



Manejo Forestal Sustentable de los Manglares de Tabasco



Marivel Domínguez-Domínguez
Joel Zavala-Cruz
Pablo Martínez-Zurimendi



SECRETARÍA DE
RECURSOS NATURALES Y
PROTECCIÓN AMBIENTAL



MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DE LOS MANGLARES DE TABASCO

**Marivel Domínguez-Domínguez
Joel Zavala-Cruz
Pablo Martínez-Zurimendi**

**Gobierno del Estado de Tabasco
Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental
Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco
Petróleos Mexicanos**

GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO

Químico Andrés Rafael Granier Melo

Gobernador Constitucional del Estado de Tabasco

Oceanóloga Silvia Whizar Lugo

Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental

Biól. Andrés Eduardo Pedrero Sánchez

Subsecretario de Política Ambiental

Quím. Alfredo Cuevas González

Subsecretario de Gestión para la Protección Ambiental

Biól. Pablo Vargas Medina

Subsecretario de Desarrollo Sustentable

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

Dr. Jesús Moncada de la Fuente

Director General

Dr. Francisco Gavi Reyes

Secretario Académico

Dr. Carlos Fredy Ortiz García

Director del Campus Tabasco

Dr. José Francisco Juárez López

Subdirector de Vinculación

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Rutilio López López
Dra. Erika Escalante Espinoza
Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza
Dr. Everardo Barba Macías
Dr. Gamaliel Ble González
Dra. María del Carmen Rivera Cruz

Diseño de Portada:

Marivel Domínguez Domínguez

Pablo Martínez Zurimendi

DR © Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental
Prol. Av. 27 de Febrero S/N Explanada Plaza de Toros
Col. Espejo 1
C.P. 86108, Villahermosa, Tabasco, México

Cita correcta: Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.

Esta Obra pertenece a la Colección Bicentenario: José Narciso Rovirosa

Coordinadora Editorial de la Colección:

M.C. Leticia Rodríguez Ocaña

ISBN de la obra: 978-607-95779-0-2

ISBN de la colección: 978-607-95764-0-0

Primera Edición 15 de Diciembre de 2011

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

AGRADECIMIENTOS

Merecen nuestro agradecimiento las siguientes instituciones y personas:

A la fuente de financiamiento la Paraestatal Petróleos Mexicanos por el apoyo mostrado a nuestra institución.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco por su apoyo incondicional en el proceso de la publicación “Colección Bicentenario”.

A las instituciones participantes: La UJAT a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol), el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco (COLPOS) y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Al Comité Editorial de las publicaciones:

Dr. Rutilo López López

Dra. Erika Escalante Espinoza

Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza

Dr. Everardo Barba Macías

Dr. Gamaliel Ble González

Dra. María del Carmen Rivera Cruz

A todos los investigadores y técnicos de campo, que nos dieron su tiempo y trabajo en la elaboración y revisión de tan valiosos documentos, les agradecemos su sincero compromiso de poner la investigación ambiental al servicio de los Tabasqueños.

A todos, Gracias.

AGRADECIMIENTOS DE LOS AUTORES

Agradecemos a la SERNAPAM el apoyo institucional y financiero para la realización de este estudio, sin su contribución no se hubiera concluido exitosamente este trabajo académico.

Al Ing. Jesús Pereyra Alférez por su apoyo al brindar la información a través de la SEMARNAT.

Reiteramos nuestro agradecimiento a la M.C. Yazmín Murillo Brito, al Ing. Edgar Demetrio Shirman Torres, al Ing. Eurípides de la Cruz Pérez, al Ing. Facundo Sánchez Gutiérrez, al M.C. Antonio López Castañeda y a la M.C. Heyra Izquierdo Bautista, cuyo esfuerzo, entusiasmo y dedicación en el inmenso trabajo desarrollado en toda la costa tabasqueña, hizo posible la terminación del estudio.

Asímismo reconocemos el arduo trabajo del equipo de encuestadores y transcriutores que colaboraron en el área de campo.

Y finalmente, les damos las gracias a todos los productores, productoras, amas de casa, pescadores, campesinos, y demás habitantes de la zona costera que nos permitieron recorrer sus manglares, que fueron entrevistados y que nos comentaron sus vivencias en los talleres. Sin su colaboración no habría sido posible tener una visión plena de la situación del manglar en la zona.

A todos, muchas gracias.

PRESENTACIÓN

La política pública ambiental reúne el conjunto de leyes, programas y acciones encaminadas a conocer y valorar los recursos naturales que sustentan a las sociedades, mantenerlos en condiciones de aprovechamiento presente y futuro, y promover el desarrollo sostenible en armonía con el ambiente.

El Gobierno del Estado de Tabasco tiene la obligación de conducir estos esfuerzos mediante la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM), entidad responsable de tomar las decisiones para concretar los objetivos y metas de dicha política pública en el marco de las disposiciones constitucionales vigentes.

En ese sentido los resultados de la investigación socio ambiental son fundamentales, toda vez que se ocupa del estudio del entorno físico-biótico y su relación con aspectos sociales, económicos y culturales. La generación de conocimiento en la gestión ambiental es indispensable para determinar el estado en que se encuentran los recursos naturales y planificar su protección, conservación y utilización racional.

La vinculación con instituciones de educación superior y centros de investigación representa una oportunidad inmejorable para la generación y actualización de conocimiento aplicable a la solución de problemas desde disciplinas y enfoques diversos, particularmente en el contexto de los efectos negativos del Cambio Climático, cuyos efectos recurrentes en Tabasco exigen esfuerzos mayores al gobierno y a la sociedad en general. En la administración actual se han realizado importantes estudios sobre recursos naturales y gestión ambiental con financiamiento de Petróleos Mexicanos en el marco del Acuerdo de Colaboración Tabasco-Pemex. Los productos generados constituyen un acervo significativo que contribuye a la comprensión de la problemática ambiental de la entidad y a la identificación de rutas de intervención eficaz ante el riesgo creciente.

Este material, 12 investigaciones de gran relevancia, se compilaron en la llamada Colección Bicentenario: José Narciso Rovirosa, la cual representa un esfuerzo especial en la divulgación de información científica generada por diferentes centros académicos de investigación. Al ponerla a disposición de la sociedad, cumplimos nuestro compromiso inicial de trabajar para que Tabasco transite hacia el desarrollo sustentable.

Silvia Whizar Lugo

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LOS MANGLARES	7
Cartografía de los factores ambientales	8
Aspectos generales de los manglares de Tabasco	9
Geomorfología	11
Suelos	18
Hidrocarburos en suelos de manglar	30
Distribución geográfica del manglar	32
ESTRUCTURA DEL MANGLAR, REGENERACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL	37
Información dasométrica generada de las especies de mangle	41
Clases diamétricas de las especies de mangle por municipio	43
Clases diamétricas de las especies de mangle en Tabasco	48
Determinación de los índices de sitio en el manglar de la zona costera del Estado de Tabasco	49
Altura media y altura dominante del manglar	52
Información dasométrica y evaluación de las condiciones de la masa arbórea	53
Regeneración del manglar	57
Densidad de la regeneración en relación con otros trabajos	58
Densidad de la regeneración en función del Índice de Calidad de Sitio	60
Densidad de la regeneración en función de la espesura de la masa	61
Flora y fauna asociada al manglar	63
Impacto ambiental	65
Tala ilegal y robo de madera	67
TALLERES CON LOS GRUPOS QUE APROVECHAN EL MANGLAR	69
Experiencias en el Ejido Francisco Trujillo Gurría, Paraíso	69
Experiencias en el Ejido La Solución Somos Todos, Paraíso	71
Experiencias en el Ejido El Golpe, H. Cárdenas	75
PROGRAMAS DE MANEJO AUTORIZADOS POR SEMARNAT PARA APROVECHAMIENTOS	77
Productos obtenidos en los aprovechamientos autorizados	78
MANEJO APLICADO POR EL EJIDO LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS	85
Sistema silvícola. Método de regeneración para conservación del manglar	87
Método de selección	88
Método de tratamiento	88
Elementos de regulación	90

Posibilidad de aprovechamiento de los manglares de Tabasco	92
Otros grupos de trabajo con posibles aprovechamientos	93
Apoyo institucional, labores de reforestación y restauración de los manglares	96
DIRECTRICES PARA EL MANEJO FORESTAL DE MANGLARES	101
REGIONALIZACIÓN DEL POTENCIAL DE USO DE LOS MANGLARES DE TABASCO	111
Factores y variables	111
Suelo	111
Uso del suelo	111
Área natural protegida	113
Uso forestal	113
Criterios para la definición del potencial de los manglares	114
Potencial de manejo de los manglares de Tabasco	117
Aprovechamiento sustentable (A)	117
Protección (P)	118
Restauración (R)	120
PROPUESTA DE CAPACITACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE INSTITUCIONES PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS MANGLARES DE TABASCO	123
Propuestas de capacitación a nivel básico	123
Actividades específicas a realizar en talleres locales	125
Propuestas de investigación	126
Necesidades de actuación de las instituciones	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129

INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas del territorio nacional; son humedales costeros que ocupan un lugar privilegiado por su riqueza natural y los servicios ambientales que prestan; su importante papel ecológico ha sido reconocido internacionalmente (CONABIO 2008). La atracción de los manglares para las actividades humanas se sustenta en su alta productividad, así como en los numerosos servicios que proporcionan a las poblaciones locales: alimentos, materias primas, vías de transporte, entre otros (Viñals 2002).

Los manglares son bosques de plantas leñosas tolerantes a la sal, que se caracterizan por su habilidad para crecer y prosperar a lo largo de litorales, están en contacto con cuerpos de agua de origen marino y agua que llega a través de escorrentías o por desembocaduras de los ríos. Son ecosistemas naturales valiosos que enfrentan alteraciones severas, como la contaminación por descarga de aguas residuales y la sobreexplotación de productos derivados de dichos ecosistemas, que afectan su estructura, funcionamiento y existencia (Fulai 1997).

Las especies de mangles son árboles y arbustos que han evolucionado para adaptarse al ambiente de las zonas intermareales de las costas tropicales y subtropicales del planeta, para lo cual han desarrollado tolerancia a suelos anegados y a la alta salinidad. La distribución, composición y fisonomía de las comunidades de manglar están influidas por los cambios latitudinales en la temperatura y la precipitación, pero localmente dependen de la geomorfología, el substrato, la salinidad y la inundación (López y Ezcurra 2002).

Su importancia ecológica reside en las funciones que desempeña en la estabilización y protección de las líneas costeras, proporcionando áreas de

cría y alimentación de numerosas especies de peces y crustáceos, y hábitat para cangrejos y moluscos, así como lugares de anidamiento de aves costeras. Por otra parte, el manglar tiene un valor económico derivado de su papel como criadero de especies para la pesca, así como por la extracción de taninos de la corteza del mangle y la extracción de madera para diversos usos artesanales y comerciales (IPIECA 1993, Lewis 2005).

Actualmente existen 16,530,000 ha en el mundo cubiertas por manglares, de las cuales México es considerado como el sexto país con mayor extensión de manglares con 655,667 ha (CONABIO 2008). En México la distribución de los manglares se clasifica en cinco regiones de acuerdo a CONABIO (2007): Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco); Pacífico Centro (Jalisco, Colima y Michoacán); Pacífico Norte (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit); Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas); y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo). El tipo de manglar dominante, así como la estructura y función del ecosistema, difiere en cada una de esas regiones. Ello responde al tipo de cuenca hidrológica al que está asociado, la extensión de la planicie costera, la temperatura, la precipitación, la topografía y el tipo de suelo, entre otros factores.

En los bosques de manglar de las costas mexicanas, se encuentran cinco especies de mangles, de las cuales presentan mayor abundancia *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* L. (mangle negro o mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo). Últimamente se identificó *Rhizophora harrisonii* Leechman en el Estado de Chiapas (Rico-Gray 1981; Benítez *et al.* 2002). Estas especies se encuentran en la NOM-ECOL-059/2001 (SEMARNAT 2002), bajo la categoría de protección especial.

En Tabasco existen 41,498.5 ha de manglar (Domínguez-Domínguez *et al.* 2009). Los manglares en Tabasco se encuentran distribuidos en la parte posterior del cordón litoral bordeando las lagunas que se extienden paralelas

a la costa y que tienen conexión con el mar; su presencia está condicionada a las situaciones de inundación y concentración de sales disueltas en agua (García y Palma 1998).

