

***RHIZOPHORA MANGLE* LINNAEUS, 1753 AS UMBRELLA SPECIES AND BIOLOGICAL REASON FOR THE PROTECTION AND RESTORATION OF TAMPAMACHOCO LAGOON, VERACRUZ, MEXICO**

***RHIZOPHORA MANGLE* LINNAEUS, 1753 COMO ESPECIE SOMBRILLA Y RAZÓN BIOLÓGICA PARA LA PROTECCIÓN Y RESTAURACIÓN DE LA LAGUNA DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ, MÉXICO**

Vicencio de la Cruz-Francisco

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana.

ABSTRACT

Coastal development is a major anthropogenic factors that modify and degrade the coastal lagoons and mangrove swamps of Mexico, for this reason, the aim of this work is to highlight the importance of representing the red mangrove (*Rhizophora mangle*) at the biological and ecological coastal ecosystems and conceptualize it as an umbrella species for the lake Tampamachoco to generate initiatives to protect and restore the lagoon system as signs of deterioration and contamination. Proposes strategies and actions for restoration and protection of the lagoon Tampamachoco to safeguard the flora and fauna that protects the red mangrove, improved hydrological conditions of the lagoon and retrieve important species and commercial fisheries which are certain to reactivate economic income fisheries and restaurant.

Key words: *Rhizophora mangle*, Tampamachoco Lagoon, Veracruz, umbrella species

Correspondence to author

delacruz17@hotmail.com

RESUMEN

El desarrollo costero es uno de los principales factores antropogénicos que modifican y deterioran las lagunas costeras y los manglares de México, por tal motivo, el objetivo de este trabajo es destacar la importancia que representa el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) a nivel biológico y ecológico en los ecosistemas costeros y conceptualizarlo como especie sombrilla para la laguna Tampamachoco a fin de generar iniciativas para proteger y restaurar el sistema lagunar dado que presenta signos de deterioro y contaminación. Se proponen estrategias y acciones para la restauración y protección de la laguna Tampamachoco para: salvaguardar la flora y fauna que resguarda el mangle rojo, mejorar las condiciones hidrológicas de la laguna y recuperar las especies de importancia pesquera y comercial las cuales seguramente reactivarán los ingresos económicos del sector pesquero y restauranero.

Palabras clave: *Rhizophora mangle*, laguna Tampamachoco, Veracruz, especie sombrilla

Importancia y problemática de los manglares

Las lagunas costeras sostienen una gran diversidad biológica y parte de este atributo se debe a la presencia de manglares puesto que estos proveen sitios de refugio, crianza, reproducción y alimentación para especies residentes y migratorias con comportamiento diadromo (Nagelkerken, 2009), estableciendo una conectividad entre los pastos marinos y los arrecifes de coral, permitiendo el flujo de especies que habitan estos ecosistemas (CONABIO, 2009). Muchas especies que habitan las lagunas costeras son de importancia pesquera y económica, principalmente ostión, camarón y varias especies de peces (Pizarro et al., 2004). Los manglares también proporcionan beneficios directos e indirectos, generan protección en la línea de costa reduciendo la fuerza de los vientos y olas ante eventos meteorológicos como huracanes y tormentas, al mismo tiempo amortiguan inundaciones. Otras funciones son la protección y producción de recursos genéticos de la biodiversidad, además fijan grandes cantidades de carbono y son considerados buenos evapotranspiradores ocasionando lluvias en el mismo sitio o en áreas cercanas (Pizarro et al., 2004).

Actualmente los ecosistemas costeros muestran un panorama preocupante, los problemas que presentan se deben a las siguientes causas: la deforestación, cambio de uso de suelo para el desarrollo urbano, portuario y turístico, así como la extracción de materiales para relleno de construcciones y modificación de los cauces cuenca arriba (Lara-Lara et al., 2002). Varios de estos factores son consecuencia del desarrollo costero ya que las lagunas costeras se ven afectadas de manera directa o indirecta por el incremento de las descargas residuales, el aumento de residuos sólidos, así como de sustancias químicas, además se ha incrementado el tránsito de embarcaciones menores (Lara-Lara et al., 2002). La sobreexplotación del recurso pesquero es otra problemática alarmante y está vinculada directamente por el turismo y por un mal manejo del recurso.

