granados del Instituto de Ecología-UNAM, al Ing. Víctor Vega Sánchez del INEGI-Culiacán, al personal de la Reserva de la Biosfera Sian Ka´an, al personal del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, al M. en C. Francisco de Asís Silva Bátiz y su grupo de trabajo de la U. de G. y a la Cooperativa Pesquera Cruz de Loreto en Guadalajara, al Dr. Jorge Herrera, Dr. Jorge Eúan y Dra. Ma. de los Ángeles Liceaga del CINVESTAV-Mérida, a la Dra. Silvia Casas de la UAT, a la Biól. Gloria Tavera Alonso Directora del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, por su apoyo, intercambio de experiencia e información y participación en el trabajo de campo.

Manglares en Sonora.
Foto: Joanna Acosta

IV. ACCIONES A FUTURO PARA LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS MANGLARES

El inventario de manglares de México permite conocer a escala 1:50 000 dónde en el territorio del país existía este ecosistema y la extensión que ocupaba entre 2005 y 2007, intervalo aproximado como se indica en la sección III.3, y sirve también como línea base o punto de partida para otras acciones.

IV.1 Evaluación de los cambios en la cobertura de los manglares de México en los últimos 30 años

Usando el mismo método que se empleó en la elaboración del inventario, que probó ser una evaluación robusta, la CONABIO realizará una reconstrucción histórica de la cobertura de manglar para cada entidad federativa que se tenía hace alrededor de 30 años. A partir de imágenes de satélite de los archivos históricos de 1975 a 1978, y aplicando el citado método, se podrá conocer la superficie de manglar que disponía México en aquel entonces.

Adicionalmente, se identificarán los principales factores que a lo largo del tiempo han afectado la cobertura de manglar. Se investigará cuáles son las principales presiones que han tenido los manglares, los factores que han favorecido su conservación y las actividades cuyo desarrollo han resultado en una pérdida de la superficie de manglar, y se analizarán.

Los resultados que se obtengan no serán un ejercicio meramente académico; tendrán aplicaciones prácticas concretas. Entre otras cosas, se podrán comparar las distintas alternativas de desarrollo e identificar aquellas acciones que han favorecido el desarrollo sustentable de las comunidades rurales asentadas cerca de las áreas de manglar.

A partir de lo anterior, se pueden diseñar políticas y prácticas que a la par de ser congruentes con el desarrollo humano y comunitario, tracen líneas estratégicas de conservación y restauración de los manglares de manera clara y contundente. Se contribuirá a fortalecer aquellas actividades que, respetando la estructura y función del ecosistema, permiten desarrollar actividades productivas que favorecen el bienestar de las comunidades, de modo que se aprovechen de manera óptima los servicios ambientales que brindan los manglares.

Desarrollo turístico en Puerto Morelos, Quintana Roo.
Foto: Tania Urquiza

IV.2 Monitoreo a largo plazo de los manglares

Desde luego, no es suficiente conocer la situación de los manglares de México en la actualidad y en el pasado. Es importante establecer un programa para monitorear en adelante y a largo plazo qué ocurre con estos ecosistemas; esto contribuirá a conservarlos. El inventario llevado a cabo servirá de línea base para este monitoreo.

En junio de 2007, la CONABIO a través de su Programa de Restauración y Compensación Ambiental, convocó a las dependencias gubernamentales, asociaciones civiles, universidades y centros de investigación, para que presentaran propuestas de monitoreo de manglares en México. Los proyectos recibidos se sujetaron a un proceso de evaluación externa mediante el cual se seleccionaron los mejores para otorgarles financiamiento. Los cuatro proyectos que serán apoyados se enlistan en la tabla 4 y con ellos se inicia un programa de monitoreo de manglares de México a largo plazo. Este programa continuará incorporando nuevos proyectos que respondan a las próximas convocatorias que se emitan con ese propósito.

Los trabajos encaminados a la caracterización de los manglares, el inventario y el monitoreo en sitios específicos, serán actividades prioritarias que ampliarán el conocimiento que se disponga en entidades federativas en las que se han identificado necesidades urgentes de conservación y esquemas regionales de manejo como es el caso del Golfo de México.

