



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

---

**"ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN PARA EL  
MANEJO DEL MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle*)"**

---

TRABAJO MONOGRÁFICO  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
**LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES**

PRESENTA  
**CARMEN ELIZABETH ORTEGA CANCHÉ**



**SUPERVISORES**  
**M.C. BENITO PREZAS HERNÁNDEZ**  
**M.C.A. ALBERTO PEREIRA CORONA**  
**M.E.S.P. JOSÉ ANTONIO OLIVARES MENDOZA**





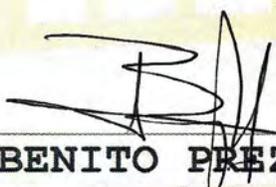
**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE MONOGRAFÍA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL  
PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA COMO REQUISITO PARA  
OBTENER EL GRADO DE:**

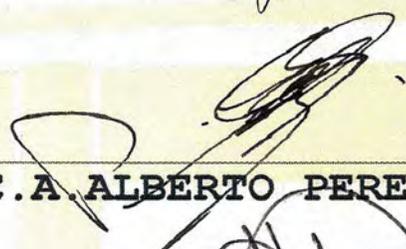
**LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

**COMITÉ DE TRABAJO MONOGRÁFICO**

**SUPERVISOR:**

  
M.C. BENITO PREZAS HERNÁNDEZ

**SUPERVISOR:**

  
M.C.A. ALBERTO PEREIRA CORONA

**SUPERVISOR:**

  
M.E.S.P. JOSÉ ANTONIO OLIVARES  
MENDOZA



## DEDICATORIA

Dedico esta monografía a mi Madre que siempre me ha apoyado incondicionalmente, por sus consejos, por ser un ejemplo a seguir de persona trabajadora y luchadora de haberme transmitido una mentalidad positiva y de superación.

A mi hijo por ser la razón para luchar constantemente, mi fuente de inspiración y superación en la vida.

Agradezco a mis Maestros a quienes respeto y admiro por su profesionalismo y enseñanza, que con su dedicación me transmitieron sus conocimientos y buenos consejos.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	11
<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b> .....	11
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	12
<b>METODOLOGÍA</b> .....	19
<b>DESARROLLO</b> .....	21
<b>1. MANGLARES</b> .....	21
<b>1.1. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, ECOLÓGICAS Y SU DISTRIBUCIÓN</b> .....	23
<b>1.1.1. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL</b> .....	23
<b>1.1.2. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS</b> .....	25
<b>1.1.3. FUNCIONES ECOLÓGICAS DEL MANGLAR</b> .....	26
<b>1.1.4. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS</b> .....	27
<b>1.2. FAMILIAS</b> .....	27
<b>2. MANGLE ROJO</b> .....	28
<b>2.1. CARACTERÍSTICAS</b> .....	29
<b>2.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS</b> .....	29
<b>2.2. LA ECOLOGÍA Y EL FUNCIONAMIENTO ECOLÓGICO DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR</b> .....	29
<b>2.2.1. RESISTENCIA A SUMERSIÓN</b> .....	30
<b>2.2.2. TRANSPIRACIÓN</b> .....	31
<b>2.2.3. RESPIRACIÓN</b> .....	31
<b>2.2.4. SUSTRATOS INESTABLES</b> .....	31
<b>2.2.5. REPRODUCCIÓN</b> .....	31
<b>2.3. FLORA Y FAUNA ASOCIADAS</b> .....	36
<b>2.3.1. SIMBIOSIS ENTRE HONGOS Y MANGLAR</b> .....	38

<b>2.3.2. DIVERSIDAD DE LOS HONGOS EN MANGLAR.....</b>	39
<b>2.4. DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO. ....</b>	40
<b>3. BENEFICIOS.....</b>	46
<b>3.1. ECOLÓGICOS / AMBIENTALES.....</b>	46
<b>3.1.1. IMPORTANCIA ECOLÓGICA. ....</b>	46
<b>3.1.2. SERVICIOS AMBIENTALES. ....</b>	47
<b>3.2. SOCIALES. ....</b>	49
<b>3.2.1. USOS GENERALES.....</b>	49
<b>3.3. ECONÓMICOS. ....</b>	50
<b>4. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE MANGLARES Y HUMEDALES.....</b>	51
<b>5. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN.....</b>	54
<b>5.1. TOLERANCIA AL AGUA SALADA.....</b>	54
<b>5.2. DESARROLLO A SUELOS INESTABLES.....</b>	55
<b>5.3. INTERCAMBIO DE GASES EN SUSTRATOS ANAERÓBICOS.....</b>	56
<b>5.4. EMBRIONES APTOS DE FLOTAR.....</b>	56
<b>6. IMPORTANCIA DE <i>Rhizophora mangle</i>. ....</b>	58
<b>6.1. LIBERACIÓN DE CARBONO ALMACENADO. ....</b>	58
<b>6.2. FIJACIÓN DE NITRÓGENO EN EL MANGLAR. ....</b>	59
<b>6.3 DESEMPEÑO EN LAS COSTAS.....</b>	63
<b>6.4. DEGRADACIÓN DE LOS MANGLARES. ....</b>	64
<b>6.4.1. DEVASTACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	65
<b>7. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN.....</b>	66
<b>8. MARCO LEGAL.....</b>	71
<b>8.1. ACUERDO TRIPARTITA PARA LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES Y SUS AVES MIGRATORIAS.....</b>	73

<b>9. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....</b>	<b>81</b>

## INDICE DE FIGURAS

**Figura.1. MAPA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO CON MUNICIPIOS**

**Figura 2. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DE MANGLARES EN EL MUNDO**

**Figura 3. RED ALIMENTICIA**

**Figura 4. SUPERFICIE DE LA COBERTURA DE MANGLARES**

**Figura5. MAPA DE MANGLARES DE MÉXICO EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN 2009**

**Figura 6. MAPA DE PUNTOS DE REFERENCIA DE LAS FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS DE MANGLARES**

**Figura 7. PUNTOS CENTRALES DE LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS VERTICALES DE MANGLARES**

**Figura 8. SITIOS DE MANGLAR CON RELEVANCIA BIOLÓGICA Y CON NECESIDADES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA A NIVEL NACIONAL**

**Figura 9. RESUME LAS PRINCIPALES RESPUESTAS ESPERADAS DE LOS ECOSISTEMAS COSTEROS TROPICALES (MANGLARES), FRENTE A LAS PREDICCIONES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

## INDICE DE CUADROS

**Cuadro 1. ESPECIES DE MANGLE**

**Cuadro 2. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN, ACCIONES Y SU RAZÓN PARA EL MANEJO DEL MANGLE ROJO**

**Cuadro 3. PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS QUE SE DEBEN APLICAR EN UN CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO**

## INTRODUCCIÓN

### Manglares

Los manglares son ecosistemas pantanosos, dominados por árboles llamados mangles, caracterizados por ubicarse en litorales tropicales de suelo plano y fangoso, y aguas relativamente tranquilas (estuarios, bahías, ensenadas, lagunas costeras, esteros, entre otros). Los manglares conforman áreas extensas de bosques en las costas de zonas tropicales y subtropicales del planeta, adaptados a las condiciones de salinidad e inundación propias de un humedal costero (Spalding *et al.*, 1997; Yap, 2000; FAO, 2007). Desde la costa el manglar puede penetrar hacia el interior, siguiendo el curso de los ríos hasta donde se encuentra vegetación de agua dulce. También pueden encontrarse en las islas coralinas asociados a los propios corales y a las praderas de fanerógamas (Sánchez-Páez *et.al.*, 2000).

El suelo de estos ecosistemas puede estar inundado permanentemente o temporalmente en las mareas más altas. Sherman *et al.* (1998) indican que la relación planta/suelo/microorganismos contribuye a los patrones de distribución de las especies de manglar a lo largo de la zona intermareal debido a la competencia intra-específica favorecida por comunidades microbianas.

La industria camaronera aprovecha las condiciones del manglar para criar el camarón, convirtiendo en "piscinas" millones de hectáreas de hábitats fundamentales para las economías locales y para la biodiversidad. Gracias al apoyo de los gobiernos y a las subvenciones de entidades como el Banco Mundial y el apoyo de la FAO, hoy las camaroneras se vienen instalando en países tropicales (WRM, 2001).

Esta actividad ha venido a perturbar a la población que vive de estos ecosistemas. El manglar no produce lo suficiente para soportar la actividad extractiva de los pescadores artesanales y a la vez a la industria camaronera que menoscaba enormemente la capacidad de producción del ecosistema y, en la mayoría de las ocasiones, lo degrada de forma irremediable. Una sola empresa compite con los recursos que dan de vivir a toda una población. Con el paso de los años, las piscinas camaroneras se ahogan en su propia

contaminación, por lo que son abandonadas y a su paso no queda más que un ecosistema destruido y comunidades locales empobrecidas hasta límites extremos. (WRM, 2001).

Los manglares se están perdiendo para siempre y con ello las economías de cientos de comunidades costeras, principalmente pescadores artesanales de ribera. Esta destrucción se extiende cada día por todos los países del mundo con costas tropicales. En América Latina, desde México hasta Perú y Brasil, la industria camaronera no se detiene. Los esfuerzos de las comunidades costeras por defender sus manglares han costado la vida de varios pescadores artesanales en México, Guatemala y Honduras (WRM, 2001).

En su primera asamblea llevada a cabo en septiembre de este año, la Red Manglar logró la membrecía de organizaciones de diez países de América Latina con el objetivo de luchar con una sola voz: El manglar es vida, que viva el manglar (López Rodríguez, 2001).

En México, la pesquería del camarón, una de las más importantes, existe gracias a la gran cantidad de lagunas costeras que albergan importantes humedales, como áreas de manglar y marismas, en donde se refugian las post larvas de 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 (CONABIO, 2008).

Los manglares son uno de los ecosistemas más importantes dentro de la biosfera por su alta productividad que alcanzan más de 25 toneladas de peso seco por hectárea cada año (Odum y Heald, 1975; Whittaker y Linkens, 1975).

Las especies de mangle se caracterizan por presentar adaptaciones morfológicas y fisiológicas para crecer en terrenos inestables, anaerobios e inundados, con influencia salina y dentro de las cuales se destacan las raíces aéreas con lenticelas y otras que desarrollan neumatóforos. Igualmente, los mangles tienen estrategias reproductivas adecuadas para los ambientes de las zonas costeras y sus semillas poseen adaptaciones para flotar durante largos períodos de tiempo, tienen una alta tasa reproductiva y la viviparidad se presenta en la mayoría de las especies (Sánchez-Páez *et.al.* 2000).

La distribución de manglares en México es extensa y se da tanto en los litorales del Océano Pacífico y Golfo de California, como del lado del Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe), haciéndose notar que hacia el norte, se encuentra en nuestro país el límite biogeográfico septentrional de su distribución. Hay bosques de manglar en prácticamente todos los Estados costeros de México. Los estados en los cuales existe mayor cobertura de manglar son: Campeche, Sinaloa, Yucatán, Nayarit, Veracruz, Chiapas, Tabasco y Quintana Roo (López Rodríguez, 2001).

En Quintana Roo el manglar se distribuye a lo largo de las costas bordeando esteros y lagunas costeras salobres. Forma densas poblaciones arboladas y arbustivas. Los árboles de mangle rojo, de la especie *Rhizophora*, son los más comunes y son los que se observan al navegar por los ríos y esteros que conducen al mar (Gómez Lara y Flores Rodríguez, 2003).

En nuestro Estado, la composición de las especies (tomando en cuenta las más comunes en los trópicos) está determinada en primer lugar, por el mangle rojo o *Rhizophora mangle*, el cual por su gran resistencia a la inundación y a la salinidad se encuentra en mayor contacto con el agua y en los sustratos más inestables. Luego se encuentra el mangle negro o *Avicennia germinans*, que sólo pueden soportar inundaciones periódicas. Luego el botoncillo o *Conocarpus erectus* Y por último el blanco o *Laguncularia racemosa*, ubicados en tierra firme, casi en contacto con la selva. A esto es a lo que llaman los expertos una sucesión de manglar (Gómez Lara y Flores Rodríguez, 2003).

Se conocen 69 especies de mangle en el mundo, pero en México existen principalmente cuatro, todas ellas bajo protección especial según la NOM-059-SEMARNAT-2001:

<b>Cuadro 1. Especies de mangle.</b>	
<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Rhizophora mangle</i>	mangle rojo
<i>Avicennia germinans</i>	mangle negro
<i>Laguncularia racemosa</i>	mangle blanco
<i>Conocarpus erectus</i>	mangle botoncillo

## ANTECEDENTES

Durante el periodo 1976 y 2000, según datos del INEGI, en México se muestra una grave destrucción de manglares y otros humedales. En este lapso, se destruyeron 4,000 Ha, un promedio de 250 Ha anuales.

Como en otros países del Continente Americano, las costas tropicales de México están bajo la influencia climática de un patrón de circulación este-oeste, consecuencia de los vientos alisios. Por tanto, la costa del Golfo de México es en general más húmeda que la costa del Pacífico. Esto se refleja en la diversidad y composición de los manglares. Los del Golfo de México se localizan en zonas protegidas, generalmente en estuarios y lagunas costeras, que reciben agua continental de escorrentía. Lot et al. (1975) definen el límite norte de distribución de manglares en la Laguna Madre (Tamaulipas) aunque estos continúan hacia el sur de Texas y Luisiana, en los EUA.

Los manglares son extensos en las costas del Caribe en los estados de Yucatán y Quintana Roo (Trejo et al., 1993). En estas zonas, las comunidades de manglar pueden estar compuestas de casi cualquier combinación de *Conocarpus erectus*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, incluyendo bosques uniespecíficos con árboles de hasta 8 m de cualquiera de las cuatro especies (INECOL, 1990).

El IPCC ha mostrado que la mayoría de los ecosistemas están siendo afectados por el cambio climático y que la dirección de variación en los ecosistemas terrestres coincide con lo esperado bajo un clima más cálido (IPCC, 2007b). Si se considera que además los ecosistemas se encuentran seriamente amenazados por factores como: sobreexplotación y por cambios en el uso del suelo (Tiessen y Stewart, 2000), el problema se vuelve de grandes dimensiones. El cálculo de la Huella Ecológica (WWF, 2010), muestra que nuestra demanda de recursos sobre el mundo natural se han duplicado desde 1960 y que el Índice Planeta Vivo (WWF, 2010), corresponde a una caída del 30% en la salud de las especies que son la base de los ecosistemas (WWF, 2010).

Las especies de mangle están protegidas por la Norma Oficial Mexicana 059, por lo que diversos infractores que han destruido zonas de manglar han sido obligados a desarrollar proyectos de reforestación con manglares o a restaurar estos ecosistemas en sitios cercanos (compensación ecológica). Como ejemplos se tienen los casos de diversos desarrollos turísticos en Quintana Roo y otros sitios del Pacífico y Golfo de California (Agraz-Hernández, 1999).

A nivel mundial los manglares son cada vez más apreciados, sobre todo tras el tsunami en Indonesia (2004) y del huracán Katrina (2005) en los Estados Unidos. Estudios posteriores a los desastres muestran que las zonas más afectadas fueron aquellas en donde ya no había mangle. Incluso, se calcula que una hectárea de manglar ofrece protección de costas contra tormentas, ciclones, huracanes y tsunamis que equivale a 3 mil dólares. El costo de terminar con el manglar y después recibir un golpe de un huracán se ha calculado en hasta 33 mil dólares por hectárea (WRM, 2001).

A partir del 2005 la Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente del INEGI reanudo trabajos para generar información de uso de suelo y vegetación a escala 1:50,000; proyecto que inicio una serie de mapas temáticos en dicha escala relacionado con los recursos naturales sobre geología, edafología, uso de suelo y uso potencial incluyendo los manglares. (INEGI, 2000)

El conjunto de datos 1:50,000 para Humedales Costeros proveerá bases firmes para el conocimiento de los ecosistemas vegetales de las costas mexicanas, sus variantes, distribución y grado de conservación o deterioro. Esto permitirá generar políticas y estrategias de conservación, manejo y recuperación de importantes comunidades vegetales asociadas a los ecosistemas terrestres de las regiones costeras de México. (INEGI, 2000).

Las diferentes especies de mangle difieren en su tolerancia a la salinidad (halófitas), a las bajas concentraciones de oxígeno, a la estabilidad del sustrato, a la frecuencia de inundación (hidroperíodo), a la relación precipitación-evaporación, y a las características del relieve, entre otros factores, los cuales serán determinantes también para la “zonación” o patrones de distribución de las diferentes especies. (CONABIO, 2009).

En 2011, La PROFEPA diseñó y dispuso en operación un instrumento estratégico llamado Estrategia de Inspección y Vigilancia en Ecosistema de Manglar de las Áreas Naturales Protegidas y Regiones Prioritarias. Este dispositivo ha permitido deducir al manglar como un ecosistema que requiere de la atención de todos los elementos y facultades de la Procuraduría.

Además, ha ido enriqueciendo a los recursos estadísticos e informáticos de la CONABIO. (<http://diariojuridico.com.mx>)

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.

En enero de 2008, la CONABIO publicó una primera edición de Manglares de México con los resultados preliminares sobre la cartografía de los manglares en escala 1:50,000, conseguida con base en la clasificación de imágenes de satélite de alta resolución espacial e información de campo obtenidas hasta agosto del 2007. Los resultados presentados en esa primera edición correspondieron a información cuantitativa de la distribución actual de este ecosistema en nuestro país, previa a la validación de los resultados. (CONABIO, 2009)

La Cumbre de Río en 1992, brindó la oportunidad de volver los ojos a la zona costera y marina, y ayudó a que México desarrollará una nueva forma de abordar la problemática tan compleja de esta zona, creando procesos y mecanismos de gestión, desarrollando marcos legales específicos para la zona costera, y creando una entidad dentro del marco de gobernanza, específico para atender a la costa de México. (<http://www.semarnat.gob.mx>)

El Programa sobre Pueblos de los Bosques (Forest Peoples Programme), una organización integrante de ISA Net, realizó una intervención recalando impactos sobre la producción de camarón en los ecosistemas costeros y marinos; incluyendo las comunidades locales en la 4ta. Conferencia de las Partes (COP 4) de la CDB en mayo de 1998 en Eslovaquia. (Boletín del WRM N° 51, octubre de 2001).

En diciembre de 2008, en el marco de la cooperación Entre la CONANP y la Universidad de Santiago de Compostela (a través del Environment, Palaeoenvironment and Environmental Change Network-EPEC), se efectuó un taller entre expertos mexicanos y españoles con bases ecológicas para el inventario de humedales y el desarrollo de una herramienta de gestión de información. El objetivo fue definir un sistema de clasificación y conformar las bases ecológicas para que se generara un inventario de humedales Ramsar, que sirviera de insumo al proyecto del Inventario Nacional de Humedales, que actualmente desarrolla la Comisión Nacional del Agua. (Ramsar, 2012)

En junio de 2009, se presentó una petición a la Secretaría de la Convención de Ramsar (SRC), una alianza internacional para la conservación de los humedales. En esta postulación, AIDA (Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente) y cinco organizaciones ambientalistas, convocaron a la SRC para que instara y respaldara al gobierno mexicano en la realización de un estudio ambiental exhaustivo del CIP (Centro Integralmente Planeado Costa del Pacífico), con apego a las leyes nacionales e internacionales.

“En el 2010 el proyecto reforestación de manglares participó en iniciativa México donde quedó como uno de los mejores proyectos recibidos de 47 mil propuestas que participaron en el certamen. Gracias al apoyo económico recibido, desde el 2010 hasta ahora se lograron reforestar y rehabilitar 56.76 hectáreas en la Laguna de Nichupté.” (<http://www.florafauyacultura.org>)

Los esfuerzos que se han hecho hasta ahora en México para manejar a la zona costera y a sus recursos y actividades, se ponen de manifiesto en el libro “El Manejo Costero en México” (Rivera-Arriaga et al., 2004)

La ZOFEMATAC (La Zona Federal Marítimo Terrestre y ambientes costeros) propone la zona costera en los siguientes términos: “Hacia el mar la zona costera abarca desde el límite marino de la plataforma continental y mar territorial-fronteras ecosistémicas y jurídicas-hasta los límites geopolíticos tierra adentro de los municipios que tienen frente litoral o están contiguos-fronteras socio demográficas (INE, 2000)”.

