

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2011

**UNA REVISIÓN SOBRE LOS MANGLARES: CARACTERÍSTICAS,
PROBLEMÁTICAS Y SU MARCO JURÍDICO.
IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES, EL DAÑO DE LOS EFECTOS
ANTROPOGÉNICOS Y SU MARCO JURÍDICO: CASO SISTEMA LAGUNAR DE
TOPOLOBAMPO.**

Jesús Manuel Díaz Gaxiola

Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 7, Número 3

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 355-369.



e-revist@s

UNA REVISIÓN SOBRE LOS MANGLARES: CARACTERÍSTICAS, PROBLEMÁTICAS Y SU MARCO JURÍDICO.

IMPORTANCIA DE LOS MANGLARES, EL DAÑO DE LOS EFECTOS ANTROPOGÉNICOS Y SU MARCO JURÍDICO: CASO SISTEMA LAGUNAR DE TOPOLOBAMPO.

A REVIEW ON THE MANGROVE CHARACTERISTICS, PROBLEMS AND LEGAL FRAMEWORK.

IMPORTANCE OF MANGROVES, DAMAGE OF HUMAN IMPACTS AND LEGAL FRAMEWORK: THE CASE TOPOLOBAMPO LAGOON SYSTEM.

Jesús Manuel Díaz Gaxiola

Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Los Mochis. Blvd Juan de Dios de Bátiz y 20 de noviembre. A.P. 766 Los Mochis, Sinaloa. Estudiante del doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Autónoma Indígena de México, correo electrónico: jesusmdiazg@gmail.com

RESUMEN

El gran honor de estar ubicados como nación, dentro de los primeros cuatro lugares en posesión de riquezas naturales, lleva consigo la gran responsabilidad de administrarlos de manera inteligente o sostenible para que estos sigan brindando los bienes que generan riqueza monetaria y bienes intangibles de enorme valor ambiental. Los manglares constituyen sin duda uno de estos recursos, y entender cómo funcionan, cómo se relacionan con los factores bióticos y abióticos, los daños que sufren y el cómo se puede ayudar a preservarlos y aprovecharlos con el conocimiento científico y normativo, es sin duda un enorme reto que se tiene que enfrentar desde la parte académica, pero también desde la perspectiva social a través de una sensibilización a todos los sectores que son usuarios directos o indirectos de estos recursos, para que los valoren y ayuden a su preservación, conservación y aprovechamiento sustentable.

Palabras clave: manglar, preservación, conservación, sustentable.

SUMMARY

The great honor of being placed as a nation, within the first four places in the possession of natural resources, carries a great responsibility to manage wisely and sustainably so that they continue to offer monetary wealth generating assets and intangible assets of enormous value environment. Mangroves are without doubt one of these resources, and understand how they work, how they relate to the biotic and abiotic damage suffered and how they can help preserve them and use them with scientific knowledge and policy, is undoubtedly a enormous challenge that is faced from the academics, but also from a social perspective through an awareness of all sectors that are direct or indirect users of these resources to assess and assist the preservation, conservation and sustainable.

Recibido: 15 de mayo de 2011. Aceptado: 22 de septiembre de 2011. Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en Ra Ximhai 7(3): 355-369.

Keywords: mangroves, preservation, conservation, sustainable.

INTRODUCCIÓN

México es un país privilegiado por su biodiversidad y por ello se le ubica en el cuarto lugar entre los países megadiversos; junto con Brasil, Colombia e Indonesia ocupa los primeros lugares en todas las listas de diversidad biológica que se han elaborado en el mundo (Conabio, 2008).

El concepto de biodiversidad se refiere en general a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie. La biodiversidad abarca, por lo tanto, tres niveles de expresión de variabilidad biológica: ecosistemas, especies y genes.

En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas que contiene, el número de especies que posee, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros (Neyra-González y Durand-Smith, 1998). México es un país en extremo diverso y complejo. Lo es en la forma, ubicación y

topografía de su territorio, sus ecosistemas, diversidad biológica, su historia y sus culturas (Conabio, 2006).

Nuestro país tiene frontera con el océano Pacífico de su lado oeste mientras que por el este colinda con el golfo de México y con el mar Caribe, de manera que 17 de sus 31 estados limitan con el mar y 107 municipios cuentan con frente de playa. El mar territorial de nuestro país es una franja de doce millas náuticas, medidas a partir de la línea de costa, y su zona económica exclusiva tiene una amplitud de 200 millas náuticas, abarcando una superficie de 3, 149,920 km², incluyendo cerca de 358 km² de plataforma continental y 1.5 millones de km² de lagunas litorales (CONAPO, 1999). Se encuentra en una latitud intertropical. Es una región de transición entre las zonas biogeográficas neártica y neotropical (Semarnat, 2007).

Cortina-Segovia, *et al.* 2007 realizaron una división de la zona costera desde tres puntos de vista: económica, social y ambiental. Sobre este último establece: “México se ubica entre los diez primeros países de mundo que destacan por su megadiversidad. En su territorio, se alberga alrededor del 10 por ciento de la diversidad biológica del mundo (<http://www.ecologia.edu.mx/azm/documento/s/89/P-Rodriguez.pdf>). Se han descrito cerca de 65,000 especies de las 200,000 estimadas en el país. La flora mexicana cuenta con más de 26,000 especies de las cuales más del 40 por ciento son endémicas. Un componente esencial de la mega diversidad del país son los ambientes costeros y marinos. México cuenta con 1, 479,800 hectáreas de lagunas litorales, mientras que su territorio insular está conformado por 371 islas, arrecifes y cayos (CONABIO, 1998). En concreto, dentro de la región costera destacan ecosistemas tales como lagunas, pantanos, estuarios, arrecifes coralinos, marismas, dunas, bahías y manglares por mencionar algunos que son de los ambientes biológicamente más productivos que existen.