Se han iniciado los trabajos de identificación de sitios prioritarios de conservación y sitios viables de restauración de cobertura de manglar. Proyectos encaminados a estos trabajos así como el desarrollo de técnicas de restauración y manejo estarán dentro de las líneas de investigación que a futuro deban desarrollarse (anexo 1).

IV.3 Red Mexicana de Monitoreo de los Manglares

Como parte del programa de manglares se ha impulsado la conformación de una Red de Monitoreo de los Manglares de México (RMMM) para que se constituya en una herramienta importante en la toma de decisiones de las autoridades e instituciones correspondientes en lo que respecta a la conservación, manejo y restauración ecológica de los manglares del país. En este sentido ya se cuenta con un Directorio de expertos, que se encuentra disponible en la página web de la CONABIO (www.conabio.gob.mx/institucion/redes/doctos/directorio.html), que a enero de 2008, estaba integrado por 92 personas de 56 instituciones en 22 estados de la República y al que se pretende incorporar al mayor número de especialistas del país.

El INE, la CONAFOR, la CONANP y la CONABIO están participando de manera coordinada para fortalecer el desarrollo de dicha red, vinculando sus trabajos institucionales que versan sobre los man-

Tabla 4. **Proyectos aprobados en el marco de la convocatoria de programas de monitoreo de manglares de México**

Número referencia	Título	Responsable	Institución
FN004	Evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biosfera Los Petenes con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo.	M Espinosa	Asociación Territorios Vivos, A.C.
FN005	Inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca.	C. Tovilla	ECOSUR Tapachula
FN007	Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: inicio de una red multi-institucional.	J.A. López-Portillo	INECOL, A.C.
FN008	Programa para la caracterización y el monitoreo de los manglares de la zona costera de Tabasco en el Golfo de México.	H. Hernández	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

glares con la participación y asesoría de dichos expertos. De esta manera se ha estado generando una sinergia institucional en la que el sector académico está participando de manera decidida en los procesos de toma de decisiones de las autoridades. Todo ello está repercutiendo favorablemente en las políticas gubernamentales orientadas a la conservación de los manglares.

La SEMARNAT tiene definida una clara política de conservación para los humedales de México que permita conservar y ampliar la superficie de manglar garantizando que los procesos físicos, químicos y biológicos del ecosistema se mantengan y sigan brindando los servicios ambientales que prestan. La Estrategia Nacional para el Cambio Climático valora la contribución que los manglares realizan como sumidero de gases efecto invernadero.

Las políticas públicas se verán fortalecidas si los procesos de toma de decisiones toman en cuenta y se alimentan por el conocimiento científico generado por los grupos académicos establecidos en el país. La comunidad de expertos en manglar es una comunidad que ha demostrado su calidad académica, ha sabido transmitir la importancia de los manglares para la preservación de la biodiversidad del país y ha interactuado con las autoridades gubernamentales de los tres niveles de gobierno para que los proyectos gubernamentales y privados respeten el equilibrio ecológico y no impliquen la destrucción de los manglares de México.

La SEMARNAT, a través de la RMMM, tendrá un fuerte apoyo académico para que, en el ejercicio de sus atribuciones legales, pueda resolver con el mejor conocimiento científico disponible las solicitudes de proyectos de desarrollo formulados por entidades públicas y/o privadas que están sujetas a las disposiciones ambientales previstas en la legislación.

La RMMM es un proyecto en marcha que en poco tiempo quedará consolidado y será la instancia de intercambio de conocimientos, experiencias y metodologías de los estudiosos de los manglares en México. Se busca que dicha red quede integrada como grupo a la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (RedMex-LTER).

IV.4 Estrategia Nacional para la Atención de Humedales Costeros en particular los Ecosistemas de Manglar

Canal Los Morillos, Marismas Nacionales, Nayarit.
Foto: Carlos Villar

Además de lo realizado bajo la coordinación de la CONABIO para obtener el Inventario Nacional de Manglares, conocer su estado hace 30 años e iniciar su monitoreo a largo plazo, hay otros esfuerzos que se realizan por parte de instituciones académicas, organizaciones de la sociedad civil y el sector gubernamental. Entre éstos cabe mencionar que la SEMARNAT en el marco del Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 ha formulado la Estrategia Nacional para la Atención de Humedales Costeros en particular los Ecosistemas de Manglar.

