



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISION DE CIENCIAS E INGENIERIAS

**IMPORTANCIA ECOLOGICA Y ECONOMICA
DE LOS MANGLARES**

TRABAJO MONOGRAFICO

Para obtener el grado de
Licenciada en Ingeniería Ambiental

PRESENTA

Gladys del Rocío Tuz Hamilton

Supervisores:

Dra. Roberta Castillo Martínez

Dr. Ricardo Torres Lara

M.C. Juan Carlos Avila Reveles

Chetumal Quintana Roo, 2006

049768



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISION DE CIENCIAS E INGENIERIAS

Trabajo monográfico elaborado bajo la supervisión del comité de asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de

INGENIERO AMBIENTAL

Comité

Supervisor

Asesor

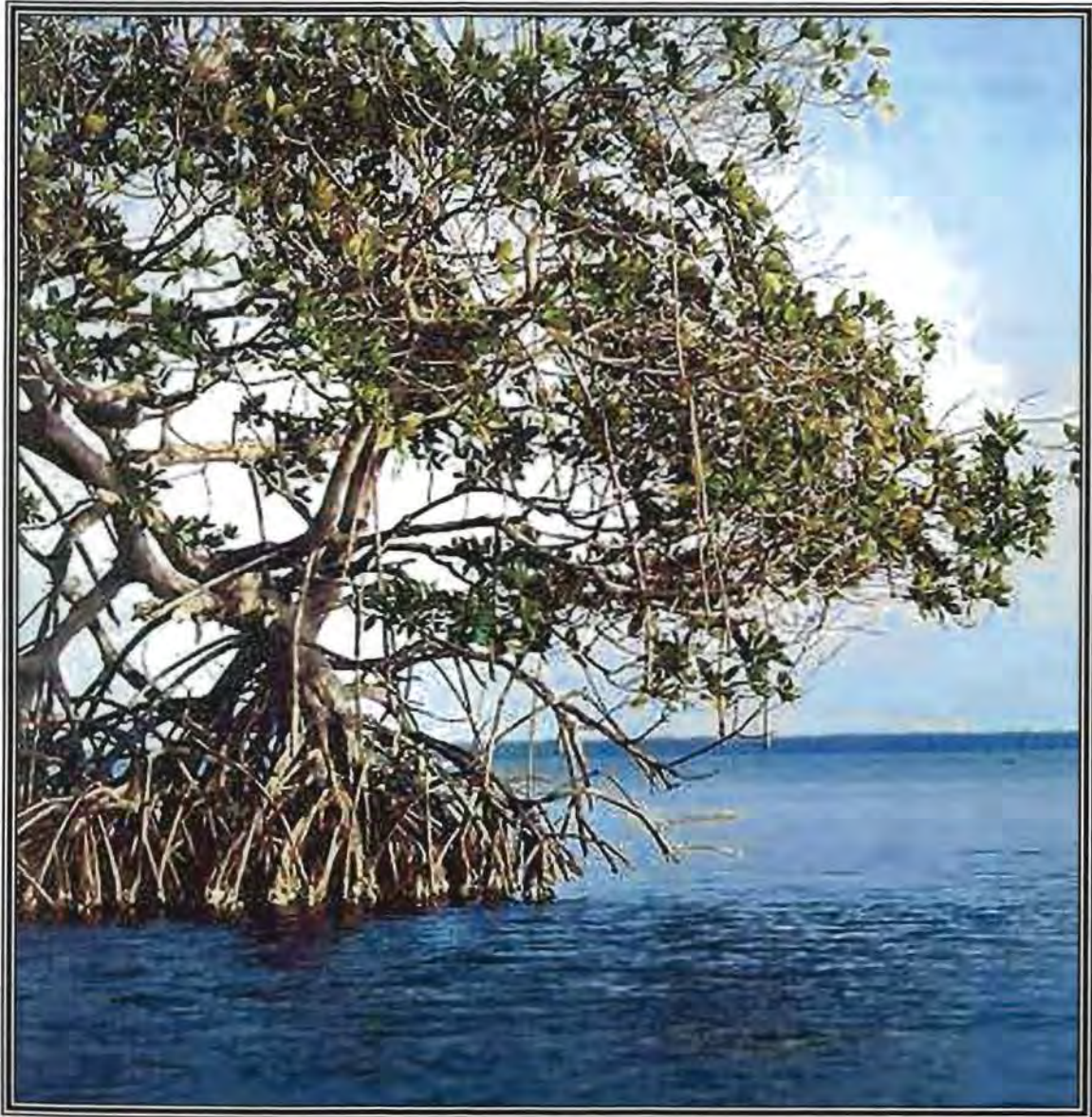
Asesor



Chetumal Quintana Roo, 2006

EL MANGLAR

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONOMICA



“El mundo que hoy hemos creado, como resultado de nuestra manera de pensar hasta ahora, tiene problemas que no pueden ser solucionados pensando de la misma forma que cuando los creamos”.

Einstein

CONTENIDO

Agradecimientos

I	Introducción	1
	I.1 Antecedentes	2
	I.2 Identificación del problema / justificación	3
	I.3 Objetivos	3
II	Metodología: identificación, selección. Análisis y sistematización de la información	4
III	Biología y ecología del mangle	
	III.1 Definición	5
	III.2 Ecología	6
	III.3 Distribución	9
	III.4 Taxonomía	13
	III.5 Estructura vegetal	14
	III.6 Morfología	16
	III.7 Fisiología y Anatomía	22
	III.8 Propagación de semillas	24
IV	Importancia ecológica	25
V	Importancia económica	30
VI	Problemáticas que enfrenta el mangle	32
VII	Acciones encaminadas a la conservación y manejo de los manglares	40
VIII	Consideraciones finales	43
IX	Literatura citada	45
X	Direcciones electrónicas citadas	46
XI	Direcciones electrónicas consultadas	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución del ecosistema manglar por países ----- 10

Cuadro 2. Áreas de bosques de manglar en México ----- 11

Cuadro 3. Taxonomía de las especies más comunes de mangle ----- 13

Cuadro 4. Fauna de los manglares ----- 29

Cuadro 5. Uso medicinal de *Rhizophora mangle* ----- 31

Cuadro 6. Uso medicinal de *Conocarpus erectus* ----- 31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución mundial de los manglares ----- 9

Figura 2. Mapa de distribución del manglar en el continente americano y el Caribe ----- 11

Figura 3. Mapa de distribución de mangle en Quintana Roo ----- 12

Figura 4. *Rhizophora mangle* ----- 18

Figura 5. *Avicennia germinans* ----- 19

Figura 6. *Laguncularia racemosa* ----- 20

Figura 7. *Conocarpus erectus* ----- 21

AGRADECIMIENTOS

Existen personas cerca de mí, que en la mayoría de las ocasiones me brindan su amistad y cooperación justo en el momento cuando más lo necesito. En esta ocasión deseo expresar mi gratitud a mis padres que día a día me imparten valores para conducirme correctamente y me ofrecen el sabio consejo, a mis hermanitas por ser personas excepcionales, a mis profesores por sembrar la semilla y fertilizar mi inquietud de conocer y a mis tíos y abuelos por ser una fuente constante de motivación.

I INTRODUCCIÓN

La vegetación circundante y sumergida de los ecosistemas costeros juega un papel primordial en la ecología y economía global. Sin embargo, como consecuencia del desarrollo de los países se enfrenta una desmedida destrucción de estos ecosistemas entre los que desafortunadamente se encuentra el manglar. La explotación, tal y como es para proyectos en desarrollo, urbanización y el turismo, entre muchas otras actividades, requieren cambios de uso de suelo, lo que contribuye a acelerar la degradación de las zonas costeras con contaminantes de origen urbano, además de la pérdida de biodiversidad terrestre y acuática, entre muchas otras afectaciones.

El conocimiento sobre los manglares es fundamental para lograr vencer las limitaciones impuestas por una forma poco funcional y práctica de determinar y aplicar decisiones sobre el uso y explotación de este recurso, muchas veces ocasionados por la falta de información y conocimiento sobre estos ecosistemas.

Es necesario conocer cuáles son las condiciones óptimas para su desarrollo, los principales factores que perjudican su crecimiento, los beneficios que obtendríamos de ellos si logramos un manejo sustentable, además de comprender que en un sistema los recursos están ligados entre sí, que está compuesto con base en funciones ecológicas cuya interacción determina la productividad del sistema.

La necesidad de investigaciones sobre este recurso surge a raíz de conocer la situación actual y deducir cual es su posible futuro ante la continua presión a la cual se encuentra sometido, ya que su capacidad de beneficio a través del tiempo se manifestará en la medida en que conservemos su estructura y funcionalidad.

Actualmente, las autoridades se han dado cuenta de que es necesario instrumentar medidas y programas que protejan su integridad, evitando su deterioro por las actividades humanas.

Esta investigación documental de las comunidades de mangle incluye las características y procesos que llevan a cabo, así como las luchas que se desarrollan a nivel local y mundial para proteger y utilizar estos bosques en forma socialmente equitativa y ambientalmente adecuada. Pero sobre todo es un estudio sobre la Importancia Ecológica y Económica que estos ecosistemas representan en los lugares que habitan.

I.1 ANTECEDENTES

Al hablar de desarrollo muchos solo lo entienden como crecimiento global de producción o de cualquier otro indicador económico, lo cual no es cierto. El concepto de desarrollo sustentable fue discutido en las reuniones preparatorias de la conferencia sobre el medio ambiente humano celebrada en Estocolmo en 1972.

Después de la presentación del informe de la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo conocido como "Nuestro Futuro Común" o simplemente "Informe Brundtland en el año de 1987 y sobre todo después de la Cumbre de Río en 1992, el concepto se ha difundido ampliamente alcanzando repercusiones políticas y promoviéndose a los altos niveles de decisión. El Informe Brundtland menciona que el crecimiento económico y el uso racional de los recursos naturales y el medio ambiente están vinculados.

El concepto de sustentabilidad en el uso y manejo de los recursos fue desarrollado en Europa Central con la aparición del uso ordenado y permanente de los bosques, en respuesta al incremento en la escasez del recurso forestal y a los problemas ambientales en el que se tomaron en cuenta los mandamientos básicos de las religiones mas importantes, los peligros naturales y antropológicos, los planes de manejo del uso de los bosques y el reconocimiento de la relación entre los componentes naturales.

El concepto planteado en la declaración de Río de 1992 incluyo tres objetivos básicos a cumplir:

- 1.- Ecológicos: Representan el estado físico natural de los ecosistemas, los cuales no deben ser degradados sino mantener sus características esenciales para su sobrevivencia a largo plazo.
- 2.- Económicos: Debe promoverse una economía productiva que proporcione los ingresos suficientes para garantizar la continuidad en el manejo sostenible de los recursos naturales.
- 3.- Sociales: Los beneficios y costos deben distribuirse equitativamente entre los distintos grupos.

Como se puede observar, no puede haber desarrollo sustentable en una sociedad en la que no se controlan los equilibrios físicos y biológicos de su propio ambiente, y el desarrollo, para ser sostenible debe ser concebido como un proceso multidimensional en el cual la equidad y competitividad se sustentan en principios éticos, culturales, socioeconómicos, ecológicos, institucionales, políticos y técnico-productivos (Salinas y Midleton, 1998).

En México, según el Inventario Nacional Forestal de 1994 existían 721, 554 hectáreas de manglares, las cuales constituían el 2.7 % de la superficie total del país, sin embargo solo una pequeña porción de estos ecosistemas son actualmente objeto de una ordenación activa.

I. 2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA / JUSTIFICACIÓN

Los manglares constituyen uno de los tipos de vegetación más importantes de las zonas costeras por el gran valor ecológico, estético, cultural y económico que representan. Desafortunadamente, es la comunidad vegetal que esta sufriendo más alteraciones antropogénicas como producto del desarrollo turístico.

Uno de los principales problemas que enfrenta el mangle es la degradación de su hábitat, los humedales, siendo estos rellenados para la construcción de playas artificiales y otras construcciones que son parte del desarrollo económico, haciendo con esto que vayan perdiendo su valor estético y ventajas ecológicas que brindan.

Para conocer los factores que influyen negativamente sobre estos ecosistemas, es necesario consultar la información disponible. Ésta es abundante y de diversa índole; por consiguiente, resulta indispensable identificarla y analizar la de mayor utilidad, con el fin de contar con los elementos necesarios para recomendar acciones encaminadas a la conservación de las zonas que no han sido alteradas, el aprovechamiento sustentable, y la restauración de los manglares en las zonas que aunque hayan sufrido alteraciones, aun pueden ser rescatadas.

I. 3 OBJETIVOS

1. Realizar un estudio bibliográfico exhaustivo que sustente teóricamente la importancia ecológica y económica del manglar.
2. Que la presente investigación permita ofrecer información sobre las características generales de los ecosistemas de manglar para coadyuvar a la toma de decisiones en trabajos de conservación, restauración y uso sustentable de los manglares.