Pero ¿qué es un manglar? El manglar es una formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva o arborescente de 2 a 25 m de altura compuesta de una o de unas cuantas especies de fanerógamas, prácticamente sin plantas herbáceas y sin trepadoras, rara vez con alguna epífita o parásita. Las especies que lo componen son de hoja perenne, algo suculenta y de borde entero. El sistema radical de algunas especies presenta raíces zancas y neumatóforos, que cumplen la función de sostén en el fondo lodoso y de respiración radical, pues el sustrato es muy pobre en oxígeno. Estas estructuras le proporcionan al manglar una fisionomía muy especial (Rzedowski, 2006).

Los manglares, regionalmente conocidos como “mangles”, corresponden al ecosistema constituido por árboles o arbustos que crecen en las zonas costeras de regiones tropicales y subtropicales. Los manglares regular u ocasionalmente son inundados por las mareas con aguas marinas o estuarinas (“salobres”), sin o con poca influencia del oleaje, por lo que su hábitat se restringe a las orillas de suelos arenosos o limo-arcillosos de bahías, lagunas costeras, canales de mareas (esteros), desembocaduras de ríos, bajos y barras de arena o lodo y “marismas”, abarcando desde una estrecha franja de pocos metros de ancho, de forma continua o discontinua, hasta densos bosques de cientos de hectáreas. La distribución de los manglares, consecuentemente, va a depender en gran medida del intervalo de las mareas, del declive topográfico y de la salinidad del agua y suelo. (Flores-Verdugo, *et al.*, 2003).

Muchos manglares se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocadura de ríos y arroyos. En estas áreas, a nivel mundial, se llevan a cabo importantes actividades pesqueras artesanales que aportan alimento y desarrollo económico a comunidades asentadas en la costa. Asimismo, parte de la actividad pesquera de las zonas costeras existe en virtud de que distintas especies que se aprovechan comercialmente tuvieron al manglar como

zona de crianza y crecimiento desde las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan de larvas, postlarvas y alevines de peces y crustáceos. Algunos moluscos, como el ostión de mangle, utilizan las raíces de los manglares para fijarse y desarrollarse hasta alcanzar una talla apta para su consumo (Conabio, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general del área de estudio

Este ensayo acerca de los manglares precede a la investigación de campo que se realizó durante enero de 2010 a marzo de 2011 en el sistema lagunar de Topolobampo, Ahome, Sinaloa. El municipio de Ahome geográficamente se ubica en la región más septentrional del estado a los 108° 46'00" y 109° 27'00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 25° 33'50" y 26° 21'15" de latitud norte. Por su extensión territorial se clasifica, como el sexto en dimensión a nivel estatal con un área de 4,342.89 km²; al norte limita con el golfo de California, el estado de Sonora y la municipalidad de El Fuerte; el poniente y sur le sirve de marcación el golfo de California, y en el oriente los municipios de Guasave y El Fuerte.

<http://www.sinaloa.gob.mx/index.php/municipios/ahome/informacion-general>.

Este municipio es el que más costas posee en el estado; aproximadamente 120 km que permiten la formación de bahías, islas y lagunas. El sistema lagunar Topolobampo se compone principalmente por las bahías de Santa María, Ohuira y Topolobampo, las cuales se encuentran ubicadas en la porción costera noroeste del estado de Sinaloa, entre los paralelos 25° 32' y 25° 45' latitud norte y los meridianos 108° 58' y 109° 45' longitud oeste, tiene una área aproximada de 225 kilómetros cuadrados, con comunicación permanente con el golfo de California a través de una boca de tres kilómetros de amplitud. La batimetría es irregular, con valores que fluctúan entre 0.5 y 37 m, predominando los bajos. Existe una zonación

bien definida de sustratos; rocoso, arenoso, fangoso y zonas de manglar. Por su situación geográfica Topolobampo presenta un clima cálido y seco del tipo BW (h¹) hw (e) con escasas lluvias en verano, la precipitación alcanza los 310.54 mm con un marcado periodo de lluvias principalmente en agosto y temperatura anual promedio de 24.8°C, siendo los meses más calurosos julio, agosto y septiembre, la temperatura máxima promedio es de 37.4°C y los meses más fríos son enero y febrero con mínima promedio de 10.4°C. Los vientos dominantes se presentan de abril a mayo con dirección NW (310°) e intensidad de 2.5 m/seg. , cambiando de junio a septiembre con dirección suroeste (130°) e igual intensidad (Gámez Durán, 2001).

Bahía de Topolobampo

Se encuentra en la llanura costera del norte de Sinaloa, aproximadamente a 20 kilómetros de la ciudad de Los Mochis, entre los 108° 50' de longitud oeste y los 25° 30' y 25° 345' de latitud norte. Está separada del golfo de California por las barras de arena de la isla Santa María, en el noroeste y Punta Copas, en el sureste, las cuales tienen un promedio de 2 km de ancho y en partes están cubiertas por dunas de arena. La boca de la bahía de Topolobampo tiene 3 km de ancho y se encuentra localizada entre la isla de Santa María y Punta Copas, está separada de la bahía de Ohuira por un canal de 700 metros de ancho a la altura del Puerto de Topolobampo. Tiene una superficie de 6 mil hectáreas y su principal especie de captura es el camarón.

<http://www.sinaloa.gob.mx/index.php/municipios/ahome/informacion-general>.

Estas bahías presentan un gran bosque de manglar con diversas especies en diferentes estadios de desarrollo. Las especies más frecuentes son *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, aunque también es factible observar *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. Las dos primeras se presentan casi ininterrumpidamente dentro de todas las bahías y soportan en sus raíces a una variada y abundante flora así como una

gran cantidad y variedad de invertebrados marinos (esponjas, celenterados, anélidos, moluscos, artrópodos, tunicados, briozoarios) y peces.