La presión antropogénica en los manglares y su legislación vigente

Los manglares enfrentan una amenaza que es inevitable: "la mancha urbana", y es evidente que la población está migrando a las zonas costeras, el establecimiento de asentamientos humanos implica eliminar vegetación costera importante como los manglares, para la construcción de parques industriales, zonas comerciales, hoteles, áreas habitacionales,

residencias, así como vías de comunicación terrestre, actualmente esta situación ha generado que las especies de manglar estén clasificados por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas.

En conjunto, manglar y laguna son considerados como humedales, y dadas las problemáticas que presentan en consecuencia por la acción antropogénica se han desarrollado estrategias para su conservación, la iniciativa más importante es la convención RAMSAR este organismo declara, conserva y protege aquellos humedales con signos de deterioro que ponen en riesgo a la biodiversidad que se les asocia, principalmente las aves, actualmente la convención ha nombrado 1743 sitios RAMSAR en todo el planeta, en México se han nombrado 112 sitios RAMSAR (Berlanga-Robles et al., 2008).

En cuanto a las cuestiones legislativas, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en el Capítulo IV, sección V, artículo 28, fracción X, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, enlista las obras que no se pueden realizar en los distintos tipos de humedales incluyendo precisamente a los manglares. En la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), título VI, capítulo I, artículo 60 TER, se prohíbe la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Mientras en la NOM-022-SEMARNAT-2003 se establecen las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Sin embargo ante estas estrategias, la presión antropogénica continúa sobre los humedales, afectando a la dinámica biológica y ecológica, Berlanga-Robles et al., (2008) informan que la mitad del área de humedales en el planeta se ha perdido, mientras los humedales costeros están desapareciendo a una tasa anual del 1%. Desafortunadamente, los manglares han estado y continúan sujetos a fuertes presiones de origen humano que los han eliminado de muchas zonas de México y el mundo.

Moreno-Casasola e Infante-Mata (2009) refieren que la superficie de manglar en México se ha reducido de manera importante, en 1986 la nación ocupaba el sexto lugar a nivel mundial y el segundo en América, pero, para 2001, descendió más, hasta el décimo lugar a nivel mundial y el tercero en América por la pérdida del 20%. Las principales actividades humanas que los afectan son la deforestación, principalmente como resultado de la demanda por tierras para asentamientos humanos, zonas turísticas, infraestructura carretera y petrolera, actividades agropecuarias y marícolas; la modificación de la hidrología de lagunas costeras y esteros por la apertura de bocas y barras; la reducción del flujo de agua por obras de riego y la contaminación de las aguas por agroquímicos, metales pesados, nutrimentos y derrames de petróleo (López-Portillo y Ezcurra, 2002; Moreno-Casasola et al., 2002; Farrapeira et al., 2009).

El turismo en las zonas costeras ha motivado que inversionistas en las áreas industrial, hotelera y comercial se establezcan en las zonas de humedales debido a que lo consideran como lugares que se pueden explotar y que pueden brindar ingresos económicos, esto ha implicado que varias regiones costeras tengan un cambio a causa del desarrollo costero, como ejemplo de esta situación se expone a la laguna Tampamachoco, Veracruz.

Problemática de la Laguna Tampamachoco

La laguna Tampamachoco y las amplias áreas de manglar (aproximadamente 3,500 ha) que se desarrollan en sus alrededores conforman el sitio RAMSAR 1602, este ecosistema ha presentado desde hace varias décadas la sobreexplotación del recurso pesquero, principalmente extracción de ostión, y en la captura de camarón y peces, problemática que surgió por un mal manejo de este recurso, los pescadores locales diariamente efectuaban capturas intensas para satisfacer la demanda del mercado local, posteriormente el recurso pesquero se comercializó hasta la ciudad de México por lo que la demanda se incrementó y los ingresos económicos fueron favorables para los pescadores, lo que motivó aun más a intensificar las actividades extractivas. Sin embargo al carecer de medidas de manejo, el recurso pesquero empezó a decaer gradualmente entre 1996 y 1999, en el 2000 disminuyó notablemente la producción pesquera prolongándose en los años posteriores. Esta situación afectó a los pescadores pues las capturas disminuyeron, además la carencia de otras fuentes de empleo agravó la situación económica de los pobladores, por lo que continuaron con la actividad extractiva aun en periodos de veda, arriesgándose a ser sancionados. Muchos pescadores han optado por salir al mar a efectuar sus capturas sin embargo no todos disponen de lanchas con motor fuera de borda para laborar en el mar (Acosta y Zepeta, 2008). Afortunadamente ya se atiende este problema mediante empleos temporales dirigido a los pescadores, especialmente promovidos durante los periodos de veda.