II METODOLOGÍA

Para lograr el presente trabajo, se consultaron las bases de datos de la biblioteca "Santiago Pacheco Cruz" de la Universidad de Quintana Roo, fuentes bibliográficas de El Colegio de la Frontera Sur y el acervo bibliográfico de El Programa de Manejo Integrado de los Recursos Costeros. Estas revisiones permitieron la identificación de fuentes primarias como son: libros, artículos de publicaciones, periódicos, documentos oficiales (NOM, LGEEPA, etc), reportes de asociaciones, artículos periodísticos, testimonios de expertos y documentales. La información también fue complementada con páginas especializadas de Internet (REDMANGLAR, RAMSAR, CONABIO, GREENPEACE, INEGI, entre otras), los cuales proporcionaron datos de primera mano.

Por otra parte, se consultó la información generada por dependencias gubernamentales que manejan aspectos relacionados con el tema, tales como SEMARNAP, INEGI, PROFEPA, etc. El material se obtuvo en forma de fotocopias, impresos, préstamo de libros y consultas obtenidas directamente de la red. Las anteriores fuentes fueron de gran apoyo para sustentar teóricamente la información.

El contenido del presente trabajo se deriva de la revisión de toda la información recopilada, obteniendo de manera selectiva las fuentes más especializadas y recientes. Para los diferentes temas abordados, la información fue separada de lo general a lo particular, citando en muchos casos de manera intacta los párrafos de la obra original. En algunos temas se utilizaron tablas, cuadros, fotos y figuras con el fin de facilitar el entendimiento de algunos conceptos básicos involucrados y permitir una mayor claridad en la exposición del tema, de tal manera que éste, también sea útil a los lectores no especialistas. Las fuentes utilizadas se detallan al final del presente documento (Hernández et al., 2003).

III BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DEL MANGLE

III.1 DEFINICIÓN

Para entender el concepto de la palabra manglar es necesario tener clara la definición de mangle. Diversos autores han propuesto varias definiciones, tales como las que se indican a continuación:

Clinton (1991) lo define de la siguiente manera:

El término mangle deriva de una combinación de la palabra portuguesa árbol ("mangue") y la palabra inglesa utilizada para referirse a una zona de árboles ("arboleda").

Dicho término es ecológico y se utiliza para incluir los arbustos y árboles (dicotiledóneas y monocotiledóneas) que viven en las zonas intermareal y submareal somera de las marismas de marea tropical y subtropical. Un bosque de mangle se conoce también como manglar.

Strasburger (1990) define la palabra "manglar", como una *formación tropical o subtropical ligada a condiciones particulares. Son bosques siempre verdes, formados por halófitos en general arbóreos, que se desarrollan en las ensenadas protegidas, en lagunas y estuarios, dentro de la zona intermareal y que prefieren suelos de cieno arcilloso-arenoso, los cuales quedan inundados durante la pleamar y pasan a estar fuera del agua cuando baja la marea. También se desarrollan en ciénegas donde la inundación solo se presenta en época de lluvias.*

En lo que resta de este documento por manglar se va a entender la definición de la (NOM-022-SEMARNAT-2003) puesto que exige prácticas específicas para el manejo de los ecosistemas de manglar con el fin de que los responsables de las políticas puedan tomar "decisiones eficaces" para que su aprovechamiento no provoque impactos significativos en el medio ambiente. La definición dice de la siguiente manera:

"Comunidad arbórea y arbustiva de las regiones costeras tropicales y subtropicales compuestas por especies Halófitas facultativas o halófilas que poseen características ecofisiológicas distintivas como raíces aéreas, viviparidad, filtración y fijación de algunos tóxicos, mecanismos de exclusión o excreción de sales; pueden crecer en diferentes salinidades que van desde 0 hasta 90 ppm, alcanzando su máximo desarrollo en condiciones salobres (Aprox. 15 ppm). En el ámbito nacional existen cuatro especies Rhizophora mangle, Conocarpus erecta, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa".

III. 2 ECOLOGÍA

A nivel mundial, los manglares son ecosistemas muy variados en cuanto a su composición y estructura, marcando la transición entre mar y tierra. Los factores ecológicos que determinan la dinámica de los manglares, se describen a continuación:

Clima. Los manglares son ecosistemas limitados en su expansión a latitudes de características tropicales y subtropicales 25°N y 25°S (Suman, 1994). Es decir, habitan áreas donde la temperatura del mes mas frío es superior a los 20°C y suele ser constante durante todo el año con variaciones estacionales que no exceden a los 5°C (Clinton, 1991). Sin embargo, éstas variaciones influyen de manera directa debido a que las altas temperaturas en combinación con una alta radiación solar aumenta la evapotranspiración y por lo tanto aumentan los niveles de salinidad del suelo, condición que puede ser perjudicial para el desarrollo, puesto que se van formando fuertes costras salinas en la superficie (Ecología Campeche, 2004). La región tropical se caracteriza por tener un clima caliente y húmedo con lluvias abundantes durante todo el año (SEP, 1972). La precipitación juega un papel fundamental en el control de la salinidad del suelo, ya que las altas tasas de precipitación reducen la hipersalinidad y los manglares prosperan mejor en zonas donde la precipitación es mayor a los 2500 mm anuales. En zonas donde la precipitación es inferior a los 1500 mm/año es donde se forman salinas, un claro ejemplo de esto es en Cuba. En zonas donde las estaciones son menos pronunciadas y la precipitación anual varia entre 2100 y 6400 mm los árboles de mangle superan los 35 metros de altura (Ecología Campeche, 2004).

Corrientes oceánicas. No hay manglares donde las corrientes frías se acercan a tierra (Clinton, 1991). Las corrientes oceánicas llevan a cabo la dispersión de los mangles, siempre y cuando se presenten condiciones favorables para su sobrevivencia. Se puede decir que los mangles están bien equipados para la dispersión por corrientes oceánicas, sin embargo este poder de dispersión no es efectivo si las corrientes son frías. Considerando a los continentes en su posición actual puede verse claramente que es difícil para los propágulos de mangle dispersarse de Asia al Oeste de América debido a que las principales corrientes en el Pacífico con dirección al este son frías, lo que no permite su sobrevivencia. La dispersión entre América y el este de África presenta el mismo problema, las corrientes con dirección este en el extremo Sur del continente Africano son frías, lo que impide que llegue el material viable de Asia a América y de América al Oeste de África. Otro factor que debe considerarse es la variación de la anchura de los océanos, el océano Pacífico era mas ancho en el pasado por lo que resulta mas difícil concebir la migración de los mangles por esta ruta, tomando en cuenta que en la

actualidad, siendo esta distancia mas corta no hay informes acerca de la llegada de especies Asiáticas al Oeste de América y viceversa. En cambio, el océano atlántico fue mucho mas angosto en el pasado, lo que favoreció en gran manera la dispersión de los mangles, debiendo existir inmenso intercambio entre el este de América y el oeste de África (Rico-Gray, 1993).

El establecimiento de plántulas. Es mejor donde hay protección contra la acción del oleaje fuerte, el cual puede llevarse los propágulos antes de establecerse (Clinton, 1991).

Litorales someros y de poca pendiente. Se forman a partir de los sedimentos fluviales que provienen de la erosión, como producto del lavado de las rocas y son transportados por ríos y arroyos hacia el mar depositándose en la desembocadura de los ríos cuando están protegidos del oleaje y cuando el río disminuye su velocidad. Su forma depende de los sedimentos acarreados bien sea limo, arcilla, arena o calizas, estos son determinantes en la estructura de los bosques de manglar (Ecología Campeche, 2004).

Agua salina. Aunque no es requisito, este factor contribuye en gran manera a disminuir la competencia con otras especies de plantas terrestres, aunque los mangles pueden crecer en hábitats de agua dulce, crecen lentamente y no compiten bien con las plantas típicas de ese ambiente. Con base en los estudios fisiológicos, se sabe ahora que no requieren de condiciones salinas para crecer; más bien, toleran esas condiciones, ya que no todas las plantas resisten condiciones salinas como los mangles (Clinton, 1991).

Ámbito de mareas. Los bosques de manglar se ubican en sistemas estuarinos de suelos inundables o estacionalmente inundables por aguas salobres. La cantidad de agua dulce que va a los manglares depende del tamaño de la cuenca, del caudal de los ríos, de las precipitaciones, etc. Las principales tasas de transporte de agua ocurren durante periodos cortos (1-2 horas) del ciclo de marea, las mareas controlan la zonación vertical de algunas especies de mangle, un amplio ámbito de mareas y una costa con poca pendiente promueve un mejor desarrollo a una vasta franja de manglar (Clinton, 1991).

Sustrato lodoso. Son terrenos adaptados a condiciones de saturación o inundación hídrica, sus suelos denominados suelos hídricos se componen primordialmente de sedimentos anaerobios (deficientes en oxígeno). A diferencia de los terrenos firmes ("uplands"), el oxígeno presente en los sustratos de los humedales está disuelto en el agua que ocupa los espacios de los poros entre las partículas que componen el suelo, por tanto se

tiene que, mientras los tallos y hojas se encuentran expuestos a la atmósfera, el síntoma de las raíces precisa funcionar adecuadamente en un medio deprivado de oxígeno y en un ambiente salado, crecen en agua o suelo que es al menos periódicamente deficiente en oxígeno como resultado del contenido excesivo del agua. El nivel de inundación puede llegar a tal magnitud que el sustrato no se considere como suelo y permanezca saturado o inundado con cierto nivel de profundidad del agua, por consiguiente, la característica más importante en los humedales es el volumen de agua existente en ellos (Flora de humedales, 2005).

Los suelos de manglar se clasifican en dos categorías:

1.- Orgánicos: formados por la alta acumulación de suelos orgánicos, caracterizados por poseer poco contenido de arcilla, limo y arena, se mantiene por procesos anaeróbicos y los nutrientes se liberan por la descomposición de la materia orgánica en las zonas aerobias, con una continua remineralización, son inundados periódicamente pero su drenaje interno es lento, por lo que mantiene una saturación permanente de agua.

2.- Inorgánicos: se forman por depósitos de limo y arcillas en llanuras aluviales, definidas éstas, como terrazas de sedimentos que se depositan a lo largo del cauce de ríos, como producto de la erosión, estos suelos son generalmente ricos en nutrientes tales como el calcio, magnesio y potasio, los cuales son retenidos temporalmente del lavado. En esta categoría existe otro tipo de suelos que pierde los nutrientes por lixiviación y acumulan elementos tóxicos como hierro y aluminio; por lo general los manglares se desarrollan en este tipo de suelos pobre en nutrientes (Ecología Campeche, 2004).

III. 3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA MUNDIAL

Los manglares cubren del 60 al 70 % del litoral de la línea costera mundial (Leo y Smith, 2002). Limitados en su expansión a latitudes de características tropicales y subtropicales, 25° N y 25° S (Contreras, 1993).



Figura 1. Distribución mundial de manglares

Se pueden distinguir dos zonas principales de distribución, la zona Occidental, que incluye África Occidental y las costas de América y el Caribe y la zona Oriental en la que se incluye África Oriental, el sur de Asia y el Pacífico, que comprende Oceanía hasta Australia y donde se concentra la mayor diversidad. En el continente americano y el Caribe existen manglares en todos los países costeros con excepción a los más meridionales como Chile, Argentina y Uruguay (CREMC, 2005).

Los países con mayor extensión territorial de manglar son Cuba, México, Colombia, Venezuela, Panamá y Ecuador. Sin embargo, los manglares ocupan el mayor porcentaje del territorio nacional en Cuba (4,63%), Panamá (2.22 %), El Salvador (1.28 %) y Puerto Rico (1.03 %). El menor porcentaje ocupado por manglares (cuadro 1) se halla en México (0.25%) y Guatemala (0.15%), (Suman, 1994).

Cuadro 1. Distribución del ecosistema Manglar por países

Pais	Extensión (has.)	Territorio nacional km ² .	% de territorio cubierto
Cuba	532, 400	115, 000	4.63
México	488, 400	1, 973, 000	0.25
Colombia	346, 300	1, 139, 000	0.30
Venezuela	260, 000	912, 000	0.29
Panamá	170, 800	77, 000	2.22
Ecuador	162, 000	284, 000	0.57
Nicaragua	155, 000	130, 000	1.19
Honduras	145, 800	112, 000	1.30
Costa Rica	41, 000	51, 000	0.80
República Dominicana	41, 000	49, 000	0.84
El Salvador	26, 800	21, 000	1.28
Guatemala	16, 000	109, 000	0.15
Puerto Rico	9, 300	9, 000	1.03

Fuente: Loa-Loza, 1993; Suman, 1994

En el continente africano las zonas de manglar se encuentran en países como: Kenia, Madagascar, Nigeria y Tanzania. En el continente asiático se pueden encontrar en Bangladesh, Birmania, Camboya, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam (WRM, 2003).

México cuenta con una extensa área de manglares de aproximadamente 4, 884 Km², a lo largo de la zona costera del país (Figura 2) se presentan grandes extensiones de manglar donde predominan 4 géneros agrupados en 3 familias (ver Taxonomía) tanto en el Pacífico como en el Atlántico (Suman, 1994).