CONCLUSIONES

En la primera etapa del proyecto se obtuvieron resultados confiables sobre la distribución y extensión actual de los manglares de México, por lo que la cifra reportada de 655 667 hectáreas es la cifra más aproximada de los manglares en el país; los datos que se presentan tienen un desfase de hasta varios años de acuerdo con la fecha de la toma de las imágenes, como se explica en la sección III.3. Asimismo se hizo una priorización preliminar de los manglares del país.

Como ya se mencionó, las cifras oficiales en los últimos años reportan un área de alrededor de las 900 000 hectáreas, lo que representaría una diferencia de más de 240 000 hectáreas, con relación al área obtenida por la CONABIO, si las cifras fueran comparables. Sin embargo, esta comparación no es posible hacerla debido a que los métodos y escalas usados en los diferentes trabajos con los que se obtuvieron dichas cifras son distintos.

En la segunda etapa del proyecto que inicia en 2008 se pretende estimar la tasa de cambio e identificar los principales agentes de transformación de los manglares del país en un periodo aproximado de 17 años (±13 años), con lo cual se podrán proporcionar cifras de deforestación usando datos de hasta 30 años atrás.

Con relación a las últimas evaluaciones de manglar llevadas a cabo en México, es importante señalar que los mecanismos de clasificación de las coberturas, evaluación y verificación han quedado claramente definidos y acordados a nivel interinstitucional (INE, INEGI, SEMARNAT, CONAFOR, CONABIO), definiéndose los términos de referencia para la elaboración del Inventario Nacional Forestal así como de futuros inventarios, lo que da certeza y confiabilidad a los resultados, pero sobre todo permite que se realicen comparaciones temporales que facilitarán la determinación de tendencias, la evaluación de tasas de deforestación más precisas y la posibilidad efectiva de planeación y manejo de los recursos forestales.

Los logros que se han tenido en la primera etapa del proyecto son importantes, y van desde la estimación de la distribución de los manglares a nivel nacional a una escala 1:50 000, el conocimiento general de la relación de la estructura de los manglares con las características espectrales de las imágenes de satélite, la definición de métodos para distinguir los manglares a partir de imágenes SPOT, hasta la organización de un un directorio en línea de expertos de México en el tema, la conformación de un biblioteca digital también en línea y la organización y acuerdos (métodos, definiciones, etc.) que se han logrado con los expertos de las diferentes instituciones (academia, gobierno y ONG), que incluye el impulso a la creación de la Red Mexicana de Monitoreo de Manglares.

Finalmente, cabe mencionar que el monitoreo de los manglares de México llevará al mejor entendimiento de los procesos que regulan, mantienen o eliminan a este ecosistema, ya que por su condición de ambientes costeros y ecosistemas terminales de las cuencas hidrográficas, dependen en buena medida de factores externos de gran escala; este monitoreo será un auxiliar en la evaluación de los diferentes enfoques de manejo existentes y sus impactos sobre el ecosistema.