Parte del desarrollo costero que presenta Tuxpan se ha instalado en los alrededores de la laguna Tampamachoco; principalmente son compañías industriales como DEMERESA, COTEMAR, SWECOMEX, APITUX, e instalaciones de PEMEX y de la Comisión Federal de Electricidad (Mendoza-Díaz, 2010), existen además asentamientos humanos que no presentan los principales servicios públicos como drenaje. Estos asentamientos seguramente afectan de manera directa e indirecta al sistema lagunar, desde contaminación por grasas y aceites así como residuos sólidos y descargas de aguas residuales, pues se ha documentado que la laguna Tampamachoco recibe aportes constantes de contaminantes orgánicos, inorgánicos y biológicos, los cuales alteran las condiciones estuarino lagunares y ponen en riesgo la salud humana (Calva y Torres-Alvarado, 2000). Recientemente se han efectuado estudios acerca del nivel de contaminación por metales pesados a través del camarón *Farfantepenaeus aztecus* Ives, 1981 (Mendoza-Díaz, 2010).

Descripción de la laguna Tampamachoco

La laguna Tampamachoco se ubica en la porción norte del estado de Veracruz, ubicada entre los 20° 58' 93" y 21° 02' 28" de latitud norte y entre los 97° 19' 99" y 97° 23' 10" de longitud oeste (Fig. 1). Presenta un canal artificial de navegación que atraviesa en dirección norte-sur, con una profundidad máxima de cuatro metros. Su longitud y su anchura máxima son de aproximadamente 11 y 1.3 km respectivamente, presenta una superficie de 1,500 ha. Está separada del mar por la barra de Galindo, al norte se comunica con la laguna de Tamiahua por un canal, con el mar a través de la boca de Galindo de origen artificial y al sur se comunica con el río Tuxpan por medio de un estero (Mendoza-Díaz, 2010).