Los proyectos de reforestación, restauración y/o manejo sustentable de manglares en México son escasos o están limitados a nivel experimental o en informes de baja difusión. Sin embargo, algunos esfuerzos se han realizado o están en proceso en las costas de la península de Yucatán, Nayarit, Sinaloa, Colima, Chiapas, Guerrero, Baja California Sur y probablemente otros estados, realizados por agencias gubernamentales, no gubernamentales, el sector social, instituciones educativas y de investigación y por la iniciativa privada, a exigencia de instancias de gobierno (Agraz-Hernández, 1999; Reyes y Tovilla, 2002; Valdez-Hernández, 2002; Benítez-Pardo, 2003).

## JUSTIFICACIÓN

La importancia del ecosistema de manglar constituye una frágil interface de intercambio entre los sistemas terrestre y marino, que proporciona una gran cantidad de bienes y servicios ambientales. Además de proteger la línea de costa, es un área de protección, alimentación y crecimiento de larvas y crías de numerosas especies y organismos, tanto marinos como estuarinos, que tienen importancia ecológica y/o comercial. Es de suma importancia ecológica para las cadenas tróficas oceánicas, ya que la productividad del ecosistema es enorme, sus raíces constituyen un punto sólido donde se encuentran, ello permite la fijación de animales sésiles, por lo que cada centímetro cuadrado de manglar constituye un hábitat idóneo para una gran diversidad de animales. La cobertura boscosa del manglar atempera el clima general de la región al reducir la incidencia de la luz directa y por ende de la temperatura dentro del bosque, creando de esta manera un microclima más apropiado para las especies que viven en él.

Por sus riquezas ofrece un ambiente muy codiciado para desarrollar actividades e industrias que pueden resultar en su destrucción, como son las granjas camaroneras, las marinas, puertos y el desarrollo inmobiliario turístico.

Las leyes y reglamentos para evitar los modernos usos consumistas del manglar no han dado resultados alentadores, por lo que es de suma importancia ver enfoques y alternativas que permitan un manejo racional del manglar. Por causas como las anteriores y otros fenómenos naturales, la situación obliga a pensar no sólo en qué hacer para revertir este proceso, sino también en las medidas para detenerlo. Ambos propósitos implican acciones complejas en distintos niveles. Con esta monografía se espera contribuir al manejo adecuado de la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) para las comunidades de las zonas costeras, destacando la importancia de su aprovechamiento y valoración a través de estrategias de conservación.

## OBJETIVO GENERAL

- ◆ Plantear estrategias de conservación y manejo del mangle rojo *Rhizophora mangle*, considerando sus características biológico-ecológicas.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- ◆ Describir la distribución e importancia de los ecosistemas de manglar en Quintana Roo.
- ◆ Identificar las estrategias de conservación del mangle rojo y resaltar su importancia para el ser humano.
- ◆ Proponer recomendaciones de manejo de la especie de mangle rojo de acuerdo a la bibliografía consultada para las condiciones de la zona costera de Quintana Roo.

## ÁREA DE ESTUDIO.

La historia de Quintana Roo, como estado, comienza en 1902 cuando se crea el Territorio Federal de Quintana Roo; sin embargo, para una mayor comprensión de los procesos históricos que llevaron a la constitución de Quintana Roo como un territorio independiente es preciso referenciar algunos de los principales capítulos de su existencia.

El presidente Porfirio Díaz buscaba, el control económico y político de la frontera con Belice y la explotación de estas ricas tierras en recursos naturales y forestales. El 24 de noviembre de 1902 se creó el Territorio Federal de Quintana Roo con una extensión de 50 000 km<sup>2</sup>.

Entre abril y mayo de 1903 se llevaron a cabo las primeras elecciones en el Territorio de Quintana Roo para conformar los ayuntamientos en Payo Obispo, Bacalar, Xcalak, Campamento General Vega e Isla Mujeres; en Cozumel se instaló una junta municipal.

El 27 de febrero de 1904 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Organización Política y Municipal del Territorio Federal de Quintana Roo en la que se especificaba que la capital del Territorio sería Santa Cruz de Bravo.

A partir de 1911 el general Manuel Sánchez Rivera fue enviado por el gobierno del presidente Francisco I Madero para sustituir a Bravo en el poder. En junio de 1913, Carranza decretó la anexión del Territorio de Quintana Roo a Yucatán. En junio de 1915 el gobernador yucateco Salvador Alvarado, decidió devolver a los mayas Santa Cruz, desplazando la capital a Payo Obispo. El 26 de junio Carranza expidió en Veracruz otro decreto que derogaba el de 1913 y reintegraba el Territorio de Quintana Roo. En 1918 Carranza, otorgó a Francisco May el grado de general constitucionalista, mismo que controló y monopolizó la compra-venta de toda la producción chicle de la zona y concentró gran poder político.

Entre 1916 y 1930, con el traslado de la capital del Territorio a Payo Obispo, la zona sur de Quintana Roo tuvo un importante desarrollo. La organización política del Territorio, se modificó en 1917 con la creación de los municipios libres promulgada en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Quintana Roo quedó dividido en tres municipios: Cozumel, Isla Mujeres y Payo Obispo.

El 14 de diciembre de 1931 se decretó la anexión de Quintana Roo a los estados de Yucatán y Campeche aduciendo que el Territorio, al no poder bastarse a sí mismo económicamente, representaba un enorme egreso para la federación.

El 11 de enero de 1935 el presidente Cárdenas emitió un decreto, publicado en el Diario Oficial el 16 de enero, mediante el cual se creó nuevamente el Territorio Federal de Quintana Roo. El 8 de febrero de 1935 ocupó la gubernatura del Territorio el general Rafael E. Melgar, considerado como uno de los gobernadores más destacados de la entidad. Melgar dejó la gubernatura del Territorio en diciembre de 1940, le sustituyó Gabriel R. Guevara quien permaneció en el poder hasta abril de 1944.

El 27 de septiembre de 1955, Janet, destruyó por completo Xcalak, Vigía Chico y prácticamente la ciudad de Chetumal. El huracán Janet fue un parteaguas en la vida de muchas poblaciones, la historia de Chetumal y de Xcalak, por ejemplo, se escribe antes y después del Janet.

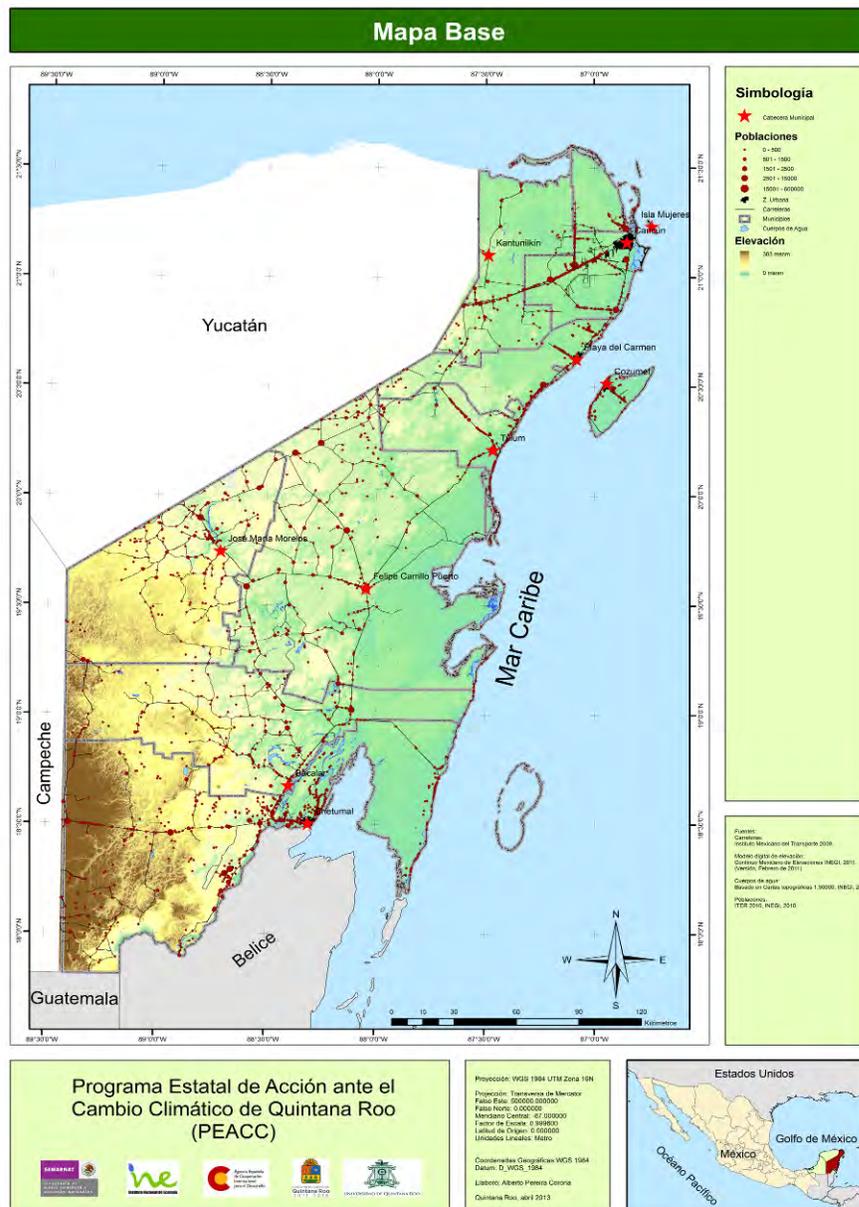
El presidente Adolfo López Mateos nombró como gobernador del Territorio al ingeniero Aarón Merino Fernández, quien con el apoyo económico de la federación contribuyó a la reconstrucción de Chetumal, al fomento de la pequeña industria y al desarrollo de la agricultura y ganadería.

En 1964 Merino Fernández fue sustituido por Rufo Figueroa. Acorde con el proyecto de transformación económica y social del Territorio, durante su gestión tuvo lugar a la creación del ingenio Álvaro Obregón en tierras del ejido Pucté.

El último gobernante de esta década fue Javier Rojo Gómez, quien inició su periodo en mayo de 1967. Se construyeron obras de beneficio social, entre las que destacan el Centro Regional de Enseñanza Normal en Bacalar, la construcción de la carretera Chetumal-Escárcega, la pavimentación de la carretera Puerto Juárez-Playa del Carmen y la terracería del camino Felipe Carrillo Puerto-Tulum (1970).

A fines de 1970 falleció Javier Rojo Gómez, le sustituyó, el 4 de enero de 1971, David Gustavo Gutiérrez Ruiz, quien fue el último gobernador de Quintana Roo como Territorio Federal. En 1972, el presidente Luis Echeverría Álvarez, emitió un acuerdo presidencial que otorgó para todo el Territorio la condición de zona libre durante los siguientes ocho años. El 2 de septiembre de 1974 Echeverría envió al Congreso

de la Unión una iniciativa de ley para que Quintana Roo y Baja California Sur fueran elevados a la categoría de estados. Tras la aprobación de las legislaturas estatales, el 8 de octubre de 1974 Quintana Roo nació como estado libre y soberano con los mismos límites y extensión que se le había otorgado en 1902. David Gustavo Gutiérrez Ruiz fue nombrado gobernador provisional. (<http://www.qroo.gob.mx/qroo/Estado/Historia.php>)



Fuente: Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático.

Figura.1. MAPA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO CON MUNICIPIOS.

## ◆ **Fisiografía.**

El Estado de Quintana Roo como parte de la Península de Yucatán, carece de relieve, al no contar con cordilleras o elevaciones de consideración, por lo que presenta una superficie plana con escasas colinas y numerosas hondonadas. La zona presenta un relieve ondulado de 3-5 %, con poca pendiente de dirección Sur-Norte, la altura máxima se encuentra en Xpuhil con 310 metros, se distinguen tres unidades geomorfológicas: la meseta baja de Zohlaguna, las planicies del Caribe y el litoral coralífero del Noroeste.

La planicie del Caribe abarca todo el Estado de Quintana Roo, presenta un desnivel de 2 a 3 metros, encontrando estructuras de bajos o ak´alche que son áreas planas delimitadas por porciones de terrenos más elevado en donde se desarrollan procesos de acumulación de agua, debido a la impermeabilidad del suelo. Los bajos que estuvieron cubiertos por lagos someros actualmente forman lagunas o aguadas poco extensas, o constituyen zonas de inundación permanentes. Hacia el este de Quintana Roo los bajos siguen una línea de hundimiento general. (<http://www2.inecc.gob.mx>)

## ◆ **Clima.**

En el Estado existe una variación mínima en la temperatura durante todo el año, predominando los climas cálidos, la temperatura promedio oscila entre 25.5° y 26.5°C, con una temperatura máxima entre 36° y 38°C y mínima entre 12° y 14°C. La precipitación pluvial anual varía de 1100 a 1500 mm; el verano y el invierno son los periodos en los que la diversidad climática es más evidente, debido a que se presentan escasas, medianas y abundantes lluvias. ([http://banderas.com.mx/qintana\\_roo.htm](http://banderas.com.mx/qintana_roo.htm))

Por otro lado Enriqueta García (1973); de acuerdo a la clasificación de Köppen, menciona que el clima en la región es AW° (x´) tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano y agrupa a los subtipos menos húmedos de los cálidos subhúmedos. La temperatura media anual oscila entre los 24.4 °C y los 29.0 °C. ([http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/atlas-cambio-climatico/pdf/tipos\\_climas.pdf](http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/atlas-cambio-climatico/pdf/tipos_climas.pdf))

## ◆ Orografía.

En el municipio de Othón P. Blanco se encuentran las mayores altitudes del estado y de la península, en el extremo oeste del municipio, en los límites con el estado de Campeche, destaca la Meseta de Zohlaguna donde se presenta la zona de mayor altitud, la cual está separada del resto del territorio por una serie de escalamientos provocados por fallas tectónicas. El resto del territorio es eminentemente plano que tiene un suave declive de oeste a este, hacia el mar, con un gran número de áreas deprimidas denominadas “bajos o sabana” en las que por las precipitaciones pluviales se forman inundaciones conocidas como aguadas.

Las rocas calizas cercanas al litoral son las más jóvenes del municipio y datan del periodo Cuaternario, mientras que las calizas del oeste pertenecen a los periodos Eoceno y Paleoceno, también de la era Cenozoica.

(<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/qroo/estudios/2011/23QR2011V0001.pdf>)

El relieve de Quintana Roo es plano, con una leve inclinación no mayor de 0.01 % y pendiente de dirección oeste a este, hacia el mar Caribe, además con algunas colinas de tamaño pequeño y numerosas hondonadas; la altura media es de 10 msnm. Las principales elevaciones son los cerros: El Charro (230 msnm), Nuevo Bécar (180 msnm) y El Pavo (120 msnm). El relieve de Cozumel es ligeramente ondulado en la mayor parte de la isla, con alternancia de áreas planas y lomeríos de poca altura; relativamente plano en su porción occidental, escarpado en sus fajas costeras norte y oriental. Isla Mujeres, Contoy y el banco Chinchorro son expresiones fisiográficas del desarrollo del mar Caribe.

(<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/CUSF/23L701730514.pdf>)

## ◆ Hidrografía.

La hidrografía del Estado de Quintana Roo se caracteriza por la ausencia de ríos superficiales, con excepción del río Hondo el cual se localiza en la frontera con Belice. Los únicos cuerpos de agua que se

presentan en la parte continental son aquellos formados por la disolución de la caliza o por actividad tectónica.

El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE (UNAM, 1980). El nivel freático es muy cercano a la superficie. Se encuentra como máximo a 8 m y en las partes más bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias. La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre. En la época seca un 20% de esta permanece inundada y corresponde a las zonas de manglar chaparro donde la concentración salina es elevada. La permeabilidad del sustrato determina la inexistencia de ríos y corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático. Se forman en estos agujeros lagunas, ojos de agua o manantiales de agua dulce y canales de esorrentía de las marismas.

El área receptora más importante la constituye la porción terrestre que se ubica en terrenos de la terraza continental, la cual, está ocupada por cuerpos de selva densa, que permite una excelente captación y filtración del agua de las lluvias, con lo que garantiza un aporte suficiente y limpio de escurrimiento superficial y subterráneo al sistema lagunar (López y Cervantes; 1984).

### ◆ Suelos.

Se registran varios tipos de suelo, de ellos destacan por su importancia, los de gley o akalché, son arcillosos y como ocupan las zonas más bajas se inundan durante la época de lluvias. Son aptos para los cultivos como el arroz y la caña de azúcar. Existen también suelos tzeke que corresponden a las redzinas y litosoles, que son poco aptos para la agricultura. También existen luvisoles, que por su profundidad permiten una agricultura mecanizada.

El 41% del territorio municipal es superficie forestal; el 36% se dedica a la actividad pecuaria; el 13% a la agricultura y el restante se destina a otros usos, incluidos los asentamientos humanos. (<http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/qroo/estudios/2011/23QR2011V0001.pdf>)

Los suelos presentan un horizonte “A” el cual se caracteriza por que la zona superior del mismo está compuesta por una capa vegetal y tierra, donde la cantidad de materia orgánica le confiere su coloración característica, que va de gris al negro; es sumamente delgado y con buena cantidad de materia orgánica humificada.

De acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y consultando la carta edafológica escala 1:250 00 del INEGI (1984) en el área de estudio se distinguen dos unidades de suelo. La primera es Rc-N/1, regosol calcarico con una fase química profundamente sódica y textura gruesa; la segunda Zo+I/1, solonchack órtico como suelo predominante y litosol como suelo secundario con textura gruesa.

En la zonas de manglar el contenido de materia orgánica aumenta considerablemente, lo cual se debe a que los suelos presentan cierto grado de adhesividad por el incremento de partículas arcillosas, el sistema radicular de las especies vegetales permite una mejor retención de la materia orgánica y una infiltración más lenta producto de la precipitación pluvial.

## METODOLOGÍA

En el transcurso y realización de la presente investigación se utilizó el análisis de metadatos, para ello se recurrió a la herramienta **FOCA 3.1** que se utiliza para la búsqueda de bibliografía, a través de servidores, dominios, URLs y documentos publicados, así como el uso de software en servidores. (<http://www.informatica64.com/foca.aspx>)

Esto aporta información sobre el manglar en general, así como sobre el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), analizando las estrategias de conservación para un buen manejo de la especie; una parte importante de este proceso fue comparar la información de diversos libros, revistas, tesis e información electrónica, análisis de informes y estudios anteriores para la elaboración del trabajo.

Para el análisis de la información, el trabajo se dividió en tres partes:

- ◆ Localización y selección de diversas fuentes. Es decir, localización y selección del documento, artículo, libro, etc.
- ◆ Leer, entender, comparar y evaluar la información seleccionada para comprobar si es coherente, pertinente, suficiente e imparcial; si existen sobre ella planteamientos o puntos de vista contrarios entre uno o más autores.
- ◆ Expresar conclusiones o respuestas con base en la información que se pretende resolver, resaltando los puntos importantes sin perder el contenido básico en la investigación.

Otra metodología de investigación utilizada fue la de Grounded Theory para el estudio del mangle rojo de manera cualitativa, produciendo una teoría en base a datos recolectados sobre temas relacionados; de manera que estos datos en conjunto ayuden a generar una nueva propuesta, presentando las conclusiones con un grupo de conceptos interrelacionados.

El objetivo de la Grounded Theory es descubrir, desarrollar y provisionalmente verificar teorías emergentes que expliquen los fenómenos en estudio, a partir de un proceso de recolección y análisis de datos sistemáticos y en relación a la recuperación de los recursos.

Con la Grounded Theory y mediante el análisis de todos los pasos de la metodología, la idea es crear un modelo, o en este caso la monografía, que permita proponer recomendaciones de manejo para la especie *Rhizophora mangle*, empleando la Grounded Theory mediante la relación de los antecedentes encontrados en la indagación secundaria por Internet, utilizando la herramienta FOCA 3.1.

La Grounded Theory se ha empleado para investigaciones de estudios agrarios, como el diagnóstico rural participativo y el manejo de los recursos naturales; en el primer Congreso Mexicano de Ecosistemas sobre el Manglar; en Investigación, educación y gestión frente a cambios locales y globales; en la Formación de saberes ancestrales para el uso y prácticas de las plantas medicinales; en la intervención estatal en la gestión de los recursos pesqueros, entre otros. (Kinnear T., Taylor J., 1998).

## DESARROLLO

### 1. MANGLARES.

En Quintana Roo el manglar se distribuye a lo largo de las costas bordeando esteros y lagunas costeras salobres. Forma densas poblaciones arboladas y arbustivas. Los árboles de mangle rojo, de la especie *Rhizophora*, son los más comunes y son los que observamos al navegar por los ríos y esteros que conducen al mar. (Gómez Lara; Roberto Flores, 2003).