En Tabasco los municipios que cuentan con mayor superficie de manglar son: Paraíso, Cárdenas, Centla, Jalpa de Méndez y Comalcalco. En estos municipios existen diversas comunidades que han permanecido en estrecha relación con el manglar a través del manejo para su fomento y aprovechamiento de los recursos como en el ejido La Solución Somos Todos y el Ejido Gurría Ordóñez, en el municipio de Paraíso; y El Golpe del municipio de Cárdenas. Existen otros que han aprovechado el manglar como es el caso del Ejido la Victoria y Cuauhtémoc en el municipio de Centla; Las Flores, Chiltepec y Jalapita en el municipio de Paraíso; Úrsulo Galván en el municipio de Jalpa de Méndez y Sánchez Magallanes en el municipio de Cárdenas. Al menos 90 comunidades presentan manglar; todas las localidades cuentan con las tres especies principales (mangle rojo, negro y blanco), y algunas incluyen también al mangle botoncillo, como el Ejido la Victoria en Centla.

Aunque las especies de manglar están consideradas bajo protección especial en la NOM-ECOL-059/2001 (SEMARNAT 2002), el uso, restauración y conservación de los manglares en México está regido por la NOM-EM-001-RECNAT-1999 (SEMARNAP 1999). Sin duda el impacto de la actividad humana en los manglares ha provocado problemas de tipo ambiental derivados de la industria petrolera y aprovechamientos forestales anárquicos de algunas comunidades. Esto ha dado lugar a cambios en la legislación ambiental que actualmente se expresan en la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER (DOF 2011) que presentan restricciones en el aprovechamiento y fomento comercial de las especies de mangle, llevando a que quede prohibida cualquier actividad que afecte el flujo hidrológico del manglar, del ecosistema y su zona de influencia, la zonas que sirvan de nichos ecológicos, quedando solo permitidas las actividades de protección, restauración e investigación en las áreas de manglar.

Esto ha generado dos actitudes en la gente de las comunidades en relación con el manglar, como son los que están preocupados por el desplazamiento del manglar, derribo indiscriminado para la adecuación del terreno e implantación de potreros, y los que han cambiado su percepción considerándolo un aliado para la obtención de su ingreso económico y sustento de sus familias.

Por lo anterior, este libro tiene como propósito difundir el conocimiento de la situación y problemática del manglar de la zona costera del estado de Tabasco, proporcionando información de tipo ambiental (vegetación de manglar, geomorfología, geología, hidrología y suelos), económico (obtención de ingresos por diversos productos que se obtienen), y social (influencia del manglar en las comunidades) que permitan definir un diagnóstico preciso y un pronóstico que sirva de base para la formulación de una política estatal de manejo sustentable de las especies arbóreas del manglar para su conservación, fomento y aprovechamiento, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales en las zonas petroleras.

Los objetivos son proporcionar la información básica para formular una política estatal de manejo, conservación, fomento y aprovechamiento de la biodiversidad en el ecosistema de manglar a partir de procesos productivos sustentables que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales en las zonas petroleras, caracterizando la importancia del manglar en la vida de las comunidades asociadas a partir de su uso, manejo, protección, conservación, fomento y aprovechamiento; determinar localidades y/o microrregiones con potencial para manejo, protección y necesidades de restauración; identificar grupos de trabajo con experiencia en el manejo, conservación, fomento y aprovechamiento del manglar; determinar criterios para orientar la promoción del desarrollo de habilidades y capacidades para la conservación y el manejo sustentable de los manglares de la costa de Tabasco.

La generación de conocimiento estratégico de la importancia del manglar en la vida de las comunidades costeras permitirá a las instituciones de gobierno, PEMEX, habitantes y científicos, definir estrategias que permitan promover el manejo sustentable del manglar para su aprovechamiento y restauración. Así mismo, se busca la transferencia de conocimientos científicos a otras instituciones que podrían intervenir en la permanencia del manglar para coadyuvar en darle un manejo sustentable.

MEDIO FÍSICO BIÓTICO DE LOS MANGLARES

Con la finalidad de contar con un marco de referencia espacial que contribuya a la planeación de los manglares, en una primera etapa se procedió a zonificar y caracterizar el medio físico y biótico. Con ese propósito, la geomorfología sirve de base para zonificar los relieves de una región (García y Lugo 2003), contribuye a la regionalización ecológica (Bocco *et al.* 1999) y facilita la diferenciación ecogeográfica de un territorio (Ortiz *et al.* 2005). Las ecorregiones permiten analizar e integrar los factores formadores del paisaje, por lo que pueden usarse en la planeación del territorio y estudios de vegetación y suelos (Ortiz *et al.* 2005).

A escala general, en la costa de Tabasco se han caracterizado los sistemas morfogénicos y relieves (Thom 1967; West *et al.* 1985), regiones fisiográficas y topoformas (INEGI 2001) y regiones ecogeográficas (Ortiz *et al.* 2005). En algunas regiones se han estudiado los sistemas terrestres y facetas (Zavala 1988, 1996), y los procesos de erosión (Ortiz 1992). Estudios edafológicos se han efectuado a nivel de reconocimiento por INEGI (2001) y Palma-López *et al.* (2007), y a nivel semidetallado, para algunas regiones, por Cruz (2001), García *et al.* (2006), Zavala *et al.* (2009) y Zavala y García (2011).

Estudios de vegetación que incluyen el manglar, han sido publicados por Miranda y Hernández (1968), López (1980), Rzedowski (1983), West *et al.* (1985), INEGI (2001), Pennington y Sarukhán (2005) y Novelo y Ramos (2005). Debido a las fuertes presiones humanas sobre el manglar, las superficies se modifican y en pocos años la cartografía pierde vigencia.

En virtud de que no se contaba con una cartografía con suficiente detalle y actualizada de los factores de geomorfología, suelos y distribución geográfica del manglar, en este estudio se procedió a su elaboración como base para la regionalización de los manglares de Tabasco.

Cartografía de los factores ambientales

El mapa de geomorfología se elaboró a escala 1: 75,000, mediante fotointerpretación de ortofotomapas de 2008 a escala 1: 15,000, utilizando los criterios de relieve, tono, textura y drenaje, complementado con zonificaciones del relieve reportadas por West *et al.* (1985), Zavala (1988), Ortiz *et al.* (2005) y Zavala y García (2011). En el campo, el mapa se verificó en transectos de norte a sur; en los sitios verificados se describió el proceso (acumulativo, erosivo), material de depósito, altura sobre el nivel del mar (ASNM), pendiente y tirante de agua; las coordenadas geográficas se obtuvieron con un GPS. En gabinete se corrigieron algunos linderos y el mapa final se generó a escala 1: 75,000, con apoyo del programa Arcmap-Arcinfo 9.2.

En cuanto a suelos se recopiló la cartografía existente y los datos físicos y químicos de estudios de suelos (Zavala *et al.* 1998, Palma-López *et al.* 1999, Cruz 1999, Zavala *et al.* 2006, Zavala y García 2011), y se elaboró una base de datos. El mapa de geomorfología se utilizó como base para la ubicación de perfiles de suelo y barrenaciones. En el campo, en virtud de que el manglar estaba inundado, se describieron 16 perfiles de suelos mediante barrenaciones hasta 120 cm de profundidad, utilizando el manual de Cuanalo (1990). Se colectaron 2 kg de suelo por horizonte mineral y 4 kg de suelo en horizontes orgánicos, y se colocaron en bolsas de plástico. Paralelamente se colectaron 20 muestras de suelo, a una profundidad de 0 a 30 cm, en manglares de campos petroleros, siguiendo las especificaciones establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (DOF 2005). El trabajo se complementó con 45 barrenaciones de suelos hasta una profundidad de 120 cm, para conocer la extensión geográfica de las unidades cartográficas. Los análisis para clasificación se hicieron acorde a la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF 2002); la cuantificación de la fracción pesada y media de hidrocarburos se efectuó con base en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (DOF 2005). La clasificación se hizo de acuerdo

a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (IUSS *et al.* 2007). La caracterización física y química se basó en criterios establecidos en la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF 2002), y Salgado *et al.* (2006). El mapa de suelos se elaboró a escala 1: 75,000.

El mapa del manglar se obtuvo de la clasificación de imágenes de satélite SPOT (2008-2009) mediante el programa Arc Gis 9, identificando zonas de acuerdo a su grado de reflectancia. En el mapa, considerando la geomorfología y suelo, se seleccionaron los siguientes sitios de verificación, en transecto: a) lagunas Mecoacán, La Machona, El Carmen, El Cocal y El Yucateco, y b) ríos San Pedro y San Pablo, Usumacinta y Chicozapote. En las lagunas, los transectos se trazaron de norte a sur, en sentido perpendicular a la costa, y en los ríos de manera perpendicular al cauce. Además, se verificaron 176 sitios y se tomaron datos de altura, especies dominantes y coordenadas geográficas. El mapa final se hizo mediante la clasificación supervisada de las imágenes y se diseñó a escala 1: 75,000.

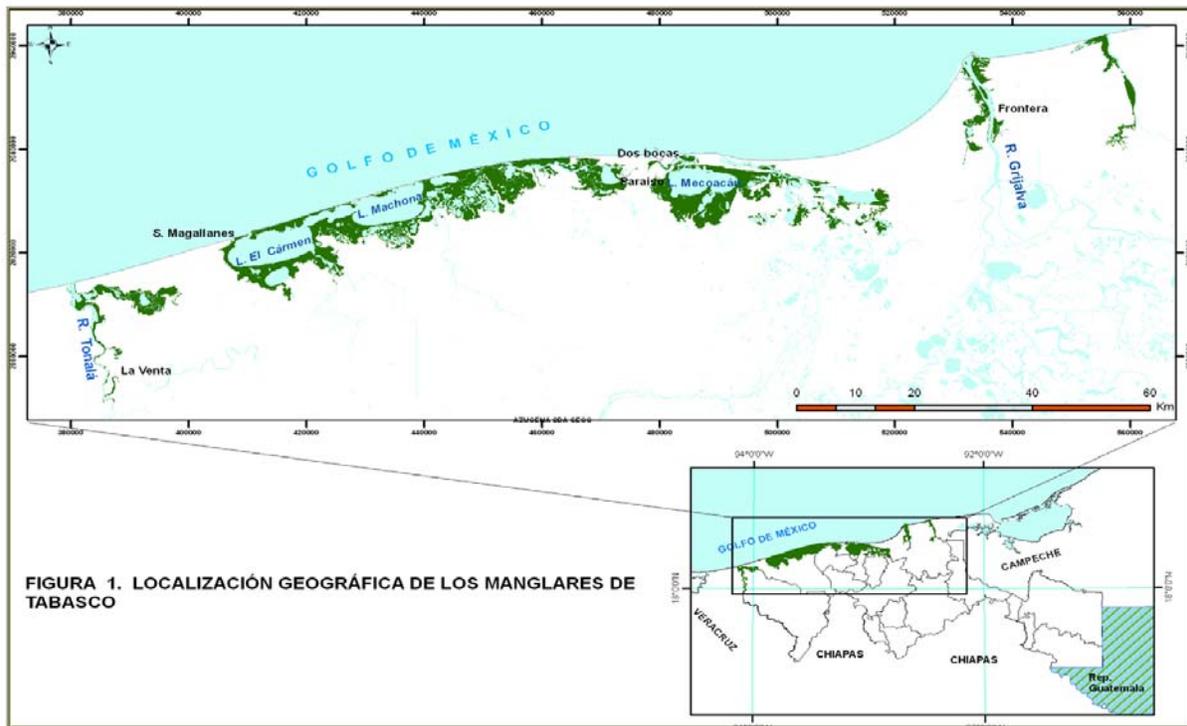
La regionalización del manglar se basó en una revisión bibliográfica sobre factores y variables para evaluar el uso del manglar. Los factores seleccionados fueron: suelo, contaminación, manglar ripario, reserva de la biosfera y forestal; por cada factor se definieron dos clases de restricción. Los mapas a escala 1: 20,000 muestran las zonas con potencial para manejo, aprovechamiento, protección y restauración.