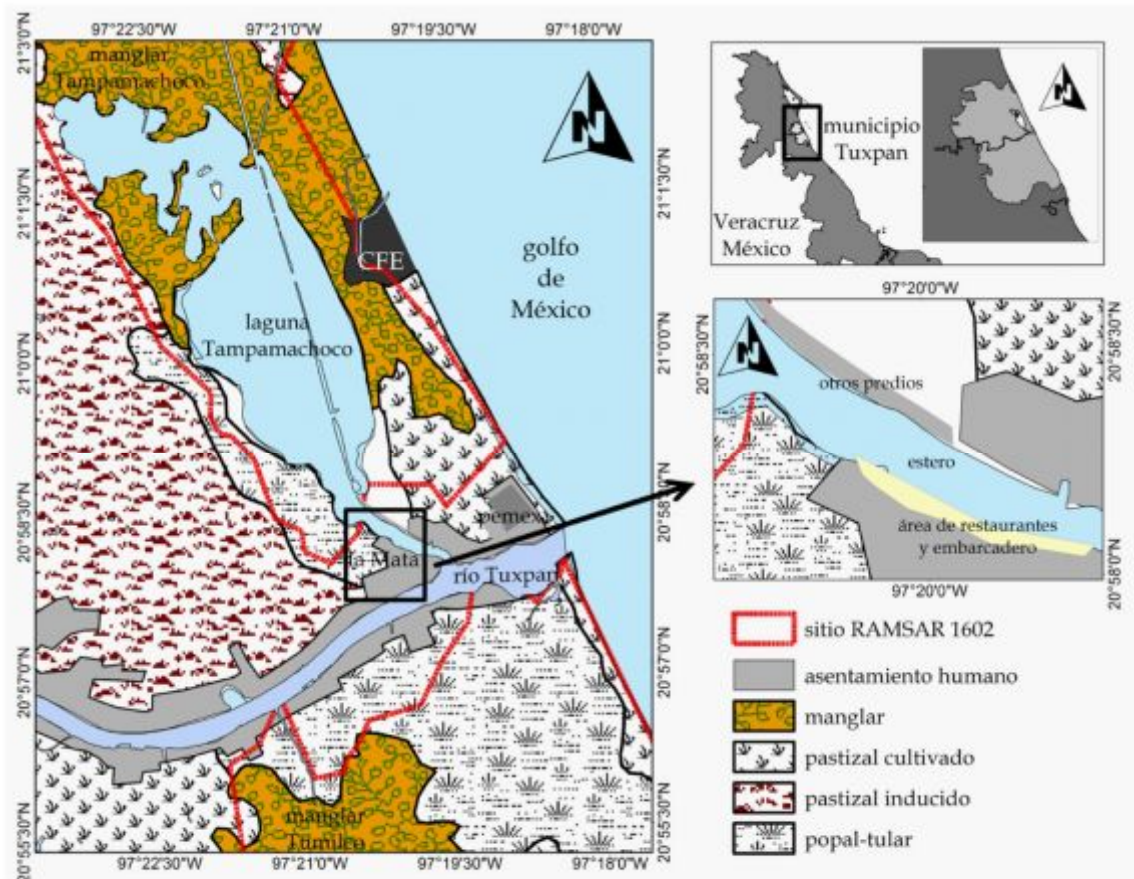


Fig. 1. Localización geográfica de la laguna Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz, México

Del margen de la laguna Tampamachoco hasta los 20 m son propiedad de la Federación, el resto son propiedades que están protegidas por la Secretaría de Marina y PROFEPA, otras propiedades son para usos ejidales los cuales han sido modificados para introducir pastos y existen cinco predios de particulares, mientras en los manglares de Tumilco y Jácome se presentan como poseedores empresas portuarias, personas físicas y ejidos (Basáñez-Muñoz, 2006) (Fig. 1).

El manglar de la laguna Tampamachoco colinda hacia el norte y oeste con propiedades privadas dedicadas a la explotación ganadera (ranchos), hacia el sur con la comunidad de pescadores de "La Mata", hacia el este con propiedades ejidales e industriales (Central Termoeléctrica "Adolfo López Mateos") (Basáñez-Muñoz, 2006) (Fig. 1).

Las concesiones federales (escrituradas por Patrimonio del Estado) que se encuentran en el borde de la laguna Tampamachoco, frente a la comunidad de la Mata de Tampamachoco (con registro en catastro municipal de Región 10, Manzana 141), son usadas para actividades comerciales, principalmente restaurantes de pescados y mariscos. Existen 15 predios concesionados: dos son embarcaderos públicos de zona federal; uno lo ocupa la Sociedad Cooperativa de Bienes y Servicios del Puerto de Tuxpan; uno la planta de purgado de ostión de la Secretaría de Salubridad; y los 11 restantes son diversos restaurantes (Basáñez-Muñoz, 2006) (Fig. 1).

La laguna Tampamachoco es caracterizado como un sistema de baja energía en cuanto a la velocidad de corriente que es de 3 cm/s, por lo que los componentes orgánicos que presenta son mayores a diferencia de las lagunas de Tamiahua y Pueblo Viejo; la laguna Tampamachoco presenta predominantemente sedimentos limoso-arcillosos y una tasa de sedimentación alta (Calva y Torres-Alvarado, 2000), además presenta cambios heterogéneos en las características fisicoquímicas así como en nutrientes, temperatura, salinidad, silicatos y ortofosfatos del agua de la laguna, presenta fluctuaciones en tres temporadas climáticas: nortes, secas y lluvias (De la Lanza-Espino, et al., 1998), incluso los carbohidratos, carbono y nitrógeno orgánico en sedimentos de la laguna presentan variación estacional cuya concentración se incrementa con la temporada de lluvias, principalmente por aportes alóctonos terrígenos y antropogénicos que llegan a la laguna a través de descargas fluviales (Calva y Torres-Alvarado, 2000).

En los alrededores de la laguna Tampamachoco existe una extensa área de manglares, aproximadamente 3,500 ha con alturas de 8-15 m, representadas por cuatro especies de mangle que se encuentran en la categoría de amenazadas: *R. mangle* (Mangle rojo), *Avicennia germinans* Linnaeus, 1764 (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaetner f, 1805 (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* Linnaeus, 1753 (mangle botoncillo) (Fig. 2), éste último considerado en ocasiones como una especie diferente al mangle (Basáñez-Muñoz, 2006).