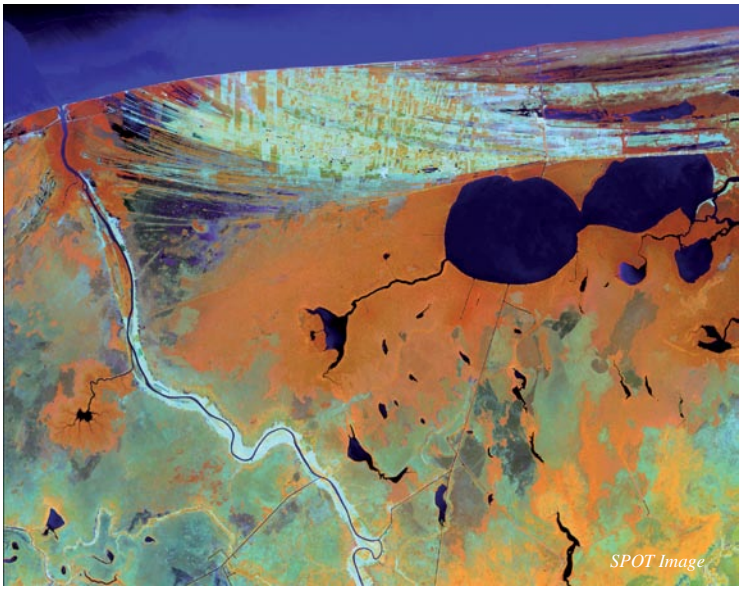


Imagen de satélite SPOT 5 (bandas 3, 4, 2) en donde se ve la distribución de los manglares de la Laguna de Términos, Campeche en naranja.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Velázquez J., M.T. Rodríguez-Zuñiga, S. Cerdeira-Estrada, I. Cruz; R. Ressl y M. Ascensión. 2007. Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1a. etapa, Informe del Proyecto DQ056, CONABIO, 69 p., México.

Mittermeier, R.A. y C. Goettsch de Mittermeier. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de México. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (comps.). *México ante los Retos de la Biodiversidad.* National Commission for Biodiversity of Mexico (CONABIO). 63-73.

Ruiz-Luna A., J. Acosta-Velázquez y C.A. Berlanga Robles (en prensa). *On the reliability of the data of the extent of mangroves: A case study in Mexico*. Ocean and Coastal Management.

Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Alvarado, Veracruz.
Foto: Joanna Acosta

ANEXO 1. PARTICIPANTES EN LOS TALLERES RELACIONADOS CON EL INVENTARIO NACIONAL DE MANGLARES

TALLER DE CONSULTA PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS MANGLARES DE MÉXICO
CONABIO
16 de junio de 2006, Ciudad de México

Nombre	Institución	Entidad
Biol. Ma. de la Luz Avelarde Gómez	Estero del Salado	Jalisco
Biol. Patricia González	PRONATURA-Chiapas	Chiapas
Dr. Gustavo Carmona	Universidad Veracruzana	Veracruz
M. en C. Arturo Zaldívar	CINVESTAV-Merida	Yucatán
Dr. Jorge López Portillo	INECOL	Veracruz
Dr. Cristian Tovilla Hernández	ECOSUR	Chiapas
Dr. Juan Ignacio Valdez	Colegio de Posgraduados	Estado de México
Dra. Claudia Agraz	Universidad Autonoma de Campeche	Campeche
M. en C. Pedro Ramírez Armora	IB-UNAM	Distrito Federal
Dra. Melanie Vogel	DLR-Universidad de Wuerzburg	Alemania
Biol. Sandra Mora Corro	INEGI	Aguascalientes
Ing. Rigoberto Palafox Rivas	CONAFOR	Jalisco
Geog. Rigel Zaragoza	INE	Distrito Federal
M. en C. Berenice Farfán Heredia	CONANP	Michoacán
Dr. Rainer Ressl	CONABIO, Director de Geomática	Distrito Federal
Geog. Isabel Cruz Lopez	CONABIO, Coordinadora de Percepción Remota	Distrito Federal
M. en C. Verónica Aguilar Sierra	CONABIO, Coordinador de Información y Servicios Externos	Distrito Federal
M. en C. Joanna Acosta	CONABIO, Coordinación de Percepción Remota	Distrito Federal
M. en C. Ma. Teresa Rodríguez	CONABIO, Coordinación de Percepción Remota	Distrito Federal
Geog. Rodrigo García	CONABIO, Coordinación de Percepción Remota	Distrito Federal
Pas. Geo. Araceli Pérez Bello	CONABIO, Coordinación de Percepción Remota	Distrito Federal
Biol. Daniel Ocaña	CONABIO, Subdirección de SIG	Distrito Federal
Mat. Javier Colin	CONABIO, Subdirección de SIG	Distrito Federal
Dr. Eduardo Morales	CONABIO, DTAP	Distrito Federal
Biol Sonia Alejandra Careaga Olvera	CONABIO, DTAP	Distrito Federal