Aspectos generales de los manglares de Tabasco

La zona de manglares se localiza en la franja costera del Estado de Tabasco, limita al norte con el Golfo de México y la planicie costera, al este con el río San Pedro y San Pablo, al sur con llanuras aluviales y al oeste con el río Tonalá. Abarca una porción de los municipios de Centla, Paraíso, Comalcalco, Cárdenas y Huimanguillo. Sus coordenadas geográficas son: 18° 00' 31" y 18° 38' 53" de latitud norte y 92° 25' 26" y 94° 07' 40" de longitud oeste (Figura 1), el área total de estudio tiene una extensión de 46,744.4 ha

(1.7% del Estado de Tabasco), incluyendo otros usos del suelo y excluyendo lagunas y cauces.

La cronoestratigrafía corresponde a la era Cenozoica y periodo Cuaternario (Q). Las rocas son de tipo suelos aluviales (Qal), palustres (Qpa) y litorales (Qli). Qpa son depósitos de arcillas, limos y arenas con abundante materia orgánica (MO), y se encuentran en pantanos; Qal consiste de limos, arcillas y arenas de origen fluvial; Qli corresponde a arena retrabajada por el oleaje y acumulada en playas y barras; algunos depósitos eólicos (Qeo) de cuarzo, típicamente arenas, forman dunas paralelas a la línea de costa (INEGI 2001).



El clima es de tipo Am(f) cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, y porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2. La precipitación fluctúa de 1500 mm al este a 2500 mm al oeste; octubre es el mes más lluvioso y marzo o abril los más secos; la temperatura media anual es de 24°C, mayo es el mes

más cálido y enero el más frío (INEGI 2001). La precipitación se incrementa por efecto de los ciclones tropicales en verano y otoño, y los “nortes” en invierno (García 2004).

Los manglares se localizan en dos regiones hidrológicas: RH30 Grijalva-Usumacinta desde Paraíso hasta el límite con Campeche, al este, y RH29 Coatzacoalcos, desde Paraíso hasta el río Tonalá, al oeste. Varias subcuencas descargan sus aguas a los manglares a través de los ríos San Pedro y San Pablo, Usumacinta, González, Santana, San Felipe y Tonalá. Los coeficientes de escurrimiento son mayores a 30% en los alrededores de las lagunas costeras, debido a la presencia de arcilla (INEGI 2001). La precipitación abundante, el volumen de escurrimiento fluvial, la topografía casi a nivel del mar y el relieve plano, se conjugan para que la mayor superficie permanezca inundada casi todo el año.

Geomorfología

Los manglares de Tabasco se ubican en la provincia “Llanura costera del Golfo Sur” y en la subprovincia “Llanuras y Pantanos Tabasqueños” (Gobierno del Estado de Tabasco 2006). Ortiz *et al.* (2005) identificaron tres unidades ecogeográficas asociadas a los manglares, considerando la forma del relieve, los procesos modeladores y los materiales de depósito. Cada ecorregión funciona como un sistema donde interactúan los factores agua, suelo y vegetación, aunado a la intensidad diferencial de los procesos acumulativos, dando origen a diversos relieves; también se encuentran microrrelieves formados por las actividades humanas dentro del manglar, como se observa en el Cuadro I, Figura 2.

Planicie baja de inundación lagunar (PBIL)

Los manglares en su mayor extensión se distribuyen en esta planicie. Se localiza entre la franja de cordones de playa al norte y la planicie fluviodeltaica al sur. Constituye el nivel de base de las tierras bajas, formándose lagunas

y depresiones sujetas a inundación con agua dulce y salada, debido a su conexión con el Golfo de México a través de varias bocas. Ortiz *et al.* (2005) mencionan que la subsidencia del complejo deltaico tabasqueño favorece el avance de la línea de costa hacia el continente y los efectos se observan en la costa a través de la erosión de playas y bocas y la intrusión de agua marina hacia el continente que contribuye a ampliar las áreas inundadas, como es evidente al sur de las lagunas La Machona y El Cocal. PBIL se subdivide en relieves menores:

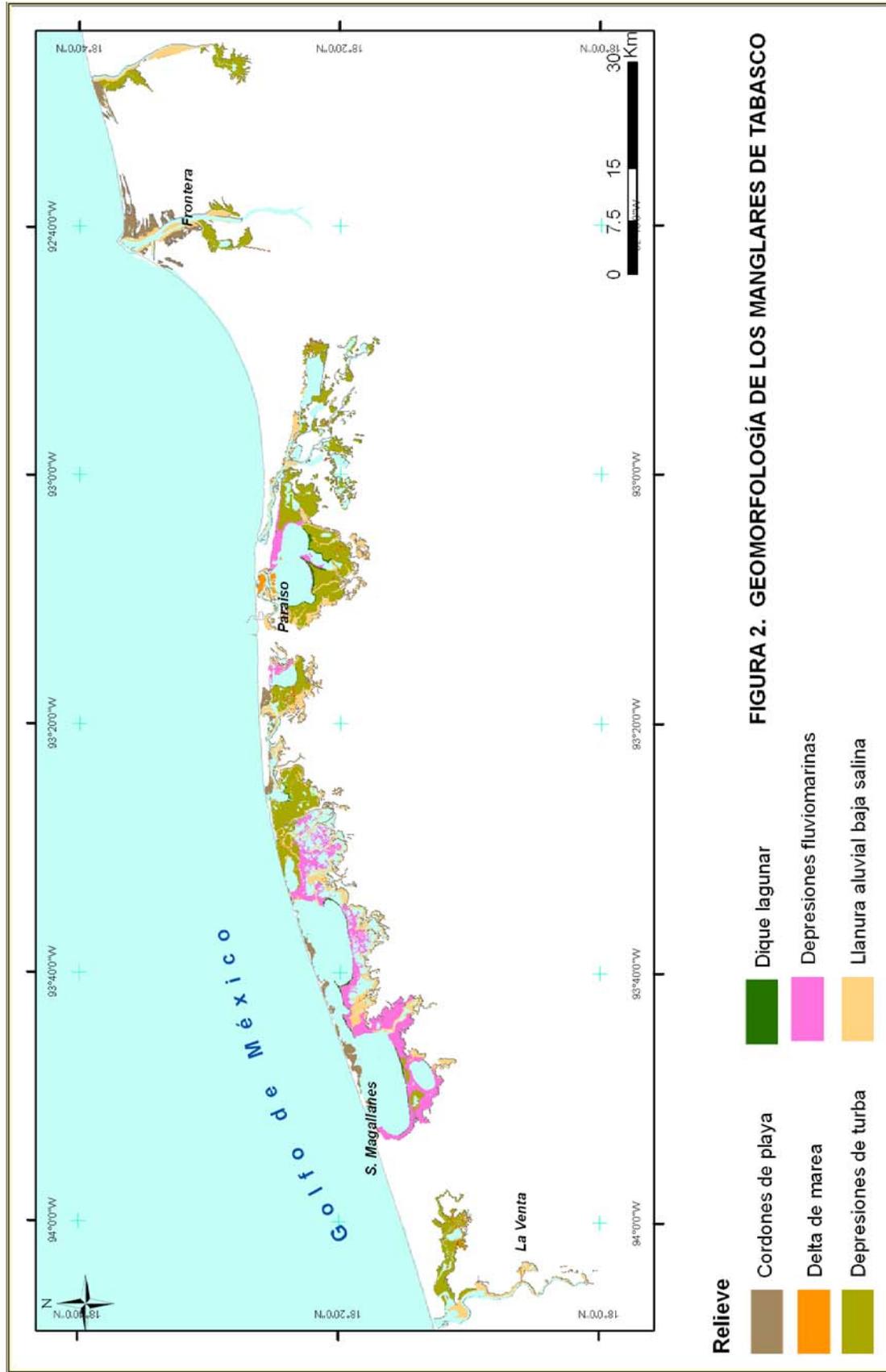
- a) Lagunas costeras. Cuerpos de agua (El Cometa, Santa Anita, Mecoacán, Arrastradero, El Cocal, La Redonda, La Machona, El Carmen y El Yucateco) de tamaño variable, que tienen conexión con el mar a través de esteros y barras. Reciben caudal y sedimentos de ríos provenientes de la planicie fluviodeltaica.
- b) Depresiones fluviomarinas. Zonas de relieve plano a cóncavo que se inundan temporalmente, tienen sedimentos fluviales finos a arenosos, con una capa superficial delgada de materiales orgánicos. Se localizan rodeando a las lagunas costeras, sobre todo al sur de la Machona, El Cocal, el Carmen y Mecoacán.
- c) Depresiones de turba. Relieves cóncavos ubicados entre diques naturales lagunares y planicies aluviales de ríos, al sur de las lagunas Mecoacán y El Cocal, y rodeando las lagunas Cometa y El Yucateco. El proceso de sedimentación es lento, debido a su posición alejada de los cauces activos; la inundación durante 10 meses y la aportación de hojarasca de los manglares más desarrollados, contribuyen a la acumulación de capas de materia orgánica llamadas “tembladeras”, que sobreyacen a sedimentos arcillosos o arenosos de origen fluvial y marino.
- d) Diques lagunares. Relieves ligeramente convexos y elevados, dispuestos en franjas estrechas que bordean las lagunas costeras

expuestas a oleaje fuerte y corrientes lagunares, como las del Carmen, La Palma, Pajonal, Machona, El Cocal, Arrastradero y Mecoacán. Los sedimentos son mixtos con presencia de conchas de organismos lagunares.

- e) Delta de marea. Relieve acumulativo formado por la corriente de marea que penetra en la laguna por un estrecho, a través de una barra litoral, erosionando el fondo y la ribera del estrecho y depositando sedimentos en las aguas tranquilas de la laguna (Lugo 1989). Se sitúa al norte de la laguna Mecoacán.

Cuadro I. Regiones ecogeográficas y relieves de los manglares de Tabasco.

Región ecogeográfica	Relieve	Superficie	
		ha	%
Planicie baja de inundación lagunar	Cuerpos de agua	35,054.1	39.1
	Depresiones de turba	20,473.9	22.8
	Depresiones fluvio-marinas	10,081.5	11.2
	Dique lagunar	844.4	0.9
	Delta de marea	366.6	0.4
Planicie costera de cordones de playa	Cordones de playa	3,993.4	4.5
Planicie fluviodeltaica	Llanura aluvial baja salina	12,396.8	13.8
	Cauce	5,458.4	6.1
Relieve antrópico	Canal	297.6	0.3
	Bordo de canal	471.1	0.5
	Pozo petrolero	83.3	0.1
	Granja camaronícola	103.5	0.1
		89,624.6	100



Planicie costera de cordones de playa

Está formada por cordones sucesivos de arena configurados en forma paralela a la línea de costa, entre los cuales se disponen depresiones alargadas sujetas a inundación. Los sedimentos aportados por los ríos son re TRABAJADOS por las corrientes playeras, el oleaje edifica una playa que es modelada en las tormentas por el oleaje erosivo, formando una berma de playa más alta; el proceso se repite formando la planicie de cordones (Psuty 1965 citado por Ortiz *et al.* 2005). Se observan los siguientes relieves:

- a) Cordones de playa. Relieves acumulativos arenosos de forma convexa, alargados y estrechos, se elevan 1 m sobre las depresiones y la anchura varía de 20 a 40 m (Zavala y Castillo 2003). Se inundan temporalmente y presentan vegetación halófito y manglares. Se ubican a los lados de la desembocadura de los ríos San Pedro y San Pablo y Usumacinta. Entre los cordones hay depresiones alargadas, de 20 a 200 m de ancho (Zavala y Castillo 2003), que permanecen inundadas más tiempo. Sobre el fondo arenoso yace una capa delgada de materiales orgánicos.
- b) Depresiones entre cordones de playa. Relieve acumulativo que separa cordones de playa, de anchura mayor a 100 m, con acumulación de turba sobre sedimentos arenosos. Permanecen inundadas casi todo el año, y tienen vegetación de manglar e hidrófito. Se localizan al este de la laguna Santa Anita.
- c) Duna costera. Relieve arenoso de origen eólico, en forma de montículos, de 1 a 3 m de altura, que emerge entre los manglares, cerca de la planicie costera entre Sánchez Magallanes y la Barra de Tupilco.