La convención RAMSAR ha declarado a la laguna Tampamachoco y los manglares como un humedal de importancia para su conservación dado que estos ecosistemas presentan signos de deterioro por cambio de uso del suelo, principalmente por causa del crecimiento portuario, factor que ha traído como consecuencia la venta de terrenos que contienen manglar en predios particulares, ejidales o industriales (Basáñez-Muñoz, 2006). Mientras tanto, la CONABIO (2009) considera a los manglares de Tuxpan como sitio de relevancia ecológica que debe ser rehabilitado para su conservación.



Fig. 2. Especies de mangle del sitio RAMSAR 1602. a. *R. mangle* con fauna asociada a sus raíces; b. *A. germinans* y sus neumatóforos; c. *C. erectus* y su inflorescencia y d. *L. racemosa* mostrando su tronco ramificado (imágenes del autor y Olga Bartolo Mateos)

En las áreas de manglar de Tampamachoco habitan especies con algún estatus de protección, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre las especies amenazadas se encuentran el perico mexicano *Aratinga holochlora* (P. L. Sclater, 1859), también CITES Apéndice II (PNUMA-CMCM, 2011); el chorlo chiflador *Charadrius melodus* Ord, 1824 está considerado como en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista Roja de Especies de la UICN (Unión Mundial para la Conservación), mientras el pijije ala blanca *Dendrocygna autumnalis* Linnaeus, 1758 está incluido en el Apéndice III de CITES (PNUMA-CMCM, 2011). Otras especies con preocupación menor por la UICN son la aguililla caminera: *Buteo magnirostris* Gmelin, 1788, halcón esmerejón: *Falco columbarius* Linnaeus, 1758, halcón guaco: *Herpetotheres cachinnans* Linnaeus, 1758 y el gavilán pescador: *Pandion haliaetus* Linnaeus, 1758, así como el pato cuchara: *Anas clypeata* Linnaeus, 1758, garza ganadera: *Bubulcus ibis* Linnaeus, 1758 y la garza blanca *Ardea alba* Linnaeus, 1758.

La importancia de *R. mangle* como especie sombrilla

Rhizophora mangle es una especie arbórea, posee ramas apoyadas en numerosas raíces zancudas, simples o dicotómicamente ramificadas, con numerosas lenticelas, la corteza es lisa con una coloración grisácea, rojiza a pardo rojiza (Agráz-Hernández et al., 2006). *R. mangle* se desarrolla en las zonas inundables de estuarios y lagunas y tolera amplios rangos de salinidad (Agráz-Hernández et al., 2006), como característica principal sus raíces son muy prominentes y se extienden hacia el sustrato en forma de zancos diseñados para habitar en áreas inundables (Pizarro et al., 2004).

La particularidad de las raíces de *R. mangle* es que proporciona un hábitat idóneo para una gran biodiversidad tanto terrestre como acuática, las raíces en forma de zancos sirven de sustrato y hábitat para organismos permanentes o transitorios (Romero-Murillo y Polanía, 2008) como las macroalgas y una vasta fauna (Barrios et al., 2003), entre la fauna terrestre destacan los reptiles (Basáñez, 2006), aves (Basáñez, 2006; Hernández, 2009; Hernández, 2010), pequeños mamíferos (Basáñez, 2006), insectos como lepidópteros (Montiel, 2009), odonatos, dípteros, ortópteros así como arácnidos y alacranes; como fauna vágil en las hojarascas de *R. mangle* destacan los isópodos, ácaros, colémbolos, miriápodos, coleópteros, hemípteros e himenópteros, (Samalot, 2006; Vázquez-González, 2008; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009), la fauna acuática se puede dividir como fauna asociada a las raíces, y la que circunda y se refugia entre las raíces de *R. mangle*. Dentro de la fauna asociada a las raíces están los cirripedios (Celis et al., 2007), varias especies de bivalvos que secretan un bisco para la fijación al sustrato, especies de platelmintos, anélidos, gasterópodos, crustáceos (Márquez y Jiménez, 2002; Romero-Murillo y Polanía, 2008; Farrapeira et al., 2009), así como esponjas y tunicados (Twilley et al., 1996; Farrapeira et al., 2009), entre las especies de vida libre que circundan las raíces de mangle para refugio, reproducción y alimentación destacan los anfípodos, isópodos, decápodos y peces (Twilley et al., 1996; Medina et al., 2005; Farrapeira et al., 2009; Nagelkerken, 2009).