En la costa pacífica aparecen en forma discontinua desde la mitad de la Península de Baja California, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En la región del Golfo de México y el Caribe aparecen en forma continua abarcando Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Niembro, 1990).

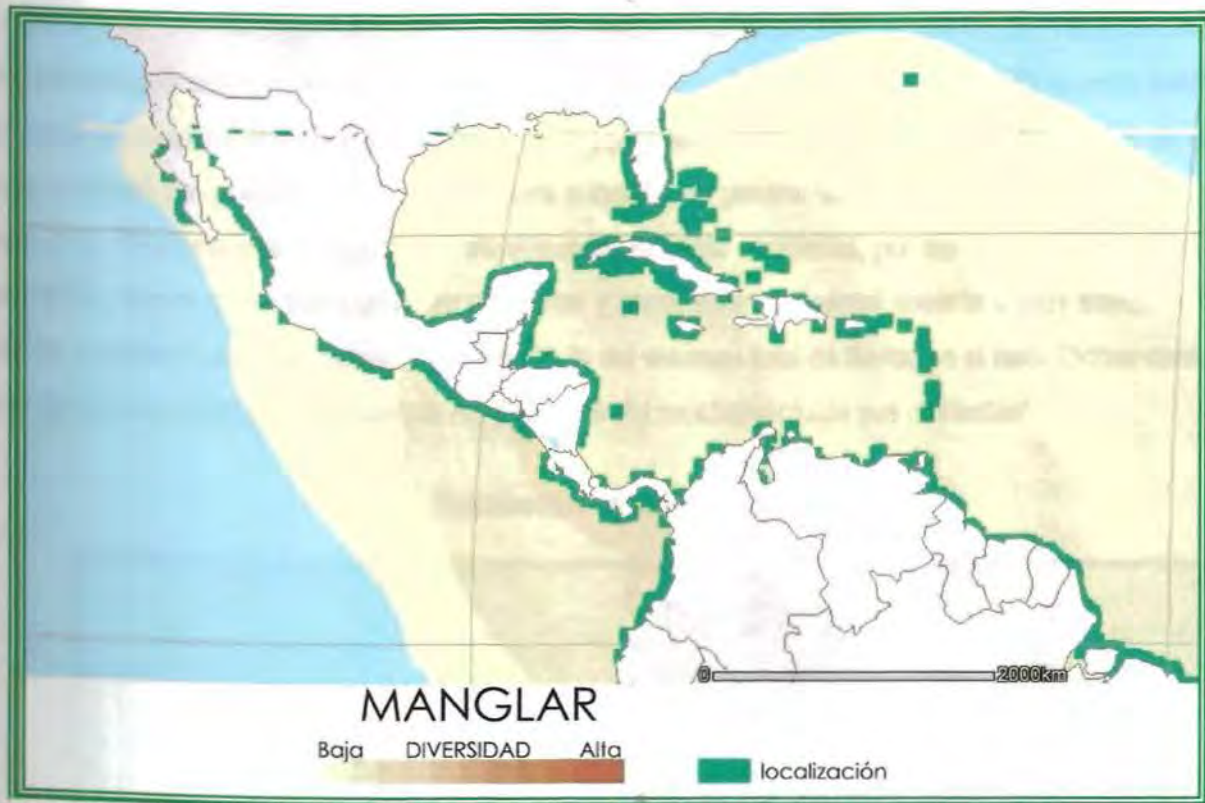


Figura 2. Distribución del manglar en el continente americano y el Caribe

Las extensiones mas grandes (Cuadro 2) se encuentran en estados del pacifico como Nayarit, Sinaloa y Chiapas, así como en algunos estados del Golfo de México como Campeche, Yucatán y Tabasco (Loa-Loza, 1993).

Cuadro 2. Áreas de Bosques de Manglar en México						
Estado/ Hectáreas	Nayarit 134,324	Campeche 0,369	Sinaloa 70,534	Yucatán 62,832	Chiapas 52,076	Tabasco 27,207
	Veracruz 18,162	B. C. Sur 11,906	Sonora 11,100	Tamaulipas 5,473	Guerrero 4,002	Oaxaca 3,591
	Q. Roo 2,785	Michoacán 2,326	Jalisco 1,293	B. C. Norte 214	Colima 174	TOTAL 488,367

Fuente: Suman, 1994

En nuestro país, los manglares del Golfo de México están mejor desarrollados que los del Pacífico (Contreras, 1993) coincidiendo con la NOM-022-SEMARNAT-2003, apartado 013 donde se cita que: "En la costa pacifica, los manglares son menos desarrollados y menos extensos (con excepción de Nayarit y Chiapas) que los del golfo de México presentando no más de los 15 m de altura e incluso en general su altura es alrededor de los 7 m. Esto debido a las características fisiográficas y climáticas de la costa occidental, por ser una costa de colisión, con acantilados y playas cortas bordeadas por montañas y plataforma continental ausente o muy estrecha. Con un clima de semiárido a árido, recibiendo menos de 20 % del volumen total de lluvias en el país. Dichas condiciones hacen que la comunidad vegetal dependa en gran parte del reciclamiento de sus nutrientes".

Distribución en Quintana Roo



Figura 3. Mapa de distribución de manglar en Quintana Roo.

Casi la totalidad de la superficie en Quintana Roo, está cubierta por selva, una mínima parte (10%) corresponde a Manglar y Tular. El manglar se distribuye a lo largo de las costas bordeando esteros y lagunas costeras salobres (Figura 3), forma densas poblaciones arboladas y arbustivas formando agrupaciones que cubren grandes extensiones, sobre todo hacia la costa centro y sur del estado (INEGI, 2004).

III.4 TAXONOMIA

Los organismos están divididos en cinco reinos (monera, plantae, animalia, mycota y protista). El mangle se encuentra dentro del reino plantae (también conocido como reino vegetal), el término *plantas* incluye a todos los organismos eucarióticos que contienen el pigmento fotosintético clorofila y liberan oxígeno durante la fotosíntesis.

El reino plantae está compuesto por una serie de divisiones, cada división está compuesta por una o más clases, las cuales a su vez están divididas en una o más órdenes, las familias son el subgrupo siguiente y dentro de cada familia se encuentran los diversos géneros y especies (Clinton, 1991), así tenemos que las 4 especies de mangle pertenecen a:

Cuadro 3. De acuerdo al sistema integrado de información Taxonómica de la CONABIO, la taxonomía de las especies más comunes de mangle es la siguiente:

Dominio	Eukarya	Eukarya	Eukarya	Eukarya
Reino	Plantae	Plantae	Plantae	Plantae
Subreino	Tracheobionta	Tracheobionta	Tracheobionta	Tracheobionta
División	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae	Asteridae	Rosidae	Rosidae
Orden	Rhizophorales	Lamiales	Myrtales	Myrtales
Familia	Rhizophoraceae	Verbenaceae	Combretaceae	Combretaceae
Genero	Rhizophora	Avicennia	Laguncularia	Conocarpus
Nombre Científico	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Conocarpus erectus</i>
Nombres comunes	Mangle rojo Mangle colorado	Mangle negro Mangle prieto	Mangle blanco Mangle bobo	Mangle botoncillo
Nombre Maya	Xtapche	Taabche	Sak-olhom	Kanche

Fuente: <http://www.itis.usda.gov/>

III. 5 ESTRUCTURA VEGETAL DEL MANGLAR

Clinton (1991) señala que la mayoría de los estudios han clasificado a las comunidades de mangle como etapas "pioneras" o de sucesión consecutivas. Esto implica que la zonación de un bosque de mangle evoluciona desde la zona de la orilla del mar hacia una comunidad vegetal terrestre con formación de suelo. Los manglares típicamente tienen una zonación de árboles en las que *Rhizophora mangle* (mangle rojo) forma el margen exterior en la región submareal somera, detrás de los mangles rojos se encuentra *Avicennia germinans* (mangle negro) que van de la zona intermareal inferior a las zonas intermareal media o superior, es decir, la inundación de marea es menos frecuente en esta zona. *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) se localiza entonces de la región intermareal media al margen intermareal superior, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) puede existir en la región intermareal superior pero se encuentra con mas frecuencia detrás de los árboles de mangle blanco en las áreas de plantas de las orillas arenosas.

Se ha observado que el mangle negro puede existir también en el margen exterior, actuando como mangle pionero en regiones perturbadas donde la fuerte acción de las olas no permite el desarrollo de los mangles rojos, o en áreas donde el frío los mata. Sin embargo la sucesión mas común es la descrita primeramente (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*). Aun así, se conocen otros modelos de zonación o sucesión de manglar en algunos lugares, por ejemplo, en Puerto Rico, los manglares forman un modelo de zonación en una dirección de mar a tierra, en la que los mangles rojos van seguidos de los mangles blancos y estos últimos de los mangles negros, en la región occidental *Avicennia germinans* forma grandes extensiones hacia la tierra seca y este género puede ser sustituido por *Conocarpus erectus*.

En Escenarios natura (2005) se menciona que hay varios tipos de estructura o fisonomía de comunidades de manglar con base en sus características estructurales, grado de inundación, producción de hojarasca, tasa de degradación y exportación de detritus. Los tipos son: *borde*, *cuenca*, *ribereño*, *inundación* y *enano*.

- Los manglares tipo *borde* están situados a lo largo de litorales ligeramente inclinados de tierra firme e islas grandes. Frecuentemente expuestos a bahías abiertas y reciben oleajes entre moderados a suaves. Se desarrollan mejor en islas que impiden el lavado excesivo de las costas, producido por las mareas altas.
- Los manglares tipo *cuenca* ocurren en depresiones topográficas con poco flujo y reflujo de agua. Las aguas de inundación tienden a acumularse en la depresión y raramente sufren un intercambio durante el ciclo de las mareas, están ubicados frecuentemente tierra adentro en formaciones semejantes a una hilera de ramales a lo largo de los drenajes terrestres internos y ocurren también en islas. Expuestos a aguas menos salinas por períodos más largos del año en comparación con los bosques costeros y el flujo y reflujo de aguas salinas ocurre probablemente durante las mareas externas altas y causadas por tormentas.
- Los manglares *ribereños* ocurren en los llanos de inundación de drenajes de agua dulce proveniente de los ríos, los cuales son inundados por corrientes de agua durante los períodos de abundante lluvia y escorrentía. Están sujetos a mareas y sometidos a un lavado regular.
- El manglar tipo *inundación* tiende a ocurrir en llanos de mareas e islas completamente inundados. En estos bosques se pueden encontrar todas las especies, pero por lo general su altura no es mayor de 5 m.
- Finalmente, los manglares tipo *enanos* ocurren donde existen severas limitaciones para el crecimiento y desarrollo, rara vez pasan de 1.5 m, típicamente forman una comunidad escasa y dispersa en forma de matorrales. Se localizan en ambientes con carbonatos y zonas áridas.

Es importante destacar que aunque cada bosque cumple con las mismas funciones de respiración, producción y ciclaje de nutrientes, cada uno tiene, de acuerdo a su estructura, patrones diferentes de regulación, los cuales están relacionados con condiciones ambientales específicas que promueven o restringen sus funciones.

III. 6 MORFOLOGÍA

Clinton (1991) reporta que la mayoría de los mangles se han adaptado a su ambiente a través de:

1. El desarrollo de adaptaciones mecánicas para su fijación a los sustratos blandos o flojos,
2. La formación de raíces respiratorias y estructuras de ventilación,
3. La evolución de viviparidad,
4. El uso de mecanismos especializados para la dispersión de semillas y
5. El desarrollo de estructuras xerófitas.

En otras palabras, las plantas están adaptadas a un ambiente en el cual el esfuerzo hídrico es alto, la sal debe ser removida y el agua debe ser conservada. Aunque es frecuente encontrar árboles de mangle rodeados de agua, ésta es salina, y el sustrato intermareal puede tener inclusive altos niveles de sal. En general, los mangles tienen raíces aéreas y carecen de raíces primarias bien desarrolladas como resultado de las altas concentraciones de sal, así como por el sustrato anaerobio saturado de agua y rico en sustancias orgánicas. Varias adaptaciones observadas en la morfología de la raíz son típicas de la mayoría de los mangles. Las raíces pueden ser *adventicias* (de la parte inferior del tallo) o *zancudas* (de ramas y parte superior del tallo) que terminan después en unos cuantos centímetros en el suelo, por ejemplo, *Rhizophora mangle* (mangle rojo). En otros casos, raíces horizontales de superficie (raíces conductoras, de 1 a 5 centímetros de profundidad) nacen de la base del tallo y producen raíces aéreas erectas negativamente geotrópicas, es decir, las raíces crecen hacia arriba, en dirección contraria al suelo, llamados Neumatóforos como en *Avicennia germinans*.