METODOLOGÍA

Durante los 13 meses de muestreo en campo fue posible observar de manera directa la enorme importancia de estos bosques de manglar al albergar una gran riqueza de especies y brindar incalculables servicios ambientales, de igual manera se evidenció de forma clara y precisa la problemática en la que se encuentra. A fin de asegurar un marco referencial amplio y profundo se realizó una revisión documental de los principales expositores a nivel mundial, nacional y regional sobre ecosistemas costeros, así como de las principales leyes y normas que tratan de regular el buen uso, aprovechamiento y conservación de este recurso y de todo el ecosistema en general, resaltando los beneficios, oportunidades y retos que nos toca disfrutar y afrontar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al manglar, FAO (2007) estima que a nivel mundial existe una cobertura de más de 17 millones de hectáreas, mientras que para México, la Conabio (2009), establece una extensión estimada de 770, 057 hectáreas de manglares para todo el territorio nacional y de manera particular el estado de Sinaloa ocupa el cuarto lugar, detrás de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, con un poco más de 80 mil hectáreas. Los manglares en América Latina están bien desarrollados a lo largo de las costas ecuatoriales. Están influidos por la intensa actividad convectiva dentro de la zona de convergencia intertropical (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999).

Para México, en 2007 y 2008 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) destacó 10 sitios para el Pacífico norte con relevancia ecológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, figurando entre estos la zona PN

06 que incluye a la Isla Santa María, Topolobampo y Ohuira.

Los manglares son bosques que se encuentran en los límites del continente y las aguas oceánicas. En ellos habitan una gran variedad de flora y fauna silvestre. Son fuente de alimento (peces, crustáceos y otros), recursos forestales (madera para leña, postes y carbón), de recursos no maderables (taninos y miel), así mismo funcionan como biorremediadores de la contaminación marina (Foroughbakhch, *et al.* 2004). Además tienen una alta importancia en la productividad primaria y secundaria de las aguas costeras. (INE, 2005).

Los bosques de mangle presentan una productividad primaria extraordinariamente elevada, excediendo en ocasiones 2 ton/ha/año, soportan cadenas alimenticias terrestres y marinas (pelágicas y bentónicas) y contribuyen significativamente al aporte de carbono a las pesquerías comerciales de la zona oceánica adyacente (Manson, *et al.*, 2005b, citados por Ellison, 2008). Por su parte Tovilla-Hernández y de la Lanza-Espino (2001), encontraron para un sistema de humedales en el estado de Guerrero, que el aporte de nutrientes hacia el mar fue de 86.5 ton/año, lo que nos indica la enorme importancia en cuanto a la sustentación de las cadenas tróficas por parte de este ecosistema.

Los manglares han sido ampliamente utilizados y explotados en el pasado y en la mayoría de los países donde estos existen. El conocimiento de su extensión actual y pasada, su condición y uso es esencial para las políticas de manejo de los tomadores de decisión. La planeación del manejo del recurso manglar en el nivel nacional y local depende de la información generada y la ausencia de datos hace que se dificulten planes para su conservación. Es necesario establecer monitoreos regulares ya que estos pueden contribuir a su conservación como una fuente de alimento, madera así como zonas de recreación para las generaciones presentes y futuras (FAO, 2007).

Laegdsgaard y Johnson (2001) establecen que “los manglares utilizados como hábitat proveen de alimento a los peces pequeños y juveniles, así como también los ayudan a minimizar la incidencia de depredación”.

Por su parte, Vance *et al.*, (1996) en el estudio de los manglares del norte de Australia, concluyen que los camarones y los peces penetran a las zonas de manglares en las mareas altas y de esta manera son menos vulnerables a los depredadores. Las especies comerciales no parecen tener alguna preferencia sobre las especies de manglar; sólo ocupan a estos ecosistemas por los servicios que les brindan (alimento y protección, entre otros).

De acuerdo a los resultados de su investigación Daniel y Robertson (1990) señalan que en el norte de Australia: “los componentes epibentónicos reaccionan de manera positiva a la presencia de detritos de manglar” y que “en los hábitats dominados por manglares, la masa de detritos fue el mejor predictor de la biomasa total como de la densidad, explicando dicha masa el 40% de la varianza en la biomasa de [peces] teleósteos en el ecosistema de manglar”.

Por lo anterior y dado el papel tan esencial que juegan dichos ecosistemas, se hace patente la necesidad de detectar los cambios que ocurren en el medio ambiente, causados de manera natural o por la actividad humana y que han incrementado drásticamente en los últimos 50 años. Las sinergias entre los factores naturales y artificiales, autóctonos o externos, o entre los bióticos y abióticos, aunadas a los costos cada vez mayores, hacen que los programas de monitoreo ecológico requieran una mejor planeación, ejecución y análisis, al mismo tiempo que se requiere establecer mejores sistemas de almacenamiento de datos y de comunicación a los usuarios y las autoridades de cada país o región (Abarca, 2007), pero para lograr lo anterior será necesario primero ordenar y estudiar dichos ecosistemas tal como lo establecen Warner y Rubec, (1997),

cumpliendo así con ello cuatro propósitos básicos:

- 1) proporcionar a los especialistas y a los principiantes en la materia, un marco de referencia taxonómico y terminológico de fácil comprensión acerca de los conceptos relacionados con dichos ecosistemas;
- 2) ofrecer un punto de partida para definir y reconocer a los humedales en el paisaje;
- 3) contener los términos comunes y los estándares requeridos para los inventarios de humedales, su cartografía y la regionalización de las zonas de humedal; y
- 4) ordenar a los humedales en un sistema de fácil acceso para propósitos científicos, legislativos, de manejo y conservación.

Las lagunas costeras, los estuarios, los bosques de mangle y los humedales dulceacuícolas son ampliamente reconocidos como los ecosistemas más productivos (en referencia a la productividad primaria) de la biosfera (Whittaker y Linkens, 1975; Odum y Heald, 1975, citados por Flores-Verdugo, *et al.*, 2007). Los ecosistemas de manglar y los estuarios están vinculados funcionalmente por la influencia de las mareas. La marea remueve la materia orgánica particulada (detritus) de los manglares hacia el mar o los cuerpos lagunares adyacentes (Hendrickx, 1984a), incrementando aún más su propia y elevada productividad primaria. Se puede observar que la productividad de los manglares es superior a la de las selvas de áreas lluviosas, e incluso similar al más eficiente de nuestros cultivos tropicales (la caña de azúcar). La productividad de los manglares es 20 veces superior a la productividad del mar y llega a ser cinco veces superior a la de las zonas de surgencias (Flores-Verdugo, *et al.*, 2007).