2° TALLER DE CONSULTA PARA EL PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS MANGLARES DE MÉXICO
CONABIO
3 y 4 de septiembre de 2007, Ciudad de México

Nombre	Institución	Grupo de Trabajo
M. en C. Joanna Acosta	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Pacífico Norte
Dr. Jorge Cid	Universidad de Occidente	Pacífico Norte
M.en C. Roberto Marquez Huitzil	Instituto de Ecología	Pacífico Norte
Dr. Arturo Ruiz Luna	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.	Pacífico Norte
Biol. Ma. Lourdes Gutiérrez	Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros	Pacífico Norte
Geog. Leonel Álvarez	Instituto de Ecología	Pacífico Centro
Biol. Daniel Ocaña Nava	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Pacífico Centro
M. en C. Francisco de Asís Silva	Universidad de Guadalajara	Pacífico Centro
Dr. Juan Ignacio Valdez Hernández	Colegio de Postgraduados	Pacífico Centro
Dra. Claudia Agraz Hernández	Universidad Autónoma de Campeche	Península de Yucatán
Dr. Sergio Cerdeira Estrada	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Península de Yucatán
Geóg. Gerardo García Contreras	Pronatura Península de Yucatán	Península de Yucatán
Tte. Biol. Elizabeth Herrera	Secretaría de Marina	Península de Yucatán
Dr. Jorge Herrera Silveira	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Mérida	Península de Yucatán
M.en C. Arturo Garrido	Instituto de Ecología	Península de Yucatán
M.en C. Humberto Hernández Trejo	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Golfo de México
Dr. Jorge López-Portillo	Instituto de Ecología A.C.	Golfo de México
M. en C. Pedro Ramírez García	Instituto de Biología, UNAM	Golfo de México
Biol. León Rodríguez Gómez	Instituto de Ecología A.C.	Golfo de México
M. en C. María Teresa Rodríguez Zúñiga	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Golfo de México
Pas de Biól. Alma Delia Vázquez Lule	Instituto de Biología, UNAM	Golfo de México
Geog. Rigel A. Zaragoza	Instituto de Ecología	Golfo de México
Pas. de Biól. Jazmín Haydeé González Rivera	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Golfo de México
Biól. Sandra Mora	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática	Pacífico Sur
M. en C. Ma. Luisa Cuevas Fernández	Instituto de Ecología	Pacífico Sur
M.en C. Verónica Aguilar Sierra	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Pacífico Sur
Biol. Edmundo Aguilar	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	Pacífico Sur
M. en C. Abigaíl Uribe	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Pacífico Sur

Colaboradores que no estuvieron asignados a un grupo en específico

Pas. de Geóg. Margarita Ascención Merino	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Geog. María Isabel Cruz López	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Mtro. Luis Fueyo McDonal	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Ing. Raúl Jiménez Rosenberg	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Ing. Gerardo López Saldaña	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Pas, de Geóg. Araceli Pérez Bello	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Dr. Rainer Ressl	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Ing. Luis Sánchez Martínez	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Dra. Mariana Tarín Toledo Aceves	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

ANEXO 2. SITIOS PRIORITARIOS DE CONSERVACIÓN DE MANGLARES

A continuación se presentan los 55 sitios de manglar, agrupados por regiones, identificados en el "2° Taller de consulta para el programa de monitoreo de los manglares de México" celebrado el 3 y 4 de septiembre de 2007, así como el formato de ficha técnica que se elaborará para cada uno de ellos.

La presente es una lista preliminar de sitios y las fichas técnicas se están elaborando y se sujetarán a un proceso de revisión; dichas fichas serán publicadas en la página de la CONABIO:

www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/manglares.html

Una recomendación surgida del taller es que los programas de rehabilitación de cualquier sitio consideren previamente a sus acciones un estudio de caracterización y factibilidad para aumentar el éxito en las medidas de rehabilitación que se apliquen.