Postulación de *R. mangle* como especie sombrilla

Con base a los argumentos previos y los criterios que plantea Isasi-Catalá (2011), *R. mangle* cumple el concepto de especie sombrilla, con los siguientes atributos: es una especie arbórea fácil de identificar, presenta una altura de 10 m o más, circunda los márgenes de las lagunas costeras, principalmente en las áreas inundables, soporta amplios rangos de salinidad, aloja diversos grupos biológicos de importancia biológica, ecológica y económica.

En las ramas y copas de los árboles de *R. mangle* se encuentran aves, reptiles, mamíferos e insectos, sus raíces constituyen un sustrato fijo para organismos acuáticos con hábitos sésiles y sedentarios quienes establecen una interacción ecológica a nivel trófico, compitiendo por el sustrato y formando parte de la dieta de especies móviles residentes y con comportamiento diadromo, además las raíces de *R. mangle* generan espacios para la reproducción, crianza y refugio contra la depredación y establecen una conectividad importante como las praderas de pastos marinos y sistemas coralinos. Tanto la flora como la fauna asociada a *R. mangle* pueden ser indicadores de sucesos naturales, ambientales y por actividades humanas.

Es muy probable que *R. mangle* este cumpliendo funciones importantes en la laguna Tampamachoco dado que el sistema lagunar alberga 179 especies de peces que equivalen al 56.3% del total de las especies citadas por Reséndez y Kobelkowsky (1991) para las 13 lagunas costeras del golfo de México; se considera como uno de los ambientes más diversos en especies de peces, sólo es superado por la laguna de Términos, Campeche (Pérez-Hernández y Torres-Orozco, 2000). Las especies de importancia pesquera son *Albula vulpes* Linnaeus, 1758, *Arius felis* Linnaeus, 1766, *Caranx hippos* Linnaeus, 1776, *Mugil curema* Valenciennes, 1836 y *Centropomus parallelus* Poey, 1860 (Basáñez-Muñoz, 2006). La fauna bentónica está representada por moluscos, con 66 especies registradas, representadas en 37 especies de gasterópodos y 29 de bivalvos (Reguero y García-Cubas, 1992), los gasterópodos más comunes son *Neritina reclinata* Say, 1822, *Cerithidea pliculosa* Menke, 1829, *Olivella minuta* Link, 1807 y *Fosaria* sp. En los bivalvos destacan *Ischadium recurvus* Rafinesque, 1820, *Chomytilus* sp. y *Crassostrea virginica* Gmelin, 1791, este último con importancia comercial; dentro del grupo de los crustáceos se encuentran, *F. aztecus*, *Litopenaeus setiferus* Linnaeus, 1767, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825, *Goniopsis cruentata* Latreille, 1802, *Balanus* sp. y *Uca crenulata* Lockington, 1876 (Basáñez-Muñoz, 2006). En aves se tiene un registro de 154 especies (García, 2011), cifra que representa el 22% de las especies reportadas para Veracruz (Montejo-Díaz y McAndrews, 2006), el 69% son especies residentes del sitio RAMSAR 1602, siendo las más abundantes *Eudocimus albus* Linnaeus, 178 y *Quiscalus mexicanus* Gmelin, 1788 (García, 2011).

Propuestas de protección y restauración de la laguna Tampamachoco

Bajo el concepto de especie sombrilla, *R. mangle* desempeña importantes funciones biológicas, ecológicas, ambientales y provee fuentes de alimentación e ingresos económicos a partir del recurso pesquero y del turismo, por lo que representa una razón biológica esencial para promover la restauración, conservación y protección de la laguna Tampamachoco, con el fin de recuperar y mantener las condiciones adecuadas del sistema lagunar para asegurar el desarrollo óptimo de *R. mangle* y al mismo tiempo salvaguardar la diversidad biológica asociada. Por lo tanto, *R. mangle* como estrategia biológica, fundamentaría y forzaría la aplicación del artículo 28 de la LGEEPA para la evaluación de impacto ambiental de obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico, y el artículo 60 TER de la LGVS para prohibir cualquier actividad que afecte la integralidad de los manglares, además se atenderían las especificaciones que se establecen en la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Si se aplicara el marco legal de forma eficaz, se deberían atender a corto plazo las siguientes propuestas:

- a) Desasolvamiento y recuperación de la calidad fisicoquímica y sanitaria de la laguna Tampamachoco
 - 1.- Caracterizar la batimetría de la laguna para efectuar actividades de dragado
 - 2.- Efectuar análisis sedimentológicos