Adaptaciones morfológicas del manglar

Los manglares han tenido que adaptarse físicamente a sus hojas, sus raíces y sus métodos de reproducción con el fin de sobrevivir en un medio hostil, dinámica de suelos blandos, con poco oxígeno y la salinidad variable.

<http://indigiscapes.redland.qld.gov.au/Plants/Mangroves/Pages/Adaption.aspx> fecha de consulta 21 de enero de 2011, sin embargo dichas adaptaciones no les ha sido heredada por un origen monofilético, sino más bien corresponden a adaptaciones en múltiples orígenes (Shi *et al*, 2005), lo que explica por qué no todos los manglares comparten estas características: viviparidad, excreción de sales y raíces aéreas.

Adaptaciones de la hoja a condiciones salinas

- Muchas especies de mangle, tales como el mangle gris y el manglar del río, tienen hojas con glándulas que excretan sal.
- Algunas especies como el mangle gris también puede tolerar el almacenamiento de grandes cantidades de sal en sus hojas - que se descartan cuando la carga de sal es demasiado alta.
- Los manglares también pueden restringir la apertura de los estomas (estos son pequeños poros a través de la cual el dióxido de carbono y vapor de agua se intercambian durante la fotosíntesis). Esto permite que el manglar conserve el agua fresca, una habilidad vital para su supervivencia en un ambiente salino.
- Los manglares son capaces de convertir sus hojas para reducir la superficie de la hoja expuesta al sol. Esto les permite reducir la pérdida de agua por evaporación.

Adaptaciones de la raíz a suelos salinos, con poco oxígeno

- Una característica distintiva de los manglares es su gran alcance, las raíces expuestas. Si bien estas raíces vienen en diversas formas y tamaños, todos ellos desempeñan una importante función - apoyo estructural en los suelos blandos.
- Algunas especies de manglares tienen neumatóforos, que son las raíces sobre el suelo. Estos están llenos de tejido esponjoso y salpicado de pequeños orificios que ofrecen apoyo estructural y permiten que el oxígeno se transfiera a las raíces atrapadas bajo tierra en condiciones anaeróbicas y con suelos productores de metano con valores anuales de

157.32 mg/m² dependiendo de las condiciones de temperatura del suelo, nivel y conductividad del agua, de las lluvias o de las condiciones del verano o invierno (Lekphet, *et al*, 2005).

- Las raíces de muchas especies de manglares también se adaptan para detener la ingesta de una gran cantidad de la sal del agua antes de llegar a la planta. Por otro lado resulta interesante la comunidad de microorganismos de la rizósfera de los manglares, los cuales ayudan a fijar el nitrógeno y solubilizar el fosfato para una mejor nutrición y crecimiento de los jóvenes y adultos (Galindo, *et al.*, 2006).

Adaptaciones reproductivas al medio ambiente de marea

- Algunas especies de mangle han evolucionado para producir semillas que flotan. La marea actúa como el método de dispersión para evitar el hacinamiento de las plantas jóvenes.
- Otras especies de mangle son vivíparos. Ellos conservan sus semillas hasta después de que han germinado y los propágulos cilíndricos se han formado. Cuando han madurado en esta etapa, el árbol madre lo lanza en el agua, donde permanecen latentes hasta que encuentran el suelo y son capaces de establecer sus raíces. En este sentido Tovilla-Hernández y Orihuela-Belmonte (2002) encuentran que el establecimiento de los propágulos se da en 17 días y a los 58 y 73 días alcanzan la floración, ubicados en sombra y sol respectivamente, siendo las mejores aquellas desarrolladas en el sol, viéndose reflejada en la altura alcanzada por la planta.

En un experimento sobre reforestación en el estado de Chiapas, Reyes y Tovilla (2002) rehabilitaron 2 ha de manglar con *Rhizophora mangle* obteniendo sobrevivencias mayores al 98% con alturas superiores a 60 cm. Otro estudio pone de manifiesto la posibilidad de reproducir asexualmente a *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* por medio de acodos aéreos y esquejes en periodos de

verano, cuando se da mayor éxito reproductivo (Benítez-Pardo, et al, 2002).

En otras palabras, las plantas que conforman los bosques de manglar están adaptadas a un ambiente en el cual el esfuerzo hídrico es alto, la sal debe ser removida y el agua debe ser conservada.

Especies de manglar en México

En el territorio nacional predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), todas sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001. Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (Conabio, 2008).

Rhizophora mangle Linneo

Pertenece a la familia Rhizophoraceae. Tienen hojas opuestas, gruesas y coriáceas y una yema en forma de higo en el ápice de cada rama. Las flores son pequeñas y bisexuales y aparecen durante todo el verano. El fruto tiene una sola semilla y es vivíparo. Tiene raíces adventicias y zancudas (Figura 1). (Dawes, 1991).



Figura 1.- Árbol de *Rhizophora mangle*

Laguncularia racemosa Gaetner

Pertenece a la familia Combretaceae o Terminaliaceae. Las hojas son opuestas, gruesas, brillantes, oblongas, de 2 a 7 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho. Sobresale un par de glándulas de sal en la base de cada hoja. La hoja es acorazonada. La flor es perfecta y el fruto es vivíparo (Figura 2). (Dawes, 1991).



Figura 2.- Flor, hojas y ramas de *Laguncularia racemosa*.

Conocarpus erectus Linneo

Pertenece a la familia Combretaceae. Tiene hojas alternadas que son simples, ovaladas, enteras, de 4 a 9 cm de largo y en forma de cuña en su base. Las flores son perfectas y el fruto es un agregado leñoso persistente (Figura 3). Se ubica en las zonas más altas de un manglar. (Dawes, 1991).