Descripción general de la morfología de las especies mas comunes en los manglares:

Rhizophora mangle. Árbol de 10 a 25 metros de altura (Niembro, 1990), el tronco derecho, puede alcanzar entre 30 y 40 centímetros de diámetro y si crece en sitios con sedimentos poco consolidados es irregular en su forma haciendo difícil separar el tronco de las raíces (Jiménez, 1994) las cuales en este caso son tanto adventicias como zancudas para la fijación. Estas raíces superficiales forman grandes crecimientos a partir de los cuales se forman las raíces de anclaje y arcos de hasta 5 metros de altura, presentan lenticelas a través de las cuales respiran y una capa de corcho (peridermis) las cuales cubren las superficies de las raíces de anclaje (Clinton, 1991), lo que les permite establecerse en aguas mas profundas que los otros mangles (Correl y Correl, 1982).

La corteza es de color grisáceo por la parte exterior y de color rojo en su interior, es lisa o con fisuras irregulares, las cuales se hacen mas visibles cuando están en climas secos (Jiménez, 1994).

Posee hojas opuestas, gruesas y correasas y una yema en el ápice de cada rama. Las hojas son de color verde ligeramente claro sobre la superficie inferior (Clinton, 1991), y verde oscuras sobre la superficie superior y con una abundante cantidad de puntos negros y corchosos (Jiménez, 1994) son anchas, ovaladas, de 7 a 12 centímetros de longitud y de 2 a 5 centímetros de ancho (Cabrera, 1982). Cada nuevo par de hojas esta envuelto por una estipula larga que en su base posee pequeñas glándulas que secretan una sustancia mucilaginoso que lubrica el nuevo par de hojas mientras dura su desarrollo. Esta sustancia es azucarada, con lo cual parece estar cumpliendo con un papel protector debido a la presencia de hormigas (Jiménez, 1994).

La epidermis de sus hojas tienen una gruesa cutícula y los tricomas o pelos pueden ser comunes sobre la superficie inferior de la hoja, también posee estomas confinados a la superficie inferior de la hoja, estos últimos, se encuentran hundidos (Clinton, 1991).

Las flores son pequeñas (2.5 cm.) y bisexuales (Clinton, 1991), los botones florales tienen una forma claramente romboidal y el hipanto o base de la flor muestra cuatro sépalos y 8 estambres, los sépalos son carnosos de color amarillo claro, después se toman de color café. El polen se dispersa por el viento y la floración se realiza a lo largo de todo el año, con picos evidentes al inicio de la época de lluvias, entre septiembre y octubre. El fruto es pequeño, de cerca de 2 centímetros de largo y contiene una sola semilla (Jiménez, 1994).

La planta contiene una gran cantidad de taninos y el tallo carece de anillos de crecimiento diferenciados, los vasos están distribuidos uniformemente por todo el xilema y el parénquima medular es común (Clinton, 1991).

Avicennia germinans. Árbol de 3 a 12 metros de altura (Niembro, 1990), con un tronco derecho de hasta 1 metro de diámetro (Cabrera, 1982), sus neumatóforos, raíces aéreas muy características, semejan lápices que salen del suelo, presentan un largo variable, aunque generalmente de 10-15 cm. de longitud (Clinton, 1991), sus ramas son ascendentes y su copa es redondeada (Cabrera, 1982), la corteza es de color grisáceo oscuro o negruzco (de ahí su nombre de mangle negro) en climas secos, la corteza se fisura formando gruesas escamas, los nudos de las ramas tienden a engrosarse y sirven de hábitat para poblaciones de hormigas, la madera es de color crema claro (Jiménez, 1994).



Figura 4. *Rhizophora mangle*. a) Altura de los árboles, b) Raíces zancudas, c) Frutos con semillas germinando, d) Flores.

Las hojas son opuestas, varían en su forma, generalmente son elípticas, angostas, anchas u ovadas, también pueden observarse elípticas obovadas y obovadas. El tamaño y la forma de las hojas varían dependiendo de la salinidad, la longitud, ancho y área de las hojas es mayor cuando la salinidad del suelo es menor, las condiciones elípticas dominan en plantas de mayor altura que crecen en condiciones de media o baja salinidad, en plantas pequeñas y condiciones de alta salinidad hay mas proporción de hojas obovadas o elíptico-obovadas (Jiménez, 1994). Al igual que el mangle rojo, el corte transversal del mangle negro muestra que la epidermis de sus hojas tienen una gruesa cutícula, y las vellosidades epidérmicas pueden ser comunes sobre la superficie inferior de la hoja, los estomas están por lo general confinados a la superficie inferior de la hoja y se encuentran hundidos.



Figura 5. *Avicennia germinans*. a) Hojas y flores b) Frutos c) Neumatóforos d) Plántula

Las glándulas de sal, que son hidátodos modificados (terminaciones venosas de la epidermis) son comunes en la epidermis superior de la hoja, debajo de la epidermis, a ambos lados de la hoja, hay de 1 a 3 capas de células sin cloroplastos (Clinton, 1991). Ambas caras de las hojas presentan generalmente cristales de sal, especialmente durante la estación seca, cuando la lluvia no lava los cristales de las hojas (Jiménez, 1994), son de color verde oscuro en su superficie superior y blanquecinas en su superficie inferior (debido a las vellosidades), el tamaño de las hojas puede llegar a ser de entre 4 a 9 centímetros de largo, las flores son perfectas (Clinton, 1991), de color blanco, ligeramente vellosas, la corola esta formada por cuatro pétalos con la base interna ligeramente a fuertemente amarilla. Tiene 4 estambres de cerca de 4 mm de longitud insertos en la base de la corola, el ovario produce un fruto grande de color verde oscuro a claro (Jiménez, 1994).

El fruto es una cápsula ovoide bivalvada pardo-verdosa de 2 x 1.5 cm. contiene una sola semilla ovoide (Cabrera, 1982). Cosechas maduras de *Avicennia germinans* pueden encontrarse entre agosto-noviembre con un pico entre septiembre-octubre. Bajo estas condiciones los propágulos caen a finales de la estación lluviosa, lo que perjudica el posterior desarrollo de las plántulas, las cuales no miden mas de 2-3 cm. (Correl y Correl, 1982).

Laguncularia racemosa. Árbol de 10 a 20 metros de altura (Niembro, 1990) de tronco recto y ramas ascendentes (Cabrera, 1982).



Figura 6. *Laguncularia racemosa* a) Árbol b) Hojas c) Flores d) Fruto o drupa

Aún cuando se han reportado raíces adventicias, la especie suele carecer de sistemas radicales especializados, se encuentran por lo general en los márgenes superiores de los manglares (Clinton, 1991). Son de corteza gris

parda fisurada, rosada en su interior (Cabrera, 1982). Hojas opuestas, gruesas, brillantes, oblongas (Clinton, 1991) verde amarillentas (Cabrera, 1982) de 2 a 7 cm. de largo y de 2 a 3 cm. de ancho, forma acorazonada (sobresale un par de glándulas de sal en la base de cada hoja) son mas delgadas que las de los mangles rojo y negro, son evidentes una capa epidérmica bien desarrollada y un haz vascular con una banda de Caspary (Clinton, 1991). Flores blancas perfectas, 5 pétalos y 10 estambres, se presentan formando espigas (Cabrera, 1982) la floración ocurre entre junio y julio, al inicio de la estación lluviosa (Morales, 1992). Los frutos son drupas de 2.5 centímetros; ovoides, aplanadas con surcos longitudinales, de color verde parduzco y una sola semilla de 2 centímetros (Cabrera, 1982) la caída de éstos se da entre agosto y octubre. Contiene taninos (Morales, 1992).

Conocarpus erectus. Árbol de 6 a 10 metros de altura (Niembro, 1990) tronco derecho, ramas verde amarillentas, angulosas o aladas, copa densa redondeada, no soporta mucha inundación (Cabrera, 1982).



Figura 7. *Conocarpus erectus*. a) Árbol b) Hojas c) Flores d) Frutos

Su corteza es café oscuro con fisuras largas que provoca una corteza acanalada con exfoliaciones en bandas (Jiménez, 1994). Posee hojas alternadas que son simples, enteras, ovaladas, de 4 a 9 cm. de largo y en forma de cuña en su base (Clinton, 1991). Las flores son perfectas (Clinton, 1991) y se agrupan en una estructura globular que forman racimos de 3 a 7 cm. de largo (Jiménez, 1994) Florecen todo el año (Correl y Correl, 1982). El fruto es un agregado leñoso persistente que semeja un color café. Suele encontrarse en las elevaciones más altas de un manglar. Algunos botánicos no consideran a esta planta un mangle "verdadero" (Clinton, 1991), debido a que no presenta dispersión hidrocorica y no tiene raíces aéreas, sin embargo se considera como mangle debido a que comúnmente crece asociada a las otras especies (Correl y Correl, 1982).

III. 7 FISIOLÓGIA Y ANATOMÍA

La mayoría de las plantas no toleran condiciones de salinidad ya que el potencial de agua es mayor en el sustrato que en la planta por lo que la absorción de agua se ve impedida. Sin embargo, los mangles, principalmente el rojo y el negro por estar en mayor contacto con la salinidad del agua, han desarrollado mecanismos que les permiten sobrevivir en esas condiciones, es decir, colonizan superficies aprovechando los cambios geológicos y de sedimentación. Regulan la sal por tres mecanismos: *exclusión*, *secreción* y *acumulación* y con base en lo anterior se clasifican en dos grandes tipos segregadoras y agregadoras de sales. Las especies segregadoras toman el agua salada y luego la secretan a través de glándulas localizadas en sus hojas (*Avicennia*). Las agregadoras depositan la sal en la corteza de los tallos o en las hojas viejas, y así cuando éstas caen, la sal puede ser removida (Contreras, 1993).

El mangle rojo bloquea la entrada de sales a las raíces a través de membranas celulares o en las raíces hay una alta presión negativa en la savia y el contenido de cloruro de sodio en la savia es bajo, esta diferencia de presiones permite que el árbol tome agua dulce del agua salada osmóticamente. De manera que, aunque el agua sea abundante, tomarla implica un alto costo energético, es por esto que los mangles desarrollan características xeromórficas, es decir, características de plantas típicas de lugares secos, las cuales le brindan a la planta la posibilidad de almacenar agua, algunas de estas características son epidermis gruesa, cutícula gruesa, tejidos almacenadores de agua, tricomas o vellos para evitar la pérdida de agua por evaporación (Documentos ecosistemas colombianos, 2004).

Clinton (1991) menciona que la productividad de los mangles parece estar regulada por dos importantes factores, la fluctuación de la marea y la química del agua. Los que están relacionados con la fluctuación de la marea se relacionan a su vez con:

1. Transporte de oxígeno al sistema radical
2. Agua del suelo y nivel de intercambio hídrico para remover los sulfuros tóxicos
3. Flujo de la marea y su efecto sobre la deposición y erosión del sustrato
4. Fluctuación del nivel freático y la resultante disponibilidad de los nutrientes

Los que están relacionados con la química del agua son:

1. El contenido salino del sustrato y la capacidad de las hojas para transpirar
2. Los niveles de macronutrientes en el suelo. Los altos niveles permiten altas tasas de productividad aun cuando las tasas de transpiración puedan disminuir debido a las altas concentraciones de sales en el sustrato.
3. La cantidad de escurrimiento superficial y la resultante disponibilidad de los nutrientes provenientes de tierra. Esto puede dominar la acumulación de nutrientes de un manglar.

Cada parte que compone una planta tiene una función especializada, la raíz es el órgano que desempeña varias funciones, entre ellas absorber y conducir agua y minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta. Los neumatóforos, raíces adventicias y zancudas, actúan como sistemas de ventilación ya que tienen aerénquimas bien desarrollados, o sistemas especializados de espacios aéreos en la corteza. El aerénquima es un tejido importante para el intercambio de gases en las raíces que suelen desarrollarse en un sustrato anaerobio. Las raíces adventicias, zancudas y conductoras también forman raíces de anclaje y para la alimentación, estas últimas son raíces fibrosas pequeñas temporales y horizontales que tienen pelos absorbentes, están justo debajo de la superficie y funcionan en la absorción. Las raíces de anclaje desarrollan una gruesa capa protectora de corcho y crecen en el sustrato anaerobio.

Los hidátodos de las hojas de mangle negro, tienen como función la exudación de soluciones salinas concentradas. Las capas de células sin cloroplastos (llamada hipodermis) pueden tener taninos y, típicamente contiene una gran cantidad de agua. El mesófilo de empalizada contiene cloroplastos debajo de la epidermis. El mesófilo esponjoso está por lo común reducido en las hojas y los espacios de aire no son tan abundantes. Las cámaras de aire más grandes están en torno a los estomas que aparecen en la epidermis inferior.

Las venas tienen paquetes de la vaina vasculares con una banda suberizada bien desarrollada en torno a cada célula (banda de Caspary) la función de las células del paquete de la vaina y de la banda de Caspary es el control del movimiento lateral del agua dentro y fuera de la vena. El aerénquima es un tejido común de los neumatóforos y de las raíces adventicias y zancudas de los mangles, este tejido es una modificación de la corteza de esas raíces especializadas y consta de células de parénquima grandes y de pared delgada tan organizadas que forman espacios de aire bien desarrollados en toda su superficie (Clinton, 1991).