Los manglares corresponden a la vegetación arbórea y arbustiva de la zona de mareas en las regiones tropicales y subtropicales. Son plantas halófilas facultativas que pueden crecer en diferentes salinidades, pero que alcanzan su máximo desarrollo en condiciones salobres. Son uno de los ecosistemas más importantes dentro de la biosfera por su alta productividad que alcanzan más de 25 toneladas de peso seco por hectárea cada año (Whittaker y Linkens, 1975; Odum y Heald, 1975).

Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan diferentes especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, poseen raíces aéreas respiratorias llamadas neumatóforos y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua. Son una transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos. Ya que existe una conectividad entre los manglares, los pastos marinos y los arrecifes de coral que permite el flujo entre las especies que viven en estos ecosistemas. (Tomlinson, 1986).

La estructura de los manglares, está determinada por diversos factores como: la disponibilidad de agua dulce y de nutrientes, la tasa de reciclamiento de estos, los flujos de mareas, la frecuencia y periodos de inundación de la zona de manglares, el clima, las características físicas del sedimento, las características químicas del agua, la frecuencia de huracanes, la presencia y ausencia de parásitos y enfermedades, la energía del oleaje, la edad del bosque, los contaminantes u otras actividades humanas (Flores, 1989). Con base a estos factores Lugo y Snedaker catalogan 5 tipos estructurales de bosque de manglar; manglar tipo matorral (manglares enanos), de sobre lavado (manglar de inundación), de cuenca, de borde y ribereño.

- ◆ El manglar tipo matorral (manglares enanos); Se caracterizan por su escaso desarrollo estructural, lo cual es consecuencia de encontrarse retirado de las fuentes de nutrientes provenientes de los ríos y los escurrimientos o por localizarse en áreas de intensa evaporación y por lo tanto en condiciones de hipersalinidad en el sedimento. Como ejemplo de manglar tipo matorral encontramos en el atolón Chinchorro, Quintana Roo. Otro caso de este tipo de manglar lo podemos localizar en regiones semiáridas y áridas como en las costas de Sinaloa, Sonora y Baja California.

Por ser el más tolerante a la alta salinidad la especie mejor representada en este tipo de manglar en México es *Avicennia germinans* (mangle negro) y normalmente lo encontramos en la parte posterior de los manglares de tipo de borde o de cuenca.

- ◆ El manglar sobre lavado (manglar de inundación); Se localiza en barras, islas e islotes. En general es monoespecífico (conformado principalmente por *Rhizophora mangle* conocido como mangle rojo, en México) y están constantemente afectados por las corrientes de marea. Se asume que su desarrollo estructural está limitado por la escasa disponibilidad de nutrientes provenientes del reciclamiento de su propio detritus y dependen de los nutrientes en el agua. Este tipo de manglar es frecuentemente encontrado formando islotes en canales de mareas (esteros) y lagunas costeras como Teacapan, Ensenada de Pabellón y Bahía de Santa María, Sinaloa y en Bahías protegidas del sur de Baja California.
- ◆ El manglar tipo cuenca; Se localiza en la parte posterior del manglar tipo borde o ribereño y se caracteriza por ser inundado periódicamente por la marea, pero con menor frecuencia que el tipo de borde y ribereño. Dispone de nutrientes proveniente del reciclamiento de su propio detritus. En general presenta una mayor variabilidad estructural dependiendo de la distancia a la orilla de los ríos y lagunas, el gradiente topográfico y la intensidad de las mareas. Por lo que predomina *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) en Agua Brava, Nayarit y de *Avicennia germinans* (mangle negro) en San Blas, Nayarit y Teacapán, Sinaloa. Por las características funcionales de

los ciclos de nutrientes y de la materia orgánica este tipo de manglar es aparentemente un ecosistema cerrado.

- ◆ El manglar tipo de borde; es el que encontramos bordeado de lagunas costeras de estuarios y bahías es posible observar la zonación clásica de *Rhizophora. Mangle* y/o *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.
  
- ◆ El manglar tipo ribereño; Se localiza en los bordes de la desembocadura de los ríos y canales deltáicos. Suele ser el mejor desarrollado estructuralmente y de mayor productividad primaria por encontrarse en condiciones ambientales óptimas, tales como el clima tropical donde predominan las precipitaciones, y los aportes fluviales, una salinidad estuarina (15%) y disponibilidad de nutrientes nuevos provenientes de los ríos. Ejemplo de este tipo de manglar los podemos encontrar en los deltas del Grigalva/Usumacinta de la Laguna de Términos, Tabasco / Campeche, de diversos ríos de Veracruz y Chiapas (La Encrucijada) así como en las costas de Nayarit. (Lugo y Snedaker, 1974)

## 1.1. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, ECOLÓGICAS Y SU DISTRIBUCIÓN.

### 1.1.1. DISTRIBUCIÓN MUNDIAL.

De acuerdo al World Mangrove Atlas los manglares están ampliamente confinados a la región comprendida entre los 30° Norte y Sur del ecuador, con notables extensiones mas allá de éste al norte en Bermuda (32°20'N) y Japón (31°22'N), y hacia el sur en Australia (38°45'S), Nueva Zelanda (38°03'S) y la costa Este de Sur África (32°59'S). Dentro de los límites de estos confines ampliamente distribuidos, aunque su desarrollo latitudinal está limitado a lo largo de las costas del occidente de América y África cuando son comparados con sus equivalentes en las costas del oriente. En el océano Pacífico las comunidades de manglar natural están limitadas a las áreas del occidente y están ausentes en muchas islas de dicho océano.

Spalding 1997, menciona que los factores más obvios de distribución son los límites latitudinales y las bajas temperaturas, de la superficie del mar y del aire. Las precipitaciones también tienen una fuerte influencia sobre la distribución del manglar, ya que éstas reducen la salinidad en ambientes salinos. Aunque los manglares están adaptados a la salinidad o a medios salobres, la alta salinidad del agua del mar y algunas veces las altas salinidades asociadas a áreas intermareales.

El área total de manglares en el mundo es de 181.077 km<sup>2</sup> distribuidos así: Sur y Sureste de Asia 75.173 km<sup>2</sup> (41.5%), América 49.096 km<sup>2</sup> (27.1%), Oeste de África 27.995 km<sup>2</sup> (15.5%), Australasia 18.789 km<sup>2</sup> (10.4%) y Este de África y el Medio Este 10.024 km<sup>2</sup> (5.5%)<sup>7</sup>. Las regiones geográficamente están definidas de la siguiente manera, Sur y Sureste de Asia desde Pakistán en el occidente a China y Japón en el nororiente, incluida el área insular del Sureste de Asia a Irán Java (Indonesia) en el sur oriente; la región de Australasia incluye Australia, Papua Nueva Guinea, Nueva Zelanda y las islas del sur del Pacífico; América desde México, USA y la Bermuda en el norte a Perú y Brasil en el sur; el Oeste de África desde Mauritania en el norte a Angola en el sur y el Este de África y el Medio Este la costa oriental de África desde Sudáfrica a Egipto, incluye las costa de la Península Arábiga e Irán y las islas del océano Índico. (SPALDING, M. et Al. 1997. World Mangrove Atlas.)



Fuente: World Mangrove Atlas.1997.

Figura 2. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DE MANGLARES EN EL MUNDO.

El área exacta de manglar que esta como área protegida es difícil de cuantificar, ya que casi todas las áreas que están designadas se asocian a otros ecosistemas y los datos que la mayor parte de las veces se tiene es de la superficie total del área y no exactamente la de cada uno de ellos. Es de destacar países como Australia con 180 áreas protegidas, Indonesia 64 y Brasil 63, mientras que países como Nigeria con extensas áreas de manglar no posee ninguna área protegida designada con manglar en su territorio. (SPALDING, M. et Al. 1997. World Mangrove Atlas.)

### 1.1.2. ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS.

Los manglares tienen poca capacidad de propagación vegetativa y por tanto son dependientes de las plántulas para el mantenimiento de los bosques y la difusión (Tomlinson, 1986). Aunque algunas especies como: (*A. germinans* y *L. racemosa*) pueden rebrotar de cepa (monte bajo), este proceso no es equivalente a la propagación. Los manglares exhiben dos estrategias reproductivas relativamente únicas: hidrocoria y viviparidad (Tomlinson, 1986; Rabinowitz 1978). La hidrocoria (dispersión por el agua) es un importante medio de propagación de manglares, que se extiende por semillas, frutas y/o propágulos. La acción de las mareas puede llevar las diásporas de los manglares a grandes distancias desde su punto de origen. Viviparidad se refiere a la condición en que el embrión germina como mangle mientras todavía están unidos al árbol padre.

El número de las especies de mangle, incluyendo *R. mangle*, por ejemplo, pueden permanecer conectado al árbol madre durante 4 a 6 meses y puede llegar a medir de 25 a 35 cm en la madurez, que caen al suelo o en el agua donde son dispersadas por las mareas. El embrión de *A. germinans* se rompe a través de la cubierta de la semilla, pero permanece encerrado en la pared del fruto hasta la separación o desprendimiento.

Al caer en el agua, el delgado pericarpio se desplaza rápidamente sobre el agua, dejando la planta de semillero, que se compone de dos cotiledones plegados. *Laguncularia racemosa* no se considera que es vivípara, pero la germinación ocurre a menudo durante la dispersión. Los manglares que se reproducen por viviparidad aumentan las posibilidades de éxito en la creación de un entorno impredecible donde la germinación de semillas típicamente sería inhibido. (Kathiresan et al., 2001).

Hay tres características abióticas importantes en los ecosistemas de manglar: salinidad, temperatura y oxígeno. Con respecto a la salinidad, los manglares se han adaptado de muchas maneras para prevenir el consumo de sal. La sal la excretan a través de sus hojas, y algunas cuentan con sistemas de raíces que son demasiado pequeños para partículas de sal, pero lo suficientemente grandes para que el agua pase a través. Las temperaturas, es decir, del agua, son por lo general las temperaturas tropicales (en promedio alrededor de 65 grados) y es justo para los manglares. (Kappelle, M; 2004)

Las plantas de mangle son los productores de su propio ecosistema, sobre todo porque cuando sus hojas se caen y comienzan a descomponerse en el suelo, y eventualmente se transforma en detritus, este ecosistema de detritos prospera por que la energía va del cangrejo, a un pez y luego a un pájaro. Sin embargo, todo comienza con la luz del sol.

### **1.1.3. FUNCIONES ECOLÓGICAS DEL MANGLAR.**

Debido a la importante biodiversidad que alberga, constituye un ecosistema irremplazable y único. Las raíces aéreas de sus árboles surgen de las aguas saladas en las costas, estuarios y deltas, formando una armazón que alberga a multitud de especies animales (aves, peces, moluscos y crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana. Los manglares conforman zonas de apareamiento y cría de muchas de estas especies, y son el refugio para peces en desarrollo, y otras formas de vida marina. Además, protegen las costas de la erosión, los huracanes, marejadas, tormentas y atenúan los impactos del fenómeno de El Niño. Protege a las tierras agrícolas de la salinidad del mar, actuando como filtro.

(<http://revista.consumer.es/web/es/20030201/medioambiente/57094.php>)

Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos del mundo, debido a la producción de hojarasca, detritos y compuestos orgánicos solubles y porque ahí se concentran todos los nutrientes provenientes de los ríos, que son atrapados por las raíces del mangle. Estos nutrientes sirven para alimentar a la rica fauna que vive en el manglar. Las raíces zancudas son el sustrato para el desarrollo de una rica fauna de gran valor ecológico y económico. A su vez, los detritos de las hojas de los árboles de manglar, van a servir de alimento para los peces del mar.

#### 1.1.4. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS.

Altitud: 0 – 35 msnm

Clima: Tropical

Temperatura media anual: 21 ° C

Precipitación anual: 1,375 mm

Suelos: desembocaduras de ríos donde se forman lagunas someras con agua salobre.

Los manglares presentan estrategias de sobrevivencia que le confieren una gran capacidad de recuperación después de alteraciones drásticas al ecosistema; la experiencia documentada por los autores demuestran que cuando desaparece el factor tensionante (estrés) los manglares pueden recuperar su cobertura vegetal, una vez que las causas de impactos y sus efectos hayan sido eliminados; estas causas generalmente están relacionadas con los regímenes hidrológicos.

La llegada de propágulos ocurrirá de forma natural, lo que permitirá el establecimiento de la vegetación como componente indicador de la recuperación del ecosistema, pero que sólo ocurre cuando han desaparecido, en gran medida, las causas que provocaron la afectación.

Esta propiedad de los manglares se refiere a la resiliencia del sistema, o su capacidad de recuperación. (Menéndez et al., 2000)

#### 1.2. FAMILIAS.

Los manglares comprenden 12 familias y más de 50 especies de las cuales sólo 10 se encuentran en América. En México se reportan cuatro especies: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). En 1941 Rico Gray incluye a *Rhizophora harrisonii*, en el Pacífico mexicano, en Chatulo Panzacola (Toledo, 1998).

## 2. MANGLE ROJO.

El mangle rojo es, de los más importantes integrantes del ecosistema de manglar, que forma una especie de transición entre la tierra firme y el mar. Están perfectamente adaptados a este ambiente desde su más tierna edad: las plántulas germinan encima de la planta madre. Cuando caen al agua, pueden flotar largas distancias. Al absorber suficiente agua, empiezan a flotar en posición vertical y, apenas tocan tierra firme, arraigan rápidamente.

Las raíces de los mangles atrapan el lodo que se erosiona de las áreas continentales y van estabilizando nueva tierra firme. Cada generación se adentra un poco más en el mar y, de esta manera, contribuyen a que el continente le gane terreno al agua. Dentro del refugio formado por las raíces del mangle rojo, alimentadas ricamente por el cieno de los ríos y la hojarasca de los árboles, se cría una enorme cantidad de peces, crustáceos, moluscos y otros animales marinos, muchos de ellos de gran importancia económica para la pesca.

La madera del mangle rojo es pesada y es empleada en construcciones, como combustible y para la elaboración de carbón vegetal. La corteza también es rica en taninos. Para su aprovechamiento, grandes extensiones de manglar han sido destruidas. Además, también se han talado y se siguen talando grandes extensiones de manglares para abrir terreno para diferentes modalidades de desarrollo, como la urbanización, la construcción de puertos y la instalación de granjas camaroneras. Otros manglares (como los de la Ciénaga Grande de Santa Marta) se han visto severamente afectados por la construcción de obras de infraestructura que han alterado el ingreso de agua dulce al manglar, lo que ha ocasionado su muerte por hipersalinización del agua. Todo esto va destruyendo un ecosistema único y muy productivo, tanto en términos biológicos como económicos. (<http://www.opepa.org>).

## 2.1. CARACTERÍSTICAS.

### 2.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

**Porte:** árboles, arbustos o lianas. Tronco sostenido por raíces aéreas alargadas a modo de zancos que se hundan en el barro de las dunas litorales. El intrincamiento de estas raíces confiere la fisonomía vegetal propia de los Manglares.

**Hojas:** simples enteras, generalmente opuestas y con estípulas conspicuas y caducas, raramente alternas o sin estípulas.

**Flores:** perfectas, a veces imperfectas (flores pistiladas con estaminodios soldados a los pétalos) hipóginas a epíginas, dispuestas en cimas o racimos.

**Perianto:** 3-16 sépalos persistentes valvados y el mismo número de pétalos con una uña generalmente y dentados en el extremo.

**Estambres:** 8-∞, insertos en el borde de un disco, anteras con dehiscencia valvar.

**Gineceo:** ovario ínfero o súpero, carpelos de 2-12 soldados, con 2-12 lóculos y 2 óvulos por lóculo, estilo simple, estigma lobado.

**Fruto:** baya, drupa o fruto seco e indehisciente.

**Semilla:** algunas veces con arilo y en las especies de manglar **germinan sobre la misma planta**, con endosperma carnosos o sin él.

## 2.2. LA ECOLOGÍA Y EL FUNCIONAMIENTO ECOLÓGICO DEL ECOSISTEMA DE MANGLAR.

Para poder vivir en medios expuestos a aguas salinas, los mangles han desarrollado tres importantes estrategias:

Toleran altas concentraciones de sal en la savia, realizan secreción activa de sales a nivel de raíces y hojas, y pueden remover sales por acumulación en hojas viejas antes de que estas se desprendan. Muchos

manglares utilizan muchas estrategias. Ej. El mangle rojo bloquea la entrada de sales a nivel de las membranas celulares en la raíz. Al respecto *Rhizophora* se caracteriza por una alta presión negativa en la savia, entre  $-35$  a  $-60$  atmósferas, mientras que la presión del agua marina es  $-25$  atmósferas y el contenido de Cloruro de Sodio en el xilema es tan solo de 1.2 a 1.5 mg/ml. Esta diferencia de presión, entre la planta y el medio, le permite al mangle rojo obtener agua dulce osmóticamente del agua salada, lo obtiene probablemente por una ultrafiltración no metabólica en combinación con un transporte de iones. Este proceso es afectado sensiblemente por la luz, la temperatura y la edad de la planta. Por el contrario el mangle negro (*Avicennia*) absorbe con el agua grandes cantidades de sal para mantener una presión osmótica interna y permitir de esta manera una activa entrada de agua dulce. El exceso de iones no esenciales se excreta mediante glándulas foliares epidermales. Las glándulas al evacuar las sales, previenen los desbalances iónicos. Este control parece ser efectivo en medios altamente salinos en donde no sobreviven otras especies de mangles.

La resistencia a la salinidad varía mucho entre las especies. Se duda que haya un halofitismo obligado. Se puede criar *Rhizophora* en agua dulce, pero puede también reproducirse mejor en agua Salobre con un 50% de agua de mar, aunque también se cree que el crecimiento óptimo es 25% de salinidad Marina.

En 1975 se demostró que *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, se unían en salinidad de tres a cinco veces mayor que a la del mar, siempre que el suelo haya por lo menos de 7 y 10% de arcilla. La tolerancia a la salinidad es reducida en los suelos arenosos.

### **2.2.1. RESISTENCIA A SUMERSIÓN.**

Un drenaje periódico es imprescindible. Sin embargo el Manglar si queda sumergido permanentemente. Las especies obvian las funciones reductoras, por medio de raíces aéreas y neumatóforos, que tienen un papel respiratorio por medio de los neumatóforos. Al ser tapados por aluvión, Marea negra, pruebas experimentales, los árboles mueren. Las raíces aéreas están desarrollas en el genero *Rhizophora*, pero también en la base del *Avicennia* y del *Laguncularia*.

Estas reacciones de las raíces no se limitan a los manglares, apareciendo bajo condiciones cenagosas, en particular en selvas pantanosas.

### **2.2.2. TRANSPIRACIÓN.**

El gran fisiólogo alemán Schimper se había equivocado cuando hablaba de sequía fisiológica y transpiración reducida en los manglares. Faber en la edición de 1935 de *Pflanzengeographie*, corrigió esta afirmación. El manglar transpira tanto como en la selva húmeda 21.4 toneladas diarias por hectárea por mucho menos que en el bosque templado, por la baja concentración de oxígeno.

### **2.2.3. RESPIRACIÓN.**

Esta familia desarrollo poros u orificios llamados lenticelas, ubicados en las partes aéreas de la raíz, según el nivel del agua y las mareas. Estos poros o lenticelas se abren o se cierran según sea el caso.

### **2.2.4. SUSTRATOS INESTABLES.**

Las raíces de los mangles rojos están dispuestas en formas de zancos que le dan un buen agarre en suelos lodosos.

### **2.2.5. REPRODUCCIÓN.**

El mangle rojo produce embriones en forma de cigarro que miden de 25 a 60 cm de longitud. Al desprenderse caen al agua donde flotan verticalmente, durante 6 meses conservan su capacidad de germinar, hasta que con suerte llegue a tierra firme.