Figura 3.- Hojas, frutos y tallos de *Conocarpus erectus*.

Avicennia germinans Linneo

Se ubica en la familia Avicenniaceae. Todos son árboles o arbustos. Las hojas son opuestas, de color verde oscuro en sus superficies superiores y blanquecinas en su superficie interior (Figura 4), de 4 a 9 cm de largo y poseen hidátodos. Las flores son perfectas.

El fruto es vivíparo; es una cápsula compuesta que contiene una semilla. Las raíces pueden dividirse en 5 tipos:

- 1) raíces adventicias primarias que se desarrollan a partir del tallo;
- 2) raíces horizontales que crecen justo debajo del sustrato y producen
- 3) neumatóforos erectos y
- 4) raíces de anclaje descendentes;
- 5) raíces absorbentes que suelen formarse justo debajo de la superficie del sustrato sobre los neumatóforos (Dawes, 1991).



Figura 4.- Hojas, flores y tallos de *Avicennia germinans*.

Importancia y problemática del manglar

Muchos manglares se desarrollan alrededor de las lagunas costeras, esteros y desembocadura de ríos y arroyos. En estas áreas, a nivel mundial, se llevan a cabo importantes actividades pesqueras artesanales que aportan alimento y desarrollo económico a comunidades asentadas en la costa. Asimismo, parte de la actividad pesquera de las zonas costeras existe en virtud de que distintas especies que se aprovechan

comercialmente tuvieron al manglar como zona de crianza y crecimiento desde las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan larvas, postlarvas y alevines de peces y crustáceos. Algunos moluscos, como el ostión de mangle, utilizan las raíces de los manglares para fijarse y desarrollarse hasta alcanzar una talla apta para su consumo. Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de nutrientes, los cuales son exportados por las mareas a las aguas marinas de la franja litoral más cercana a la costa, donde son aprovechados por pastos marinos y una variedad de peces que tienen importancia comercial. De acuerdo con la FAO cerca del 80% de la captura mundial de peces marinos se realiza en la franja costera. Además, muchas poblaciones de aves acuáticas utilizan los manglares como zonas de reposo o reproducción (CONABIO; 2008).

Robertson y Phillips (1995) estiman que para los efluentes de un cultivo semiintensivo a intensivo de camarón se requieren de 2 a 22 has de manglar para filtrar los contenidos de nitrógeno y fósforo que dicho cultivo desecha.

A nivel mundial se estima una pérdida anual del 2.5% de la superficie de manglares, por lo que existe una crisis ambiental en lo que se refiere a su deterioro. En México se calcula un deterioro equivalente a menos del 0.6% al año (Flores-Verdugo, et al, 2007) mientras que el INE-SEMARNAT (2005) señalan una pérdida de 1.1% anual; sin embargo, Sinaloa es el estado que presenta la mayor extensión de deterioro de sus manglares (11,476 hectáreas) en los últimos 25 años (Tovilla, 1994, citado por Flores-Verdugo, et al, 2007), equivalente a aproximadamente a 15% de la totalidad de sus manglares.

Las actividades humanas constituyen la principal amenaza para los manglares. Entre las principales actividades humanas están la destrucción del hábitat, la contaminación y la sobrexplotación de los recursos. La falta de

planificación del desarrollo urbano, industrial y turístico, así como del desarrollo agrícola, ganadero y acuícola, han desplazado y reducido extensiones considerables de manglares. Los desechos sólidos urbanos, contaminantes industriales, pesticidas y fertilizantes agrícolas, derrames de petróleo, etc., así como las modificaciones a las condiciones hidrológicas han tenido un gran impacto sobre los manglares. La sobrexplotación de algunas especies altera substancialmente la composición, estructura y función de este ecosistema (Conabio, 2009).

También en las lagunas costeras de Sinaloa se han detectado elevados índices de asolvamiento como consecuencia de la erosión de sus cuencas hidrográficas por malas prácticas agrícolas y forestales. Además se presenta hipersalinidad por el represamiento de los ríos afectando de manera indirecta a los manglares. Todo esto implica la necesidad de un replanteamiento de las políticas de desarrollo agropecuario, urbano e industrial, así como de las actividades asociadas a la acuicultura, un cambio en la cultura del uso y desuso del agua, un manejo más racional e integral de este recurso y otros recursos naturales donde se contemple como prioritario, por razones económicas y de identidad regional, la conservación de ecosistemas clave. Sinaloa es el estado que en la actualidad presenta la menor extensión de áreas naturales protegidas de los estados colindantes a la cuenca del Golfo de California (Flores-Verdugo, *et al*, 2007).

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

instituciones de investigación en México y en ellas realizan proyectos de largo plazo que le han dado continuidad al estudio y conocimiento de los ecosistemas costeros que albergan manglares en los litorales del océano Pacífico, golfo de México y mar Caribe.

Se han llevado a cabo numerosos estudios de caso y documentado experiencias específicas de conservación y restauración para distintos tipos de manglares. Además, distintos grupos académicos han interactuado con las comunidades rurales asentadas alrededor de los ecosistemas de manglar aprendiendo junto con ellas a proteger y conservar a los manglares y a potenciar el uso sustentable para su bienestar Conabio, (2008), al respecto Valdéz (2004) establece un plan de manejo forestal para manglares de Nayarit, en el cual propone el método de reproducción de monte bajo y corta mediante un control combinado de área y volumen, obteniendo volúmenes de 1,400 m³ aproximadamente en períodos de 8 a 16 años.

Por otro lado, Moreno *et al*, 2002 consideran interesante el manejo del manglar y sus suelos, estos últimos presentan un elevado potencial de captura de carbono (entre 47 y 82 kg C m⁻²) atmosférico, lo que ayudaría a reducir los problemas del calentamiento global ocasionado por el bióxido de carbono y sus efectos en la biosfera.