- 3.- Eliminar cualquier tipo de fuente de descarga de aguas residuales a la laguna Tampamachoco
 - 4.- Minimizar la descarga de sustancias químicas que derivan del tránsito marítimo.
 - 5.- Efectuar monitoreos de la calidad del agua mediante análisis fisicoquímicos
 - 6.- Instalación de una planta tratadora de aguas residuales para canalizar las aguas servidas
- b) Restricción de cualquier actividad antropogénica que deteriore los manglares asociados a la laguna
- 1.- Efectuar campañas de monitoreo y vigilancia, así como revisión de predios
 - 2.- Delimitar las zonas que abarca la vegetación del manglar
 - 3.- Vigilar y sancionar actividades que deterioren los manglares conforme a las leyes constitucionales (LGEEPA y LGVS)
- c) Recuperación de las especies de importancia pesquera y comercial
- 1.- Respetar los periodos de veda ya establecidos para las especies de importancia pesquera
 - 2.- Restringir la captura del recurso pesquero por peso y talla de los organismos
 - 3.- Limitar la extracción y captura del recurso pesquero

Finalmente, la funcionalidad de *R. mangle* en las comunidades biológicas y en la laguna Tampamachoco debe difundirse en los diferentes sectores de la población para ampliar el panorama acerca de la problemática de la laguna y los escenarios potenciales que pueden afectar las áreas de manglares por actividades antropogénicas, con el propósito de motivar y multiplicar opiniones, participaciones y generar conciencia en la población para evitar, minimizar y denunciar cualquier deterioro del sistema lagunar y en general del sitio RAMSAR 1602 a fin de forzar y demandar la aplicación de las leyes constitucionales.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a CONACYT por la beca No. 377374 (periodo agosto 2010-2012) para la realización de la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, medio por el cual se fortaleció el presente trabajo. También agradece a Olga Bartolo Mateos por su apoyo profesional en las expediciones al manglar.

REFERENCIAS

- 1.- Acosta-Barrera, A., y M. R. Zepeta-Saavedra, 2008. Diagnostico socioeconómico y pesquero de la captura artesanal en la laguna Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz. 75 p. (Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, México).
- 2.- Agráz-Hernández, C.M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo y J.J. Jiménez-Zacarías, 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- 3.- Barrios, J.E., B. Márquez y M. Jiménez, 2003. Macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle* L. en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, 42: 37-45.
- 4.- Basáñez M, A. de J., 2006. Ficha informativa de los humedales Ramsar. Oficina de la Convención de Ramsar, 12 p.
- 5.- Berlanga-Robles, C.A., A. Ruiz-Luna y G. de la Lanza-Espino, 2008. Esquema de clasificación de los humedales de México. Investigaciones geográficas, Boletín 66: 25-46.
- 6.- Calva B., L.G. y R. Torres-Alvarado, 2000. Distribución de carbohidratos, carbono y nitrógeno orgánico en sedimentos de tres lagunas costeras del Golfo de México. Hidrobiológica, 10(2): 101-114.
- 7.- Celis, A., G. Rodríguez-Almaráz y F. Álvarez, 2007. Los cirrípedos torácicos (Crustacea) de aguas someras de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 78: 325-337.
- 8.- CONABIO, 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.
- 9.- De la Lanza-Espino, G., N. Sánchez-Santillán y A. Esquivel-Herrera, 1998. Análisis temporal y espacial fisicoquímico de una laguna tropical a través del análisis multivariado. Hidrobiológica, 8 (2): 89-96.
- 10.- Farrapeira C. M.R., A.C. Ramos C., D.F. Barbosa, N.O.M. Melo A., S.L. Pinto, M.M. Vercosa, A.S. Oliver D, y J. A. Francisco, 2009. Zonación vertical de macrobentos de sustratos sólidos del estuario del Rio Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil. Biota Neotropica, 9(1): 87-100.
- 11.- García V., J.A., 2011, Estructura de la comunidad avifaunística en una porción del sitio RAMSAR 1602. 53 p. (Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana).
- 12.- Hernández H.E.M., 2009, Aspectos ecológicos de la avifauna en dos zonas del manglar de Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz. 87 p. (Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, México).
- 13.- Hernández S.M., 2010, Avifauna del sitio RAMSAR No. 1602 "Manglares y Humedales de Tuxpan" y ambientes adyacentes. 91 p. (Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, México).