Nuestro actual conocimiento sobre el flujo energético en el ecosistema del manglar se basa principalmente en el estudio pionero sobre las cadenas tróficas en Florida (Heald, 1971; Heald y Odum, 1970; Odum y Heald, 1972; 1975; y Odum *et al.*, 1982). Resumiendo, el principal flujo de energía sigue la trayectoria siguiente:

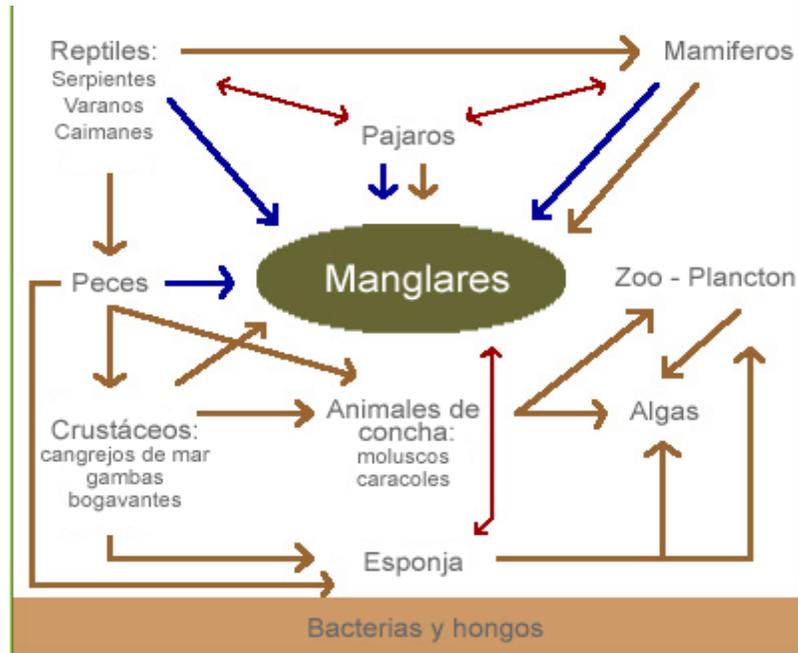
Detritus de hojas del manglar - Bacterias y hongos - Consumidores de detritus (herbívoros y omnívoros) - Carnívoros inferiores - Carnívoros superiores.

La cadena comienza con la producción de carbohidratos y carbono de las plantas mediante la fotosíntesis.

La hojarasca es fragmentada por la acción de los anfípodos y los cangrejos (Heald, 1971; Sasekumar, 1984). La descomposición continúa mediante la putrefacción del detritus de las hojas (Fell *et al.*, 1975; Cudell *et al.*, 1979) y el uso repetido de las partículas de detritus (en forma de materia fecal) por una variedad de comedores de detritus (Odum y Heal, 1975) comenzando con los invertebrados muy pequeños (meiofauna) y finalizando con especies como los gusanos, los moluscos, los camarones y los cangrejos, que a su vez son presas de los carnívoros inferiores; la cadena trófica termina con los carnívoros más grandes como grandes peces, aves de caza, gatos salvajes y el hombre.

Los primeros hallazgos han sido extendidos para incluir otras fuentes de energía y carbono para los organismos consumidores de los ecosistemas de manglares, por ejemplo, Cártter *et al.*, 1973; Luga y Snedaker, 1974; 1975; y Pool *et al.* Odum *et al.*, (1982) extendieron el primer modelo trófico básico para incluir el ingreso del fitoplancton, las algas bentónicas y las hierbas marinas y las raíces epífitas. Por ejemplo, el fitoplancton puede ser importante como fuente de energía en los manglares con grandes cuerpos de agua limpia y profunda.

Sobre esta base, es probable que la contribución de las algas bentónicas en los estuarios de altos niveles de sedimentos suspendidos sea más baja. De igual modo, donde se trunca la plataforma submarina o donde existe una pendiente muy aguda combinada con una línea costera de alta energía y amplitud de marea, hay poca hierba marina. Donde la sombra no es excesiva, la raíz epífita de apoyo puede también ser altamente productiva. Se han señalado valores de la producción de perífiton en la raíz de apoyo de 0,14 y 1,1 gcal/m<sup>2</sup>/d (Lugo *et al.*, 1975; Hoffman y Dawes, 1980). La imagen que sigue ilustra una red alimentaria que se encuentra en todos los ecosistemas de manglar.



Fuente: [http://www.global-reporter.net/spanisch/themen/manglar\\_cadena.html](http://www.global-reporter.net/spanisch/themen/manglar_cadena.html)  
 Figura 3. RED ALIMENTICIA

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 en los últimos 20 años, 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 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. (<http://www.conabio.gob.mx>)

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. (<http://www.conabio.gob.mx>)

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 silvestre que albergan, generan corrientes de turistas que son atraídos por la riqueza natural de estos singulares ecosistemas. (<http://www.conabio.gob.mx>)

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.

Los manglares se han degradado y manifiestan una evidente pérdida de su calidad ambiental. Esto se debe a diversas razones (Yáñez-Arancibia y Agüero, 2000):

1). Cambios en la organización social de las comunidades humanas costeras, rotando la actividad económica entre pescador, campesino y artesano, 2). Incremento en el consumo de energía *per cápita* para desarrollar la economía costera, 3). Manejo fragmentado en el sector oficial, o ausencia total de un plan de manejo, ante la presión urbana, industrial, turística, agrícola y de acuacultura, 4). Depreciación del valor ecológico y uso irracional no sostenible, 5). Poco impacto de los resultados científicos y baja disponibilidad de los mismos en términos prácticos para los usuarios del sector oficial, 6). Carencia de términos de referencia de vocación y aptitudes de la región y de evaluación ecológica y de recursos, para desarrollos productivos y, 7). Reconversión de áreas de manglar para agricultura y acuacultura no sustentable que colapsa en pocos años.

El valorar económicamente los ecosistemas de manglar ha avanzado con lentitud en México, puesto que estimar el valor económico de los servicios y funciones ecológicas implica cuantificar en términos monetarios la calidad del ambiente (Barbier y Strand, 1997; Lara-Domínguez et al, 1998; Agüero, 1999; Sanjurjo Rivera, 2001), y en cierta medida esto sigue siendo controvertido metodológicamente y en cierta medida muy subjetivo. Esencialmente, se deben incluir en esta valoración los usos y funciones ambientales clave que afectan actividades productivas locales y regionales, tales como el mantener la productividad de las pesquerías, contribuir a la estabilidad de la línea de costa, sostener la biodiversidad, establecer la relación con el turismo costero y determinar el uso potencial de los manglares como planta natural de tratamiento de aguas residuales (Costanza et al., 1997; Day et al., 2009b). Los manglares tienen valores que pueden caracterizarse por las siguientes funciones ecológicas: 1). Descarga y recarga de aguas subterráneas, 2). Control de flujo y reflujo en el encuentro de las aguas dulces con las marinas, 3). Control de erosión y estabilización costera, 4). Retención de sedimentos, 5). Retención de nutrientes, 6). Mantenimiento de la calidad del agua incluyendo transformación de nutrientes, 7). Estabilización

micro climática, 8). Amortiguamiento de los contaminantes de ecosistemas vecinos, 9). Recreación y esparcimiento, 10).

Integración biológica y, 11). Hábitats de una alta biodiversidad. Se ha estimado valores de servicios ambientales para la zona costera y humedales asociados, que son mucho más altos que para ecosistemas oceánicos o continentales (Costanza et al, 1997). Por ejemplo, esos autores han estimado en U. S. \$ ha/año los siguientes valores para estuarios (22,832), pastos marinos y lechos de algas (19,004), arrecifes de coral (6,075), plataforma continental (1,610), humedales globales (14,785), pantanos de mareas y manglar (9,900), pantanos y planicie costera (19,500); todo esto considerando 17 parámetros de bienes y servicios que fueron valorados. Estudios específicos han señalado que la valoración económica total de los manglares puede variar entre 38 dólares y 77 mil dólares por hectárea, dependiendo del método de valoración, el número de servicios ecológicos valorados, la latitud, el entorno social, la percepción económica, y la presión por el uso del suelo para reconvertir los hábitats (Agüero, 1999).

Asimismo, el establecimiento de actividades humanas en zonas costeras generalmente no incluye en sus estimaciones los valores de uso indirecto y de no-uso que pudieran ser impactadas por dicha actividad. La valoración económica de los manglares se justifica (urgentemente) en términos de que la asignación actual de inversión o gasto público para estos recursos, ya sea para su conservación, o para su reconversión en hábitats alternativos, generalmente no refleja el valor que la sociedad y la tendencia internacional les otorga, particularmente al decidir su importancia en la integridad ecológica de la zona costera.

### **2.3. FLORA Y FAUNA ASOCIADAS.**

Existen varias especies dominantes de mangle, en este ecosistema habitan una gran diversidad de animales, tanto terrestres como acuáticos y diversas especies de plantas. Algunas especies vegetales con menos resistencia a la salinidad son parte de las comunidades de manglares como el zapote (*Manilkara zapota*), la palma tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), el chechén negro (*Metopium brownei*), palo de agua (*Pachira aquatica*), cuerno de toro (*Acacia cornígera*) y el tucuy (*Phitecellobium lanceolatum*), entre otros.

Entre las trepadoras y epífitas se encuentran bejucos (*Rhabdadenia biflora*, *Dalbergia brownii*), la pitaya (*Selenicereus testudo*), varias especies de bromelias (*Achmaea bracteata*, *Bromelia pinguin* y *Tillandsia* spp.) y orquídeas (*Encyclia cochleata*, *Epidendrum* spp., *Brassavola nosoda* y *Myrmecophila tibicinis*). En el sotobosque viven los helechos de los manglares (*Acrostichum aureum* y *A. danaeaeifolium*, *Elaphoglossum* sp.) y pastos como el zacate salado (*Distichlis spicata*) y el pasto aguja (*Spartina spartinae*).

Las raíces de los mangles proporcionan un sustrato adecuado para muchas de las especies de fauna como caracoles, ostras (*Crassostrea rhizophorae*), percebes, erizos y esponjas, y a sus estadíos juveniles. Una gran diversidad de especies comerciales como cangrejos (*Callinectes* spp.), jaibas (*Callinectes* spp.), camarones y langostinos (*Macrobrachium* spp.) viven en el agua de los manglares, al igual que las etapas juveniles de una gran cantidad de peces como bagre (*Arius* spp.), lisa (*Mugil* spp.), mojarras (*Eucinostomus* spp. *Diapterus* spp.), pargos (*Lutjanus* spp.), robalo (*Centropomus* spp.) y sábalo (*Megalops atlanticus*).

La compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves como la garza azul (*Egretta caerulea*), la garza roja (*Egretta rufescens*), la garza morada (*Egretta tricolor*), la garza gris (*Ardea herodias*), el bobo café (*Sula leucogaster*), el cormorán (*Phalacrocorax auritus*), la fragata (*Fregata magnificens*) y la chocolatera (*Ajaia ajaja*). Algunas especies consideradas Sujetas a Protección Especial (NOM-059 SEMARNAT-2001) como la aguililla negra (*Buteogallus anthracinus*), el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), la cigüeña o garzón (*Mycteria americana*), el vireo manglero (*Vireo pallens*) y el tecolotito manglero (*Megascops cooperi*) también frecuentan y anidan el manglar. Otras muchas especies de aves migratorias pequeñas como los chipes que habitan el manglar durante su estancia en México en los meses de invierno.

Sobre las ramas de los manglares viven varias especies de iguanas consideradas en la categoría de Especies Amenazadas (*Ctenosaura pectinata*, *C. quinquecarinata*, *Ctenosaura similis*) o Sujetas a Protección Especial (*C. acanthura*, *C. hemilopha* e *Iguana iguana*). En el suelo acuático y terrestre del manglar viven los cocodrilos de río (*Crocodylus acutus*), especie también Sujeta a Protección Especial.

En la parte terrestre, varios mamíferos incluyendo mapaches (*Procyon lotor*), coatíes, monos y jaguares utilizan este ecosistema (DOF, 2002).

La hojarasca del manglar sirve de alimento para la fauna en las lagunas costeras y estuarios. Aproximadamente el 70% de las especies comerciales presentan durante sus primeras etapas de vida una importante dependencia a las lagunas costeras (Flores, 1996).

La langosta *Panulirus argus* durante las primeras etapas de su ciclo de vida permanecen alimentándose de dos a tres años entre los manglares (Caballero, 1996).

### **2.3.1. SIMBIOSIS ENTRE HONGOS Y MANGLAR.**

Los manglares son ecosistemas altamente productivos que tienen una gran diversidad de macro y microorganismos de relevancia ecológica y económica. Entre ellos, la actividad de los hongos habitantes del manglar es fundamental en el reciclaje de nutrientes y en la regulación del ecosistema.

Los bosques de manglar presentan una alta productividad de materia orgánica asociada a la biodegradación de biomasa vegetal procedente de los árboles y de la vegetación halófitas que allí se encuentra, la cual es llevada a cabo por microorganismos heterótrofos con actividad hidrolítica (proteolítica o celulolítica), tales como los hongos (Hyde y Lee, 1995; Venkateswara *et al.*, 2001). La diversidad de hongos que habitan los bosques de manglar ha sido cuantificada en estudios realizados en diferentes regiones geográficas (Rai *et al.*, 1969; Rai y Chowdhery, 1978; Steinke, 2000; Venkateswara *et al.*, 2001; Ananda y Sridhar, 2002; Abdel- Wahab, 2005; Gareth y Abdel-Wahab, 2005; Manoharachary *et al.*, 2005), estableciendo que éstos pueden habitar varios nichos distintos en dichos ecosistemas y cumplir con funciones tales como: fragmentación de las hojas de los árboles de mangle, degradación de madera y de materia orgánica en los sedimentos. Así mismo, pueden encontrarse estableciendo simbiosis micorrízicas o como endófitos de hojas y raíces, relación que se ha estudiado con atención debido a que muchas plantas colonizadas por hongos son una fuente valiosa de metabolitos útiles y productos con valor medicinal e importancia económica, considerándose incluso que el potencial de las plantas de manglar puede estar relacionado con los hongos endófitos mutualistas asociados a sus tejidos (Ananda y Sridhar, 2002; Gilbert y Sousa, 2002).

### **2.3.2. DIVERSIDAD DE LOS HONGOS EN MANGLAR.**

Los primeros registros de hongos asociados a manglar corresponden a trabajos realizados en las costas de países como la India, estudiando su presencia en sedimentos marinos y lodo, a partir de los cuales se realizaron cientos de aislamientos de cepas de deuteromycetes (especialmente del género *Aspergillus*), zigomycetes, ascomycetes, así como de oomycetes (reino Stramenopila) (Rai et al., 1969; Rai y Chowdhery, 1978). Revisiones recientes en bosques de manglar han listado un total de 278 ascomycetes, 277 deuteromycetes, 30 basidiomycetes y 14 oomycetes, destacando que al menos 150 especies han sido registradas en los manglares de la India, los cuales constituyen el 7 % del total mundial (Manoharachary et al., 2005).

El clima también ha demostrado ser un factor influyente en la distribución de los hongos y en especial en la aparición de hongos típicamente terrestres en los bosques de mangle. (Manoharachary et al., 2005).

A pesar de que el conteo directo suele ser un método de primera elección para realizar trabajos de abundancia, Blum et al. (1988) reconocen que restringir los conteos a los hongos cultivables constituye un sesgo que dificulta su relación con el flujo de carbono en la comunidad microbiana que integra el sistema.

## 2.4. DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO.

Los humedales constituyen una superficie importante dentro del territorio nacional, entre ellos los manglares, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan. Su importante papel ecológico y económico ha sido reconocido internacionalmente.

México, junto con Indonesia, Brasil, Nigeria y Australia es uno de los cinco países con mayor superficie de manglar (FAO a, FAO b, 2007).

A nivel regional, también existen grandes diferencias entre los manglares que se distribuyen desde el sur de Chiapas hasta Baja California (este último es el límite norte de los manglares del Pacífico), así como en los manglares del Golfo de México y Caribe que van desde Quintana Roo hasta Tamaulipas. Estas diferencias regionales están influenciadas por los cambios latitudinales en temperatura, precipitación y por las características locales de los sustratos. Por ejemplo, en el sur de Tamaulipas, las temperaturas mínimas pueden ser menores de 0°C y la precipitación anual es alrededor de 700 mm. Ahí los manglares están dominados por una sola especie arbórea, tienen alturas máximas de 3 a 4 metros, aunque en algunos sitios alcanzan 6 metros y carecen de epifitas y trepadoras.

En el sur de Veracruz, las temperaturas mínimas nunca están por debajo de 14°C y la precipitación anual es mayor a 2,000 mm. Los manglares de esta región están compuestos de varias especies, con una altura de entre 10 a 30 m y albergan gran variedad de trepadoras y epifitas (López-Portillo y Ezcurra, 2002). Por su parte, en los suelos calcáreos de la Península de Yucatán, se mezclan manglares de 8 a 25 metros de altura con manglares arbustivos menores a 2 metros.

Los ecosistema de manglar está ubicados en los 17 estados de la República con litoral (*Cuadro 1*). La Región Península de Yucatán contiene el 55% (423,751 ha) de la extensión de manglares en México, seguida por la región Pacífico Norte con 24.5% (188,900 ha). Las regiones Golfo de México y Pacífico Sur contienen 11% (84,442 ha) y 8.6% (66,374 ha), respectivamente. La región Pacífico Centro es la que menor extensión de manglar contiene con un 0.9% (6,590 ha). A nivel estatal, Campeche es el que posee la mayor superficie de manglar del país (25.2%), seguido por Quintana Roo (16.9%), Yucatán (12.9%), Sinaloa (10.5%) y Nayarit (9.3%).

(<http://www.biodiversidad.gob.mx>)

Los estados con menor cobertura fueron Michoacán (0.2%), Jalisco (0.3%) y Baja California (0.004%). El porcentaje de manglar en relación a la extensión de la línea de costa es mayor en los estados de Yucatán, Chiapas y Quintana Roo, seguidos por Campeche y Tabasco (*Figura 4*).

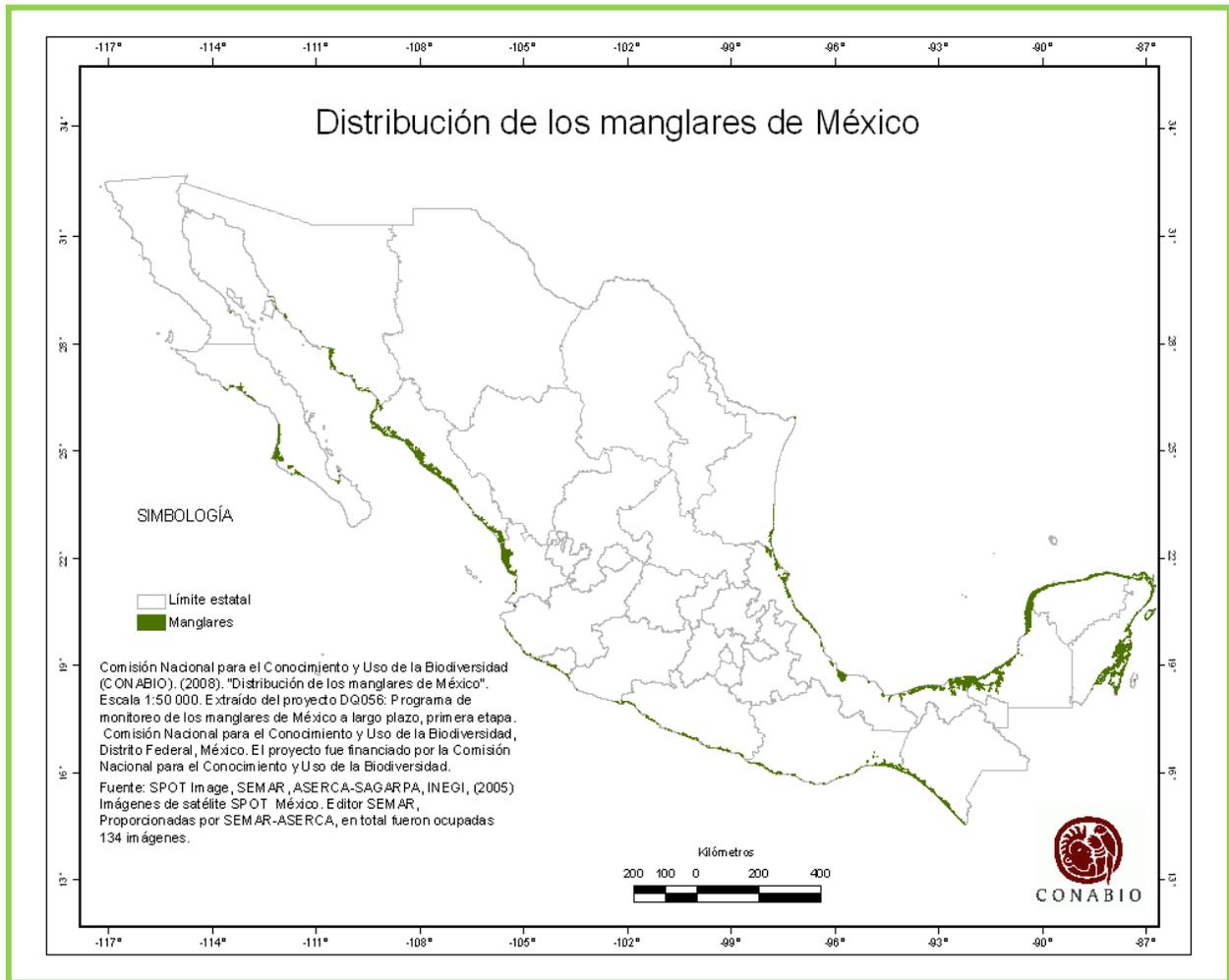
Cuadro 1. Superficie de la cobertura de manglares (escala 1:50,000) por región y por estado, y porcentaje ocupado por manglar relativo a la línea de costa.					
Región	Estados	Superficie (ha)	% del área total	Línea Costa (Km)	% ocupado por manglar (línea de costa + 5 km)
Golfo de México	Tabasco	45,210	5.9	201	70.4
	Tamaulipas	2,995	0.4	428	23.8
	Veracruz	36,237	4.7	751	35.6
	<b>Total G. M.</b>	<b>84,442</b>	<b>11.0</b>		
Pacífico Centro	Colima	3,074	0.4	159	51.5
	Jalisco	2,010	0.3	346	20.9
	Michoacán	1,506	0.2	243	13.9
	<b>Total P.C.</b>	<b>6,590</b>	<b>0.9</b>		
Pacífico Norte	Baja California	28	0.0	1,474	0.2
	Baja California Sur	25,851	3.3	2,087	11.4
	Nayarit	71,742	9.3	299	55.2
	Sinaloa	80,597	10.5	634	69.1
	Sonora	10,682	1.4	1,186	19.7
	<b>Total P.N.</b>	<b>188,900</b>	<b>24.5</b>		
Pacífico Sur	Chiapas	41,540	5.4	256	93.9
	Guerrero	7,537	1.0	524	43.5
	Oaxaca	17,297	2.2	588	49.4
	<b>Total P.S.</b>	<b>66,374</b>	<b>8.6</b>		
Península de Yucatán	Campeche	194,190	25.2	434	74.0
	Quintana Roo	129,921	16.9	1,398	88.2
	Yucatán	99,640	12.9	370	98.8
	<b>Total P.Y.</b>	<b>423,751</b>	<b>55.0</b>		
<b>Totales</b>		<b>770,057</b>	<b>100</b>	<b>11,378</b>	

Fuente: [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares\\_de\\_Mexico\\_Extension\\_y\\_distribucion.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf) <sup>1</sup>

Figura 4. SUPERFICIE DE LA COBERTURA DE MANGLARES

<sup>1</sup>Nota: Las superficies presentadas fueron calculadas utilizando el mapa de manglares en proyección Cónica Conforme de Lambert.