III. 8 PROPAGACIÓN DE SEMILLAS

Los mangles han desarrollado ciertas estrategias reproductivas que permiten la sobrevivencia de sus propágulos, vivíparos y criptovivíparos (Contreras, 1993). La viviparidad muestra diversos grados de desarrollo entre las especies del manglar (Margaret, 1991). Se dice que es vivíparo cuando:

"El embrión no entra en una etapa de letargo sino que germina prematuramente cuando aun esta el fruto unido a la planta madre. De esta forma el embrión, produce una plántula que se desarrolla por algún tiempo unido a la planta madre y se mantiene así, alejada de las adversas condiciones producidas por la salinidad y la inundación".

Cuando esta viviparidad es incompleta se le puede llamar criptoviviparidad, que es cuando el embrión sale de la cobertura seminal pero no del fruto antes de caer (Jiménez, 1994). Como se puede observar, la viviparidad se considera de importancia especial ya que al crecer la plántula sobre el tronco progenitor, el hipocótilo (tallo embrionario) y la radícula (raíz primaria o embrionaria) responden más rápidamente al fijarse aun sustrato, lo que también significa que la planta se desarrolla lejos de las altas concentraciones de sal, es difícil la germinación y la sobrevivencia de las plántulas en condiciones de salinidad, por tanto, las semillas germinan durante la época húmeda, después de que se han removido las sales de las capas superficiales del suelo (Clinton, 1991). Otra razón para su desarrollo en el tronco progenitor, es que el nivel del suelo en los pantanos con mangles cambia continuamente debido a las corrientes marinas y al sedimento acarreado por los ríos; por tanto, el establecimiento de las plántulas es extremadamente difícil en condiciones de profundidad de suelo variable (Margaret, 1991).

En el caso del género *Rhizophora*, la semilla germina en el interior del fruto, en este caso estamos hablando del crecimiento del embrión, al crecer el embrión se transforma en una plántula que emerge de la semilla y se asoma al espacio exterior cuando su primera raíz, llamada radícula o raíz primaria, rompe la pared del fruto saliendo

entre 18 y 20 cm. Se observa una viviparidad completa, es decir, la radícula de la nueva plántula rompe la pared del fruto y el hipocótilo o futura raíz (también llamadas "semillas en pincel") se desarrolla por varios meses unido todavía a la planta madre. Así permanece en su condición de plántula hasta que adquiere la posibilidad de nutrirse por sí misma, en forma independiente de la semilla y de las sustancias alimenticias que ella almacena (Monografías, 2005). Cuando el propágulo madura, cae al agua, en muchos casos, la radícula se sumerge directamente en el cieno después de desprenderse del árbol (Clinton, 1991), sin embargo también pueden flotar fácilmente y ser llevado lejos por las corrientes del mar. Cuando el propágulo se establece sobre la tierra, inmediatamente produce raíces y en pocas semanas se desarrolla, las propiedades de dispersión de los propágulos de mangle se han correlacionado con la distribución de este último.

En el caso de *Avicennia germinans* esta especie muestra la llamada criptoviviparidad pues la radícula no logra romper la pared del fruto antes de que este caiga de la planta madre (Jiménez, 1994). Las especies encontradas en las elevaciones altas sobre el margen más próximo a tierra de una zona intermareal producen por lo general pequeños propágulos, estos últimos requieren de un periodo de libertad de la inundación por la marea de aproximadamente 5 días para fijarse en el sustrato, por ejemplo, *Laguncularia racemosa* (Clinton, 1991).

En la especie *Conocarpus erectus* no se observa viviparidad (las semillas no germinan dentro del fruto). La unidad de dispersión son pequeños aquenios que en números de 35-36 componen el fruto. Los aquenios tienen una estructura triangular, compuestos por tres cámaras, dos de ellas son de aire que le permite flotar en el agua. La germinación es afectada por la salinidad, a salinidades de 35 ppm la germinación es inhibida (Jiménez, 1994).

IV IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Los manglares juegan un importante papel en la ecología de las costas tropicales y proporcionan muchos bienes y servicios a las poblaciones humanas. De acuerdo a lo reportado por la NOM-022-SEMARNAT-2003 y otros documentos, la importancia ecológica de los manglares es la siguiente:

Funciones hidrológicas. Desempeñan una importante función en la depuración del agua, eliminando altas concentraciones de nitrógeno y fósforo, así como en algunos casos también productos químicos tóxicos (Apdo. 0.21). Actúan como gigantescos sistemas de purificación ya que los procesos químicos y biológicos que en ellos ocurren, permiten eliminar considerables cantidades de desechos orgánicos, residuos

049768

industriales, materiales tóxicos y sustancias nocivas. Se ha calculado que una hectárea de pantano equivale a una planta de tratamiento de aguas negras de 120, 000 dólares (Morales, 1992). Contribuyen a recargar acuíferos que almacenan el 97 % de las aguas dulces no congeladas (Apdo. 0.22). Los manglares filtran el escurrimiento terrestre y remueven la materia orgánica también terrestre (Clinton, 1991).

Funciones de contigüidad. Dada su localización costera, los humedales costeros de tipo manglar son ecosistemas que tienen un papel importante como zona de transición, conexión y amortiguamiento entre el medio acuático y terrestre y sus ecosistemas respectivos. Por un lado, en la franja costera terrestre hay una contigüidad directa entre los manglares y las selvas altas, medianas o bajas, típicas de las zonas tropicales, generalmente con una zona de transición (ecotono) entre ambos ecosistemas, en donde elementos de los dos se encuentran entremezclados a veces formando selvas inundables (Apdo. 0.29).

Cumplen con funciones de regulación climática. Las emisiones de carbono de la actividad humana se han incrementado de una manera sin precedentes. El carbono y otros gases dejan salir menos radiación de la que dejan entrar y a mayores niveles de "gases invernadero" mayor temperatura terrestre, y de seguir las tendencias actuales habrá una elevación de temperatura cuya consecuencia sería la elevación de los niveles del mar y menos lluvias en algunas regiones del Centro y Sudamérica, y a todo esto, los manglares cumplen el mismo papel que otros bosques para reducir este cambio climático y si este se pierde ya no podría desempeñar esta función (Muñoz, 1990) la cual es capturar o almacenar carbón atmosférico con efectos globales (Clinton, 1991).

Funciones de estabilización costera. Cuando el nivel del mar es estable o disminuye ligeramente puede ocurrir la formación del suelo al capturar los detritos, las raíces adventicias del mangle rojo y los neumatóforos del mangle negro acumulan sedimentos en sitios protegidos y forman turba de mangle. Los periodos en los que disminuye la energía de la marea y los niveles del mar, los manglares pueden avanzar en su desarrollo, pero cuando la acción del flujo del agua es alta o sube el nivel del mar, las zonas se mueven hacia tierra (Clinton, 1991). Los manglares desempeñan una función crítica en la protección y estabilización de la costa contra las mareas de tormenta y otros fenómenos climáticos, reducen la fuerza del viento, las olas, las corrientes, la intrusión salina y la erosión costera (Apdo. 0.41). Los terrenos costeros protegidos por una barrera de manglares pueden ser sujetos a un fuerte proceso de erosión si estos son removidos (Clinton, 1991). Es decir, los manglares reducen el daño causado a las poblaciones humanas al funcionar como

amortiguadores, protegiendo a centros, poblaciones e infraestructura costera de los efectos destructivos del oleaje y vientos generados por huracanes y tormentas así como de inundaciones (Apdo. 0.40).

Funciones de producción primaria. La retención de nutrientes en estos ecosistemas los hace uno de los mas productivos además de que reducen o evitan la eutrofización del cuerpo lagunar y zonas marinas adyacentes (Apdo. 0.25). Producen importantes cantidades de detritos que contribuyen a la productividad del mar adentro. La producción primaria es el proceso que gobierna los estuarios, y el mayor porcentaje de detritos y materia orgánica es producida por el manglar, esta producción es significativa para el mantenimiento de la cadena trófica del estuario, la zona marina aledaña, los arrecifes de coral y la dinámica poblacional de especies marinas pelágicas (Apdo. 0.23).

El detritus orgánico generado por la descomposición de las hojas del mangle, es el elemento mas importante de la cadena trófica en las lagunas costeras y estuarios, constituyendo mas del 20 % del alimento de especies de invertebrados y peces herbívoros (Apdo. 0.24).

La producción de materia orgánica neta de los bosques de manglares es variable, esta influenciada por el flujo y el reflujo de las mareas, la composición del agua, la salinidad y los nutrientes del suelo, las mayores tasas de producción tienen lugar en los manglares bajo la influencia de las mareas diarias. Por ejemplo, la producción primaria bruta de los mangles rojos, inundados diariamente por las mareas altas, disminuye con la salinidad, mientras que la producción primaria bruta de los mangles negros y blancos aumenta cuando aumenta la salinidad. En áreas de salinidad intermedia, los mangles blancos presentan el doble de producción que los mangles rojos. La zonación de los bosques de mangles parece reflejar los nichos de producción óptima de las especies implicadas, mas que las condiciones físicas o de los diferentes estadios de la sucesión. Los bosques de mangle exportan una considerable proporción de su producción a las aguas circundantes, en gran parte mediante las hojas caídas y otro material detrítico. Este material llega a constituir la base de una red trófica detrítica que sustenta una serie de importantes pesquerías de peces y mariscos (Leo y Smith, 2002).

La importación y exportación de detritus depende de las variaciones estacionales y anuales existentes en los procesos de producción primaria así como el ingreso de materia orgánica en sus formas particulada o suspendida arrastrados a los humedales como parte de los sedimentos o por escorrentías provenientes de la cuenca, así como por la variación de reclutamiento (Apdo. 0.26).

Algunos importantes componentes de la producción primaria en el ecosistema manglar son:

- 1.- Los microorganismos (Bacterias y hongos). Una de las principales funciones de los microorganismos es la de reciclar nutrientes dentro del ecosistema que sostiene a los árboles de mangle. Fijan nitrógeno atmosférico, solubilizan fosfato, degradan hojas muertas y transforman numerosos compuestos para el beneficio de los árboles, que a su vez mantienen a los peces y así a la industria de la pesca (CIBNOR, 2004).
- 2.- Las algas. Existen grandes diferencias en las algas componentes de los manglares. Existen dos importantes tipos de algas, uno de ellos consta de formas filamentosas que producen estratos finos sobre el sustrato; estos sustratos participan en la captura de los sedimentos finos (*Cladophora sp*, *Boodleopsis sp*, *Vaucheria sp*, *Cladophoropsis sp*).

Los miembros del otro grupo, constan principalmente de formas foliosas, unidos directamente a las raíces adventicias y zancudas, así como en los neumatóforos y muestran microzonación (*Caloglossa sp*, *Bostrychia sp*, *Catenella sp*). En la zona superior se puede encontrar el alga verde *Rhizoclonium sp*, debajo de ella *Bostrychia sp* suele fijarse por si misma a través de ápteros discoides, formando racimos finos y blandos en forma de helecho de estratos color rojo oscuro a púrpura y bajo *Bostrychia sp* se pueden encontrar los dos géneros de algas rojas *Caloglossa sp* y *Catenella sp*, ambos parecen estar segmentados, la primera especie es una serie delicada y monostromática de hojas, y el otro es un alga gruesa y segmentada en forma de cactus. Todos estos géneros se encuentran en el bosque de mangle fresco y sombreado y no se desecan cuando quedan expuestos durante la marea baja (Clinton, 1991).

Conservar la biodiversidad. Es hábitat temporal de gran variedad de especies importantes (Clinton, 1991) pudiéndose encontrar en este una combinación singular de vida marina y terrestre (Cuadro 4), desde pequeños peces e invertebrados hasta numerosas especies de aves, particularmente garzas reales y avetoros, sobre las raíces de apoyo y los troncos de mangle se pueden encontrar caracoles del género *Littorina sp*, también, pegados a los troncos y a las raíces de apoyo están los balanos y en el lodo, en la base de las raíces, están los caracoles detritívoros. Los cangrejos violinistas y los cangrejos terrestres hacen madrigueras en el fango durante la marea baja permaneciendo en las raíces de apoyo y en el terreno alto durante la pleamar (Leo y Smith, 2002).

Cuadro 4. La fauna de los manglares

Mamíferos	Aves	Reptiles	Peces
Osos hormigueros	Reinilla de manglar	Cocodrilo de río	Pargo
Mono congo	Gavilán cangrejero	Cocodrilo de pantano	Lisa
Mono carablanca	Colibrí	Culebras	Guachinango
Mapaches	Lora nuca amarilla	Tortugas	Pámpano
Venados	Gaytan	Iguanas	Corvina
Manatí	Pelicano	Lagartijas	Bagre marino
-----	Chocolatera	-----	-----
-----	Ibis blanco	-----	-----
-----	Garzas	-----	-----

Fuente: Jiménez, 1994; Salazar Vallejo, 1993.