Planicie fluviodeltaica

Planicie formada por los depósitos aluviales de los ríos. En cada cauce activo, los desbordes acumulan sedimentos relativamente gruesos a ambos lados del lecho fluvial formando diques naturales que se ubican de unos centímetros a unos metros sobre la planicie de inundación. Esta consiste de llanuras planas que se encuentran aisladas por los diques naturales, donde se acumulan sedimentos de textura media a fina. En las partes más bajas y cóncavas de la planicie de inundación se forman cubetas de decantación, con flujos de agua mínimos y por lo tanto se depositan las partículas más finas (West *et al.* 1985, Ortiz *et al.* 2005). Tiene los siguientes relieves:

- a) **Cauces.** Canales fluviales que penetran la planicie baja de inundación lagunar hasta descargar el caudal en las lagunas costeras o el mar. Generalmente son estrechos (anchura de 20 a 200 m) y se distribuyen en forma perpendicular a la planicie de inundación lagunar. También funcionan como vías de ingreso de la corriente de marea hacia el interior de la planicie fluviodeltaica.
- b) **Llanura aluvial baja salina.** Relieve formado por la acumulación de sedimentos aluviales finos durante las inundaciones fluviales. Su forma es plana a ligeramente convexa y se ubican como franjas a ambos lados de los cauces; su anchura varía de unos metros en arroyos, hasta 300 m en los ríos San Pablo y San Pedro, Usumacinta, González y Tonalá. Las llanuras ubicadas cerca de las desembocaduras de los ríos en el mar, se inundan con agua salobre. La mayor extensión de las llanuras aluviales salinizadas se ubica al sur de las lagunas costeras, en zonas de transición de la planicie baja de inundación lagunar y la planicie fluviodeltaica sin sales. Presentan baja salinidad debido a su posición alejada de las lagunas costeras, por lo que generalmente tienen mangle blanco.

Relieve antrópico

Existen relieves edificados por actividades humanas, dispersos entre los manglares:

- a) Pozos petroleros. Consisten de rellenos con materiales *ex situ*, de 1 m de altura y de 0.25 a 1 ha de extensión; pueden ser de areniscas provenientes de terrazas, o arenas de la planicie costera, en los campos petroleros Sánchez Magallanes y Caparroso; los sedimentos aluviales se utilizan en los campos El Golpe, Castarrical y Mecoacán.
- b) Terracerías. Relieves formados de los mismos materiales que los pozos petroleros. Constituyen vías de acceso a pozos petroleros, a la vez que contribuyen a disturbar los manglares y modificar su hidrología superficial (Zavala 1996).
- c) Bordos de canales. Relieves convexos, estrechos y alargados de 1 a 3 m de altura, producto de la excavación de canales en los campos petroleros La Venta, Cinco Presidentes, Castarrical y Santa Anita.
- d) Canales. Zonas de dragado de forma alargada, de relieve cóncavo e inundado permanentemente. Son vías de acceso a los pozos en los campos petroleros donde hay bordos. Contribuyen al ingreso de la marea hacia la planicie fluviodeltaica, favoreciendo la expansión del manglar alrededor de la laguna El Yucateco y al oeste de La Venta.
- e) Granjas camaronícolas. Consisten de estanques y bordos de suelo excavado *in situ* cuyo uso es la camaronicultura. Se localizan al sur y suroeste de la laguna Machona.

Suelos

Los manglares de la costa de Tabasco crecen sobre tres suelos: Histosoles, Solonchaks y Gleysoles. Pequeñas áreas de Tecnosoles se encuentran inmersas en los manglares, en los campos petroleros. A continuación se caracterizan las unidades de suelos de cada grupo (Cuadros II y III), con base en los análisis físicos y químicos (Cuadro IV), el mapa de suelos (Figura 3) y la bibliografía consultada.

Cuadro II. Grupos de suelos de los manglares de Tabasco.

Grupo	Superficie	
	ha	%
Histosoles	20,494.6	42.0
Tecnosoles	541.1	1.1
Solonchaks	27,454.7	56.4
Gleysoles	204.9	0.5
Total	48,707.3	100.0

Histosoles (HS)

Histosoles son suelos que tienen una capa de material orgánico acumulado dentro de los 100 cm de la superficie del suelo, de 40 cm o más de espesor. El material orgánico consiste de restos orgánicos que se acumulan en la superficie bajo condiciones mojadas o secas. Presentan 20% o más de carbono orgánico (CO) en la tierra fina y están saturados con agua por 30 días consecutivos o más (IUSS *et al.* 2007).

En los manglares, se desarrollan en depresiones de turba que se inundan durante 10 meses. El bajo contenido de oxígeno en el agua no contribuye a la oxidación de la materia orgánica durante casi todo el año, favoreciendo su acumulación en diferentes estados de descomposición. Localmente se denominan “tembladeras” o “pantanos” (Palma-López y Triano 2002).

Cuadro III. Unidades y asociaciones de suelos en los manglares de Tabasco

Subunidad de suelos	Clave	ha	%
Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Dístrico)	HSsarh(so,dy)	118.8	0.2
Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Éutrico)	HSsarh(so,eu)	2,488.3	5.1
Histosol Sáprico Rheico Sáfico (Sódico, Dístrico)	HSsarhsz(so,dy)	2,105.6	4.3
Histosol Hémico Rheico Sáfico (Sódico, Dístrico)	HShmrhsz(so,dy)	8,600.3	17.7
Histosol Hémico Rheico (Sódico, Éutrico)	HShmrh(so,eu)	7,181.6	14.7
Tecnosol Spólico (Húmico)	TCsp(hu)	553.2	1.1
Solonchak Gléyico Hístico (Sódico)	SCglhi(so)	601.5	1.2
Solonchak Gléyico Hístico Hipersáfico (Sódico)	SCglhihs(so)	125.3	0.3
Solonchak Gléyico Mólico (Sódico)+Histosol Hémico Rheico (Sódico, Éutrico)	SCglmo(so)+ HShmrh(so,eu)	216.9	0.4
Solonchak Gléyico (Sódico, Arcílico)	SCgl(so,ce)	1,107.9	2.3
Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico)	SCgl(so,ar)	3,577.4	7.3
Solonchak Hipersáfico (Sódico)	SChs(so)	1,497.0	3.1
Solonchak Hipersáfico Gléyico (Sódico)	SChsgl(so)	472.3	1.0
Solonchak Hipersáfico Gléyico (Sódico, Arcílico)	SChsgl(so,ce)	19,489.8	40.0
Solonchak Hipersáfico Gléyico (Sódico, Dénico, Arcílico)	SChsgl(so,dn,ce)	366.6	0.8
Gleysol Hístico (Sódico, Éutrico)	GLhi(so,eu)	129.0	0.3
Gleysol Hápico (Éutrico)	GLha(eu)	75.9	0.2
Total suelos		48,707.3	100.0
Lagunas		35,054.2	
Cauces		5,458.4	
Canales		301.2	
Granja camaronícola		103.5	

Su manejo en los trópicos es muy delicado, al someterlos a drenaje ocurren reacciones químicas que destruyen su productividad, por lo que es deseable protegerlos y conservarlos por su valor ecológico (se consideran esponjas reguladoras del flujo de agua y soportan humedales con especies animales únicas) (IUSS *et al.* 2007). Carecen de uso agropecuario.

Cuadro IV. Análisis físicos y químicos de suelos de los manglares de Tabasco.

Perfil	Coordenadas 15Q UTM	Horizonte	Prof. cm	pH H ₂ O	CE dS m ⁻¹	MO %	N %	P Mg Kg ⁻¹	K	Ca	Mg Cmol ⁽⁺⁾ Kg ⁻¹	Na	CIC	Arcilla	Limo %	Arena	Clasificación Textural
2	416523	2017715	Az1 0-20	4.8	99.5	9.7	0.6	25	3.9	1	28.0	64.8	36.9	35	21	44	Migajón Arcilloso
			Cgz1 20-120	5.1	42.4	8.4	0.2	19.1	4.3	5.3	23.0	72.3	29.2	55	25	20	Arcilla
5	444722	2035205	Oana 0-40	5.1	94.3	34.3	0.8	10.1	0.4	14.2	34.2	86.9	49.6	28	14	58	Migajón Arcillo-arenoso
			Cgna 40-117	5.8	38.5	3	0.1	8.5	0.4	2.6	12.7	58.1	22.3	52	24	24	Arcilla
9	485622	2036328	Az 0-5	4.5	245.5	86.8	0.7	25.3	6.1	13.4	33.0	91.5	26.2	26	11	63	Migajón Arcillo-arenoso
			Cgz 5-20	6.2	82	1.9	0	15.3	3.6	3.3	15.7	43.9	17.5	52	24	24	Arcilla
			Cgzd 20-65	6.7	94.1	0.6	0	20.1	2.9	3	15.6	37.3	20.4	52	24	24	Arcilla
			Cgz2 65-118	6.7	90.6	0.4	0	19.0	2.7	4.3	12.9	34.5	16.5	42	28	30	Arcilla
10	485958	2031078	Az 0-25	6.8	117.9	1.3	0.07	26.0	2.5	4.8	13.2	38	11.6	26	51	23	Migajón Limoso
			Cgzna1 25-55	6.7	164.9	0.9	0.03	16.4	2.6	7.7	16.6	38.6	8.7	22	37	41	Franco
			Cgzna2 55-105	7.0	160.9	0.7	0.02	16.0	1.8	9.6	9.0	49.0	7.8	20	43	37	Franco
			Cgzna3 105-120	7.0	105.1	0.7	0.03	9.5	2.3	18.4	9.0	33.5	10.7	26	43	31	Franco
11	485748	2027896	Az 0-45	5.0	199.8	57.5	0.7	34.3	4.0	20.1	33.9	94.7	46.7	36	46	18	Migajón Arcillo-limoso
			Azb 45-65	5.2	159.9	64.4	0.8	26.0	3.6	16.9	15.0	88.7	51.5	30	47	23	Migajón Arcilloso
			Cgz 65-120	6.8	24.47	4.8	0.1	11.3	3.5	5.8	19.0	32.6	24.3	34	48	18	Migajón Arcillo-limoso
13	535679	2047872	Az1 0-5	4.8	17.3	25.1	0.7	20.5	1.8	30.3	19.3	32.1	57.4	43	23	34	Arcilla
			Cgz1 5-45	5.2	22.4	10.7	0.4	25.4	1.6	19.0	23.5	29.3	40.8	51	25	24	Arcilla
			Cgz2 45-90	6.2	20.8	6.3	0.2	24.8	1.5	22.2	21.2	28.3	31.1	57	37	6	Arcilla
			Cgz3 90-120	7.2	19.5	4	0.1	27.3	1.1	2.0	10.6	32.1	21.4	41	51	8	Arcilla
14	518850	2031179	Oe 0-40	5.6	7.51	75.9	2.1	14.7	0.5	3.1	21.4	28.9	75.8	12	13	75	Migajón Arenoso
			A1 40-64	5.6	9.2	26.3	0.4	29.0	0.3	20.7	16.2	17.2	36	17	19	64	Migajón Arenoso
			Cg1 64-120	3.8	8.94	4.4	0.1	5.8	0.1	6.5	26.1	26.1	10.7	15	11	74	Migajón Arenoso
15	534242	2056895	Az 0-25	6.8	20.8	3.1	0.1	5.3	0.1	15.1	8.2	9.1	7.8	16	10	74	Migajón Arenoso
			Cgz 25-120	7.0	16.8	0.6	0.03	3.4	0.1	12.2	4.9	6.6	3.9	10	2	88	Arena Migajosa
16	556092	2061062	Az 0-85	6.3	90.7	11	0.2	5.8	0.4	27.5	26.3	4.9	29.2	38	39	23	Migajón Arcilloso
			Cgz 85-120	6.8	62.5	2.6	0.03	7.2	0.3	20.5	20.9	2.8	22.8	40	40	16	Arcilla

Siglas: CE Conductividad eléctrica; MO Materia orgánica; N Nitrogeno total; P Fósforo asimilable; Ca Calcio intercambiable; Mg Magnesio intercambiable; Na Sodio intercambiable; CIC Capacidad de intercambio catiónico.