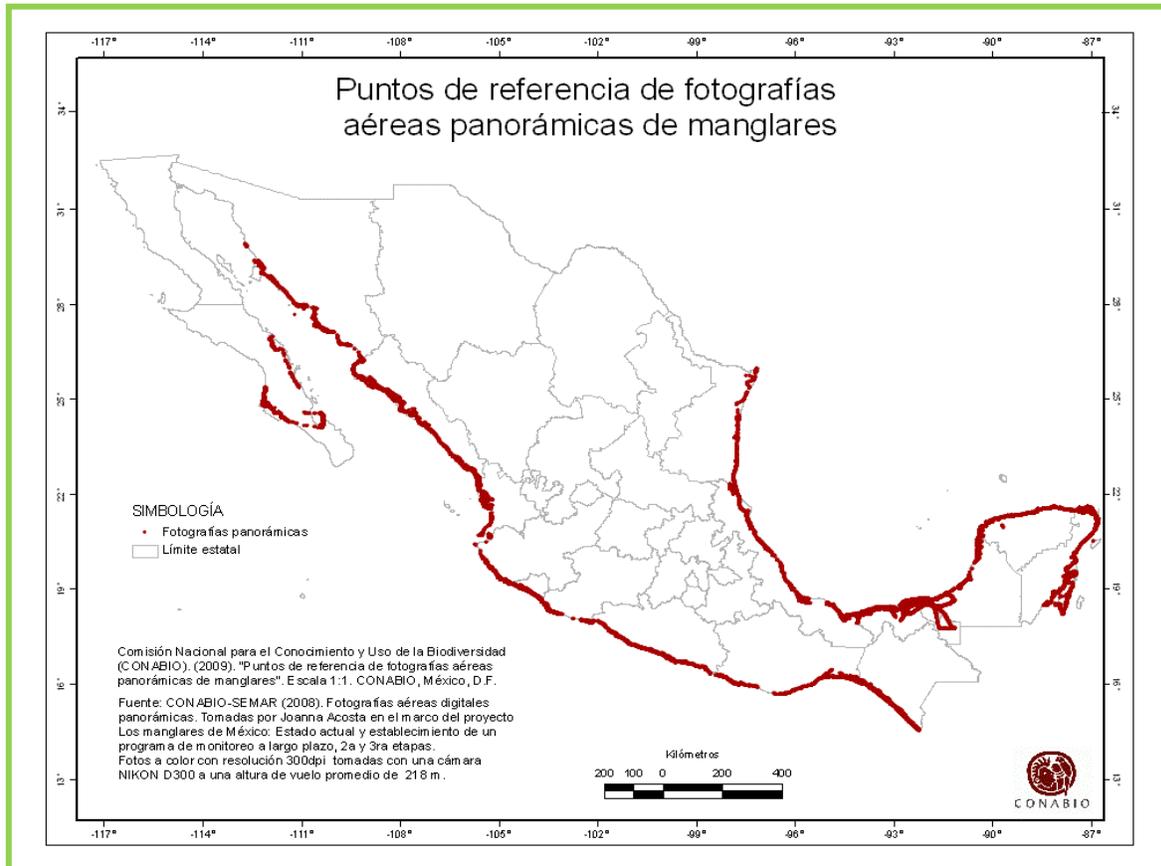
La Figura 5. Representa el mapa de la distribución y extensión reciente de la cobertura de los manglares de México utilizando imágenes de satélite SPOT 5.



Fuente:[http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares\\_de\\_Mexico\\_Extension\\_y\\_distribucion.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf)

Figura5. MANGLARES DE MÉXICO; EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN 2009.

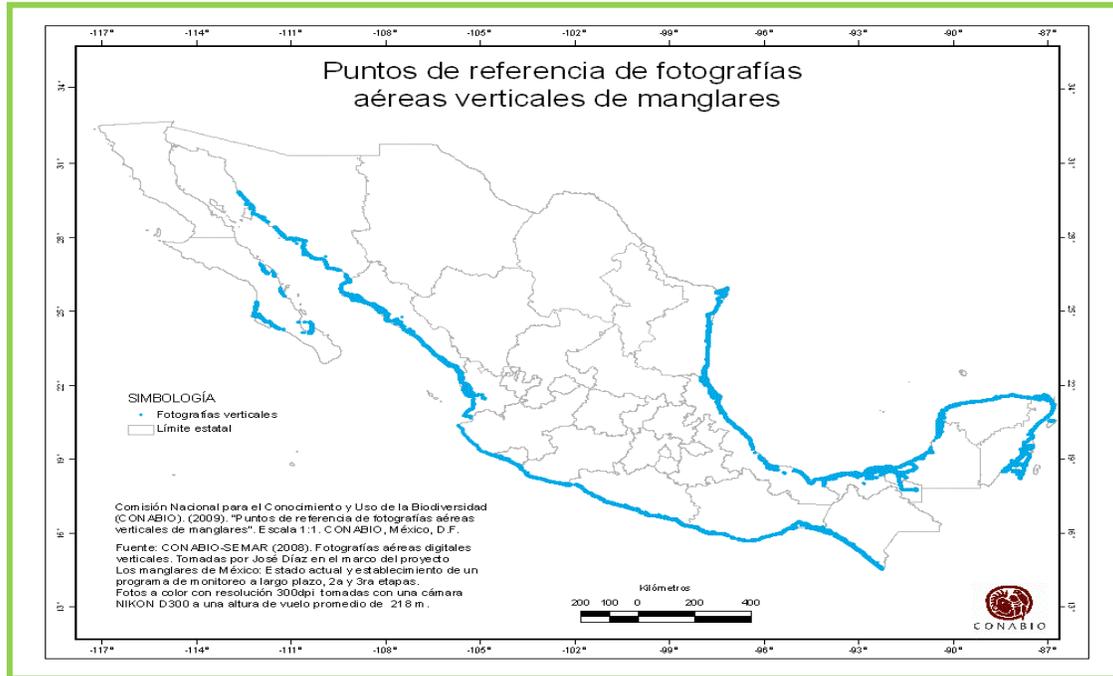
La Figura 6. Representa el mapa que contiene los puntos de referencia de las fotografías panorámicas tomadas en vuelos en helicóptero durante el año 2008, con apoyo de la Secretaría de Marina. Estas fotografías y sus coordenadas se obtuvieron en el marco del proyecto 'Los manglares de México' de la CONABIO.



Fuente: [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares\\_de\\_Mexico\\_Extension\\_y\\_distribucion.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf)

Figura 6. PUNTOS DE REFERENCIA DE LAS FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS DE MANGLARES.

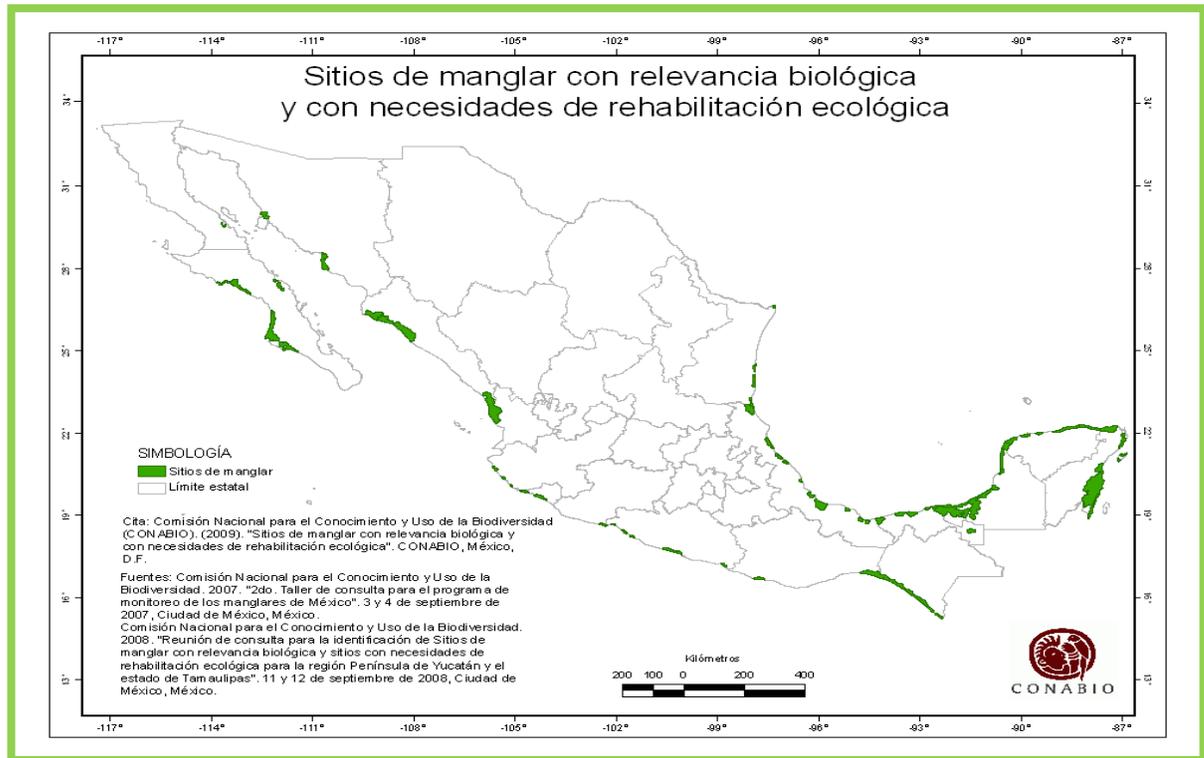
La Figura 7. Representa el mapa que contiene los puntos centrales de las fotografías aéreas verticales tomadas en vuelos en helicóptero durante el año 2008, con el apoyo de la Secretaría de Marina. Estas fotografías y sus coordenadas se obtuvieron en el marco del proyecto Los manglares de México, de la CONABIO.



Fuente: Manglares de México; Extensión y Distribución 2009.

Figura 7. PUNTOS CENTRALES DE LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS VERTICALES DE MANGLARES.

La Figura 8. El mapa presenta 81 sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica a nivel nacional, identificados por especialistas en manglar y la CONABIO. Los sitios de manglar se identificaron en 5 regiones del país: Pacífico Norte, Pacífico Centro, Pacífico Sur, Golfo de México y Península de Yucatán. La identificación de los sitios fue realizada con base a los resultados del '2do. Taller de consulta para el programa de monitoreo de los manglares de México' realizado en septiembre de 2007, y en la 'Reunión de consulta para la identificación de sitios de manglar de relevancia biológica y sitios con necesidades de rehabilitación ecológica para la Región Península de Yucatán y el estado de Tamaulipas' realizada en septiembre de 2008.



Fuente: Manglares de México; Extensión y Distribución 2009.

Figura 8. SITIOS DE MANGLAR CON RELEVANCIA BIOLÓGICA Y CON NECESIDADES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA A NIVEL NACIONAL.

Se estima que en las últimas dos décadas se ha perdido aproximadamente el 35 % de los manglares del mundo (Valiela I, JL Bowen y JK York 2001). En nuestro país los manglares han sido afectados principalmente por la tala o remoción que se ha llevado a cabo para abrir paso a las actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas.

A nivel mundial, México se ubica entre los países con mayor superficie de manglar, aunque hay discrepancia entre las estimaciones reportadas. De acuerdo con la FAO (FAO, 2003), en México, en el año 2000 los manglares ocupaban 440,000 ha, cifra que difiere con las cerca de 890,000 ha, que para la misma fecha reportó SEMARNAT, (SEMARNAT. 2003).

Debido a que no se cuenta con estimaciones confiables de la velocidad a la que está cambiando el manglar en el país, y no se ha evaluado a escala nacional cuáles son los factores que están provocando estos cambios, la CONABIO inicio desde hace varios años un programa de monitoreo de los manglares

de México, con la finalidad de generar los conocimientos necesarios que incidan en las políticas públicas, para una mejor planeación y manejo de este ecosistema a nivel nacional.

### **3. BENEFICIOS.**

#### **3.1. ECOLÓGICOS / AMBIENTALES.**

##### **3.1.1. IMPORTANCIA ECOLÓGICA.**

El ecosistema de manglar se destaca por su alta productividad y producción de materia orgánica. Promueven la biodiversidad ya que sus raíces sumergidas proveen hábitat y refugio para una rica fauna de peces, mamíferos e invertebrados. Los manglares tienen un alto valor ecológico y económico ya que actúan como criaderos para muchos peces y mariscos. (Yañez, A.; Lara Domínguez, A. L. 1999.)

Son fundamentales para el hombre ya que aseguran la sustentabilidad de la industria pesquera. Albergan y proveen áreas de anidaje a un número considerable de especies de aves residentes y migratorias, vulnerables o en peligro de extinción. Protegen las costas contra la erosión y las marejadas ocasionadas por los huracanes. Atrapan sedimento y hojarasca entre sus raíces y ayudan a rellenar y recobrar terreno. Son importantes para la educación e investigación científica. (Cintrón, G; Schaeffer, Y. 1993.).

El manglar compone un ecosistema irremplazable y único que hospeda una increíble biodiversidad y que se localiza entre uno de los más productivos del mundo. Además protegen a las costas de la erosión, control de inundación, retención de sedimentos y sustancias tóxicas depurando el agua que llega al mar y actúa como fuente de materia orgánica. Así como también sustentan un número considerable de especies vulnerables o en peligro de extinción y sirven de hábitat a especies marinas y estuarinas (Cintrón, G; Schaeffer, Y. 1993.). Existen actualmente por lo menos cuatro métodos posibles, para valorar de manera precisa los aportes de los manglares y otras tierras húmedas a la actividad económica. (FARO SEPTIEMBRE 1994).

1. Valor monetario. Es el principal método de valoración que usan los economistas. Los dólares pagados por los productos de los manglares y/o la disposición de los humanos a pagar por los servicios ambientales de los manglares pueden usarse como medida del valor de dichos ecosistemas. Sin embargo,

cuando la información es limitada, las percepciones humanas del valor serán generalmente incorrectas; así lo demuestra el hecho que mucha gente atribuye poco o ningún valor a los ecosistemas de manglares.

2. Monto de Emergia. El valor de un manglar puede estimarse a través de la suma de la Emergia requerida para producirlo. (Se define la Emergia como el total de la energía de una clase, requerida directa e indirectamente, para producir un bien o servicio económico o ambiental).

3. Total de trabajo útil. El valor de un manglar puede determinarse también a través de la medición del trabajo útil efectuado por éste.

4. Valor del costo de reposición. El valor del ecosistema puede estimarse determinando el costo de reposición de los servicios ambientales perdidos al producirse la destrucción de manglares.

El trabajo realizado por los manglares y el requerido para reemplazarlos se puede medir como emergia, expresada en joules solares (ejs). Por ejemplo, la emergia necesaria para producir un monto dado de capital natural, tal como un manglar maduro, es una estimación del costo de reposición de ese activo. Debido a que los servicios ambientales prestados por ecosistemas como estos son muchos y complejos, a menudo es más fácil calcular su valor en términos de la emergia requerida para la producción, más que como la suma del trabajo realizado. Estos dos métodos pueden ser lados diferentes de la misma moneda, ya que la teoría indica que la emergia de las contribuciones en trabajo será igual a la requerida para la producción en sistemas bien adaptados. (FARO SEPTIEMBRE 1994).

### **3.1.2. SERVICIOS AMBIENTALES.**

El manglar desempeña tareas importantes que permiten un equilibrio natural entre los cuales se puede mencionar:

- ◆ Protección contra tormentas / cortina rompevientos.
- ◆ Cunero de gran cantidad de peces, moluscos y crustáceos, siendo un refugio de fauna silvestre, con algunas especies amenazadas o en peligro de extinción como el caso del cocodrilo *Crocodrilus acutus* (Chiricahueto, Sinaloa).

- ◆ Control de inundaciones, huracanes y protección del litoral de la erosión por oleaje (Los Peténes, Campeche); sirviendo como sitios de amortiguamiento por inundaciones y huracanes (Rivera Maya, Quintana Roo; marismas de San Ignacio-Navachiste Sinaloa).
- ◆ Estabilización de microclimas.
- ◆ Funciona como suspensión de sedimentos, al proteger los canales y lagunas del azolvamiento (Chantuto-Teculapa-Panzacola, Chiapas); y de retención de sustancias tóxicas purificando el agua que llega al mar.
- ◆ Fuente de materia orgánica, producción de hojarasca y exportación de biomasa.
- ◆ Desalinización del agua que ingresa a tierra firme.
- ◆ Tenor de alimentación y reposo de aves migratorias (Marismas Nacionales, Nayarit; Ría Celestún y Ría Lagartos, Yucatán).
- ◆ Como filtro biológico de contaminantes provenientes de los fertilizantes agrícolas (Ensenada del Pabellón, Sinaloa).
- ◆ Fuente de alimento de asentamientos humanos desde tiempos precolombinos (conchales de Teacapáni Sinaloa).
- ◆ Es de gran valor escénico que rompe con la rigidez urbana o monotonía de los campos rurales (Estero de El Salado, Jalisco).
- ◆ Tiene valor religioso y cultural (Mexcaltitán, Nayarit) en algunas regiones (Flores-Verdugo, 1989).
- ◆ Productor de Oxígeno.

## **3.2. SOCIALES.**

### **3.2.1. USOS GENERALES.**

Los mangles a menudo ofrecen una fuente de productos madereros, proveyendo subsistencia a las poblaciones locales. Sin embargo, la tala para este tipo de actividades es en ocasiones raras la principal causa de la pérdida de estos árboles.

Ésta se debe ante todo a la competencia por la tierra para desarrollos urbanos, turismo, agricultura o construcción de estanques para cultivo de camarón. La gran tasa de cambios negativos en los manglares en los años ochenta en Asia, el Caribe y Latinoamérica ha sido ocasionada principalmente por la conversión de estas áreas para acuicultura e infraestructura; ya que muchos gobiernos han optado por ella con la intención de aumentar la seguridad alimentaria, estimular las economías nacionales y mejorar los estándares de vida.