Identificación de sitios Región Golfo de México

Número	Estado	Nombre
	Tamaulipas	Pendiente no hubo representante
1	Veracruz	Pueblo Viejo
2	Veracruz	Tuxpan
3	Veracruz	Temix Estero Juan González
4	Veracruz	Boca de Lima
5	Veracruz	Ciénega del fuerte
6	Veracruz	Tecolutla
7	Veracruz	Nautla
8	Veracruz	La Mancha
9	Veracruz	Arroyo Moreno
10	Veracruz	Mandinga
11	Veracruz	Alvarado
12	Veracruz	Sontecomapan
13	Veracruz	Ostión
14	Veracruz	Coatzacoalcos
15	Tabasco	Estero del río Tonalá y laguna El Yucateco
16	Tabasco	Laguna La Palma
17	Tabasco	Lagunas Mecoacán, Julivá, Santa Anita
18	Tabasco	La Victoria, Centla
19	Tabasco	Cascadas de Reforma, Balancán

Identificación de sitios Región Pacífico Centro

Número	Estado	Nombre
1	Jalisco	Laguna Barra de Navidad
2	Jalisco	Sistema Chamela-Cuixmala
3	Jalisco	Laguna de Chalacatepec
4	Jalisco	Sistema Agua Dulce-El Ermitaño
5	Colima	Laguna de Cuyutlán
6	Michoacán	Laguna El Caimán

Identificación de sitios Región Pacífico Norte

Número	Estado	Nombre
1	Baja California Sur	Bahía Magdalena
2	Baja California Sur	San Ignacio (Bocana al Datil)
3	Sonora	Estero El Sargento - Isla Tiburón
4	Sonora	Bahía Los Lobos
5	Sinaloa	Santa María, Topolobampo, Ohuira
6	Sinaloa	San Ignacio, Navachiste, Macapule
7	Sinaloa	Santa María - La Reforma
8	Sinaloa - Nayarit	Teacapán-Marismas Nacionales

Identificación de sitios Región Pacifico Sur

Número	Estado	Nombre
1	Guerrero	Chantecuan
2	Guerrero	Boca del Rio de la Unión
3	Guerrero	Boca de Pantla
4	Guerrero	Ixtapa
5	Guerrero	Coyuca-Mitla
6	Guerrero	Laguna El Potosí
7	Oaxaca	Chacahua-Pastoria
8	Chiapas	Mar Muerto
9	Chiapas	La Joya
10	Chiapas	La Encrucijada
11	Chiapas	Los Patos
12	Chiapas	Cabildo Gancho-Murillo

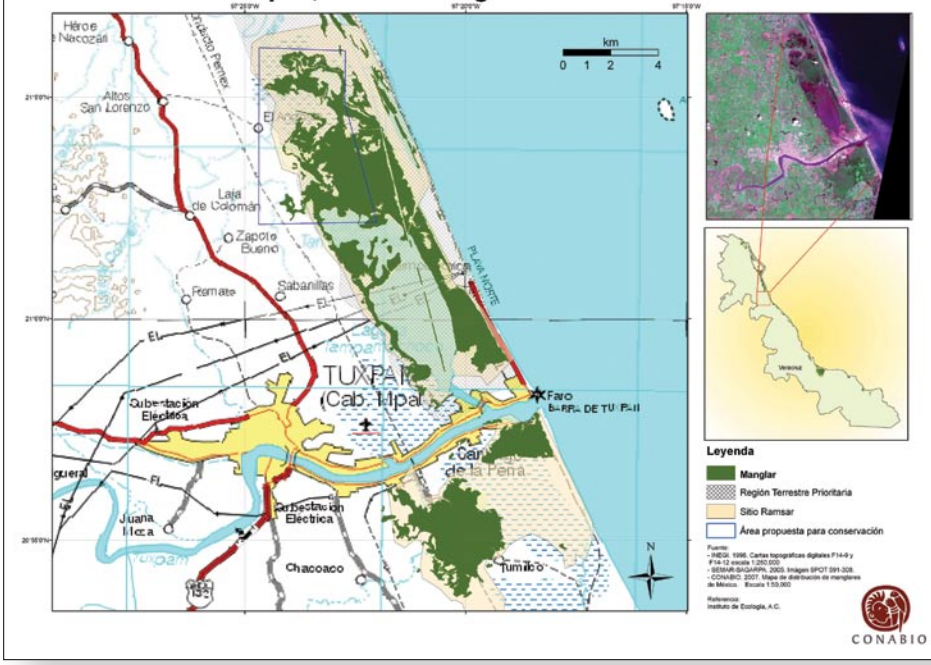
Identificación de sitios Región Península de Yucatán