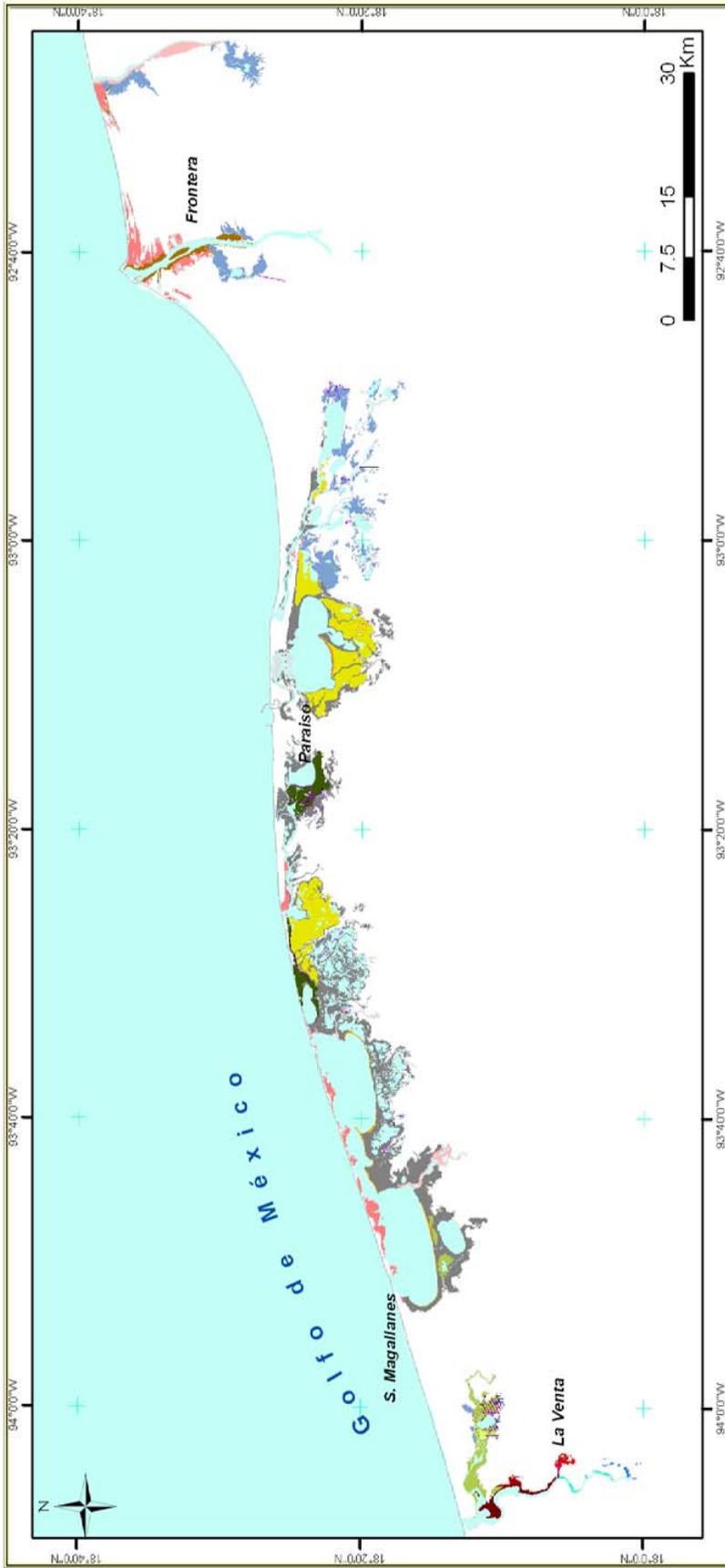


FIGURA 3. SUELOS DE LOS MANGLARES DE TABASCO

UNIDAD DE SUELO	CLAVE	UNIDAD DE SUELO	CLAVE
Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Distrito)	HSSarh(so,dy)	Solonchak Gléyico (Sódico, Arcillico)	SCgl(so,ce)
Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Eútrico)	HSSarh(so,eu)	Solonchak Gléyico (Sódico, Arentico)	SCgl(so,ar)
Histosol Hémico Rheico Salico (Sódico, Distrito)	HShmrhsz(so,dy)	Solonchak Hipersalico (Sódico)	SChs(so)
Histosol Sáprico Rheico Salico (Sódico, Distrito)	HSSarhsz(so,dy)	Solonchak Hipersalico Gléyico (Sódico)	SChsgl(so)
Histosol Hémico Rheico (Sódico, Eútrico)	HShmrh(so,eu)	Solonchak Hipersalico Gléyico (Sódico, Arcillico)	SChsgl(so,ce)
Tecnosol Spódico (Húmico)	TCsp(fh)	Solonchak Hipersalico Gléyico (Sódico, Dénstico, Arcillico)	SChsgl(so,dn,ce)
Solonchak Gléyico Histico (Sódico)	SCgih(so)	Gleysol Histico (Sódico, Eútrico)	GLh(so,eu)
Solonchak Gléyico Histico Hipersalico (Sódico)	SCgihhs(so)	Gleysol Héptico (Eútrico)	GLha(eu)
Solonchak Gléyico Mólico (Sódico)	SCglmo(so)		
+Histosol Hémico Rheico (Sódico, Eútrico)	+HShmrh(so,eu)		

Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Dístrico) HSsarh(so,dy)

Unidad de suelo que tiene un horizonte hístico saturado con agua freática y agua de escurrimiento superficial, que comienza dentro de los 40 cm de profundidad (calificador Rheico), y capas orgánicas de materiales sápricos (calificador Sáprico) indicando que tiene menos de 1/6 (en volumen) del material orgánico que consiste de tejido vegetal reconocible. Tiene una saturación con bases menor del 50% (calificador Dístrico) en la mayor parte entre los 20 y 100 cm de profundidad (IUSS *et al.* 2007). Se encuentra en depresiones situadas al norte y sur de la laguna El Yucateco y al sur del campo petrolero Cinco Presidentes. Presenta la capa orgánica de mayor espesor (hasta 140 cm).

Histosol Sáprico Rhéico (Sódico, Éutrico) HSsarh(so,eu)

Unidad similar a HSsarh (so,dy), excepto que tiene un porcentaje de saturación de bases mayor de 50% que indica un calificador Éutrico (IUSS *et al.* 2007). Se ubica en depresiones bordeando el río Chicozapote y al oeste del río Tonalá (Figura 4). Alberga manchones de manglares bien desarrollados, pero algunas áreas han sido taladas para la introducción de pastizales para ganadería.

Histosol Sáprico Rhéico Sálico (Sódico, Dístrico) HSsarhsz(so,dy)

Histosol que difiere de los anteriores al presentar un horizonte sálico dentro de los primeros 100 cm de la superficie del suelo (ver suelos Solonchaks), por el mayor efecto de la intrusión salina del Golfo de México. Se localiza en depresiones, al oeste de la laguna Redonda (Perfil 5, Cuadro IV).

Histosol Hémico Rheico Sáfico (Sódico, Dístrico) HShmrhsz(so,dy)

Unidad que es diferente de otros Histosoles porque tiene, después de frotado, entre 2/3 y 1/6 (en volumen) del material orgánico que consiste de restos reconocibles de tejido vegetal dentro de los 100 cm de profundidad (calificador Hémico) (Perfil 11, Cuadro IV). Se localiza en depresiones de turba al sur de las lagunas El Cocal y Mecoacán. Es el Histosol de mayor extensión (17.7% del área) y está cubierto por manglares de cuenca, del tipo rojo y asociaciones con mangle blanco y negro.

Histosol Hémico Rheico (Sódico, Éutrico) HShmrh(so,eu)

Histosol que difiere de HShmrhsz(so,dy) porque no presenta el calificador sáfico y tiene una saturación de bases mayor al 50% (calificador Éutrico) (Perfil 14, Cuadro IV). Se localiza en depresiones de turba, al este y sureste de la laguna Santa Anita, alrededor de las lagunas Julivá y Pomposú, y junto al río Jahuactal. Ha sido sometido a incendios junto con el manglar. Por su extensión, es el segundo Histosol en importancia con el 14.7% del área.

Los Histosoles de los manglares de Tabasco tienen las siguientes características físicas y químicas: Un horizonte O de 40 a 140 cm de profundidad; color negro, pardo oscuro a gris, y porcentaje de saturación de bases que varía de alto a bajo (>50 y <50%). El horizonte O sobreyace a un C mineral y difieren por el pH fuertemente a moderadamente ácido, contenidos muy altos a altos en materia orgánica (MO) (de 30 a 80%), muy ricos a pobres en nitrógeno (N), altos a medios en fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y Capacidad de intercambio catiónico (CIC), y medios a muy bajos en potasio (K). Son ricos en nutrientes pero presentan severas limitaciones por inundación, manto freático elevado y sodicidad, por lo que no tienen aptitud para el uso agropecuario.

Tecnosoles (TC)

Suelos que tienen 20% o más de artefactos en los primeros 100 cm de profundidad. Los artefactos son sustancias sólidas o líquidas que son: a) creadas o modificadas por humanos en procesos industriales o artesanales; o b) traídas a la superficie por actividad humana desde una profundidad donde no estaban influenciadas por los procesos superficiales; y c) tienen las mismas propiedades que cuando fueron manufacturadas, modificadas o excavadas. El material parental incluye desechos (rellenos, lodos, escombros o desechos de minería), pavimentos con materiales no consolidados, suelos con geomembranas y contruidos con otros materiales hechos por el hombre. Se encuentran en áreas urbanas e industriales, donde se ha construido suelo artificial o ha extraído material, sellando el suelo natural (IUSS *et al.* 2007). En los manglares de Tabasco, su extensión es reducida y su uso es agropecuario.

Tecnosol Spólico (Húmico) TCsp(hu)

Unidad que tiene una capa de 20 cm o más de espesor dentro de los 100 cm superficiales del suelo, que tiene 20% o más (en volumen) de artefactos que contienen 35% o más de residuos industriales (materiales dragados, escombros) (calificador Spólico), y el contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina es del 1.4% o más en la capa de 0 a 100 cm de profundidad (calificador Húmico).

Se localiza en bordos de canales dragados por PEMEX (oeste de la Petroquímica La Venta, lagunas El Yucateco, Arrastradero y Santa Anita), rellenos en pozos petroleros e instalaciones petroleras en los campos Cinco Presidentes, La Venta, El Golpe, Arrastradero, Mecocacán y Caparroso. Su relieve varía de plano a ligeramente convexo, con elevación de 1 a 3 m, el material de relleno proviene de bancos de préstamo de las terrazas, dunas costeras y cordones de playa, o de los horizontes excavados en la planicie. Están libres o poco expuestos a las inundaciones, y se aprovechan para pastizales, huertos familiares, cocoteros, cultivos anuales y viviendas.

El perfil tiene color que varía de pardo oscuro, rojizo a amarillento, textura migajón arenosa a migajón arcillo arenosa, pH moderadamente ácido a fuertemente ácido (Salgado *et al.* 2006), contenidos altos a bajos en MO (38 a 2%), N y P, altos en CIC, y moderadamente bajos en Ca, Mg, Na y K (DOF 2002, Zavala y García 2011) (Figura 5).

Solonchaks (SC)

Solonchak presenta un horizonte sálico que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo. Este horizonte es superficial o subsuperficial, y contiene un enriquecimiento de sales fácilmente solubles. Tiene, en algún momento del año: conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación (CE_e) de 15 dS m^{-1} o más a 25°C, un producto del espesor por CE_e de 450 o más, y espesor de 15 cm o más (IUSS *et al.* 2007).

Se localiza en una gran variedad de relieves, principalmente en llanuras fluvio-marinas, localmente se denominan tierras “salitrosas” o “saladas” porque presentan intrusión de agua salina por efecto de la marea o por el manto freático (Zavala *et al.* 1999, Palma-López *et al.* 2007). Ocupan la mayor superficie (56.4% del área).

Solonchak Gléyico Hístico (Sódico) SCgIhi(so)

Unidad que tiene dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral, una capa de 25 cm o más de espesor que muestra condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico en todo el espesor (calificador Gléyico). Las condiciones reductoras son evidentes por la presencia de Fe^{2+} libre y el patrón de color gléyico muestra 90% o más de colores reductimórficos, que comprenden blanco a negro neutro, o azulado a verdoso; o 5% o más moteados de colores oximórficos. Presenta un horizonte Hístico en la capa de 0 a 40 cm de profundidad, pobremente aireado, que consiste de material orgánico que está saturado con agua por 30 días consecutivos o más, tiene un espesor mayor a 10 cm y 20% o más de carbono orgánico (CO) (IUSS

et al. 2007). También muestra un calificador Sódico, previamente descrito en los Histosoles. Se ubican en las llanuras aluviales salinas del río Tonalá, cerca de la desembocadura en el Golfo de México (Figura 6).