Inicialmente, en la época prehispánica las poblaciones del Caribe colombiano utilizaron los recursos costeros al parecer sólo durante una parte del año y durante un tiempo de duración variable, como lo demuestran los hallazgos arqueológicos, especialmente los de los conchales. En éstos se evidencian no sólo vestigios de una cerámica bien elaborada y con desgrasante vegetal (3.000 años a. de Cristo, aprox.), sino restos de moluscos, crustáceos, peces y mamíferos asociados a los manglares vecinos al lugar del basurero o conchero. Más tarde, en épocas posteriores al descubrimiento y la colonización española, una importante población africana fue esclavizada y traída a América con la imposición de distintas obligaciones para la activación de los placeres auríferos y las haciendas a cargo de los encomenderos españoles, como la ocupación de labores domésticas, mineras y agrícolas. (Sánchez-Páez, et.al.,2000b)

Prácticamente en todos los núcleos poblacionales de la costa donde existen ecosistemas de manglares, se aprovechan o se han aprovechado sus productos así como sus recursos asociados. En las viviendas, por ejemplo, es frecuente la utilización de distintas especies maderables, entre ellas, algunas especies de mangle, por su gran durabilidad y economía; lo mismo sucede para la construcción de las embarcaciones o artes de pesca, o para la preparación de los alimentos aprovechando el gran poder calorífico de la madera y la mínima cantidad de ceniza producida (Sánchez - Páez et al., 1997a). Incluso en la década de

los 70 se le aprovechó industrialmente para fabricar carbón activado y tableros aglomerados, pero en 1978 las Autoridades Ambientales, después de evaluar los impactos negativos causados, suspendieron los permisos de explotación definitivamente (Hernández - Camacho et al., 1978).

### 3.3. ECONÓMICOS.

La valoración económica de los manglares es un tema que ha estado vigente en la literatura desde hace varios años (Farber y Constanza 1987; Lynne, et al 1981). El valor económico sistémico de los manglares se compone de distintos tipos de valor: (1) los valores de uso directo extractivos como la leña o los taninos, (2) los valores de uso directo no extractivo como la recreación, (3) los valores de uso indirecto como la gran variedad de servicios ambientales que proveen los manglares (captura de carbono, protección contra tormentas, filtrado de aguas residuales, hábitat para especies pesqueras, entre otros), (4) los valores de uso futuro como el acopio de información genética y (5) los valores de existencia ya sean culturales, religiosos o éticos (Sanjurjo y Welsch, 2005). Entre los componentes del valor económico total que se han calculado para distintos manglares se encuentra el filtrado de aguas residuales (Lal, 1990), la protección contra tormentas (Kabii y Bacon 1997), los servicios recreativos (Hudgson y Dixon 2000; Sanjurjo 2005), la protección de biodiversidad, la captura de carbono (Valdés y Valdéz 2005) y el servicio del manglar como hábitat de crianza para especies pesqueras comerciales.

Los ecosistemas del manglar son lugares de crianza para las misceláneas especies pesqueras de importancia comercial (Robertson y Duke, 1990). Por ejemplo: el camarón principia su vida en el mar abierto y después de varias fases de crecimiento la larva se mueve a las aguas de estuarios donde permanece un tiempo; el hábitat del estuario provee sustancias ricas en nutrientes, y el manglar provee protección ante depredadores. Por lo tanto, cualquier disturbio causado a este ecosistema por la conversión del manglar implicará una menor población de peces y en menores ingresos para los pescadores (Spaninks y Beukering, 1997).

Al estimar los bienes económicos de los manglares sobre las pesquerías preexisten dos aspectos que deben ser incorporados como definitivos del valor de este servicio y son: la asignación de los derechos de propiedad y la organización social y productiva.

#### **4. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE MANGLARES Y HUMEDALES.**

El cambio climático global está provocando diferentes impactos en el Golfo de México, incluyendo incremento de la temperatura superficial del océano, ascenso acelerado del nivel del mar, cambios en el régimen de lluvias y el patrón de descarga de agua dulce, cambios en la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, e incremento de la temperatura ambiente tierra adentro (Day et al., 2009a).

Como los manglares son uno de los más emblemáticos hábitats críticos costeros en latitudes tropicales y subtropicales alrededor del mundo, el impacto costero ante el cambio climático tendrá significado ecológico, económico y social sobre este tipo de ecosistemas. Por sus características reproductivas, los manglares pueden acusar importantes respuestas sensitivas, estructural y funcionalmente, a los cambios climáticos. Otros humedales costeros salobres o dulceacuícolas y los pastos marinos, muestran una variabilidad más pronunciada en periodos cortos debido a fluctuaciones estacionales e interanuales y su tasa de renovación es muy rápida, por lo cual se dificulta su rápida adaptabilidad frente al cambio climático global.

**Tabla I. Principales Respuestas Esperadas de los Ecosistemas Costeros Tropicales frente a las Predicciones sobre los Cambios Climáticos. Basado en Snedaker (1993), UNEP (1994), Yáñez-Arancibia et al. (1998), Day et al. (2008).**

**Incremento del Nivel Medio del Mar:**

- La comunidad de manglar progradará tierra adentro si hay suficiente ambiente sedimentario y sin obstáculos topográficos.
- La erosión sobre el margen litoral se incrementará.
- El rango del nivel medio del mar determinará el nivel de restablecimiento de los manglares, dunas y humedales costeros.
- La productividad secundaria (y primaria acuática) se incrementará por la mayor disponibilidad de nutrientes y debido a la erosión y resuspensión.

**Incremento en la Concentración de CO<sub>2</sub> Atmosférico:**

- La fotosíntesis del follaje de los manglares no se incrementará significativamente.
- La eficiencia de los manglares en el uso del agua se mejorará. Esto puede o no verse reflejado en el crecimiento.
- No todas las especies de manglares responderán de igual manera.

**Incremento en la Temperatura Atmosférica:**

- Algunas poblaciones de manglares extenderán su distribución hacia latitudes mayores.
- En muchas especies de manglares habrá cambios en los patrones fonológicos, reproductivos y de crecimiento.
- Se incrementará la productividad neta global del ecosistema de manglar.
- La biodiversidad de plantas y animales en los manglares se incrementará (beneficios de microclima) y cambiará la composición florística y faunística.
- Se acelerarán los procesos microbianos en los manglares, en la interfase agua-sedimento.

**Cambios en el Patrón de Lluvias:**

- Los cambios en el contenido de agua del suelo y salinidad del sustrato, tendrán significativo impacto sobre el crecimiento de los manglares.
- Un incremento de la precipitación sobre la tasa de evapotranspiración incrementará la tasa de producción primaria de los manglares.
- Un incremento en la salinidad del suelo reducirá la productividad primaria y crecimiento de los manglares.
- La fauna eurihalina no se verá afectada por el incremento en salinidad, pero la distribución de especies estenohalinas se alterará significativamente.

**Impacto Esperado de los Cambios Climáticos sobre el Uso del Suelo, Utilización y Deforestación de los Manglares:**

- Se incrementará el riesgo de inundación de tierras bajas en la planicie costera.
- Se incrementará la erosión de los litorales blandos vulnerables en lagunas costeras, estuarios y deltas fluviales.
- Se incrementará el riesgo de intrusión salina.
- Se incrementará la frecuencia del daño causado por tormentas y huracanes.

Fuente: Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera, Alejandro Yáñez-Arancibia, Agosto 2010. INECOL.

Figura 9. RESUME LAS PRINCIPALES RESPUESTAS ESPERADAS DE LOS ECOSISTEMAS COSTEROS TROPICALES (MANGLARES), FRENTE A LAS PREDICCIONES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC, 2007).

UNEP (1994) presenta resumidamente los cambios esperados en la concentración de gases atmosféricos, en el promedio de temperatura global, y en el promedio del nivel del mar, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Se conoce que el calentamiento global puede estar causado por los gases del efecto-invernadero. Estos son gases que pueden absorber la radiación infrarroja. La

absorción de radiación térmica de onda larga en la atmósfera evita el escape de la energía térmica, provocando el incremento marcado de la temperatura de la atmósfera.

La definición de la convención de Ramsar, dice que los humedales comprenden “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos, que generalmente se reconocen como áreas que se inundan temporalmente, zonas donde la capa freática aflora en la superficie o con suelos de baja permeabilidad, cubiertos por agua poco profunda.

La vegetación de humedales está adaptada para vivir en zonas inundables. Se identifica como vegetación característica a la selva alta y mediana inundable, bosque perennifolio inundable, manglar, tular, palmar inundable y matorral inundable. Para la identificación y delimitación práctica de los humedales se utilizan tres criterios, relacionados con la funcionalidad del ecosistema (Mitsch y Gosselink, 1993.).

En México, muchos de los humedales enfrentan un grave deterioro por la extracción y contaminación de sus aguas, la desecación para la construcción de infraestructura urbana o turística, y su conversión a usos productivos (agrícolas, acuícolas y pecuarios). Su sobreexplotación continuará conforme aumente la demanda de agua para los diferentes usos humanos. Por lo tanto es indispensable definir estrategias y políticas que consideren su identificación, delimitación, preservación, protección y restauración, y que promuevan el uso racional de sus recursos. (CONAGUA-CONACYT, 2006.).

Ante los desafíos que plantea el cambio climático, es preciso anticipar algunos de los probables impactos que puede suscitar en los humedales costeros:

- ◆ Aumento del nivel del mar.
- ◆ Cambios diferenciados en la precipitación y la temperatura.
- ◆ Migración de ecosistemas.
- ◆ Modificación en la salinidad de los cuerpos de agua.

- ◆ Mayor penetración de la cuña salina.
- ◆ Disminución de los aportes fluviales.
- ◆ Alteración en la composición de flora y fauna.

A estos cambios hay que añadir los que generan los procesos de urbanización, industrialización y de conversión hacia una economía de servicios en las zonas costeras. Los cambios en la disponibilidad de recursos hídricos ocasionarán una competencia entre las demandas de los ecosistemas y las demandas de las poblaciones humanas. (Jacinto Buenfil Friedman, 2009).

## **5. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN.**

Las especies del manglar en general poseen adaptaciones morfológicas que le permiten ocupar suelos inestable, y adaptaciones morfo-fisiológicas para tolerar ambientes salinos y salobres e intercambiar gases en sustratos con baja concentración de oxígeno.

Entre las adaptaciones se encuentran, la tolerancia a altos niveles de salinidad, raíces aéreas en forma de zancos, que les permite anclarse en suelos inestables, semillas flotantes para mayor dispersión y estructuras especializadas que propician el intercambio de gases en el suelo anaeróbico del manglar.

Los "neumatóforos" son raíces con geotropismo negativo que permiten el intercambio de gases, surgen del sustrato hacia el aire, donde se pueden encontrar lenticelas, especialmente en el mangle negro y blanco. En el mangle rojo las "lenticelas" permiten el intercambio de gases, almacenados en el parénquima para abastecer a las raíces. Las "raíces aéreas o zancudas" en el mangle rojo salen a la superficie y regresan al sustrato, lo que les permite habitar en superficies inundadas.

### **5.1. TOLERANCIA AL AGUA SALADA.**

Es una adaptación muy importante, aunque estos árboles también crecen sobre agua dulce sin ningún problema, la dificultad que poseen para prosperar en estos ambientes es la competencia que tienen con las plantas terrestres o acuáticas.

Todos los mangles excluyen alguna porción de sal cuando se absorbe el agua a través de las raíces, otra parte se concentra al interior en el tejido de la planta, variando las cantidades acumuladas de acuerdo a cada especie. Esta sal al interior de la planta es necesaria en los tejidos porque, para que fluya el agua desde la raíces hasta las yemas, la concentración de sal en las hojas junto con la presión hidrostática en las células de la planta tiene que ser lo suficientemente fuerte para que el agua se mueva en la dirección correcta. Esto es posible porque el agua tiende a fluir desde una región de baja concentración de sal a una de alta y como la concentración de sal alrededor de las raíces del mangle es relativamente alta, la sal en los tejidos de la planta tiene que ser mayor para que fluya el agua de la base del árbol a la copa. (FIELD, C.D. 1995. *Journey Amongst Mangroves.*).

Las vacuolas son los organelos de la célula donde se acumula el mayor volumen de sal, una pequeña cantidad en el citoplasma y otra en las cavidades intercelulares.

El mangle negro, iguanero, salado o de humo, *Avicennia germinans* pertenece al grupo de mangles denominados como secretores y es la más tolerante a la salinidad. Éstos dejan entrar la sal disuelta en el agua a través de sus raíces por un proceso de filtración selectiva y eliminan los excesos a través de glándulas que poseen en sus hojas. La otra estrategia consiste en dejar entrar el agua con cantidades mucho menores de sal a través de membranas situadas en las raíces, realizando filtraciones, ello se logra manteniendo diferencias de presión negativas en el interior del tejido a través de un proceso físico, el mangle rojo o colorado, *Rhizophora mangle* posee esta adaptación, pero a diferencia de *Avicennia germinans* no soporta ambientes salinos muy altos.

## **5.2. DESARROLLO A SUELOS INESTABLES.**

El mangle rojo o colorado, *Rhizophora mangle* es la especie que mejor está adaptada a esta situación por poseer raíces en forma de zancos, lo que le permite estabilizarse sobre planos lodosos, es común verlo a orillas de ciénagas, esteros o caños siempre procurando aumentar su área radicular para poder desarrollarse y colonizar nuevos espacios; es el sistema radicular más conocido, ya que se distingue por una maraña de raíces difícil de sobrepasar. El mangle negro, iguanero, salado o de humo, *Avicennia germinans* posee raíces subsuperficiales en forma de estrella que le dan estabilidad, se sitúa en suelos más consolidados, en marea baja es llamativo observar un tapiz de esponjas sobre el cual es fácil moverse.

El mangle piñuelo, *Pelliciera rhizophorae* y el mangle nato *Mora megistosperma* poseen raíces tabloides que les dan estabilidad lateral pero sobre suelos consolidados.

### 5.3. INTERCAMBIO DE GASES EN SUSTRATOS ANAERÓBICOS.

Para superar la falta de oxígeno (anoxia) en el suelo las especies de árboles han tomado distintos caminos evolutivos, *Rhizophora mangle* posee en sus raíces orificios llamados lenticelas, aberturas hidrófobas permeables al aire y no al agua, los cuales se abren y se cierran de acuerdo al nivel de inundación presente; *Pelliciera rhizophorae* las tiene sobre la superficie externa de sus raíces tabloides y acumula aire en un tejido esponjoso que se encuentra conectado a éstas, cuando sube la marea se cierran y el árbol puede respirar normalmente hasta que ésta baja y los vuelve a llenar como tanques de almacenamiento.

*Avicennia germinans* posee un sistema muy especializado, sus raíces en forma de estrella se anclan al suelo bajo la superficie, de éstas se elevan unos segmentos esponjosos llamados neumatóforos, los cuales le permiten tomar aire de la atmósfera mientras sus raíces principales están parcialmente inundadas por la marea; cuando el nivel de marea es tan alto que sobrepasa el nivel de éstos, la planta toma el oxígeno contenido allí y el dióxido de carbono se disuelve fácilmente en el agua.

### 5.4. EMBRIONES APTOS DE FLOTAR.

Cuando se trata el tema de la reproducción es importante destacar que a diferencia de las plantas terrestres típicas, *Rhizophora mangle* ha logrado que las semillas antes de abandonar al árbol que la produjo, realicen sobre éste el proceso de germinación (vivíparismo), es decir, cuando las semillas son despedidas inmediatamente después de encontrar condiciones de lechos adecuados, las plántulas inician su crecimiento sin incurrir en azarosos procesos germinativos, como si lo hacen las plantas de tierra firme, esta semilla es llamada hipocótilo. La dificultad surge cuando en el medio existen sustancias nocivas, ya que pueden ser destruidas fácilmente por no poseer estructuras externas que las protejan como si ocurre con las plantas terrestres.

La capacidad de flotar es otro aspecto a destacar en los embriones ya que pueden viajar por varios meses hasta colonizar nuevos lechos, esta condición les permite dispersarse a grandes distancias sobre flujos de agua por acción del oleaje, las mareas, inundación por desborde de los ríos y la precipitación. *Avicennia*

*germinans* y *Pelliciera rhizophorae* tienen envolturas con cámaras de aire que cubren la semilla germinada, éstas se van abriendo a medida que se llenan de agua y dejan suelta la semilla para que se arraigue al sustrato. *Mora megistosperma* posee un mecanismo interesante, la semilla se forma en una vaina en forma de riñón de aproximadamente 70 centímetros de longitud, después se abre la semilla en dos (cotiledones) y se va al fondo, de esa forma emite la raíz y se ancla para iniciar el crecimiento en un nuevo individuo.

Podríamos contribuir reforestando con propágulos de esta especie de mangle, el *Rhizophora mangle* es el género de mangle más usado en la actualidad en programas de reforestación para su reproducción.

## 6. IMPORTANCIA DE *Rhizophora mangle*.

Pertenece a la familia pantropical *Rhizophoraceae*, que cuenta unos 16 géneros y 120 especies de árboles y arbustos, esta familia incluye cuatro géneros exclusivos de mangle: *Bruguiera*, *Ceriops*, *Kandelia* y *Rhizophora*. La condición uniforme de ser vivíparos es particularmente distintiva (Tomlinson, 1986).

Se encuentra a orillas del estero y en lugares donde hay influencia de marea, en sustrato poco sólido (fangoso). Suele formar rodales puros cerca de la bocana, pero su abundancia disminuye a medida que se distancia de esta. Se destaca por su alta productividad y producción de materia orgánica. Promueven la biodiversidad ya que sus raíces sumergidas proveen hábitaculo y refugio para una rica fauna de peces, mamíferos e invertebrados. Los manglares tienen un alto valor ecológico y económico ya que actúan como criaderos para muchos peces y mariscos.

Generalmente la especie se desarrolla a salinidades cercanas o inferiores a la del agua de mar 35 ppm. Cuando se encuentra a salinidades superiores a las 50 ppm, muestra enanismo ya que las plantas no superan 1.5 m de altura y los pequeños propágulos que producen no sobrepasan los 10 cm de largo (Jiménez, 1994).

Son fundamentales para el hombre ya que aseguran la sustentabilidad de la industria pesquera. Albergan y proveen áreas de anidaje a un número considerable de especies de aves residentes y migratorias, vulnerables o en peligro de extinción. Protegen las costas contra la erosión y las marejadas ocasionadas por los huracanes. Atrapan sedimento y hojarasca entre sus raíces y ayudan a rellenar y recobrar terreno. Son importantes para la educación e investigación científica.

### 6.1. LIBERACIÓN DE CARBONO ALMACENADO.

Los manglares son importantes para el equilibrio de los ambientes costeros. Estos se clasifican entre los ecosistemas más productivos del mundo.

La evaluación cuantitativa de carbono entre ecosistemas y la atmósfera es uno de los temas críticos en política ambiental (IPCC, 2003; Ramankutty, 2007). Los ambientes naturales contienen grandes depósitos de carbono fijados por la vegetación y sedimentos a través de procesos naturales como la

descomposición y fotosíntesis (Herr et al., 2011). La degradación de estos ecosistemas por las actividades humanas ocasionaría la liberación de carbono en sus formas de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero como metano (resultado de la respiración durante la descomposición de materia orgánica en suelos anóxicos) y óxido nitroso (subproducto del proceso de desnitrificación), que contribuyen al cambio climático.

En el ciclo del carbono los principales procesos de transformación bajo condiciones aeróbicas son la fotosíntesis (en el agua y parte del suelo aeróbico), y la respiración (suelo anaeróbico).

En estos procesos el H<sub>2</sub>O es el mejor de los donadores de electrones para la fotosíntesis y el oxígeno el aceptor terminal en la respiración

Los humedales remueven CO<sub>2</sub> de la atmosfera vía fotosíntesis, regresan una parte a través de la respiración y oxidación, acumulando el resto en biomasa viva (aérea y subterránea) y en la fracción orgánica del suelo.

Debido a la naturaleza anóxica de los humedales, los procesos anaeróbicos son menos eficientes en términos de transferencia de energía, debido a la proximidad con los procesos aeróbicos. Dos de los principales procesos anaeróbicos son la fermentación y la metanogénesis (producción de metano, gas de efecto invernadero).

Los humedales actúan como fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, se destaca su función como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000). Otras funciones son estabilizar los suministros de agua, contribución en la depuración de aguas contaminadas, protección de litorales y recarga de los mantos freáticos.