Número	Estado	Nombre
1	Campeche	Laguna de Términos
2	Campeche	Champotón-Campeche
3	Campeche-Yucatán	Petenes-Celestun-Palmar
4	Yucatán	Sisal-Dzilam
5	Yucatán-Quintana Roo	San Felipe-Chacmocchuk
6	Quintana Roo	Cancún-Tulum
7	Quintana Roo	Sian Ka´an-Xcalak
8	Quintana Roo	Chetumal
9	Quintana Roo	Cozumel
10	Quintana Roo	Chinchorro

Ejemplo de ficha técnica que se elaborará para cada uno de los manglares prioritarios identificados en el 2° Taller de consulta para el programa de monitoreo de los manglares de México.

Ficha prototipo

Áreas de manglar de relevancia biológica y de rehabilitación ecológica
Tuxpan, Veracruz. Región Golfo de México.



Ficha prototipo

Identificación de áreas de manglar de relevancia biológica y de rehabilitación ecológica

Ficha de información técnica

Nombre del sistema: Tuxpan
Estado: Veracruz
Coordenadas extremas

	X	Y
Superior izquierda	97°24'30''	21°08'20''
Inferior derecha	97°17'30''	20°54'10''

a) CRITERIOS

Criterios de valor biológico	**Valor asignado**	**Posibles valores:**	**Observaciones**
1. Extensión del área de manglar	1	0 = < 10 km2 (< 1000 ha) 1 = 10 a 100 km2 (1 000 a 10 000 ha) 2 = 100 a 1 000 km2 (10 000 a 100 000 ha) 3 = >1 000 km2 (> 100 000 ha)	
2. Integridad ecológica funcional del área	3	0 = no se conoce 1 = muy bajo 2 = bajo 3 = medio 4 = alto	
3. Importancia de su función como corredor biológico entre áreas	3	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	
4. Presecia de fenómenos naturales "extraordinarios"	3	0 = no se conoce 1 = poco importante 2 = importante 3 = muy importante	
5. Presencia de endemismos	0	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	
6. Riqueza específica	3	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	
7. Centros de origen y diversificación natural	0	0 = no se conoce 1 = poco importante 2 = importante 3 = muy importante	
8. Centros de domesticación y/o mantenimiento de especies útiles	0	0 = no se conoce 1 = poco importante 2 = importante 3 = muy importante	

Ficha prototipo

Criterios de amenaza o riesgo	Valor asignado	Posibles valores:	Observaciones
1. Pérdida de la superficie original		0 = nulo 1 = bajo (0 a 30%) 2 = medio (30 a 60%) 3 = alto (60 a 100%)	No se conoce
2. Grado de fragmentación del área	0	0 = muy bajo 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	No se conoce
3. Cambios en la densidad de las poblaciones humanas	2	0 = negativo 1 = estable 2 = bajo 3 = alto	No se conoce
4. Presión sobre especies clave	1	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	No se conoce
5. Concentración de especies en riesgo	3	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	Especies de manglar
6. Prácticas de manejo inadecuado	3	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	

Criterios relativos a agentes de destrucción y/o perturbación	Valor asignado	Posibles valores:	Observaciones
1. Agricultura	4	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
2. Ganadería	4	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
3. Expansión urbana	3	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
4. Turismo	2	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	

Ficha prototipo

5. Acuacultura	3	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
6. Contaminación	0	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
7. Azolvamiento	4	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
8. Deforestación	4	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
9. Colecta de leña	2	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
10. Construcción de caminos	5	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	
11. Alteración del flujo hidrológico	5	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	La obstrucción del flujo benefició a una sección de manglar, pues no recibió el impacto de la cuña salina provocada por los canales de la CFE.
12. Especies introducidas	3	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	Casuarinas en la barra y pasto aleman en zonas de ganaderia.
13. Prácticas de manejo inadecuadas	5	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	