Astrálagua (2006) menciona que las principales amenazas para los manglares son la obstrucción de los flujos hídricos, el inadecuado aprovechamiento de los bosques, la expansión de las fronteras urbanas, agrícolas e industrial, la contaminación, la sedimentación de estos ecosistemas y la erosión. También propone algunas estrategias a través de la Convención Ramsar: Resolución VIII.32, Conservación, manejo integral y uso sostenible de los ecosistemas de manglar y sus recursos.

En su párrafo 12 pide a las Partes Contratantes que cuentan con ecosistemas de manglares en sus territorios que revisen y, cuando sea apropiado, modifiquen, sus

políticas y estrategias nacionales que puedan producir efectos nocivos a esos ecosistemas, y apliquen medidas para proteger y restaurar sus valores y funciones para las poblaciones humanas, reconociendo los derechos, usos y costumbres tradicionales de las mismas, y el mantenimiento de la biodiversidad, y colaboren a nivel internacional para acordar estrategias regionales y a nivel global para su protección.

Ellison y Farnsworth (1996) señalan que sobre los manglares del Caribe se identifican cuatro clases de disturbios antropogénicos:

- 1.- extracción de productos maderables;
- 2.- pesquerías y todo el impacto que representa el mal manejo de un ecosistema y sus recursos asociados;
- 3.- contaminaciones térmicas, por petróleo y otros contaminantes como los metales pesados, los pesticidas, la basura municipal, etc., y
- 4.- “reclamación”, que incluye un turismo mal enfocado y altamente contaminante y degradante; y acuicultura, la cual altera los ecosistemas de manglar para cultivo de camarones o peces introduciendo especies exóticas quienes pueden desplazar a las nativas si ingresan a los ecosistemas naturales. Finalmente, se plantea el problema del cambio climático como un problema perturbador sobre el crecimiento y la mortalidad del manglar de esta región.

Hirales-Cota, *et al*, 2010 detectan 9 agentes de deforestación de manglares en Quintana Roo: construcción de carreteras, para construcción de casas, impacto de huracanes, deforestación para construcción de hoteles, contaminación, interrupción hidrológica, delimitación de propiedades privadas, extracción para leña y deforestación para caminos de acceso a playas, siendo los factores relacionados con el turismo los que dañan más a la masa forestal de manglar.

Por su parte Yañez-Arancibia y Lara-Domínguez (1999) proponen 10 causas que provocan el deterioro global de los manglares, todas ellas derivan en acciones

que perturban o dañan el ecosistema y afectan directamente al manglar, entre ellas destacan: inapropiada legislación, conversión no controlada del ecosistema de manglar, ausencias de planes de manejo y de planes integrales de desarrollo costero, desconocimiento del valor ecológico del sistema y poca investigación científica y la existente no disponible para los usuarios.

La contaminación por petróleo en zonas costeras con presencia de ecosistemas de manglar es un hecho cotidiano que afecta y altera no sólo a los árboles, sino también al suelo, agua, los microorganismos y la macrofauna asociada, por ello Olguín *et al*, 2007 presentan una serie de estrategias para biorremediación, destacando el uso de microorganismos y estimulantes para un mejor crecimiento y actuación sobre el derrame de hidrocarburo, fitorremediación a través de las plantas verdes y restauración que incluye un manejo más integral de todo el sistema y de diversos aspectos que pueden mejorar las condiciones para que los procesos biológicos sigan su curso.

Carmona-Díaz, *et al*, 2004, proponen un plan de manejo para manglares de Veracruz y que en términos generales puede ser aplicado a cualquier otro sitio, dicho plan considera 3 ámbitos fundamentales como son: investigación (interacción entre elementos bióticos y abióticos, su estructura y dinámica, así como el aprovechamiento tradicional de recursos y ecoturismo); educación (diseño y aplicación de programas de educación ambiental, entre otros) y conservación (especies indicadoras y procesos biológicos).

La problemática que se presenta para los manglares del mundo es similar para los manglares del Norte de Sinaloa; es decir, aquí también se presentan problemas de deforestación para actividades acuícolas y turísticas, hacinamiento de basuras de todo tipo hasta aquellas catalogadas como residuos peligrosos, además de problemas de descargas (agrícolas, industriales, municipales, térmicas, etc.) en la zona costera

que por los mismos movimientos mareales se distribuyen hasta este ecosistema dañando no sólo al manglar sino a todos los elementos bióticos y abióticos que dependen de este.

Marco jurídico sobre los manglares

En nuestro país, la Constitución Política publicada en 1917 (reformada el 13-04-2011) contempla de manera muy general la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales. El artículo 4 párrafo IV establece que *“toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”* y el artículo 27 párrafo III dicta que: *“La nación tendrá en todo tiempo el derecho...de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación”*, el párrafo IV: *“corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental ...”* y el V que establece que *“son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros [y los manglares]”*.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece las bases para la preservación y protección de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. En el mismo sentido, la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) señala en su artículo 1° la necesidad de conservar y aprovechar de manera sustentable los recursos y su hábitat, así como *“el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua”*, mientras que el artículo 4° dice: *“es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación”*.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su artículo 2° fracción I señala como objetivos *“Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológicoforestales”* y III *“Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales”*; el artículo 4° establece que se declara de utilidad pública fracción I *“La conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales”*, y II *“La ejecución de obras destinadas a la conservación, protección y/o generación de bienes y servicios ambientales”*. Hasta aquí se puede observar que muchos de los artículos en las diversas leyes nacionales declaran de manera clara y precisa sobre el cuidado de los recursos naturales en el agua [manglares], y sin embargo esto no se observa en la práctica cotidiana de las políticas públicas y de la actuación social. En realidad no es necesario inventar nuevas propuestas para el cuidado de dichos ecosistemas, solo se requiere que las leyes existentes se apliquen sin distinción y en beneficio del colectivo.