## 6.2. FIJACIÓN DE NITRÓGENO EN EL MANGLAR.

La fijación de nitrógeno es llevada a cabo por la nitrogenasa a través de la siguiente reacción:



Representados en aproximadamente 100 géneros diferentes, los organismos fijadores de nitrógeno o diazotróficos colonizan tanto ambientes terrestres como marinos y se encuentran distribuidos en la mayoría de las divisiones filogenéticas (Masephol y Klipp, 1996). La razón por la cual muchos grupos bacterianos no se consideran diazotróficos puede ser simplemente porque no se han analizado (Young, 1992).

La fijación de nitrógeno y la síntesis de la nitrogenasa son procesos metabólicos que involucran una gran diversidad de metabolitos y requieren un gran costo energético (la transferencia de un electrón requiere de la hidrólisis de dos moléculas de ATP). Como una estrategia de las células para economizar energía, la nitrogenasa está sujeta a un estricto control a través de la concentración intracelular de amonio y otras formas de nitrógeno (Oelze y Klein, 1996; Smith y Eady, 1992) y se activa solamente bajo condiciones deficientes en nitrógeno.

Las tasas mínimas de fijación de nitrógeno por bacterias heterótrofas detectadas en el océano es probablemente un reflejo de la escasez de fuentes de energía en la columna de agua. Por esta razón, no es de sorprender que se haya encontrado mayor actividad de fijación de nitrógeno en aquellos ambientes donde existe acumulación de materia orgánica biodegradable como marismas y manglares (Potts, 1984). En manglares se ha encontrado una correlación positiva entre las tasas de reducción de acetileno y la disponibilidad de materia orgánica. La fijación de nitrógeno asociada a hojas de mangle en proceso de descomposición no se incrementó al agregar a éstas diferentes fuentes de carbono, sin embargo, al agregar las fuentes de carbono en sedimentos libres de partes de plantas muertas, la fijación de nitrógeno se incrementó significativamente (Zuberer y Silver, 1978). Estos resultados sugieren que la fijación de nitrógeno en sedimentos de manglar es limitada debido a la escasez de fuentes de energía, ya que al incorporarlas artificialmente, la fijación de nitrógeno se activa. En cambio, en hojas en proceso de descomposición existen fuentes de energía abundantes para ser utilizadas en la fijación de nitrógeno. Las fuentes de energía utilizadas por las bacterias asociadas a hojas muertas para fijar nitrógeno pueden ser metabolitos liberados por la microflora no diazotrófica que forma parte de la comunidad microbiana colonizadora de hojas de mangle (Zuberer y Silver, 1978).

Además de la disponibilidad de fuentes adecuadas de carbono que puedan utilizarse por las bacterias diazotróficas, otro factor que determina la magnitud de la fijación de nitrógeno es la concentración de nitrógeno soluble en el agua del manglar. Van der Valk y Attiwill (1984) atribuyeron las tasas mínimas de fijación de nitrógeno detectadas en sedimentos y rizosfera del mangle *Avicennia marina* a la alta concentración de nitrógeno soluble presente en el agua del manglar (hasta 25 mg L<sup>-1</sup>) así como a la falta de fuentes adecuadas de carbono disponibles para la comunidad microbiana. Estas aseveraciones sugieren que en manglares que reciben aportes de nitrógeno ya sea por descarga de aguas residuales, o aportes de origen continental, la fijación de nitrógeno no será significativa.

En manglares se han encontrado altas tasas de fijación de nitrógeno asociadas a hojas muertas de mangle en proceso de descomposición (Hicks y Silvester, 1985; van der Valk y Attiwill, 1984; Zuberer y Silver, 1978), a pneumatóforos o raíces aéreas (Hicks y Silvester, 1985; Potts, 1979; Toledo *et al.*, 1995a; Zuberer y Silver, 1978), a la rizosfera del mangle (Holguin *et al.*, 1992; Zuberer y Silver, 1978), a la corteza de árboles de mangle (Uchino *et al.*, 1984), a comunidades de cianobacterias en forma de tapetes que cubren la superficie del sedimento (Gotto y Taylor, 1976; Toledo *et al.*, 1995a) y a sedimentos (Potts, 1979; Zuberer y Silver, 1978).

Se lograron aislar, a partir de sedimentos, rizosfera y superficie radicular de diferentes especies de mangle, bacterias fijadoras de nitrógeno presuntamente identificadas como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Clostridium* y *Klebsiella*. Las bacterias no mostraron especificidad de colonización a ninguna de las especies de mangle o a otras plantas encontradas en el manglar (un total de 45 especies) (Sengupta y Chaudhuri, 1991).

Entre *R. mangle* y *A. germinans* se encontró que existían diferencias en el contenido de nitrógeno total y fenoles (Sherman *et al.*, 1998). Al inferir que la baja concentración de nitrógeno total en hojas de *Rhizophora* pudiera promover la fijación de nitrógeno (una relación alta de carbono/nitrógeno se considera propicia para el desarrollo de organismos fijadores de nitrógeno (Sengupta y Chaudhuri, 1991), se comparó la fijación de nitrógeno entre hojas en proceso de descomposición de ambas plantas en un

periodo de tres meses. Contrario a lo que se esperaba, no se encontró diferencia entre la actividad diazotrófica asociada con las hojas de las dos especies de mangle (Pelegrí y Twilley, 1998).

En un manglar estuarino localizado en la India se detectaron altas tasas de fijación de nitrógeno asociadas a raíces de siete especies de mangle (Sengupta y Chaudhuri, 1991). Así mismo, en un manglar en la Florida, EUA, Zuberer y Silver (1978) encontraron fijación de nitrógeno asociada a raíces de tres especies de mangle. Holguin *et al.* (1992) y Amador *et al.* (1999) lograron aislar del manglar de Balandra, Baja California Sur, México, bacterias diazotróficas de la rizosfera de los mangles *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. Algunas de las cepas se identificaron como *Vibrio campbelli*, *Listonella anguillarum*, *Vibrio aestuarianus* y *Phyllobacterium* sp. La capacidad para fijar nitrógeno de estas cepas fue similar a la de bacterias diazotróficas de ambiente terrestre.

Se estima que en un manglar del sur de Australia, la fijación de nitrógeno asociada a hojas muertas en proceso de descomposición, raíces muertas, i) rizosfera, y sedimentos superficiales, provee aproximadamente 40% de los requerimientos anuales de nitrógeno del manglar (van der Valk y Attiwill, 1984). En algunos casos, la fijación biológica de nitrógeno puede proveer hasta 60% de los requerimientos de nitrógeno de los mangles (Zuberer y Silver, 1978).

### 6.3 DESEMPEÑO EN LAS COSTAS.

América Central es una región de gran importancia biogeográfica dado que sirve de puente entre las zonas norte y sur del continente, y que está ubicada entre el Océano Pacífico y el Mar Caribe. Se encuentran en la misma innumerables ecosistemas y humedales costeros, sobre todo manglares y arrecifes de coral. Estos ecosistemas figuran entre los más productivos del mundo (Day et al, 1989); como tales, no sólo tienen un elevado valor ecológico sino que contribuyen en forma significativa a las economías regionales.

Los manglares proveen las necesidades básicas en alimento (peces, flora y fauna y mariscos), recursos forestales (leña, madera, postes y carbón), recursos no maderables (tanino, miel), y también una flora y fauna silvestres abundantes para uso indirecto o directo (turismo, recreo). Los manglares de América Central también desempeñan funciones ecológicas importantes y proveen servicios importantes a la economía local y nacional, tales como agua potable, agua para riego y apoyo para actividades externas.

La importancia del manglar para las pesquerías no radica en la biomasa total que se puede obtener capturando organismos que habitan el manglar sino el papel que juegan los manglares como zonas de crianza, refugio y alimentación para organismos que después se reclutarán en bancos pesqueros. Los estudios más detallados y cuantitativos se han realizado en la región tropical de Australia. Por ejemplo, en un manglar en Alligator Creek, en el norte de Australia, se lograron capturar 128 especies de peces, calculándose una densidad de 31 000 individuos/1000 m<sup>2</sup> con un peso total de 30 kg (Bell et al., 1984; Robertson y Duke, 1990; Stephenson y Dredge, 1976; Stoner, 1986). En el estuario de Embly, localizado también al norte de Australia, se lograron capturar 197 especies de peces. En una sola tirada de red que cubría una superficie de 9000 m<sup>2</sup>, se atraparon 650 kg de peces, pertenecientes a 39 especies (Blaber et al., 1989; Blaber et al., 1990; Blaber y Milton, 1990).

La captura máxima registrada en Queensland, Australia, fue de 61.5 kg en una superficie de 1000 m<sup>2</sup> (Morton, 1990). Resultados similares se han reportado en diferentes manglares del Pacífico Asiático. Por lo general, los valores promedio obtenidos de densidad de peces en manglares varían entre 300 a 161 000

individuos por 1000 m<sup>2</sup> con un peso total de 7 a 30 kg, comprendiendo principalmente organismos de talla juvenil.

Son estabilizadores de la línea de costa y protección contra huracanes: Los manglares actúan como estabilizadores del sedimento formando islas y lagunetas, así como condiciones de hábitat para ciertas aves, peces, crustáceos y mamíferos (Fosberg, 1971).

Sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompe vientos.

Así mismo, previene las inundaciones y depura el aire que se desplaza hacia suelos agrícolas, al detener finas partículas de sal que acarrear las brisas marinas. El ecosistema de manglar funciona como un filtro que evita la entrada de material suspendido de otros ecosistemas, siendo un eslabón entre la vida marítima y la vida terrestre, retiene sedimentos y filtra sales minerales integrándolos a una gran cadena alimenticia.

Es de resaltar como una de las funciones más importantes del ecosistema, el complicado proceso de desalinización del suelo a nivel subterráneo, a través del intercambio de agua. También que cuando desaparecen los manglares, el agua salada penetra en la bolsa de agua subterránea hasta hacerla inútil para sus usos agrícolas, o para el consumo humano. (Fosberg, 1971).

#### **6.4. DEGRADACIÓN DE LOS MANGLARES.**

La degradación y deforestación de las áreas de manglares en nuestro país es uno de los problemas medioambientales más serios que afectan las zonas costeras ya que los manglares juegan un papel fundamental en la protección y estabilización de las mismas.

La deforestación y la degradación forestal es uno de los problemas medioambientales y socioeconómicos más serios llevados a cabo en el mundo de hoy. Debido al proceso de deforestación existen aproximadamente más de 20 millones de hectáreas de pérdidas forestales todos los años pero tales estadísticas ignoran que en adición a esto áreas considerables son degradadas cada año. (Aksornkoe et al, 1992)

La degradación forestal implica el deterioro de los ecosistemas y la destrucción del potencial biológico de la tierra. Uno de los ecosistemas que han sufrido degradación en las últimas décadas han sido los ecosistemas costeros fundamentalmente los manglares. (FAO, 2002).

Los manglares aportan energía al ecosistema acuático, mediante sus hojas, ramas y raíces, las cuales pasan a formar parte del detrito acumulado en los sedimentos. Las raíces de los mangles sirven de refugio a las etapas juveniles de langostas y peces. Protegen las costas de la erosión provocada por el oleaje, el viento y las corrientes costeras y filtran los contaminantes evitando que lleguen a los arrecifes coralinos y otro hábitat. (Chapman, 1999).

“El análisis de la cobertura de manglar, específicamente en la zona comprendida entre Punta Brava y la Caleta de Yalkú (municipio de Solidaridad, Quintana Roo), demuestra una disminución del mas del 50% en los últimos años, pasando de 3,294 ha en 1976 a 1, 569 ha en 2011.

#### **6.4.1. DEVASTACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL**

A pesar de la importancia ecológica, recreativa, ambiental, etc.; las actividades realizadas por el ser humano han ocasionado el deterioro y la pérdida de este ecosistema. Entre algunas de las causas asociadas a estas actividades se encuentran:

- Drenaje excesivo.
- Cambio en el curso de las aguas (canalizaciones).
- Desmonte en las zonas de captación.
- Erosión y sedimentación asociada a las malas prácticas en la conservación de suelos.
- Relleno y construcción.
- Establecimiento de rellenos sanitarios o vertederos.

En la actualidad, los ecosistemas de manglar del mundo se encuentran seriamente amenazados. Actividades industriales poco sustentables y altamente extractivas tales como la acuicultura del camarón,

el turismo a gran escala y la construcción de infraestructura han determinado un acelerado proceso de devastación de este ecosistema causando graves daños ambientales y sociales. (Cintrón, G; Schaeffer, Y. 1993.)

Más de 50 por ciento de los manglares del mundo han desaparecido. Las causas principales de esta deforestación acelerada, es el reclamo de los espacios que ocupan estos ecosistemas para la expansión de ciudades y desarrollos turísticos. Otra amenaza importante es el cultivo de langostinos. Los bosques de manglar son talados para construir piscinas en las que se cultiva este animal. (Lacerda, L.D, 1990).

Una de las formas más contaminantes de los manglares es por Hidrocarburos. Los manglares son los ecosistemas más sensibles a la contaminación petrolera. Los contaminantes como el petróleo, metales pesados, residuos industriales y urbanos, afectan directamente la vegetación de los manglares, alterando la capacidad respiratoria de las raíces, pudiendo ocasionar la muerte de las plantas. Dentro de las consecuencias debido a la contaminación de los manglares se encuentran: la disminución de la calidad de las aguas, productividad, biodiversidad, valores paisajísticos y estéticos de los ecosistemas marinos. (Lacerda, L.D, 1990).

El aumento del nivel del mar y la ocurrencia de tormentas severas ocasionan mayores inundaciones en las zonas costeras; una erosión más acelerada de la costa con pérdida de manglares. El impacto del cambio climático agudiza las presiones a las que actualmente están sometidas las zonas costeras, con efectos desastrosos para algunas localidades. (PICC 2001 e).

## **7. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN**

El crecimiento de la población en zonas costeras está intensificando la presión en los ecosistemas de manglares a medida que crece la demanda de madera, leña, forraje y otros productos forestales no madereros. Para que los manglares sigan siendo benéficos para el medio ambiente y ofrezcan un surtido sostenible de productos forestales y otros para las necesidades cotidianas de la población local, es preciso ordenar adecuadamente sus ecosistemas.

La corta y poda indiscriminadas de árboles, sobre todo para leña, forraje y madera, especialmente en zonas próximas a los asentamientos humanos; ocupación ilegal de bosques públicos de mangles, la falta de interés de los propietarios privados por conservar y desarrollar los manglares en sus tierras; descarga de contaminantes industriales en arroyos, ríos y estuarios, el uso tradicional de redes de arrastre en la pesca, que a menudo dificulta la regeneración de los manglares, ya que las plántulas jóvenes se enredan en las redes y se desarraigan; son algunas de las actividades humanas que causan daños a los manglares lo que constituye un grave problema.

Por lo que es preciso diseñar estrategias de conservación con base de los recursos, fomentando el uso sostenible, para ello se requiere mejorar el nivel de conocimiento de los ecosistemas de manglar, de su interacción con factores bióticos y abióticos y socioculturales dentro de la población. Reforzar con seriedad vigilancia y protección en los centros de acopio, distribución y venta de productos extraídos del manglar, establecer una veda temporal para las especies en estado crítico de extinción del manglar a nivel nacional dando tiempo a proporcionar esquemas de ordenamiento de manejo en dichas especies. Restauración y restablecimientos de áreas deterioradas de manglar, promover el apoyo económico y financiamiento para proyectos de desarrollo conservación y uso sostenible del manglar.

En el siguiente cuadro se presentan algunas de las estrategias de conservación, así como las acciones y su razón para ellas:

<b>CUADRO 2. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN, ACCIONES Y SU RAZÓN PARA EL MANEJO DEL MANGLE ROJO.</b>		
<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>RAZONES</b>
Restauración del ecosistema de manglar mediante programas de reforestación en zonas degradadas y deterioradas, asegurando la conservación de la diversidad biológica	La restauración es un proceso complejo implica la recuperación de las condiciones ambientales de un lugar, antes de un proyecto de reforestación debemos tomar en cuenta: <ol style="list-style-type: none"> <li>a) La organización de la comunidad.</li> <li>b) Detectar la causa de pérdida del manglar.</li> <li>c) Delimitar y cuantificar la superficie.</li> </ol>	Este se da en el caso de que un sistema ha llegado a sufrir un grado de alteración en donde el ecosistema no puede continuar su proceso natural; tomándose de información general sobre conservación y restauración y técnicas de aplicación según el tipo de humedal y la región localizado, con la importancia de llevar un planteamiento integrado para abordar el proyecto.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>d) Topografía.</li> <li>e) Mareas.</li> <li>f) Época de sequía.</li> <li>g) Aportes de agua dulce (flujos máximos).</li> <li>h) Tipo de suelo.</li> <li>i) Especies presentes.</li> <li>j) Colecta de semillas/propágulos.</li> <li>k) Densidad.</li> <li>l) Técnica de siembra.</li> <li>m) Mantenimiento de la reforestación.</li> </ul>	Recuperación del sistema.
Las acciones de manejo deben iniciar con la zonificación, identificando las áreas que pueden estar sujetas a aprovechamiento, las que se deben proteger y las que requieren ser restauradas.	Que las CAR (Corporaciones Autónomas Regionales) y las CDS (Corporaciones de Desarrollo Sostenible), es decir como la CONABIO, PROFEPA, SEMARNAT., INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, CONANP, CICEANA, ajusten procesos de planificación territorial y sectorial dentro de la participación de comunidades locales efectuando la zonificación del uso de los manglares.	La restauración ecológica implica recuperar las funciones y servicios ecológicos de zonas degradadas. Esta restauración se lleva a cabo con diversas técnicas y metodologías que garanticen el éxito de la intervención.
Fortalecer la implementación de la convención Ramsar.	Implementar un sistema de monitoreo con indicadores de sostenibilidad junto con uno de información Geográfica específicamente para el manejo sostenible del ecosistema de manglar.	No olvidar que la misión de la convención es trabajar en pro del uso racional de todos los humedales mediante acciones locales y nacionales para un desarrollo sostenible.
Educación para la conservación y capacitación ambiental sobre el desarrollo, valores y funciones del manglar.	Crear conciencia sobre la importancia ecológica y económica del cuidado y preservación de los recursos del manglar en beneficio de las comunidades mediante la impartición de pláticas de Educación Ambiental. Apoyadas con videos, juegos y otras actividades	Se podría asegurar el inicio de proyectos de Restauración de áreas de manglar impactadas.
Incentivar a la corporación científica a la investigación	La conservación <i>in situ</i> de una especie de valor económico en	Permite conservar muchas especies subsidiarias que

<p>en las áreas de mangle para la obtención de información y conocimiento de un conveniente manejo, uso y conservación de los ecosistemas del manglar.</p>	<p>un ecosistema de manglar.</p>	<p>carecen de este valor económico, pero que forman parte del patrimonio del lugar.</p>
<p>Contribuir para asegurar la preservación de ecosistemas de manglar fortaleciendo el manejo de aéreas protegidas y reservas.</p>	<p>Desarrollar métodos de administración del ecosistema de manglar donde se realice un buen manejo de este recurso.</p> <p>Establecer relaciones de colaboración con camaroneros, para fomentar la participación en los cuidados del manglar.</p>	<p>Para diversificar la oferta turística, manteniendo inalteradas las áreas de manglar.</p> <p>Que no se dé una pérdida de la franja de manglar por implantación de piscinas camaroneras y descarga de sedimento sobre las plántulas.</p>
<p>Proyectos prolíficos a desarrollar que beneficie a las zonas aledañas y comunidades asentadas a los manglares.</p>	<p>Intercambiar experiencias exitosas sobre uso responsable de los recursos naturales que un grupo de empresas propague la idea de un uso responsable de los mismos.</p> <p>Optimizar el ciclo productivo y comercial en condiciones de aprovechamiento, producción y comercialización favorable para las comunidades de la zona de manglar sin afectar a la generación actual o futura, haciendo que el mismo sea perdurable en el tiempo sin mermar los recursos actuales.</p>	<p>Para sistematizar un conjunto de elementos como capacitación, planificación, alternativa, comunicación, manejo, coordinadores que permitirían una gestión en el manejo de Zonas Costeras lo que implementaría el conocimiento a partir de experiencias diversas.</p>
<p>Implementar un sistema de información en forma de red donde se pueda obtener intercambio o conocimiento general de los manglares.</p>	<p>Crear una red de información en bases de datos sobre información, divulgación de acciones sobre el recurso, con los temas de investigación, preservación, manejo, recuperación, conservación, uso sostenible, así como avances y resultado de los proyectos realizados.</p>	<p>Tener un intercambio de conocimiento de manera fácil para la conservación y uso sostenible y sustentable de los manglares.</p>

Fuentes de inversión y apoyo económico para la conservación y uso sostenible de los manglares.	Conseguir Patrocinadores interesados en la conservación del manglar que financien y apoyen económicamente a la población, promoviendo los bienes y servicios del medio ambiente; para el desarrollo de proyectos de uso y conservación de los manglares.	Lo que Provocara incentivos económicos y participación ciudadana para favorecer las actividades enfocadas a la preservación, conservación, restauración y protección de las zonas de mangle.
	Intercambiar experiencias exitosas sobre uso responsable de los recursos naturales que un grupo de empresas propague la idea de un uso responsable de los mismos.	Para sistematizar un conjunto de elementos como capacitación, planificación, alternativa, comunicación, manejo, coordinadores que permitirían una gestión en el manejo de Zonas Costeras lo que implementaría el conocimiento a partir de experiencias diversas.
	Promover el uso de eco fogones para maximizar el uso de leña de manglar y evitar su corte.	Sistema que mejora el aprovechamiento de energía de la leña en cocinas domesticas, emite 700gr menos de carbono al año. Y es un método de conservación de nuestros recursos naturales.