Refugio de especies en sus etapas juveniles. Sirven de zonas de protección y crianza de una diversidad de especies al recibir alevines, larvas, postlarvas y juveniles de un gran número de especies de peces, moluscos y crustáceos, como ejemplo de estos últimos se encuentra la familia Ocypodidae que es indudablemente la más importante asociada al suelo de los manglares presentando 25 especies de las cuales 24 pertenecen al género *Uca* (cangrejos violinistas), son generalmente pequeños y viven sobre los planos de todo de los manglares. Entre los moluscos más abundantes en el fango se encuentran los caracoles del género *Gerithidea*, los cuales son parte importante de la red detritívora del manglar (Crane, 1975). También el camarón, completa su ciclo biológico en los manglares.

Sin embargo, los animales no muestran una zonación marcada, sino preferencia por hábitats específicos, la fauna no está directamente asociada a los manglares, la distribución depende de su resistencia a la pérdida de agua, a la necesidad de protegerse del sol, del nivel de agua de la altiplanicie, de la consolidación del suelo y de la disponibilidad de las fuentes de alimento (Clinton, 1991).

V IMPORTANCIA ECONÓMICA

Económicamente los mangles se han aprovechado por sus taninos y porque la madera de varias especies es bastante resistente al ataque de las termitas: por ello, los mangles se han utilizado ampliamente en la construcción de barcos; sin embargo, la principal utilización de ellos parece ser la de combustible, después de transformarlos a carbón de leña (Flores Verdugo, 1989; Niembro, 1990; Clinton, 1991). La madera de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* es pesada y se hunde, es dura y difícil de cortar cuando seca, pero se puede pulir bien. Es de grano fino y moderadamente resistente a la descomposición (Cabrera, 1982; Clinton, 1991).

Dentro de los numerosos usos populares e industriales de las especies de manglar podemos encontrar:

1.- Producción maderable:

- a) Leña y carbón
- b) En localidades donde se alcanzan tallas muy grandes, la madera se emplea en construcciones urbanas, rurales, navales y marinas para puentes, pilotes, postes de casas y cercos, vigas, horcones, durmientes, diques, costillas para embarcaciones, artículos torneados, mangos para herramientas e implementos agrícolas.
- c) Se utilizan para la elaboración de muebles y gabinetes
- d) También en la elaboración de instrumentos musicales
- e) En las lagunas costeras, las ramas se emplean en la construcción de artes de pesca para el camarón (Suman, 1994).
- f) En las Bahamas las cabezas de los palos de golf se fabrican con bloques de madera de mangle rojo que se sumergieron en agua salada durante tres años (Clinton, 1991).

2.- Industria peletera:

- a) La corteza de los mangles contiene entre 20 y 30 % de tanino el cual tiene uso de curtiembre y tinción de pieles. La corteza produce un tinte azul que se utiliza para teñir tejidos de algodón (Niembro, 1990).
- b) La corteza de *Rhizophora mucronata*, una especie mas de *Rhizophora mangle* y que es nativa del pacífico sudcentral, contiene cerca del 37 % de tanino, el cual es útil para curtir cueros pesados como la baqueta y para la manufactura de pegamento de calor para madera contrachapada (triplay). Los colorantes que se extraen de la corteza de éste son de color café chocolate, olivo o herrumbroso, si se tratan con sales de cobre o hierro. Los colorantes también se pueden extraer de los vástagos (colorante rojo) para teñir cuero y otros productos y de las hojas se pueden extraer colorantes negros o castaños (Clinton, 1991).

3.- Usos medicinales. De acuerdo a Suman (1994), las diferentes especies de mangle son empleados como remedio popular para diversas dolencias dadas sus propiedades astringentes y desinfectantes. En el caso de *Rhizophora mangle*. La infusión que se obtiene de su cocimiento se utiliza en medicina casera como febrífugo, hemostático y antidiarreico.

Cuadro 5. Uso medicinal de *Rhizophora mangle*

Uso	Parte usada	Manera de utilizarse	Vía de administración
Diarrea	Corteza	Cocimiento	Lavativas
Disentería	Corteza	Cocimiento	Lavativas
Elefantiasis	Corteza	Cocimiento	Oral
Escorbuto	Hojas	Cocimiento	Oral
Lepra	Corteza	Cocimiento	Oral
Dolor de muelas	Hojas	Cocimiento	Buches
Ulceras leprosas	Hojas	Cocimiento	Local

Fuente: Suman, 1994

Avicennia germinans: la infusión que se obtiene de su cocimiento se utiliza en medicina casera como remedio en casos de diarrea y para curar heridas y hemorroides.

Laguncularia racemosa: la infusión que se obtiene de su cocimiento se utiliza en medicina casera como tónico y astringente en casos de diarrea y disentería.

Conocarpus erectus: la infusión que se obtiene del cocimiento de la corteza se utiliza en medicina casera como tónico, astringente y desinflamatorio.

Cuadro 6. Uso medicinal de *Conocarpus erectus*

Uso	Parte usada	Manera de utilizarse	Vía de administración
Asma	Hojas	Infusión	Oral
Estado bilioso	Hojas	Infusión	Oral
Cámaras amarillas	Raíz, hojas	Cocimiento	Oral
Cámaras de corrupción	Raíz, hojas	Zumo	Oral
Dolor de cabeza	Planta	Emplasto	Oral
Evacuaciones amarillas	Hojas	Cocimiento	Oral
Evacuaciones pestilentes	Cogollos	Cocimiento	Oral
Ictericia	Hojas	-----	Oral
Reumatismo	Raíz	Infusión	Oral
Testículos inflamados	Raíz	Infusión	Oral

Fuente: Suman, 1994

- 4.- Ganadería: Las hojas de mangle se utilizan como alimento para el ganado o para forrajeo (Clinton, 1991).
- 5.- Acuicultura. Es área de cría intensiva de especies (camarón, ostión y almejas) distribuidas dentro del mangle o en aguas costeras (Suman, 1994)
- 6.- Otros productos o usos:
 - a) Las flores de estas plantas son melíferas, ricas en néctar, y de ellas se obtiene miel de excelente calidad
 - b) Las hojas son utilizadas para hacer infusiones, pero son amargos debido al alto contenido de tanino, por lo que se les considera apropiados solo como alimentos de emergencia.

Los frutos de *Rhizophora* se comen cuando son inmaduros. En tiempos más recientes, los manglares se han utilizado como estabilizadores de caminos rellenados, islas y costas perturbadas en las regiones tropicales y subtropicales.

Como se puede ver, los manglares se han utilizado durante siglos como fuentes de madera, taninos, colorantes, combustibles y medicamentos, en este sentido, el género más explotado es el mangle rojo (Clinton, 1991).

VI PROBLEMÁTICA QUE ENFRENTA EL MANGLE

No obstante su enorme importancia, los ecosistemas de manglar han sufrido una acelerada embestida por la explotación de sus recursos, la mayoría de las veces sin el cuidado necesario para mantener su integridad, la cual amenaza su utilización sustentable. De acuerdo a la interpretación de la información existente, México está perdiendo su área de manglar a un ritmo que va del 8 al 20 % y aunque algunos académicos refutan esta información, no se encontraron bases que digan lo contrario. A continuación se presenta un resumen de la problemática que enfrenta el mangle según la NOM-022-SEMARNAT-2003 y otros autores.

Las actividades que causan problemas en el mangle se pueden clasificar en externas e internas (Apdo. 0.44):

Externas:

- a) Azolvamientos: la erosión por las lluvias, el acarreo por los ríos y arroyos de gran cantidad de sedimentos y terrígenos hacia las cuencas bajas, provocan un azolvamiento impresionante del sistema en su conjunto.
- b) Crecimiento de fronteras agropecuarias. Provocan la desecación de los humedales y pantanos, aunado al uso desmedido del agua de los ríos los cuales en época de secas los se secan, provocando también, un incremento notable en la salinidad.

- c) El crecimiento desmedido del número de pescadores de camarón, ha disminuido las capturas, además de la disminución de las áreas de pesca por el azolvamiento, amenaza en los próximos años desencadenar situaciones sociales críticas por la competencia por el mismo recurso.
- d) Salinización de los mantos freáticos por intrusión salina. El desarrollo de grandes proyectos, como los planes arroceros, propician la desecación de extensas zonas por las grandes cantidades de agua que se requieren, que al ser utilizadas provocan un descenso de las aguas dulces, lo que propicia que las aguas marinas entren a reponer las potables y provoquen la salinización del manto freático (Cuba, 2005)
- e) Eutrofización. El aumento en los contenidos de materia orgánica, así como los compuestos de fósforo y nitrógeno en el agua, proveniente de campos agrícolas y granjas pueden ocasionar eutrofización en los cuerpos de agua costera, así como modificaciones en la estructura y los procesos ecológicos de humedales costeros (Apdo. 0.47).
- f) Desviación del patrón hidrológico. Ocasionadas mayormente por barreras físicas que provocan las construcciones de caminos, tal es el caso de "El Remate-Punta Arena", Campeche, en donde la construcción de un camino obstruye el drenaje natural modificando los patrones hidrológicos y provocando que, en la zona oeste del camino, exista una alta mortalidad de la comunidad de manglar (Dumac, 2005 a).
- g) Escurrimientos contaminados. La exploración y explotación del petróleo, así como el desarrollo de la industria petroquímica y del petróleo han causado considerables daños irreversibles en humedales costeros, ríos, lagos y lagunas. El petróleo afecta la base fotosintética, la respiración, la germinación de las semillas y la floración, reduciendo drásticamente el tamaño del manglar y afectando los patrones de sedimentación, el aporte de nutrientes y la mineralización, reducen la productividad y constituyen una seria amenaza para el manglar (Gallegos, 1986). Ejemplo de esto son las costas de Tabasco, Campeche y la Cuenca de Coatzacoalcos en Veracruz, con altos niveles de solventes, grasas, aceites, fenoles, compuestos azufrados, nitrógeno, metales pesados y otros contaminantes (Apdo. 0.52). En la laguna de Mecoacan Tabasco, las concentraciones de cloro y la conductividad eléctrica están afectando la dominancia de *Avicennia germinans* en los sitios más perturbados por la contaminación (Dominguez y Castillo, 1993).

Internas:

- a) Desecación o relleno de humedales costeros para su conversión en cultivos.
- b) Desecación por canalización o dragado.
- c) Cambios en el patrón hidrológico por fragmentación del humedal costero.

- d) Cambios del hábitat por su transformación o estanquería acuícola u otros usos. En la actualidad, los ecosistemas de manglar del mundo se encuentran seriamente amenazados. Actividades como la acuicultura del camarón aceleran el proceso de devastación, debido a que el establecimiento de piscinas camaroneras implica la tala del bosque de manglar, el cierre de los flujos de agua y la contaminación de los estuarios con productos químicos y desechos orgánicos provenientes de esta actividad. Sin embargo, en los países del Sur la producción de camarón sigue en aumento debido a la demanda que hay de este crustáceo en los países del Norte. Un claro ejemplo de este problema es en el Ecuador, uno de los países más pobres de América Latina, el cual es paradójicamente el 6to. productor a nivel mundial de camarón y allí, el 60% de sus manglares ha desaparecido, siendo la industria camaronera la principal causa de esta devastación (REDMANGLAR, 2005).
- e) Por canalización excesiva y apertura o clausura totales o parciales de bocas al mar
- f) Deforestación. La tala, roza o deforestación de la vegetación de manglar provoca el surgimiento de diversos iones químicos como el azufre, el cual al entrar en contacto con el agua y a la exposición de la luz solar provoca la generación de sulfuro de hidrógeno que en grandes concentraciones es de alta toxicidad para la biodiversidad (Apdo. 0.53). En México, del millón y medio de hectáreas originales, mas del 60 % de la superficie total nacional de manglares ha sido deforestada por la presión de obras de infraestructura industrial (INE, 1999). A pesar de su gran valor, los manglares han sido y están siendo destruidos por aterramiento y drenado para el desarrollo comercial de puertos deportivos y apartamentos. La mayor destrucción masiva de manglares se estimó en 100, 000 hectáreas destruidas pulverizando herbicidas durante la guerra de Vietnam. Estos manglares jamás se han recuperado (Leo y Smith, 2002).
- g) Acidificación de suelos
- h) Deforestación y quema de árboles de mangle para abrir terreno al pastoreo, sobre pastoreo y la extensión de la ganadería (infoecologia, 2005)
- i) Contaminación por metales pesados. La contaminación generada y la persistencia de ésta en la fase acuosa y sedimentaria causan efectos negativos significativos, ya que los metales pesados y otros contaminantes presentes en las aguas residuales y residuos sólidos que llegan hasta estos ecosistemas tienen efectos tóxicos sobre las comunidades biológicas que entran en contacto con dichas sustancias (Apdo. 0. 45). Los efectos pueden ser letales o subletales (bioacumulación en los tejidos que afecta el crecimiento del individuo (Apdo. 0.46).
- j) Usos de artes de pesca no selectivas. En los humedales costeros se desarrollan actividades extractivas ocasionando el deterioro y pérdida de grandes extensiones de vegetación costera indispensable para el

mantenimiento de la integridad del ecosistema, de la biodiversidad y la estabilización costera (Apdo. 050). El verdadero problema del agotamiento de los recursos es debido a la sobrepesca y al uso de artes de pesca poco selectivas y eficientes como las redes de arrastre, sin embargo las artes de pesca utilizadas dependen de las especies a capturar, por ejemplo, para capturar peces de escama se utiliza la red de luz de malla, los cuales impiden el anclaje de los propágulos de mangle al sustrato (CONANP, 2005).