Existe por otro lado, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la cual señala en el artículo 1° que tiene como fin *“propiciar el desarrollo integral y sustentable de la pesca y la acuicultura”* y en su artículo 2° puntualiza como objetivos *“establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales”* y *“Establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos”*, que como ya se señaló anteriormente, el manglar es uno de estos ecosistemas que alberga y alimenta a casi todos los estadios de los recursos pesqueros

de nuestros mares, además de que la NOM-059-SEMARNAT-2001 cobija a las cuatro especies de mangle bajo la categoría de Protección que se ubican en el país y que por otro lado existe la NOM-022-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, la cual vale decir que se ha violado en varias ocasiones a nivel nacional al no cumplirse con los requisitos mínimos para no dañar a este ecosistema.

La Ley General de Bienes Nacionales en su artículo 119 establece la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) y el artículo 120 señala que la dependencia correspondiente “promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre” y con este objetivo se “establecerán las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico,... el impulso a las actividades de pesca y acuicultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas”. Finalmente se puede analizar el Código Penal Federal el cual en el título vigésimo quinto contiene a los artículos 414 al 420 Bis, quienes señalan a grandes rasgos las penas por introducir sustancias tóxicas o dañinas a los recursos naturales y sus ecosistemas, así como por la captura de especies protegidas o en veda, destacando el artículo 420 Bis que a la letra dice “*Se impondrá pena de dos a diez años de prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días multa, a quien ilícitamente: I Dañe, deseeque o rellene humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos; IV. Provoque un incendio en un bosque, selva, vegetación natural o terrenos forestales, que dañe elementos naturales, flora, fauna, los ecosistemas o al ambiente. Se aplicará una pena adicional hasta de dos años de prisión y hasta mil días multa adicionales, cuando las conductas descritas en el presente artículo se realicen en o afecten un área natural protegida, o el autor o partícipe del delito*

previsto en la fracción IV, realice la conducta para obtener un lucro o beneficio económico”.

A nivel internacional existen convenios, acuerdos y códigos que ayudan a regular el uso de los recursos naturales ubicados en las zonas costeras, tales como el Código de Conducta para la Pesca Responsable preparado por FAO y adoptado en 1995, el cual entre otros objetivos establece “*promover la protección de los recursos acuáticos vivos y sus ambientes acuáticos así como de las áreas costeras*”, mientras que la Declaración de Reykjavik en el 2001 establece compromisos de “*avanzar en la elaboración de la base científica para formular y aplicar estrategias de ordenación pesquera que incorporen consideraciones relativas al ecosistema y que aseguren un rendimiento sostenible, conservando al mismo tiempo las poblaciones y preservando la integridad de los ecosistemas y los hábitats de los cuales dependen*” y “*identificar y describir la estructura, los componentes y el funcionamiento de los correspondientes ecosistemas marinos, la composición de la alimentación y las tramas alimentarias, las interacciones de las especies y las relaciones depredador-presa, la función del hábitat y los factores biológicos, físicos y oceanográficos que influyen en la estabilidad y la capacidad de adaptación del ecosistema*”.

CONCLUSIONES

Se hace necesario valorar al ecosistema de manglar por su enorme importancia ecológica y económica, considerando todos los beneficios directos y los intangibles tanto para la pesca y acuicultura, la calidad del agua, sus aportes ambientales como almacenadores de carbono, albergue permanente y temporal de especies de valor comercial y científico, estabilizadores y protectores de la zona costera, entre otros.

En el ámbito de la problemática que tienen los manglares, se aprecia que es la misma que otros manglares del mundo presentan:

deforestación para uso industrial, portuario, comercial, urbano, vial y turístico; receptores de descargas de las ciudades e industrias, así como del resto de las actividades que se realizan en el continente (ganadería, acuacultura, agricultura, etc.); efectos de fenómenos naturales como huracanes y marejadas, y por supuesto todos aquellos problemas que son consecuencia de todos los anteriores, como pueden ser mortalidad de los primeros eslabones de las cadenas tróficas y de los estadios larvales de invertebrados y peces de interés económico y ecológico.

El marco jurídico se aprecia robusto y sólido desde la propia legislación nacional y estatal hasta aquella de carácter internacional; el gran reto sin duda es conocer y aplicar (por parte de las autoridades competentes y la sociedad civil) dichas leyes, normas y convenios que permitan lograr la sustentabilidad del recurso manglar en sus tres pilares fundamentales: social, económico y ambiental.

LITERATURA CITADA

- Abarca, F.J. 2007. **Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de humedales y otros ecosistemas acuáticos**. En: Óscar Sánchez, Mónica Herzig, Eduardo Peters, Roberto Márquez-Huitzil y Luis Zambrano (Eds). **Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México**. Instituto Nacional de Ecología. 297 p.
- Astrálega, M. 2006. **La Convención Ramsar y los ecosistemas de manglar**. 6 p.
- Benítez P., D.; Flores V. y J.I. Valdez H. 2002. **Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano**. *Madera y Bosques* 8(2):57-71.
- Carmona-Díaz, G., J. E. Morales-Mávil y E. Rodríguez-Luna. **Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales**. *Madera y Bosques* Número especial 2, 2004:5-23
- CONABIO. 2006. **Capital natural y bienestar social**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F., México. 71 p.
- CONABIO, 2008. **Manglares de México**. 38 p
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. **Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica**. CONABIO, México D.F.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 1999. **La situación sociodemográfica de las zonas costeras**. En: CONAPO. *La situación demográfica en México, 1999*. México, pp. 73-90.
- Cortina-Segovia, S.; G. Brachet-Barro; M. Ibañez de la Calle y L. Quiñones-Valades. 2007. **Océanos y costas**. Análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 236 p.
- Daniel, P.A. y A. I. Robertson. 1990. **Epibenthos of mangrove waterways and open embayments: community structure and the relationships between exported mangrove detritus and epifaunal standing stocks**. *Estuarine, coastal and shelf science* (1990) 31, 599-619.
- Dawes, C.J. 1991. **Botánica marina**. Editorial Limusa. 673 p.
- Ellison, A.M. y E.J. Farnsworth. 1996. **Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, presents trends and future predictions**. *Biotropica* 28(4a): 549-565.
- FAO. 1995. **Código de Conducta para la Pesca responsable**. 29 p.
- FAO. 2001. **Declaración de Reykjavik** de 1 al 4 de octubre de 2001. Reyjavik, Islandia.
- FAO. 2007. **The world's mangroves 1980-2005**. 89 p.
- Flores-Verdugo, F.J. C.M. Agraz-Hernández, E. Carrera-González y G. de la Fuente de León. 2003. In: **Atlas de los ecosistemas de Sinaloa**. Eds. Juan Luis Cifuentes Lemus y José Gaxiola López. El Colegio de Sinaloa. 481 p.
- Flores-Verdugo, F.J.; C.M. Agraz-Hernández, D. Benitez-Pardo. 2007. **Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación**. En: Óscar Sánchez, Mónica Herzig, Eduardo Peters, Roberto Márquez-Huitzil y Luis Zambrano (Eds). **Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México**. Instituto Nacional de Ecología. 297 p.