Ficha prototipo

14. Desecación o relleno de zonas inundables	4	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	En la construcción de los caminos para la construcción de torres de conducción de alta tensión
15. Presencia de plagas	0	0 = no se conoce 1 = no existe 2 = muy bajo 3 = bajo 4 = medio 5 = alto	

Criterios de oportunidad de conservación (por relevancia biológica) y de rehabilitación ecológica	**Valor asignado**	**Posibles valores:**	**Observaciones**
1. Proporción de áreas bajo algún tipo de manejo adecuado	0	0 = no se conoce 1 = bajo (0 a 30%) 2 = medio (30 a 60%) 3 = alto (60 a 100%)	
2. Importancia de los servicios ambientales	3	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	
3. Presencia de grupos organizados	2	0 = no se conoce 1 = bajo 2 = medio 3 = alto	

Criterios de categorización actual	**Valor asignado**	**Posibles valores:**	**Observaciones**
1. Área Natural Protegida		0 = No 1 = Si	
2. Región Terrestre Prioritaria	1	0 = No 1 = Si	
3. Región Marina Prioritaria		0 = No 1 = Si	
4. Región Hidrológica Prioritaria		0 = No 1 = Si	
5. Área de Importancia para la Conservación de las Aves		0 = No 1 = Si	
5. Sitio Ramsar	1	0 = No 1 = Si	

b) RECOMENDACIONES

Recomendación de acciones para el sitio	**Valor asignado**	**Posibles valores:**	**Observaciones**
Acciones para el sitio	2	0 = Conservación 1 = Rehabilitación 2 = Conservación y rehabilitación	
Propuestas para acciones de conservación	Ver esquema tuxpan	Ver esquema "muertos Tuxpan"	

Ficha prototipo

Propuestas para acciones de rehabilitación	Elevación del micro relieve en pro de restablecimiento de un flujo hídrico; Talleres de vinculación de la investigación académica con los sectores sociales.	

c) LINEAS PROPUESTAS PARA INVESTIGACION

Líneas de investigación propuestas		**Observaciones**
	Microrelieve y características edáficas vs Mangles	
	Respuesta fisiológica a cambios en el sistema	
	Análisis hisórico de cambio de uso de suelo	
	Demografía de especies de manglar	

d) CONTACTOS

Personas a contactar relacionadas con el llenado de esta ficha			
Nombre (indicar grado):	Jorge A. López-Portillo g.		
Insttitución:	Instituto de Ecología A. C.		
Teléfono:	12288421800	Correo-e	jorge.lopez.portillo@inecol.edu.mx
Nombre (indicar grado):	León Rodrigo Gómez Aguilar		
Insttitución:	Instituto de Ecología A. C.		
Teléfono:	12288421800	Correo-e	leonrodrigogomez@gmail.com
Nombre (indicar grado):	Víctor Vasquez		
Insttitución:	Instituto de Ecología A. C.		
Teléfono:	12288421800	Correo-e	vicvasmx@yahoo.com

e) REFERENCIAS

Referencias (Literatura consultada):	
1	
2	
3	
4	

ANEXO 3. INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL DE MANGLARES Y SU VALIDACIÓN

Agencia Aeroespacial Alemana
Asociación Territorios Vivos, A.C.
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida
Colegio de Posgraduados
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Comisión Nacional del Agua
Comisión Nacional Forestal
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros
Estación de Recepción México de la Constelación SPOT
Estero del Salado
H. Ayuntamiento de Cozumel
Instituto de Biología, UNAM
Instituto de Ecología, A.C.
Instituto de Ecología, UNAM
Instituto Nacional de Ecología
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
Pronatura - Península de Yucatán
Pronatura - Chiapas
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Secretaría de Marina
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SPOT Image
Universidad Autónoma de Campeche
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Universidad de Guadalajara
Universidad de Occidente
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Universidad Veracruzana

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
www.conabio.gob.mx