- k) Compactación del sedimento por tráfico humano y de ganado en marismas y otros humedales costeros (Apdo. 0.44). Como se puede ver, las actividades humanas han dejado ya su marca en las comunidades de mangle deterioradas mediante la sustitución del mismo para dar paso a pastizales cultivados, construcción y ampliación de carreteras, la explotación de su madera para la construcción de viviendas rurales, y aunque antes no estaba mencionado, uno de los principales elementos que ha disminuido considerablemente este ecosistema, son los eventos naturales tales como fuertes vientos y huracanes, sin embargo ante estos últimos tienen la capacidad de recuperación, pero no de las actividades del hombre (Flores-Verdugo, 1989).

Yáñez –Arancibia (1999) menciona cuatro factores importantes considerados como factores externos.

1. Manejo descoordinado. Para la producción de tanino (uso tradicional de la corteza de mangle), muchas veces se desperdicia gran cantidad de mangle cuando los leñadores y los que extraen la corteza de los árboles, no coordinan su actividad de explotación (Monografías, 2005).
2. Depreciación del valor ecológico: El manglar se encuentra dentro de los recursos naturales que han sido impactados por el desarrollo y uso de la zona costera por ser considerados criaderos naturales de moscos y algunas otras alimañas nocivas, es decir, es considerado como un sistema marginado dentro de los planes regionales de desarrollo y caracterizado como tierras insalubres e inservibles debido sobre todo a la presencia de insectos, olores azufrosos y su estructura pantanosa (Loa-loza, 1993).
3. Desconocimiento y falta de información sobre el tema. Los valores de el mangle no están en duda, sin embargo, otro problema que afecta a los manglares y a las comunidades locales, es la limitada educación, capacitación y organización de sus miembros, la falta de conocimientos de los procesos ecológicos complejos que gobiernan la funcionalidad especial de los ecosistemas de manglar y, algunas veces la baja calidad de vida humana pueden ser por si mismas, el origen de toda la problemática (Yáñez-Arancibia, 1999).

4. Inadecuada Legislación. Esta es una de las problemáticas que mas impacto ha causado en los últimos tiempos. Las leyes ambientales existentes carecen de bases sólidas para validar un desarrollo sustentable en la explotación del recurso, su irregular cumplimiento a provocado que el área cubierta por el ecosistema manglar se haya visto reducida por el uso indiscriminado para actividades consideradas como "mas productivas", haciéndose notar con esto, que muchas áreas están protegidas solamente en un papel (Suman, 1994).

Un claro ejemplo de la Inapropiada legislación de la propiedad de recursos naturales así como la de los sistemas para su acceso y uso es la NOM-022-SEMARNAT-2003, la cual, inicialmente prohibía obras y actividades en sus numerales 4.4 y 4.22 y establecía límites en sus numerales 4.14 y 4.16 como se mencionan a continuación:

4.4.- *"El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibido excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta"*

4.22.- *"No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales"*

4.14.- *"La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarilla que permitan el libre flujo de agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del limite del derecho de vía al limite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad"*

4.16.- *"Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de cien metros respecto al limite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo"*

Sin embargo, el pasado 7 de mayo del año 2004, la SEMARNAT modificó la Norma de protección a los humedales costeros adicionando la especificación 4.43 quedando ésta como se indica a continuación:

4.43.- "La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente"

Hubo una gran polémica en torno a este caso, ya que con el cambio, la Norma que antes protegía este importante ecosistema ahora admite una "compensación" a cambio de autorizar la realización de obras y actividades antes prohibidas. La modificación deja sin efecto el espíritu de conservación que tenía originalmente la Norma, y la SEMARNAT evidencia que esta más interesada en atraer inversiones que en proteger el medio ambiente (Greenpeace, 2004).

Leyes que violó la SEMARNAT

Diversos medios publicaron que la SEMARNAT violó el derecho de cualquier persona a participar en la modificación y los procedimientos establecidos en al menos tres leyes, La Ley Federal de Procedimiento Administrativo, Artículos 51 y 47 al no presentar ante la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) el anteproyecto y la manifestación de impacto Regulatorio del acuerdo 30 días antes de la publicación en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

La Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental y su reglamento, específicamente el artículo 10 al no presentar el anteproyecto del acuerdo, y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización artículo 51 y 47 al no llevar a cabo el procedimiento previsto para las modificaciones de una NOM (imacmexico, 2004).

La Norma tardó siete años en estar lista (de 1996 a 2003) y según las modificaciones hechas, quienes destruyan este ecosistema ya no serán delincuentes ambientales, simplemente deberán "arreglarse" con los funcionarios de la SEMARNAT (Greenpeace, 2004). Es decir, además de las deficiencias en la legislación, también existe el incumplimiento de esta, la cual, como se puede observar, necesita no solo una reforma profunda sino la creación

de nuevas leyes que contemplen el estado presente y futuro y que guíen al aprovechamiento, ordenamiento y manejo sustentable de estos ecosistemas (Suman, 1994).

Greenpeace organizó el foro "Manglares: situación y amenazas" a raíz de esta modificación y los especialistas reunidos en el foro comentaron al respecto:

"El documento original de la Norma era muy bueno, no había comparación con ninguna otra legislación del mundo. Los académicos no hemos tenido voz en lo que está pasando porque a los tomadores de decisiones no les gusta oírlos y desconocen los temas".

"La adición hecha a la NOM representa un retroceso a antes de 1997. El status de este ecosistema debe ser de preservación, pues no hay beneficio económico que compense la importante labor de filtración que el manglar lleva a cabo, además de muchos otros beneficios y recursos que nos brinda. Así mismo, este ecosistema tiene un importante valor cultural y simbólico para las comunidades pesqueras. Cabe añadir que los desarrollos turísticos que se están construyendo en las áreas que albergan al manglar son excluyentes concentradores de la riqueza, promueven la marginación, la emigración y agotan los recursos"

"Con esta modificación se legalizaron todos los proyectos que han arrasado o pretenden arrasar con los manglares de México"

El cambio a la NOM 022 ya está teniendo consecuencias negativas; por ejemplo, las autoridades de la Administración Portuaria Integral (API) de Manzanillo pretenden ampliar sus instalaciones afectando treinta hectáreas de manglares; el gobierno de Colima busca construir una marina en la Laguna de Juluapan, destruyendo setenta hectáreas más de este ecosistema, entre muchos otros proyectos ahora autorizados (Greenpeace, 2004).

Sin embargo en la página web de Biología (2004) se menciona que no son todos los problemas que pueden presentar este tipo de ecosistemas ya que los mangles, aparte del peligro que corren por el uso inadecuado, también cuentan con enemigos naturales entre los que podemos encontrar enfermedades tales como:

- Las causadas por hongos del género *Cercospora*, que producen grandes manchas necróticas oscuras en las hojas las cuales se desprenden de los árboles antes del tiempo dejando desnudas las ramas.
- Otra enfermedad muy llamativa es la deformación que pueden sufrir algunas zonas del tronco y ramas por la formación de nódulos prominentes de hasta 80 cm de diámetro causado por un hongo *Cylindrocarpo*, lo que conlleva a reacciones y descontroles de la planta, estimulando el crecimiento desordenado del tejido local.
- Hay otras plagas que afectan al mangle, especialmente insectos como las larvas de *macrolepidópteros* de la familia *Sphingidae* las cuales comen activamente las hojas y pueden causar serios daños, también se han encontrado otros insectos como el coleóptero que es un parásito específico del mangle, el cual produce serios daños en la radícula de los embriones no desprendidos y también perfora las raíces aéreas induciendo a deformaciones y activos procesos de ramificación.
- En cuanto a las raíces, estas pueden ser perforadas por un crustáceo el cual produce daños de consideración en donde excava profundas galerías, llegando incluso a fracturar las de árboles jóvenes.
- Dentro de los herbívoros esta considerada la actividad de los cangrejos de mangle, el cual consume las hojas al igual que el cangrejo tasquero que puede llegar a depredar incluso al cangrejo del mangle e insectos, pero también come flores.
- Y dentro de sitios que no han sido significativamente alterados podemos añadir a los venados, los que comen una gran cantidad de follaje y especialmente brotes.
- Los embriones y plántulas son especialmente afectados por el cangrejo azul y la mapara que eliminan a cualquier embrión recién anclado y planta que se desarrolle debajo de los mangles adultos, los cangrejos ermitaños, especialmente *Coenobita compressus*, comen las radículas de los embriones de mangle rojo.

VII ACCIONES ENCAMINADAS A LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS MANGLARES

Muchas organizaciones internacionales, nacionales y locales están realmente comprometidas con la protección de los manglares de los cuales dependen, esas comunidades están intentando detener la destrucción masiva de los bosques de mangle. A continuación se presentan algunos ejemplos de tratados y acciones encaminadas a la conservación y manejo de este importante recurso.

Acciones a nivel mundial

La Convención de Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, es un tratado intergubernamental dedicado al uso racional de humedales de importancia internacional, el tratado se firma en la ciudad de **Ramsar**, en Irán, el 2 de febrero de **1971**. Es por ello que en esta fecha se celebra el Día Mundial de los Humedales, dicha convención entra en vigor en 1975, y es el único convenio medioambiental que se ocupa específicamente de los humedales, actualmente existen 141 países contratantes haciendo un total de 1387 sitios designados los cuales ocupan una superficie total de 122, 691.471 hectáreas, entre las que se encuentra incluido México (CONANP, 2004 a).

Sin embargo, la preocupación sobre los manglares se evidencia en la redacción de la **Carta Mundial para la Naturaleza**, generada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 28 de octubre de **1982** (Yáñez-Arancibia, 1999).

El Comité Ejecutivo de la Sociedad Internacional para los ecosistemas de manglar decidió preparar la **Carta para los Manglares** y ponerla a consideración en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Brasil en Junio de **1992**, con el propósito de anexarla a la carta de la Tierra, este documento establece que la Asamblea General está conciente de la importancia, principalmente ecológica que estos ecosistemas generan (Yáñez-Arancibia, 1999).

El mes de agosto de 2001, se dieron cita en la ciudad de Choluteca, Honduras representantes de varias organizaciones latinoamericanas que trabajan en torno al ecosistema de manglar y conformaron la **REDMANGLAR** cuyo objetivo central es el de defender los manglares y los ecosistemas costeros, garantizando su vitalidad y la de poblaciones que viven en relación con ellos, frente a las amenazas e impactos de las

actividades susceptibles de degradar el ambiente. Dentro de sus principales objetivos la REDMANGLAR se plantea:

- Detener la expansión de actividades inapropiadas en los ecosistemas costeros por considerarlas destructivas.
- Fortalecer el desarrollo integral de las comunidades locales.
- Recuperar áreas remanentes de manglares y ecosistemas costeros degradados, en abandono u ocupadas ilegalmente.
- Denunciar y frenar los intentos de legalización
- Obtener el estricto cumplimiento de las leyes y la reparación de los daños ocasionados a estos ecosistemas, entre otros.

Actualmente se publica un boletín electrónico mensual del Movimiento Mundial por los Bosques (WRM, 2003).

Acciones en México

En el año de **1982**, aparece la primera aportación legal considerada y de conjunto en el campo de la protección del Medio Ambiente, surge la "**Ley Federal de Protección al Ambiente**".

El **4 de julio de 1986 México firma el tratado Ramsar** y como parte del proceso de adhesión, incorpora al humedal Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, como humedal de importancia internacional a la lista de humedales de importancia internacional. Al momento de la adhesión, la Secretaría de Relaciones Exteriores reconoce a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (entonces SEDUE) como la Autoridad Administrativa de México ante el Secretariado de la Convención, que a su vez designa a la Dirección General de Vida Silvestre como el Punto Focal de México para dar seguimiento a la aplicación del tratado en el país (CONANP, 2004).

En 1988 se firma el Memorando de entendimiento sobre el acta para la conservación de los humedales de Norteamérica firmado entre México- Canadá-Estados Unidos. En este mismo año, se sustituye la Ley Federal de Protección al Ambiente (**LFPA**) por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (**LGEEPA**) en la cual se encuentran incluidas las Áreas Naturales Protegidas (**ANP's**). En 1995 se incorporan a la lista Marismas Nacionales, Sinaloa y Nayarit; área de protección de flora y fauna Cuatro Ciénegas, Coahuila; Reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco; y en 1996 se incorpora la encrucijada, Chiapas; y los Humedales del Delta del Río Colorado en Baja California y Sonora (CONANP, 2004).

En 1999 surge la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001-RECNAT-1999, que establecía las especificaciones para la preservación, conservación y restauración del manglar. En el año 2000 se incorpora a la lista Ramsar Dzilam de Bravo Yucatán (CONANP, 2004 a). En el año 2001, la NOM-059-SEMARNAT determina las especies y subespecies de flora y fauna entre las que podemos encontrar todas las especies de mangle de México.