Figura 4. Histosol Sáprico Rheico (Sódico, Éútrico) HSsarh(so,eu) en manglares del Ejido Nueva Ley de la Reforma Agraria, campo petrolero Cinco Presidentes (Zavala y García 2011).



Figura 5. Tecnosol Spólico (Húmico) TCsp(hu) en un bordo de excavación en canales de la Laguna el Yucateco, asociado a plantaciones de cocotero (Zavala y García 2011).



Figura 6. Solonchak Gléyico Hístico (Sódico) SCglhi(so) en manglares de la llanura aluvial baja salina del río Tonalá, al oeste de La Venta (Zavala y García 2011).



Figura 7. Gleysol Háplico (Éútrico) GLha(eu) en manglares del cauce del río Blasillo (Zavala y García 2011).

Solonchak Gléyico Hístico Hipersálico (Sódico) SCglihs(so)

Unidad que solo difiere de la anterior porque tiene un calificador Hipersálico, producto de una CE mayor a 30 dS m^{-1} en alguna capa de 25 cm o más grueso dentro de los 100 cm de profundidad (IUSS *et al.* 2007), lo que implica mayor salinidad. Se localiza en la llanura aluvial del río Tonalá, en transición con depresiones de turba (Zavala y García 2011).

Solonchak Gléyico Mólico (Sódico) SCglmo(so)

A diferencia de los Solonchaks previamente descritos, esta unidad tiene un horizonte Mólico superficial, grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de MO (calificador Mólico) (IUSS *et al.* 2007). Se localiza en depresiones fluvio-marinas con deposiciones palustres, petróleo crudo y sales (Zavala y García 2011).

SCglmo(so) se encontró en asociación con el HShmrh(so,eu), antes descrito y se ubica al suroeste de La Venta. Originalmente fue una asociación Gleysol+Histosol y se transformó a Solonchak+Histosol, debido a la descarga de agua salada con hidrocarburos por la Petroquímica La Venta, durante varios años; posteriormente fue colonizada por manglar (Zavala 1996).

Solonchak Gléyico (Sódico, Arcílico) SCgl(so,ce)

Unidad distinta de los Solonchaks descritos porque tiene textura arcillosa en una capa de 30 cm o más de espesor, dentro de los 100 cm de profundidad (calificador Arcílico) (IUSS *et al.* 2007). Se ubica en las llanuras aluviales salinas del río Usumacinta, en asociación con mangle blanco (Perfil 13, Cuadro IV).

Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico) SCgl(so,ar)

Solonchaks que tienen textura arenosa en una capa de 30 cm o más de espesor, dentro de 100 cm de la superficie del suelo (calificador Arénico)

(Perfil 15, Cuadro IV). Se desarrollan en zonas de transición entre dunas costeras y las lagunas El Carmen, La Machona y El Cocal. También se encuentran en cordones de playa inundados, junto a la desembocadura de los ríos Usumacinta y San Pedro y San Pablo, en asociación con el mangle botoncillo y negro.

Solonchak Hipersálico (Sódico) SChs(so)

Es la unidad de suelo más salina (calificador Hipersálico) de los manglares, se localiza en la llanura aluvial del río San Pedro y San Pablo (Perfil 16, Cuadro IV).

Solonchak Hipersálico Gléyico (Sódico) SChsgl(so)

Solonchak que se ubica en llanuras aluviales salinas al sur de la laguna El Cocal y en diques lagunares de las lagunas Mecoacán, Machona y El Carmen (Perfil 10, Cuadro IV).

Solonchak Hipersálico Gléyico (Sódico, Arcíllico) SChsgl(so,ce)

Suelo que ocupa la mayor extensión en los manglares de Tabasco (40% del total), con amplia distribución en llanuras aluviales salinas y depresiones sujetas a inundación temporal, ubicadas en torno a las lagunas costeras (Perfil 2, Cuadro IV). Está asociado preferentemente a mangles de tipo negro y rojo.

Solonchak Hipersálico Gléyico (Sódico, Dénsico, Arcíllico) SChsgl(so,dn,ce)

Solonchak que presenta una capa compactada entre 0 y 50 cm de profundidad, al grado que las raíces no pueden penetrar (calificador Dénsico); el horizonte C tiene abundantes nódulos de hierro. Se ubica en el delta de marea de la laguna Mecoacán (Perfil 9, Cuadro IV).

Los Solonchaks de los manglares de Tabasco presentan un horizonte superficial que varía de un Hístico, Mólico a un A, que sobreyace a un

horizonte C mineral; las propiedades físicas y químicas varían entre dichos horizontes por la textura migajón arcillosa a arcillosa o arena migajosa, color pardo oscuro a gris verdoso, pH fuertemente ácido a neutro o moderadamente ácido, contenidos altos a bajos en MO (> 9.7 a 0.4%), N, P y CIC, altos a medios en K, Ca, Mg, y bajos en porcentaje de saturación de bases. Tienen buenos contenidos de nutrimentos pero presentan fuertes limitaciones por inundación, manto freático, salinidad y sodicidad, por lo que no tienen aptitud para usos agropecuarios.

La unidad Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico) es diferente de otros solonchaks porque el perfil tiene textura arenosa, color pardo grisáceo a gris, pH neutro, contenidos bajos en MO (< 3%), N, P, K y CIC, altos en Ca y Mg y bajos en porcentaje de saturación de bases. Además de las restricciones de los Solonchaks, es pobre en nutrimentos.

Gleysoles (GL)

Gleysoles son suelos que tienen dentro de 50 cm de la superficie del suelo mineral una capa de 25 cm o más de espesor que muestra condiciones reductoras en algunas partes y un patrón de color gléyico en todo el espesor. Las condiciones reductoras son evidentes por la presencia de Fe²⁺ libre, sulfuro de hierro o metano. El patrón de color gléyico muestra 90% o más de colores reductimórficos como se explicó en la unidad Solonchak Gléyico Hístico. Son típicos de humedales, se desarrollan sobre materiales fluviales y lacustres, con mineralogía básica a ácida. Se recomienda mantenerlos bajo una cubierta vegetal permanente (IUSS *et al.* 2007).

Gleysol Hístico (Sódico, Éútrico) GLhi(so,eu) y Gleysol Háplico (Éútrico) GLha(eu)

Los calificadores de estas unidades se describieron previamente. La primera se ubica en llanuras aluviales bajas del río Tonalá y la segunda en las orillas del río Blasillo (Figura 7), cubren pequeñas superficies con mangle blanco.

Los Gleysoles de los manglares, según datos de Zavala y García (2011), tienen un horizonte superficial Hístico o A que yacen sobre un horizonte C mineral, exhibiendo las siguientes diferencias: textura migajón arcillo arenosa a migajón arenosa, color negro o pardo oscuro a gris, pH fuertemente ácido a neutro, contenidos muy altos (> 31%) a bajos de MO, N y CIC, y altos a muy bajos en K, Ca y Mg; la conductividad eléctrica (CE) indica que es un suelo salino. Tienen limitaciones por inundación, manto freático, salinidad y sodicidad, por lo que no son aptos para las actividades agropecuarias. No obstante, están en proceso de tala para la introducción de pastizales para la ganadería.

Hidrocarburos en suelos de manglar

Los contenidos de hidrocarburos de la fracción pesada y media en los suelos de manglar, se muestran en el Cuadro V. Los niveles de hidrocarburos fracción pesada rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (DOF 2005), para suelos agrícolas y forestales, en los campos petroleros Cinco Presidentes y Caparroso, y al oeste de la petroquímica La Venta; el campo Mecoacán, también mostró niveles superiores a la norma, excepto en el sitio El Bajío cuyos contenidos fueron normales. Los suelos de los campos petroleros El Golpe y Castarrical, así como el sitio San Pedro, próximo al río Usumacinta, presentaron niveles normales. La fracción pesada de hidrocarburos se encontró en niveles altos en los suelos Histosoles, posiblemente están adsorbidos en la materia orgánica y su degradación es muy lenta debido a las condiciones anaerobias la mayor parte del año. Inversamente, los sitios normales se ubicaron en suelos Solonchaks libres de inundación en la época seca; esto favorece la actividad microbiana, la oxidación y degradación del contaminante.

En cuanto a la fracción media, dos sitios ubicados al suroeste y oeste de la Petroquímica La Venta, mostraron concentraciones de hidrocarburos fracción media que se encuentran por encima del límite máximo permisible,

de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 (DOF 2005), para uso del suelo agrícola y forestal. La fuente de contaminación son antiguas descargas de hidrocarburos de la petroquímica que se acumularon en los suelos Solonchak e Histosol; en la época de lluvia, al elevarse el manto freático, el hidrocarburo flota en la lámina de agua, se dispersa e impregna los tallos del mangle blanco.

Cuadro V. Hidrocarburos totales y fracción media en suelos de campos petroleros con manglar.

Sitio	Campo petrolero	Coordenadas (UTM)	Hidrocarburos (mg/kg ss)	
			Fracción pesada	Fracción media
1-1	Ej. Nuevo Rovirosa, Petroquímica La Venta	388583-2000493	16,471	3,149.2
2-1	Dren La Venta-río Tonalá, Petroquímica La Venta	388216-2001429	169,572	3,593.3
3-1	Campo Cinco Presidentes	391081-2010434	5,168	< LDM
4-1	Campo Cinco Presidentes	391429-2011133	10,255	< LDM
5-1	Campo Cinco Presidentes	394002-2011825	30,000	< LDM
6-1	Campo Cinco Presidentes	393771-2012585	54,982	< LDM
7-1	Campo Cinco Presidentes	393633-2012965	35,121	< LDM
8-1	Campo El Golpe	455661-2027185	1,895	< LDM
9-1	Lázaro Cárdenas, Campo el Golpe	454128-2030157	1,174	< LDM
10-1	Campo Costarrical	467349-2034197	996	< LDM
11-1	Estación de Compresoras Castarrical	467361-2032627	884	< LDM
12-1	Campo Costarrical	467487-2032171	2,952	< LDM
13-1	EJ. El Bajío, Campo Mecoacán	486093-2027378	959	< LDM
14-1	Campo Mecoacán	488857-2027430	103,535	< LDM
15-1	Campo Mecoacán	489713-2027343	13,589	< LDM
16-1	Campo Mecoacán	490636-2027490	54,572	< LDM
17-1	Campo Camporroso	517910-2031433	10,015	< LDM
18-1	Campo Camporroso	518821-2031169	8,888	< LDM
19-1	Campo Camporroso	518966-2030716	12,107	< LDM
20-1	San Pedro, Reserva de la Biosfera, Pantanos de Centla	552063-2060163	686	< LDM

Distribución geográfica del manglar

En el Cuadro VI se muestra la superficie del manglar por especies y asociaciones y en la Figura 8 la distribución geográfica de los manglares en 2008-2009. El manglar ocupa una superficie de 41,498.5 ha que representa el 1.7% del Estado de Tabasco. Esto es 14,677 ha menos que las reportadas por INEGI en 2001. Las mayores extensiones corresponden a los mangles rojo, negro y blanco, seguido de lejos por las asociaciones de mangle y el tipo botoncillo. Dentro de la zona de manglar existen 5,245.9 ha ocupadas por otros usos del suelo, que incluyen instalaciones de la industria petrolera (pozos, baterías de separación, estaciones de compresoras), terracerías, canales, pastizales inducidos, vegetación hidrófita, granjas camaronícolas y asentamientos humanos. Estos usos se establecieron a costa de la degradación del manglar.

Cuadro VI. Superficie de los manglares de Tabasco, por especies y asociaciones.

Especie o asociación	Superficie	
	ha	%
Mangle rojo	13,615.0	32.8
Mangle negro	11,937.8	28.8
Mangle blanco	11,090.0	26.7
Mangle botoncillo	895.7	2.2
Asociaciones de mangle	3,960.0	9.5
Total manglar	41,498.5	100
Otros usos del suelo	5,245.9	
Total área de estudio	46,744.4	

Los mapas de geomorfología, suelos y manglar indican que el manglar ribereño, de acuerdo con la clasificación de Novelo y Ramos (2005), se localiza en las llanuras aluviales bajas salinas de los ríos San Pedro y San Pablo, Usumacinta, González, Santa Ana, San Felipe, Tonalá y Blasillo. El manglar crece principalmente sobre suelos Solonchaks Gléyicos Hísticos e Hipersálicos, y en menor extensión sobre Gleysoles Hísticos y Háplicos.