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 2. Estrategias de conservación, acciones y su razón para el manejo del mangle rojo.

## 8. MARCO LEGAL.

El marco jurídico mexicano está integrado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, vigente desde el año de 1917, órgano máximo que rige en nuestro país y del cual se desprenden todas las leyes, estatutos y códigos. En este sentido, existen nueve códigos, dos estatutos y 204 leyes de las cuales 16 están relacionados directamente con recursos naturales. (Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos de 1917, 1975) las siguientes leyes son donde se hace especial énfasis en los humedales de la Republica Mexicana.

Empezando con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en ella se regulan aspectos relativos a la protección del ambiente, biodiversidad, aprovechamiento sustentable, participación social y normas específicas para el caso del agua, así como aspectos de pesca, forestales entre otros, a su vez se establecen políticas de manejo de tierras costeras, en ellas se elaboran planes regionales para el aprovechamiento y explotación, con el fin de dar los lineamientos para otorgar concesiones dentro de áreas naturales. (SEDUE, 1988).

En la Ley General de Bienes Nacionales, se ponen de manifiesto los aspectos del uso y limitaciones que existen en materia de zonas costeras y sus recursos naturales. (SAHPO, 1982).

Por su parte la Ley de Aguas Nacionales que es reglamentaria del artículo 27 constitucional y de la cual se destacan los artículos 7 y 13, en el primero se declara de utilidad pública la protección, el mejoramiento y conservación de cuencas, acuíferos, cauces, vasos y demás depósitos de propiedad nacional, así como la infiltración de aguas para restablecer mantos acuíferos y derivación de las aguas de una cuenca o región hidrológica hacia otras; el artículo 13 establece a los consejos de cuenca que serán instancias de coordinación y concentración entre La Comisión Nacional del agua (CNA), las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal y los representantes de los usuarios de la respectiva cuenca hidrológica, con objeto de formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas.

Además de las leyes antes mencionadas y que están muy relacionadas con la protección de los humedales, existen convenios internacionales como La Convención Internacional para la Protección de

los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocida como la Convención Ramsar, a la cual México se incorpora desde el 4 de julio de 1986, en ella México se ha comprometido a colaborar, para valorar la amplia gama de bienes y servicios ambientales que ofrecen los humedales, así como el promover el uso racional y reconocer la necesidad de hacer partícipes a todos los sectores de la sociedad en este esfuerzo vinculando muy en particular a las comunidades locales y los pueblos indígenas en la toma de decisiones y la ejecución de los programas de manejo de los humedales. (S.R.E., 1986)

**Artículo 60 TER.-** Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

**Artículo Segundo.-** Se adiciona un segundo párrafo al artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre, para quedar como sigue:

**Artículo 99.-** ..Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Existen otros tipos de instrumentos de política pública, como es el caso del Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (OEMyR-GMyMC); donde se identifica, orienta y enlazan las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyen a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Los principales alcances de este proyecto, que aborda los temas prioritarios del Golfo de México con una visión regional integrada, incluyen:

- El desarrollo e implementación de un Sistema de Información con bases científicas para la toma de decisiones en el manejo sustentable de ecosistemas y la conservación de la biodiversidad
- Mejorar el sistema de manejo de los recursos vivos y los habitats clave.
- Identificación de las aptitudes de los recursos naturales para el desarrollo de infraestructura social y productiva y para su conservación
- Establecimiento de políticas y lineamientos para el desarrollo de actividades humanas
- Identificación y establecimiento de pautas de resolución de los conflictos sociales y económicos por el uso de los recursos naturales

Cabe destacar que con el OEMyR-GMyMC, se busca por primera vez en un proceso de ordenamiento ecológico el desarrollo de un programa de manejo integral costero, al considerar al mismo tiempo los procesos entre las cuencas hidrográficas y las zonas costera y marina de esta región en el diseño de estrategias y alineamiento de programas con el enfoque de ecosistemas.

### **8.1. ACUERDO TRIPARTITA PARA LA CONSERVACIÓN DE HUMEDALES Y SUS AVES MIGRATORIAS.**

El acuerdo fue firmado en 1988 entre Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y México, permitiendo la realización de notorios esfuerzos de conservación. Bajo sus auspicios se han realizado 18 proyectos, algunos de los cuales son: Manejo de Humedales de la Costa de Sonora; Sistemas de Monitoreo Ambiental y Centros de Datos sobre Biodiversidad; Cartografía de Humedales en Baja California; y Conservación del Delta del Río Colorado y parte superior del Golfo de California (U.S. Fish and Wildlife Service).

En el marco de los acuerdos del TLC (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), México suscribió un Acuerdo de Colaboración con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos de Norteamérica, en materia de capacitación, conservación de ecosistemas y transferencia de información.

Los criterios de conservación y protección bajo los cuales la CITES reglamenta el comercio, se reflejan en los tres apéndices siguientes de su documentación interna:

- Apéndice I. Especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y sólo se permite bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II. Especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden llegar a estarlo si su comercio no se regula de manera muy estricta.
- Apéndice III. Especies que están protegidas por la legislación de un país en particular, y es necesaria la cooperación de otros países participantes a fin de prevenir o restringir su explotación.

Con respecto a la capacidad de gestión e inversión, para dar cumplimiento al articulado del convenio, México ha iniciado un amplio proceso de trabajo desde su adhesión. Un apoyo muy importante para la aplicación del CITES en México es la elaboración de guías de identificación de especies incluidas en los apéndices para varios grupos biológicos (aves, mamíferos, cactáceas, entre otros).

## 9. RECOMENDACIONES.

Es importante tomar conocimiento sobre el valor de los manglares como ecosistemas de gran importancia para una variedad de recursos acuáticos y terrestres.

Su presencia amortigua tormentas siendo estos una barrera protectora de zonas cercanas a estos, es ampliamente reconocido como un ecosistema productivo de la biosfera debido a la disponibilidad de nutrientes proveniente de ríos y escurrimientos terrestres y al efectivo proceso de mineralización microbiana, manteniendo una cadena alimenticia contribuyendo así a la riqueza pesquera de la zona costera. La productividad de los manglares es 20 veces superior a la productividad del mar. Atrapan contaminantes, compuestos orgánicos tóxicos persistentes y metales pesados, es un reductor de cambios climáticos por ser fijador de CO<sub>2</sub>, provee un microclima ideal para el desarrollo de especies.

De acuerdo a las estrategias establecidas en el cuadro anterior se realizó una priorización de que estrategias se deben aplicar en un corto, mediano y largo plazo.

**CUADRO 3. PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS QUE SE DEBEN APLICAR EN UN CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.**

CORTO PLAZO (DE 1 A 4 AÑOS)	MEDIANO PLAZO (DE 4 A 7 AÑOS)	LARGO PLAZO ( DE 7 AÑOS EN ADELANTE)
Las acciones de manejo deben iniciar con la zonificación, identificando las áreas que pueden estar sujetas a aprovechamiento, las que se deben proteger y las que requieren ser restauradas.	Fortalecer la implementación de la convención Ramsar.	Restauración del ecosistema de manglar mediante programas de reforestación en zonas degradadas y deterioradas, asegurando la conservación de la diversidad biológica
Educación para la conservación y capacitación ambiental sobre el desarrollo, valores y funciones del manglar.	Contribuir para asegurar la preservación de ecosistemas de manglar fortaleciendo el manejo de aéreas protegidas y reservas.	Incentivar a la corporación científica a la investigación en las áreas de mangle para la obtención de información y conocimiento de un conveniente

		manejo, uso y conservación de los ecosistemas del manglar.
	Implementar un sistema de información en forma de red donde se pueda obtener intercambio o conocimiento general de los manglares.	Proyectos prolíficos a desarrollar que beneficie a las zonas aledañas y comunidades asentadas a los manglares.
	Fuentes de inversión y apoyo económico para la conservación y uso sostenible de los manglares.	

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 3. PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS QUE SE DEBEN APLICAR EN UN CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.**

De acuerdo a las estrategias establecidas en el cuadro anterior se realizó una priorización de que estrategias se deben aplicar en un corto, mediano y largo plazo.

Las acciones de manejo deben iniciar con la zonificación y estructuración de los manglares identificando las áreas que pueden estar sujetas a aprovechamiento, para incentivar a su conservación, manejo y restauración dentro de lo que es el desarrollo sostenible, así como también tomarlas en cuenta para la elaboración de planes de ordenamiento territorial. Es esencial reconstruir y congregar los conocimientos de las comunidades e investigadores haciendo una relación entre componentes de las políticas sobre ordenamiento y desarrollo sostenible de zonas costeras para generar alternativas productivas sustentables hacia comunidades. Ya que los manglares aportan una gran cantidad de servicios y bienes ambientales, facilitando la realización de actividades económicas por parte de las comunidades, estas deberían favorecer medidas concretas para diferentes sectores, garantizando la protección de los manglares.

Fortalecer la implementación de la convención Ramsar, por medio de algún comité de coordinación de iniciativa en alcanzar la sostenibilidad de los manglares realizando y poniendo en marcha proyectos regionales que garanticen la preservación de ecosistemas de manglar, tomando en cuenta las necesidades de las comunidades pero al mismo tiempo delimitando las áreas de reserva, en razón de su importancia ecológica, biótica o de inconsistencia, frente acciones de factores físico o antrópicos.

Otra estrategia seria impulsar la educación y capacitar a las comunidades estableciendo un programa sobre la importancia y manejo de los manglares, con la finalidad de intensificar la conciencia ciudadana sobre funciones y valores de los manglares garantizando la participación de dichas comunidades dentro

de proyectos y planes de crecimiento en actividades relacionadas con el manejo, conservación, desarrollo, protección y uso de los manglares. Haciendo coincidir el conocimiento tradicional que poseen las comunidades nativas con el de lineamientos sobre la educación de hoy en día, referente al valor de los ecosistemas de manglar. Restaurar e implementar el monitoreo de áreas de manglar deterioradas y en estado crítico recuperando la productividad biótica y la biodiversidad del área, proporcionando escenarios para la recreación y la educación, recuperar los flujos hídricos facilitando así la regeneración de las especies de manglar de manera natural, respaldando la conservación y rehabilitación de los ecosistemas. Desarrollo del ecoturismo con proyectos productivos que beneficien a comunidades aledañas, utilizando los ecosistemas de manglar guiados con programas de educación ambiental que sea benéfico sin causar un impacto a los recursos, aumentando ingresos económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agraz-Hernández, C. M. 1999. Reforestación experimental de manglares en ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 133 p.
- Ananda, K. y K. Sridhar. 2002. Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. *Can. J. Microbiol.*, 48: 871–878.
- Benítez-Pardo, O. 2003. Creación de áreas de manglares en islas de dragados como apoyo potencial a las pesquerías en la Bahía de Navachiste, Sinaloa. México. Universidad Autónoma de Sinaloa y Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, México, 30 p.
- Cintrón, G; Schaeffer, Y. Introducción a la Ecología del Manglar. Puerto Rico.1993.
- Cintrón, G; Schaeffer, Y. Introducción a la Ecología del Manglar. Puerto Rico.1993.
- CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2a ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.99.
- Dawes, Clinton J. 1986. *Botánica Marina*. pp. 553- 579. Universidad del Sur de Florida, Ed. Limusa, México 653 pp.
- Day, J. W., A. Yáñez-Arancibia y W. J. Mitsch, 2009b. Management approaches to address water quality and habitat loss problems in coastal ecosystems and their watersheds: Ecotechnology and ecological engineering. *Ocean Yearbook*, 23: 393-406.
- ecosystems. *Biodiversity Cons.*, 7: 1147-1161.
- FAO, 2003. Status and trends in mangrove area extent worldwide. By Wilkie, M.L. and Fortuna, S. Forest Resources Assessment Working Paper No. 63. Forest Resources Division. FAO, Rome. (Unpublished)
- FAOb. 2007. Los manglares de América del Norte y de América Central 1980-2005. Informes nacionales. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper 137, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- FIELD, C.D. 1995. *Journey Amongst Mangroves*. International Society for Mangroves Ecosystem. Okinawa, Japan.137 p.

- Flores Verdugo, F.J. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Cap.2, 21-56. Temas de Oceanografía Biología en México. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Flores Verdugo, F.J. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Cap.2, 21-56. Temas de Oceanografía Biología en México. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Fosberg, F.R., 1971. Mangroves versus Tidal Waves. *Biol. Conserv.*, 4:38-39.
- Glaser, B. G and A. L. Strauss, 1967. The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. Chicago. Aldine Publishing Company. 271 p.
- Gómez Lara, J. M. del C. y R. Flores Rodríguez. 2003. El fascinante mundo del manglar. Universidad de Quintana Roo, Programa de Manejo Integrado de Recursos Costeros; Secretaría de Marina Armada de México, IV Sector Naval Militar de Chetumal, Quintana Roo. p.
- Hernández-Camacho, R. Álvarez-León, R. Echeverri, P. Von Hildebrand, H. Sánchez-Páez, L. Gutierrez, P. Andrade & L. Tibaquirá. 1978b. Conceptos sobre la explotación comercial de las especies de mangle en el país. INDERENA - Gerencia General. Bogotá D.E. Inf. Técnico, 25p.
- Hyde, K. 1989. Ecology of tropical marine fungi. *Hydrobiología*, 178: 199-208.
- Hyde, K. y S. Lee. 1995. Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling: what gaps occur in our knowledge? *Hydrobiología*, 295: 107-118.
- Hyde, K., E. Gareth, E. Leanä, S. Pointing, A. Poonyth y L. Vrijmoed. 1998. Role of fungi in marine
- Kathiresan, K., 2001. A review of Studies on Pichavaram mangrove, southeast India. *Hydrobiologia*, 430: 185-205.
- Kinnear T., Taylor J., 1998 Investigación de Mercados (traducido de la 5ta. Edición de “Marketing Research”), Estados Unidos: McGraw-Hill
- Lacerda, L.D. Conservación y aprovechamiento de los bosques de manglar en las regiones de América Latina y África. 1990.
- López Rodríguez, E. 2001. Movimiento mundial por los bosques tropicales, el manglar es vida, que viva el manglar. Manglares sustento local versus ganancia empresarial. Greenpeace ([www.greenpeace.org.mx/manglares.xml](http://www.greenpeace.org.mx/manglares.xml)).
- Lugo, A.E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annu. Rev. Ecol. Sist.*.
- Menéndez, L. (J. Proy.) (2000): Bases Ecológicas para la Restauración de Manglares en Áreas Seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los Cambios Climáticos Globales (Código 01302123). Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano.

- Odum, H. T., Campbell, D. (1994) El Valor Ecologico y Ambiental de los Manglares: El Metodo EMergetic. Santiago, Chile: FARO: Revista para la Administracion de Zonas Costeras en America Latina
- Odum, W.E. y E.J. Heald. 1975. Mangrove forest and aquatic productivity. Cap. 5. En: An introduction to land-water interaction. Springer-Verlag Ecological Study Series, Nueva York, 135 pp.
- PRAHL, HENRY VON. 1989. Manglares de Colombia. Villegas Editores, Bogotá D.C., Colombia. 205 p.
- PRAHL., H. VON, CANTERA, J. R., Y CONTRERAS R. 1990. Manglares y Hombres del Pacifico Colombiano. Fondo FEN – COLCIENCIAS. Bogotá D.E. Colombia.
- Rabinowitz, D. 1978. Propiedades de dispersión de propágulos de mangle. Biotropica 10:47-57.
- Reyes, M. A. y C. Tovilla. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. Madera y Bosques, Número especial, pp. 103-114.
- Sánchez – Páez, H. G. Ulloa- Delgado, R. Alvarez León, W. Gil-Torres, A.S. Sánchez-Alferez, O. A. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. E. Páez-Parra. 2000b. Hacia la restauración de los manglares del Caribe de Colombia. H. Sánchez-Páez, G. Ulloa Delgado y R. Alvarez-León (eds). Minambiente –Acofore – OIMT. 350 p.
- Sánchez-Páez, H. R. Alvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. S.Sánchez-Alférez, J. C. Pino-Renjifo, I. García-Hansen & M. T. Acosta-Peñaloza. 1997<sup>a</sup>. Diagnóstico y Zonificación Preliminar de los Manglares del Caribe colombiano. Sánchez-Páez, H. & R. Alvarez-León (eds.) Proyecto PD 171/91 Rev. 2 (F) Fase II (Etapa 2) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y Desarrollo de los Manglares en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente / Organización Internacional de Maderas Tropicales. Santa Fe de Bogotá D. C. (Colombia), 511 p.
- Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, O.A. Guevara-Mancera & G.A. Ulloa-Delgado. 2000. Lineamientos Estratégicos para la Conservación y Uso sostenible de los Manglares de Colombia. Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa 2) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y Desarrollo de los Manglares en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente / Acofore / OIMT. Santa fe de Bogotá D.C.
- SEMARNAT, 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental - Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.
- SEMARNAT. 2003. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2002. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

- Sherman, R.E., T.J. Fahey y R.W. Howarth. 1998. Soil-plant interactions in a neotropical mangrove forest: iron, phosphorus and sulfur dynamics. *Oecologia* 115:553-563.
- Spalding, M., F. Blasco, C. Field. 1997. World Mangrove Atlas. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japón.
- SPALDING, M.D., BLASCO, F. and FIELD, C.D. 1997. World Mangrove Atlas. International Society for Mangrove Ecosystems. Okinawa, Japan. 178 p.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Valdez-Hernández, J. 1. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques*. Número especial, pp. 129-145.
- Valiela I, JL Bowen y JK York 2001. Mangrove forests: one of the World's threatened major tropical environments. *BioScience* 51, 10: 807-815
- Venkateswara, V., K. Hyde y B. Vittal. 2001. Frequency of occurrence of mangrove fungi from the east coast of India. *Hydrobiología*, 455: 41-53.
- Whittaker, R.H. y G.E. Likens. 1975. The Biosphere and Man. En: H. Lieth y R.H. Whittaker (eds.). Primary productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, Nueva York, 21 pp.
- Yañez, A.; Lara Domínguez, A.L. Ecosistemas de Manglar en América tropical. México. 1999.
- Yap, H. 2000. The case for restoration of tropical coastal ecosystems. *Ocean Coast. Manage.* 43: 841-851.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://revista.consumer.es/web/es/20030201/medioambiente/57094.php>
- <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/qroo/estudios/2011/23QR2011V0001.pdf>
- [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd\\_perspect/qroo/Pers-qr.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/qroo/Pers-qr.pdf)
- [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD171%2091/pd171-91-p2-s2-2%20rev2\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD171%2091/pd171-91-p2-s2-2%20rev2(F)%20s.pdf)
- <http://www.opepa.org>
- [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/speech/speech\\_campeche\\_manglares2006.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/speech/speech_campeche_manglares2006.pdf)
- [http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB\\_ECOLOGIA/Lagunas\\_Costeras\\_files/los%20manglares%20de%20Me%CC%81xico.pdf](http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Lagunas_Costeras_files/los%20manglares%20de%20Me%CC%81xico.pdf)

- [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- [www.greenpeace.org.mx/manglares.xml](http://www.greenpeace.org.mx/manglares.xml).
- [www.inacol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLIII/SECCIONVII/CreacionYRestauracionDeEcosistemas.pdf](http://www.inacol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLIII/SECCIONVII/CreacionYRestauracionDeEcosistemas.pdf)
- [www.informatica64.com/foca.aspx](http://www.informatica64.com/foca.aspx)
- [www.wrm.org](http://www.wrm.org)