En el año 2003 se incorporan a la lista Ramsar 10 nuevos humedales, en este mismo año se aprueba la NOM-022-SEMARNAT-2003 como definitiva, en ella se establecen las especificaciones para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros, para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.

En el año 2004, en el marco de la celebración oficial del Día Mundial de los Humedales, llevada a cabo el 2 de febrero en Zapopan Jalisco, México incorporó 34 nuevos humedales a la Convención Internacional Ramsar lo que nos coloca dentro de los países con mas humedales reconocidos como de importancia internacional para su conservación. Dentro de los estados con humedales incorporados recientemente se encuentran Baja California, Campeche, Colima, Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Querétaro y Quintana Roo (Dumac, 2005 b).

Acciones en Quintana Roo

En el año de 1981 se decretó el establecimiento del parque nacional Tulum. En las inmediaciones de este parque existe selva mediana subperennifolia además de extensas franjas de manglar.

Como respuesta a la acelerada perturbación que se venía realizando sobre la cubierta vegetal del estado de Quintana Roo, principalmente en la zona norte, se inicia en 1984 el Jardín Botánico de ECOSUR "Dr. Alfredo Barrera Marin". El jardín comprende una extensión de 60 hectáreas de vegetación natural, superficie que lo coloca como uno de los más grandes del País. En él se pueden apreciar dos tipos de vegetación "la selva mediana subperennifolia y el manglar", vegetación que hasta hace dos décadas cubría gran parte de los suelos del estado y actualmente ha disminuido considerablemente debido a fenómenos naturales como los huracanes e incendios y por la acción directa del hombre. Haciendo referencia a la vegetación del manglar, la especie predominante es el mangle rojo, su cubierta vegetal es bastante densa (ECOSUR, 2004).

En cuanto a las ANP's éstas juegan un papel muy importante debido a que se encuentran en gran cantidad en la zona. A continuación se menciona el área y el año en que fue decretada cada una de ellas, tomando en cuenta que si están mencionadas en este documento es porque incluyen manglares en sus zonas:

Parque Nacional Tulum (1981), Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (1986), Yum Balam y Uaymil (1994), Punta Cancún y Punta Nizuc, Arrecifes de Cozumel, Laguna Colombia, Bahía de Chetumal y Banco Chinchorro (1996), Isla Contoy, Xcacel – Xcacelito (1998), Laguna Manatí (1999), Xcalak (2000). Por último se puede considerar la NOM-022-SEMARNAT-2003 que rige todo el estado Mexicano.

Algunas instituciones realizan actividades en favor a la protección a este tipo de ecosistemas. En el año 2003, La Universidad de Quintana Roo a través del programa de Manejo Integrado de los Recursos Costeros (MIRC), en conjunto con la Secretaría de Marina Armada de México por medio del Sector Naval Militar de Chetumal se unen para promover actividades de conservación las cuales nacen del Programa para el Manejo y Uso Sustentable del manglar, promovido por la Secretaría de Marina y presentado al comité para la protección del Medio Ambiente Marino y la Investigación Oceanográfica de la parte Sur del Estado de Quintana Roo, con sede en la ciudad de Chetumal. El comité, integrado por 22 dependencias incluye los tres niveles de gobierno, Centros de investigación, Educación y Asociaciones Civiles no gubernamentales relacionadas con actividades ambientales.

Dentro de este programa no solamente se realizan actividades de divulgación, con diferentes instituciones y personas motivadas por conservar nuestros ecosistemas, también se realizan acciones de vigilancia para detectar oportunamente daños a los manglares, reforestación en donde sea necesario, divulgación en escuelas para promover la conciencia ecológica del cuidado de este recurso y actividades de investigación.

VIII CONSIDERACIONES FINALES

Muchos son los beneficios ecológicos que nos brinda el mangle, por tanto ya no podemos seguir considerándolo como una simple planta, sino como una especie que conforma todo un ecosistema, el de los humedales, los cuales al estar en un lugar determinado es porque tienen una función y una razón de ser, el de el equilibrio del ambiente.

En todos los ámbitos, el objetivo principal ha sido, es y será la sensible elevación de la calidad de vida del hombre mediante la satisfacción integral de sus necesidades materiales y sociales, y debido al desarrollo social y económico alcanzado, la legislación, reglamentación y normatividad aplicable en materia de protección al ambiente no tienen bases fijas que no puedan ser modificadas.

Actualmente la política ambiental pretende estar determinada por los principales problemas ambientales que enfrentamos, el camino está en continuar perfeccionando y complementando la aplicación de los instrumentos para la gestión ambiental, fortalecer las capacidades institucionales logrando la participación conciente y activa de cada ciudadano y de las organizaciones que los representan, elevar la cultura ambiental en todos los sectores y grupos de la sociedad, pero sobre todo, incorporar la dimensión ambiental en los proyectos de desarrollo económico y social.

Muchos son los retos que hay que enfrentar empezando con el análisis de lo que es más importante, si el valor económico o el valor ecológico que nos brindan, no solo en los tiempos actuales sino viéndolos a largo plazo.

El desarrollo ha traído consecuencias negativas sobre este tipo de ecosistemas, ya que su inadecuada explotación altera todo un proceso conformado a lo largo del tiempo, sin embargo, a pesar del gran daño ocasionado, todavía existen extensas áreas de bosques de manglar las cuales deben ser conservadas, y otras que aunque presentan graves impactos humanos todavía pueden ser rehabilitadas considerando su vulnerabilidad.

La protección, conservación y aprovechamiento sustentable de la gran riqueza de recursos naturales requieren fortalecer programas de protección y divulgación tendiente a promover la importancia ecológica, al igual que trabajos de investigación con acciones de vigilancia para detectar oportunamente daños y reforestar en donde sea necesario reforestar.

Todo ello unido a la conciencia que se tiene de los retos que hay que enfrentar, así como las vías para abordarlos y vencerlos constituyen una fortaleza más con la que contamos para transitar hacia el tan anhelado desarrollo sustentable.

17. NOM-022-SEMARNAT-2003. Diario Oficial de la Federación. Primera Sección. Casio Luiselli Fernández. México D. F.
18. Rico-Gray V. 1993. Origen y rutas de dispersión de los mangles: una revisión con énfasis en las especies de América, Acta botánica Mexicana numero 25: pp. 1-9.
19. Salazar V., S. I, N. E. Gonzáles. 1993. Biodiversidad marina y costera de México. CIQROO (i. e 865 p.).
20. SEP, 1972. Atlas de Geografía Universal. Gobierno de la Republica. Dr. Río de la Loza 116, Col. Doctores 06720. México D. F.
21. Strasburger, 1990. Tratado de Botánica. 32ª edición, actualizada por V. Denffer. Editorial Omega.
22. Suman D. O. 1994. El ecosistema de manglar en América Latina y el Caribe: su manejo y conservación. Editor Suman D. O. Editorial Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science. Miami Florida (i. e., pp.: 1-248).
23. Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara-Domínguez. 1999. Los manglares de América Latina en la encrucijada, p. 9-16 in: A. Yáñez- Arancibia y A. L. Lara Domínguez (eds.) Ecosistemas de manglar en América Tropical. Instituto de ecología, A. C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 P.

X DIRECCIONES ELECTRÓNICAS CITADAS

- Biología, 2004. Plagas de manglar (20 Agosto 2004, 12: 00 hrs.)
<http://biologia.eia.edu.co/ecologia/estudiantes/mangles.htm>
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Conservación de los ecosistemas de manglar en zonas áridas de Baja California Sur, México (23/ 08/04, 10: 15 hrs.)
<http://www.bashanfoundation.org/mangrove/emang.html>
- Centro de Recursos para Matemáticas y Ciencias (CREMC, 2005) (16 Diciembre)
<http://cremc.ponce.inter.edu/manglares.htm>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2005), Bahía de Loreto (20/07/05, 11:20 hrs.)
http://www.conanp.gob.mx/anp/pagina.php?id_anp=38
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2004 a) (16 Febrero 2004, 11: 50 hrs.)
<http://web.conanp.gob.mx/dcei/hum/hum1.htm>
- Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO) (17 Febrero 2005, 12: 30 hrs.)
<http://www.itis.usda.gov/>

- 7.- Cuba, 2005. Salinización de los mantos freáticos (23 Noviembre 2005, 12: 07 hrs).
<http://www.cubanet.org/CNews/y96/sep96/2env.html>
- 8.- Documentos ecosistemas colombianos (26 Septiembre 2005, 1: 15 hrs).
<http://biologia.eia.edu.co/ecosistemascolombianos/documentos/manglares.htm>
- 9.- Dumac, 2005. El remate "Punta Arena" Campeche. (20 Noviembre 2005, 14: 20 hrs).
 a) <http://www.dumac.org/dumac/habitat/esp/conservacion/proyectos/proyectos2.htm>
 b) <http://www.dumac.org/dumac/habitat/nota2.htm>
- 10.- Ecología Campeche 2004 (18 Julio 2004, 10:40 hrs).
<http://www.ecologia.campeche.gob.mx/consultas/temas/manglares.htm>
- 11.- ECOSUR (7 Febrero 2004, 16:30 hrs).
<http://www.ecosur-qroo.mx/jardin.htm> (Jardin Botánico de ECOSUR)
- 12.- Escenarios Natura 2005. (13 Noviembre 2005, 10: 45 hrs).
<http://escenarios.com/natura/manglares.htm>
- 13.- Flora de humedales de Puerto Rico (31 enero de 2005, 13:10 hrs).
<http://www.ceducapr.com/floradehumedales.htm>
- 14.- Greenpeace, 2004. (27 Octubre 2004, 09:26 hrs).
<http://www.greenpeace.org/mexico/news/repudian-expertos-modificaci-n>
- 15.- Imacmexico (21 Septiembre 2004, 11:45 hrs.)
http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=12046_201&ID2=DO_TOPIC.htm
- 16.- Infoecología (7 Marzo 2005, 20:00 hrs.).
http://www.infoecologia.com/Biodiversidad/bio2004/marzo04/manglares_20040329.htm
- 17.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Agricultura y Vegetación (16 diciembre 2004, 15:10 hrs).
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/qroo/agri.cfm>
- 18.- Monografías (10 marzo 2005, 09: 00 hrs)
<http://www.monografias.com/trabajos6/maeco/maeco2.shtml>
- 19.- Redmanglar (7 Marzo 2005, 20: 00 hrs)
<http://www.redmanglar.org/redmanglar.php?c=162>
- 20.- Salinas C. E. y Middleton J. 1998. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. La Habana, Cuba.
<http://www.brocku.ca/epi/lebk.html>
- 22.- World Rainforest Mangroves (WRM).Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales.
<http://www.wrm.org.uy/deforestacion/manglares.html>

XI DIRECCIONES ELECTRONICAS CONSULTADAS

Figura 1.- Distribución mundial de los manglares.

Disponible en: <http://www.bashanfoundation.org/mangrove/emang.html>

Figura 2.- Distribución del manglar en el continente americano y el Caribe.

Disponible en: <http://www.sagan-gea.org/hojared/C.Bio.html>

Figura 3.- Distribución del manglar en Quintana Roo

Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/qroo/agri.cfm>

Figura 4.- *Rhizophora mangle*.

Disponible en:

- a) <http://homepage.univie.ac.at/christian.puff/images/BRA-0205-Rhizophora-mangle.jpg>
- b) c), d) http://www.sfrc.ufl.edu/4h/Red_mangrove/redmangr.htm

Figura 5.- *Avicennia germinans*.

Disponible en:

- a) http://www.selby.org/clientuploads/images/plant_collections/Mangrove/Avicennia_germinans_leaf_andflowers.jpg
- b) http://www.shop.sunshine-seeds.de/images/big/Avicennia_germinans_fr.jpg
- c) d) <http://ponce.inter.edu/acad/cursos/ciencia/pages/manglares.htm>

Figura 6.- *Laguncularia racemosa*.

Disponible en:

- a) <http://ponce.inter.edu/acad/cursos/ciencia/pages/manglares.htm>
- b) http://www.selby.org/clientuploads/images/plant_collections/Mangrove/laguncularia_racemosa_leaf_glands.jpg
- c) http://www.selby.org/clientuploads/images/plant_collections/Mangrove/laguncularia_racemosa_flowers.jpg
- d) <http://striweb.si.edu/ctfs/webatlas/plant.photos/lagura.frut.jpg>

Figura 7.- *Conocarpus erectus*

Disponible en:

- a) <http://cremc.ponce.inter.edu/manglares.htm>
- b) <http://irrecenvhort.ifas.ufl.edu/FNL/2001/PlantList/conocarpus.htm>
- c) http://www.hear.org/starr/hiplants/images/thumbnails/html/conocarpus_erectus.htm
- d) <http://www.altavista.com/image/results?q=%22Conocarpus+erectus%22>

Figura portada.- <http://www.ecología.edu.mx/cicolma/veget.htmjpg>