El manglar de cuenca (Novelo y Ramos 2005), se distribuye alrededor de las lagunas costeras Cometa, El Coco, El Yucateco y La Palma, y en la porción sur de las lagunas Santa Anita, Mecoacán, Arrastradera, Cocal, Redonda, La Machona, Pajonal y el Carmen; también en las márgenes del río Chicozapote. Este tipo de manglar se desarrolla en las depresiones de turba con suelos Histosoles Hémicos y Sápricos con un espesor medio de 112 cm.

Los manglares con altura mayor a 10 m se ubican en depresiones protegidas del efecto del oleaje vigoroso, de acuerdo con lo mencionado por West *et al.* (1985), al sur y suroeste de las lagunas Mecoacán, Arrastradera, Cocal, Redonda, el Carmen, El Yucateco y río Chicozapote.

Manglares jóvenes de altura menor a 10 m se han establecido en depresiones fluvio-marinas y llanuras aluviales salinas, sobre suelos Solonchaks, al sur de las lagunas La Machona, Redonda y El Cocal. En estas planicies, los manglares prosperaron después de la apertura de la Boca de Panteones en 1972, la cual provocó una intrusión de agua de mar que degradó los suelos Gleysoles a Solonchaks en una superficie de 8,870 ha (Zavala 1988). Al este y sureste de la laguna El Yucateco, el manglar se está ampliando sobre los Histosoles, debido al ingreso de mareas a través de canales de acceso a pozos petroleros (Zavala 1996).

Los manglares más alterados por tala e incendios, coinciden con las superficies ocupadas por los campos petroleros La Venta, Cinco Presidentes, Castarrical y Mecoacán. Las terracerías de acceso sirven como rutas de

penetración para talar, extraer madera e incorporar los suelos del manglar a una precaria actividad ganadera a base de pastizales inducidos. El entorno de los pozos petroleros, canales y bordos, baterías de separación y estaciones de compresoras, también es disturbado por actividades humanas, principalmente la ganadería. En el campo petrolero Cinco Presidentes, los derrames de petróleo han contribuido a la degradación de pequeñas áreas de manglar (García *et al.* 2006); después de las actividades de remediación ocurre un cambio de uso del suelo a otras comunidades vegetales, perdiéndose la vegetación original. Al suroeste de la petroquímica La Venta, es notable la capacidad del manglar para adaptarse a suelos con altas concentraciones de hidrocarburos, y posiblemente está proporcionando un servicio ambiental no valorado mediante una remediación pasiva. El saqueo de madera en este sitio es constante.

En conclusión, los manglares de Tabasco se distribuyen en tres relieves principales: depresiones de turba, depresiones fluviomarinas y llanura aluvial baja salina. Microrrelieves de origen antrópico se encuentran en los campos petroleros.

Los suelos del manglar corresponden a los grupos Solonchak, Histosol, Gleysol y Tecnosol; excepto el último, tienen severas limitantes por inundación, manto freático, salinidad y sodicidad, por lo que no tienen capacidad para el uso agropecuario.

Histosoles están formados de material orgánico, suprayaciendo a sedimentos arcillosos a arenosos; son de color pardo oscuro a negro, pH ácido y ricos en materia orgánica y nutrimentos. Se ubican en depresiones de turba y ocupan el 42% del manglar.

Solonchaks tienen un horizonte sálico y propiedades gléyicas, pH fuertemente ácido a neutro, color pardo oscuro a gris verdoso, textura migajón arcillosa a arcillosa, contenidos altos a bajos en materia orgánica (MO) y altos a medios en nutrimentos; Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico) es diferente

por ser arenoso y pobre en nutrientes. Se localizan en llanuras aluviales salinas y depresiones fluviomarinas y cubren el 56.4% del manglar.

Gleysoles presentan condiciones reductoras y un patrón de color gléyico, son de textura migajón arcillo arenosa a arcillo arenosa, color gris oscuro a gris, pH fuertemente ácido a neutro, poseen contenidos altos a bajos en MO y nutrientes. Se desarrollan en llanuras aluviales del río Tonalá.

Tecnosoles se asocian a materiales de excavación y rellenos en campos petroleros; tienen color pardo oscuro a amarillento, textura migajón arenosa a migajón arcillo arenosa, pH moderadamente ácido a muy ácido, y contenidos medios a bajos de MO y nutrientes. Su uso es agropecuario.

Los contenidos de hidrocarburos fracción pesada indican contaminación en Histosoles de los campos petroleros Cinco Presidentes, Mecocacán y Caparroso, y del oeste de la petroquímica La Venta. En el último sitio, los suelos también registran contaminación por hidrocarburos de fracción media.

Los manglares de Tabasco tienen una extensión de 41,498.5 ha. En orden de importancia por su superficie destacan el mangle rojo (32.8%), mangle negro (28%) y mangle blanco (26.7%); el mangle botoncillo y las asociaciones de mangle representan el 11.7% del total. Los manglares de cuenca son los más extensos y coinciden con suelos Histosoles. Importantes extensiones de mangle joven han prosperado en suelos salinizados al sur de las lagunas La Machona, Redonda y Cocal.

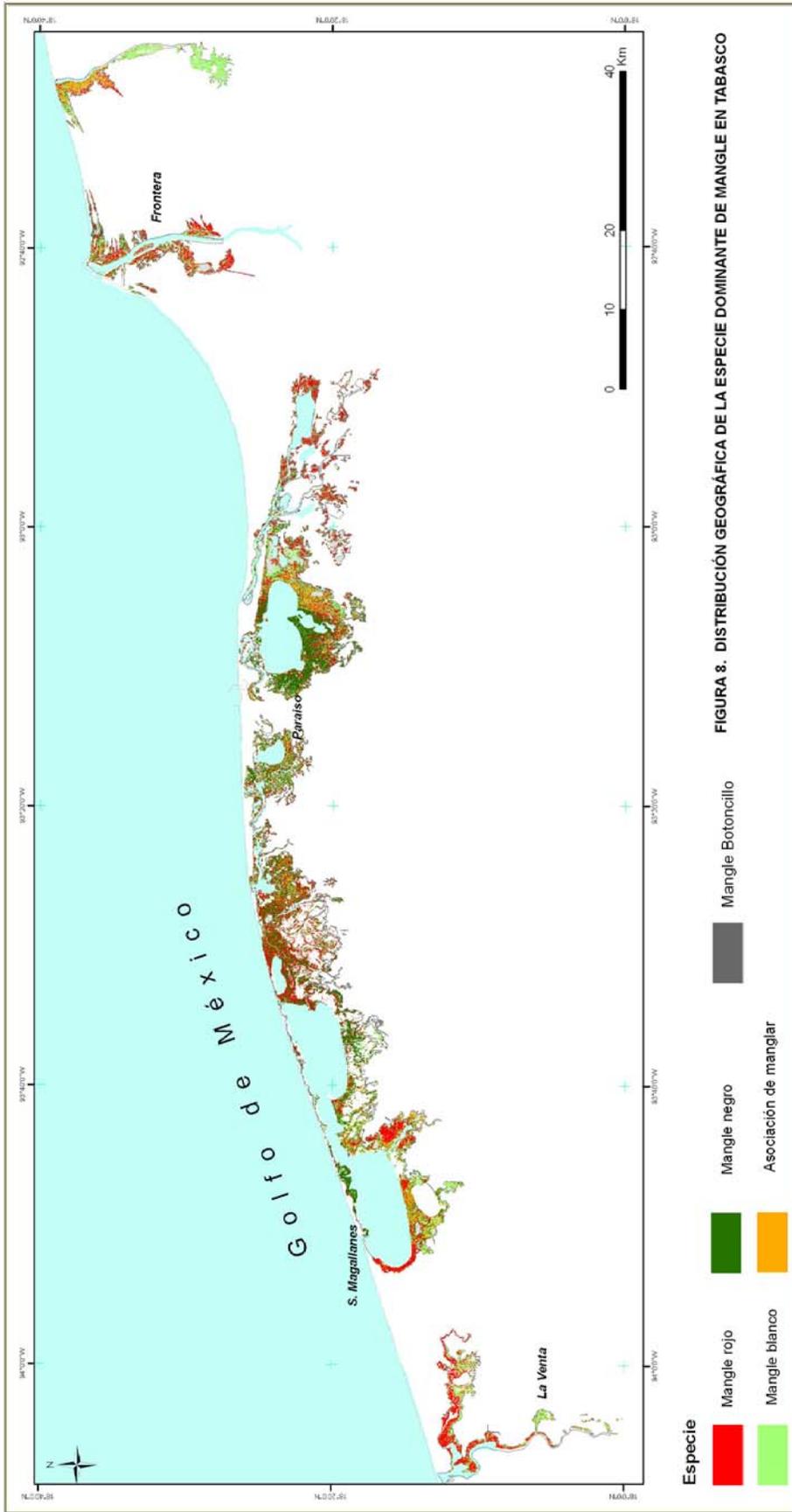


FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ESPECIE DOMINANTE DE MANGLE EN TABASCO

ESTRUCTURA DEL MANGLAR, REGENERACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

Desde el punto de vista del manejo, el ecosistema de manglar es un receptor y emisor de energía, está interrelacionado con otros ecosistemas costeros, y conformado principalmente por comunidades vegetales arbustivas o arbóreas que se desarrollan sobre suelos fangosos, anaeróbicos, inundados periódicamente por las aguas salobres de las mareas. Su funcionamiento y papel ecológico están relacionados con el reciclaje de nutrientes, producción de madera, hojarasca y detritus, protección de las riberas contra fenómenos erosivos, preservación de la calidad de las aguas estuarinas, retención y acumulación de sedimentos y hábitat de fauna silvestre. Constituye un ecosistema irremplazable y único, que alberga una increíble biodiversidad, y que se cuenta entre los más productivos del mundo. Las raíces aéreas de sus árboles surgen de las aguas saladas en costas, estuarios y deltas, formando un entramado que alberga a multitud de especies animales (peces, moluscos, crustáceos), muchas de ellas importantes para la alimentación humana. Los manglares son zonas de apareamiento y cría de gran cantidad de estas especies, son refugio para alevines y pececillos en desarrollo, y otras formas de vida marina en etapa larvaria. Además, protegen a estas costas de la erosión y han proporcionado durante siglos multitud de recursos a las poblaciones locales (Domínguez-Domínguez 1994).

El manglar de Tabasco es un recurso de libre acceso, que actualmente se ve afectado por muchos factores como la utilización de tierras para la ganadería extensiva, la agricultura, la apertura de diques, la construcción de carreteras, las actividades de la industria petrolera y el crecimiento de la población (López-Mendoza 1980). Para conocerlo más en profundidad es esencial estudiar con detalle la composición de los manglares: las especies arbóreas que lo componen, su riqueza y distribución; el tamaño, grosor y altura de los árboles, la densidad en que se encuentran y la cantidad de madera y biomasa que forman parte del ecosistema.

Todas estas características nos dan una idea bastante completa de la composición del bosque y de su estructura; y son indicadoras de su estado de desarrollo, de la diversidad de edades y tamaños de sus integrantes, de la necesidad o exceso de individuos respecto a los que puede sustentar el ecosistema o a los que pueden desarrollarse de manera vigorosa en el lugar; también es indicadora de la capacidad del bosque para sustentar otras formas de vida ya sea sirviéndoles de refugio o como fuente de alimento.

La composición del bosque en clases diamétricas permite juzgar sobre la disponibilidad de materias primas para abastecer a la construcción, a la agricultura, a la ganadería, a la industria maderera; también da información sobre la disponibilidad de leña o de materia prima para fabricación de carbón. Es esencial para determinar la distribución de edades de los individuos, la viabilidad de su conservación o la necesidad de regeneración o de conservación de cada especie.

La estructura del bosque es la base que posibilita la producción de bienes y servicios como la captura de carbono, la protección de las costas de la erosión, el abastecimiento de madera y, al mismo tiempo, es el resultado del manejo y de las actividades extractivas desarrolladas por los usuarios y productores a lo largo del tiempo.

Para conocer la estructura del bosque de manglar se realizaron mediciones en 10 sitios o zonas de los manglares de Tabasco. Cada uno de estos sitios se seleccionó para abarcar toda la distribución del ecosistema en el Estado y que estuvieran representados lugares que han recibido manejo y los que no, lugares en diferente estado de conservación y grado de afectación por las actividades extractivas.