- Foroughbakhch, P. R., Abimael E. Céspedes C., Marco A. Alvarado V., Adriana Núñez g., Mohammad H. Badii. 2004. **Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México.** Ciencia UANL / Vol. VII, no. 2, abril-junio.
- Galindo, T., J. Polanía, J. Sánchez, N. Moreno, J. Vanegas, G. Holguín. **Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrullus vulgaris*** San Andrés Isla, Colombia. *Acta Biológica Colombiana, Vol. 11 No. 1, 2006* 83 – 97.
- Gámez-Durán. R. 2001. **Los poliquetos (Annelida: Polychaeta) del sistema lagunar Topolobampo.** Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Los Mochis. 79 pp.
- Hendrickx, M.E., 1984a. **Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, México.** II. The decapod crustaceans of estero El Verde. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limno. Univ. Nat. Autón. México*, 11 (1): 23-48.
- Hirales-Cota, M; Espinoza-Avalos, J; Schmook, B; Ruiz-Luna, A; Ramos-Reyes, R. **Drivers of mangrove deforestation in Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, southeast México Ciencias Marinas**, Vol. 36, Núm. 2, 2010, pp. 147-159 Universidad Autónoma de Baja California México.
- <http://www.sinaloa.gob.mx/index.php/municipios/ahome/informacion-general>
- INE, Semanart, 2005. **Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México.** 21 p.
- Lekphet, S., Nitisoravut, S. and Adsavakulchai, S. **Estimating methane emissions from mangrove area in Ranong Province, Thailand** Songklanakarin J. Sci. Technol., 2005, 27(1) : 153-163.
- Laegdsgaard P. y C. Johnson. 2001. **Why do juvenile fish utilize mangrove habitats?** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 257 (2001) 229-253.
- México. **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 13 de abril de 2011.** Diario Oficial de la Federación. 171 p.
- México. **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.** 28 de enero de 2011. Diario Oficial de la Federación. 107 p.
- México. **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.** 24 de noviembre de 2008. Diario Oficial de la Federación. 70 p.
- México. **Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.** 24 de julio de 2007. Diario Oficial de la Federación. 51 p.
- México. **Ley General de Bienes Nacionales. 31 de agosto de 2008.** Diario Oficial de la Federación. 61 p.
- México. **Código Penal Federal.** 10 de mayo de 2011. Diario Oficial de la Federación. 162 p.
- Moreno C., E; A. Guerrero P.; M.C. Gutiérrez C.; C.A. Ortiz S. y D.J. Palma L. 2002. **Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono.** Madera y Bosques Número especial: 115-128.
- Neyra-González L. y L. Durand-Smith. 1998. **Biodiversidad** En: Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Olguin, E.J., M.E. Hernández, G. Sánchez-Galván. 2007. **Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración.** Rev. Int. Contam. Ambient. 23 (3) 139-154.
- Reyes Ch., M.A. y C. Tovilla H. 2002. **Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas.** Madera y Bosques Número especial 1:103-114.
- Robertson, A.J. y M.J. Phillips. 1995. **Mangroves as filters of shrimp pond effluent: predictions and biogeochemical research needs.** Hydrobiologia 295 : 311-321,
- Rzedoswki, J., 2006. **Vegetación de México. 1ra edición digital.** Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. **Norma oficial mexicana 059 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestres o acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras o las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección.** Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. **Norma oficial mexicana 022 que establece las**

- especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.** Diario Oficial de la Federación 10 de abril de 2003. 22 p.
- Shi, S.; Huang, Y., Zeng, K., Tana, F., He, H., Huang, J., Fu, Y., **Molecular phylogenetic analysis of mangroves: independent evolutionary origins of vivipary and salt secretion.** *Molecular Phylogenetics and Evolution* 34 (2005) 159–166.
- Tovilla-Hernández, C. y Orihuela-Belmonte, D. E. **Supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoaapa, Guerrero, México.** *Madera y Bosques* Número especial, 2002:89-102
- Tovilla-Hernández, C. y G. de la Lanza-Espino. 2001. **Balance hidrológico y de nutrientes en un humedal costero del Pacífico Sur de México.** *Hidrobiológica* 11(2):133-140.
- Valdez H., J.I. 2004. **Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit.** *Madera y Bosques*. Número especial 2:93-104.
- Vance, D.J.; M.D.E. Haywood; D.S. Heales; R.A. Kenyon, N. R. Loneragan y R.C. Pendrey. 1996. **How far do prawns and fish move into mangroves? Distribution of juvenile banana prawns *Penaeus merguensis* and fish in a tropical mangrove forest in Northern Australia.** *Mar. Ecol. Prog. Ser* 131. 115-124.
- Warner, B.G. y C.D.A. Rubec. 1997. **The Canadian wetland classification system.** Edition revisada. Wetlands Research Centre, University of Waterloo, Waterloo.
- 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/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.

Jesús Manuel Díaz Gaxiola

Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Los Mochis. Blvd Juan de Dios de Bátis y 20 de noviembre. A.P. 766 Los Mochis, Sinaloa. Estudiante del doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Autónoma Indígena de México, correo electrónico: jesusmdiazg@gmail.com