- 14.- Hernández-Morales, M., 2002, Uso y consumo de las especies de mangle para la construcción de charangas como equipos de pesca artesanal para la captura del camarón (*Penaeus* sp.) en la Laguna de Tampamachoco, Mpio., de Tuxpan, Veracruz, Mayo del 2001. 57 p. (Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana).
- 15.- Isasi-Catalá, E., 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de conservación. *Interciencia*, 36(1): 31-38.
- 16.- Lara-Lara, J.R., L.J. Arreloa, L.E. Calderón A., V.F. Camacho I., G. de la Lanza E., A. Escofet G., M.I. Espeje C., M. Guzmán A., L. Ladah B., M. López H., E. A. López-Portillo, J. y E. Ezcurra, 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, Número Especial 27-51.
- 17.- Márquez, B. y M. Jiménez. 2002. Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 50(3/4): 1101-1112.
- 18.- Mendoza-Díaz, F., 2010. Determinación de metales pesados, Cd, Cr, Cu y Pb en *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) colectados en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. 95 p. (Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana, México).
- 19.- Medina, P.M., E.M. Mildred, C.A. Polo, J.L. Reyes y A.R. Godoy, 2005. Isópodos en raíces de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en Isla San Carlos, Estado Zulia, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 39(1): 67-79.
- 20.- Montejó-Díaz, J. y A. MacAndrews, 2006. Listado de las aves de Veracruz. *Boletín de divulgación No. 1. Endémicos Insulares*, A. C. Veracruz, Veracruz, México.
- 21.- Montiel V.J.E., 2009. Las mariposas diurnas (Insecta: Lepidoptera: Papilionoidea) del manglar de Tumilco en Tuxpan, Veracruz, México. 67 p. (Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana, México).
- 22.- Moreno-Casasola, P. y D.M. Infante, 2009. Manglares y selvas inundables. Instituto de Ecología A. C. CONAFOR y OIMT. Xalapa, Ver. México. 150 p.
- 23.- Moreno-Casasola, P., J.L. Rojas-Galaviz, D. Zárate Lomelí, M.A. Ortiz-Pérez, A.L. Lara-Domínguez y T. Saavedra-Vázquez, 2002. Diagnostico de los manglares de Veracruz: distribución, vínculo con los recursos pesqueros y su problemática. *Madera y bisques*, 8(1): 61-88.
- 24.- Nagelkerken, I., 2009. Evaluation of Nursery function of Mangroves and Seagrass beds for Tropical Decapods and Reef fishes: Patterns and Underlying Mechanisms. En: *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems*. Springer. New York. 357-399.
- 25.- Pérez-Hernández, M. y R.E. Torres-Orosco B., 2000. Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 48(2-3): 425-438.
- 26.- Pizarro, P., L. Piedra, J. Bravo, J. Asch y C. Asch, 2004. Manual de procedimiento para el manejo de los manglares de. Costa Rica. EFUNA. 132 p.
- 27.- PNUMA-CMCM, 2011. Lista de Especies CITES (CD-ROM). Secretaria CITES, Ginebra, Suiza, y PNUMA-CMCM, Cambridge, Reino Unido.

- 28.- Reguero, M. y A. García-Cubas, 1992. Moluscos de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México: Sistemática y ecología. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, 18(2): 298-328.
- 29.- Reséndez, A. y A. Kobelkowsky, 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México, México. Universidad y Ciencia 8: 91-110.
- 30.- Romero-Murillo, P.E. y J. Polania, 2008. Sucesión temprana de la taxocenosis Mollusca-Annelida-Crustacea en raíces sumergidas de mangle rojo en San Andrés Isla, Caribe Colombiano. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 43(1): 63-74.
- 31.- Samalot R.B., 2006, Diversidad de Collembola (Hexapoda) asociados a *Rhizophora mangle* en manglares de Puerto Rico. 82 p. (Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico).
- 32.- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, Jueves 30 de diciembre de 2010. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- 33.- Twilley, R.R., S.C. Snedaker, A. Yáñez-Arancibia y E. Medina, 1996. Biodiversity and Ecosystem, Processes in Tropical Estuaries: Perspectives of Mangrove Ecosystems. En: Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective, SCOPE 55: 327-370.
- 34.- Vázquez-González, M. M., 2008. Microartropodos edáficos litorales. Dugesiana, 15(1): 7-15.