En cada sitio se quiso obtener información sobre las diferentes franjas de vegetación en que se presenta el manglar, normalmente perpendiculares a la costa y a las riberas de las lagunas. Para ello, en cada sitio se realizaron tres transectos de 50 m de largo, uno por cada franja de especie de

mangle, haciendo un total de 30 transectos, excepto en los sitios donde se encontraron zonas mixtas compuestas por varias especies; en esos sitios se realizaron hasta cuatro transectos a diferentes distancias tierra adentro para estimar la variabilidad. Cada transecto estuvo formado por cinco parcelas, en total se midieron 155 parcelas. Estas parcelas se realizaron con el método de puntos centrados en cuadrantes desarrollado por Cottam y Curtis (1956). Este método consiste en establecer puntos de muestreo a lo largo de un transecto. La distancia entre los puntos debe asegurar que ningún árbol del punto anterior sea registrado en el punto de muestreo siguiente y se recomienda que los transectos se tracen perpendiculares a la línea de costa (Agraz *et al.* 2009). En cada punto, con el apoyo de una cruceta, se definieron los cuadrantes correspondientes y en cada uno de ellos se ubicó el árbol más cercano al punto central. Esta metodología de punto centrado en cuadrante se ha utilizado en trabajos de manglar por Domínguez-Domínguez (1991), Estrada-Durán *et al.* (2001), Almada-Villela *et al.* (2003) y Félix *et al.* (2006). Se midieron los árboles a partir de 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m. En el mangle blanco y negro se midió el diámetro a 1.30 m de altura y en mangle rojo a los 30 cm por encima de la última raíz aérea, lo que obligó en algunos casos a subir a 7 m de altura. Se midió la distancia en metros entre cada árbol y el punto central de la parcela. En árboles con tallos múltiples se consideró el fuste central para registrar la distancia (Dahdouh-Guebas y Koedam 2006). Además se midieron: la altura total, la altura de fuste limpio de cada árbol de la parcela y, en el caso del mangle rojo, la altura de las raíces aéreas (Figura 9).

Tan importante como la presencia de árboles desarrollados de diferentes tamaños, es la incorporación de nuevas generaciones de individuos a la población, lo que se conoce como regeneración del arbolado. Para determinar la existencia de regeneración en cada sitio, su abundancia y viabilidad, se establecieron tres parcelas en cuadrados de 1 x 1 m al azar, dentro de cada transecto y se midieron diámetro promedio y altura promedio de las plantas, así como densidad de las mismas.

También se aplicaron 319 encuestas a productores que tienen propiedades con manglares para conocer su percepción de la problemática del aprovechamiento del manglar.



Figura 9. Mediciones dasométricas (diámetro, altura del árbol, longitud de raíces aéreas en las especies de manglar).

Para la determinación de cada uno de los transectos (Cuadro VII) se consideraron las siguientes condiciones: sitios donde han existido actividades petroleras, sitios conservados, sitios no conservados y sitios

donde ha habido manejo autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En estos sitios se determinaron altura promedio, altura dominante, densidad de árboles en índice de densidad del rodal de Reineke y área basal de cada parcela. Para cada transecto se determinaron las mismas variables añadiendo la participación de cada especie en porcentaje de número de árboles y de área basal, y se representa en una gráfica la distribución diamétrica de cada especie por sitio.

Información dasométrica generada de las especies de mangle

La densidad promedio en árboles por hectárea, la altura y diámetro promedio de los árboles medidos en cada sitio se resumen en el cuadro VIII. Sitio 3. Manglar ubicado en Aquiles Serdán, del municipio de Huimanguillo, Tabasco. En este sitio el mangle rojo presenta la densidad mayor de 331 árboles/ha, la especie de mangle blanco es la que tiene mayor diámetro, 33 cm y altura de 17 m.

Sitio 4. Manglar Campo petrolero Cinco Presidentes, localizado en el municipio de Cárdenas Tabasco, presenta una densidad mayor en el mangle blanco de 416 árboles/ha, siendo la especie de mangle rojo la que tiene mayor diámetro de 30 cm y altura de 13 m.

Sitio 5. Manglar de laguna el Carmen, localizado en el Ejido Pedro Sánchez Magallanes en el municipio de Cárdenas Tabasco, presenta una densidad de mangle blanco de 730 árboles/ha, siendo el mangle rojo el que presentó árboles de mayor grosor, 20 cm de diámetro y el mangle negro la mayor altura, 15 m.

Sitio 9. Manglar de la laguna Machona, localizado en el Ejido la Azucena, en el municipio de Cárdenas, Tabasco. En este sitio sólo se encontró en el transecto la especie mangle negro con una densidad de 1,189 árboles/ha, diámetro de 13 cm y altura de 12 m.

Cuadro VII. Sitios de manglar donde se realizaron las mediciones dasométricas en Tabasco.

Sitios	Municipio	Localización	Situación			
			PEMEX	NC	C	M
3	Huimanguillo	Aquiles Serdán 2ª Sección (Azucenita), "Río el Yucateco".			X	
4	Cárdenas	Campo petrolero Cinco Presidentes "Laguna el Yucateco".	X			
5	Cárdenas	Ejido Pedro Sánchez Magallanes, "Laguna el Carmen"		X		
9	Cárdenas	Ejido Azucena 4ª Sección, "Laguna Machona"			X	
10	Cárdenas	Ranchería el Mingo, "Laguna Redonda"				X
11	Comalcalco	Ejido Barra de Tupilco, "Laguna el Cocal"	X	X		
13	Paraíso	Ejido Libertad 1ª Sección (El Chivero), "Laguna Mecoacán"			X	X
14	Paraíso	Ejido Campo Mecoacán	X		X	X
21	Centla	Ranchería Arroyo Polo 3ª Sección.		X		
23	Centla	Barra de San Pedro, "Río San Pedro"			X	

Nota: NC= No conservado, C= Conservado, M= con manejo

Sitio 10. Manglar de la laguna Redonda, localizado en la Ranchería el Mingo en el municipio de Cárdenas Tabasco. Presenta una mayor densidad para el mangle blanco de 1,111 árboles/ha, siendo el mangle rojo que presentó mayor altura de 12 m y diámetro de 17 cm.

Sitio 11. Manglar de la laguna el Cocal, localizado en el Ejido Barra de Tupilco en el municipio de Comalcalco, Tabasco. Presenta una densidad mayor en el mangle blanco de 269 árboles/ha, siendo el mangle negro el que presentó mayor diámetro de 27 cm y altura de 11 m.

Sitio 13. Manglar de la laguna Mecoacán, localizado en el Ejido Libertad 1ª Sección (El Chivero) en el municipio de Paraíso, Tabasco. En este sitio el mangle blanco es el que presenta la mayor densidad, con 494 árboles/ha, y

el mangle negro presenta un mayor tamaño de los árboles con un diámetro de 43 cm y una altura de 19 m.

Sitio 14. Manglar del Campo Mecoacán en el Ejido Campo Mecoacán en el municipio de Paraíso, Tabasco. Este sitio presenta las densidades mayores de 237 árboles/ha en el mangle blanco y en el mangle negro por igual, siendo la especie de mangle rojo la que tiene mayor diámetro, de 34 cm y altura de 16 m.

Sitio 21. Manglar Arroyo Polo, localizado en la Ranchería Arroyo Polo 3^{ra}. Sección, en el municipio de Centla, Tabasco. Este sitio presenta una densidad mayor en el mangle rojo de 453 árboles/ha, siendo la especie de mangle blanco la que tiene mayor diámetro, de 21 cm y altura de 17 m.

Sitio 23. Manglar en el río San Pedro, localizado en el municipio de Centla, Tabasco. Este sitio presenta una densidad mayor en el mangle blanco de 517 árboles/ha, siendo la especie de mangle negro la que tiene mayor diámetro, de 26 cm y altura de 15 m.

Las clases diamétricas son importantes porque informan de la abundancia relativa de las especies y de su dinámica de incorporación y desaparición: en cuanto a la abundancia relativa, el mangle rojo es la especie más frecuente en la franja externa costera. El mangle negro es el más escaso en número de individuos, pero es la especie en que el árbol medio tiene mayor tamaño y la única en que abundan los árboles de grandes dimensiones. El mangle negro tiene una presencia intermedia, con menos individuos jóvenes que el blanco y mayor proporción de latizales y fustales. Los árboles de más de 40 cm de diámetro son muy escasos (Cuadro VIII).

Clases diamétricas de las especies de mangle por municipio

En Aquiles Serdán 2^a Sección (Azucenita) ubicado en el municipio de Huimanguillo, se encuentran las tres especies principales de mangles, siendo la especie más abundante el mangle rojo: también es el mangle

rojo la que tiene una población más importante de árboles inferiores a 20 cm, una escasez relativa de árboles de la clase diamétrica 20-30 cm y clases superiores abundantes y bien equilibradas. En el mangle blanco se encontraron durante el transecto una diversidad de clases diamétricas, entre ellas abundantes árboles de más de 50 cm de diámetro. En la zona se presentan escasos árboles de mangle negro que presentan una distribución de edades equilibrada.

En el Campo petrolero Cinco Presidentes “Laguna el Yucateco” ubicado en el municipio de Cárdenas, no se presentó el mangle negro. El mangle rojo presenta una distribución repartida casi equitativamente entre las cuatro primeras clases diamétricas, se presentan árboles jóvenes y adultos, pero no hay una proporción equilibrada que asegure la renovación del manglar. El mangle blanco tiene una importante incorporación de individuos jóvenes y una abundancia grande de los tamaños intermedios: 30-40 cm y 40-50 cm.

En el Ejido Pedro Sánchez Magallanes “Laguna el Carmen”, municipio de Cárdenas, el mangle negro es muy escaso y sólo se han localizado árboles delgados (10-20 cm). El mangle blanco presenta una elevada representación de árboles delgados y no se presentan árboles gruesos. El mangle rojo presenta una elevada población de árboles delgados y una representación adecuada de los diámetros superiores (Figura 10).

Cuadro VIII. Promedios dasométricos del manglar de los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Paraíso, Centla y Huimanguillo Tabasco, por especie.

Sitio	Localidad	Municipio	Especies	Promedios		
				Densidad (árb./ha)	DBH (cm)	HT (m)
3 Aguiles Serdán	Aguiles Serdán 2ª Secc. (Azucenita)	Huimanguillo	Mangle Blanco	178	33	17
			Mangle Negro	308	27	12
			Mangle Rojo	331	26	14
4 Laguna el Yucateco	Campo petrolero Cinco Presidentes	Cárdenas	Mangle Blanco	416	25	16
			Mangle Negro	0	-	-
			Mangle Rojo	370	30	13
5 Laguna el Carmen	Ejido Pedro Andrés, Sánchez Magallanes	Cárdenas	Mangle Blanco	730	13	10
			Mangle Negro	111	18	15
			Mangle Rojo	434	20	12
9 Laguna Machona	Ejido Azucena	Cárdenas	Mangle Blanco	0	-	-
			Mangle Negro	1,189	13	12
			Mangle Rojo	0	-	-
10 Laguna la Redonda	Ranchería el Mingo	Cárdenas	Mangle Blanco	1,111	12	10
			Mangle Negro	0	-	-
			Mangle Rojo	413	17	12
11 Laguna el Cocal	Ejido Barra de Tupilco	Comalcalco	Mangle Blanco	269	18	8
			Mangle Negro	237	27	11
			Mangle Rojo	252	17	9
13 Laguna Mecoacán	Ejido Libertad 1ª Secc. (El Chivero)	Paraíso	Mangle Blanco	494	24	16
			Mangle Negro	308	43	19
			Mangle Rojo	279	19	15
14 Campo Mecoacán	Ejido Campo Mecoacán	Paraíso	Mangle Blanco	237	19	12
			Mangle Negro	237	27	11
			Mangle Rojo	135	34	16
21 Arroyo Polo	Ranchería Arroyo Polo 3ª Secc.	Centla	Mangle Blanco	370	21	17
			Mangle Negro	0	-	-
			Mangle Rojo	453	18	16
23 Río San Pedro	Barra de San Pedro	Centla	Mangle Blanco	517	21	17
			Mangle Negro	356	26	15
			Mangle Rojo	434	18	14

DBH= diámetro a la altura del pecho, HT=Altura total del árbol

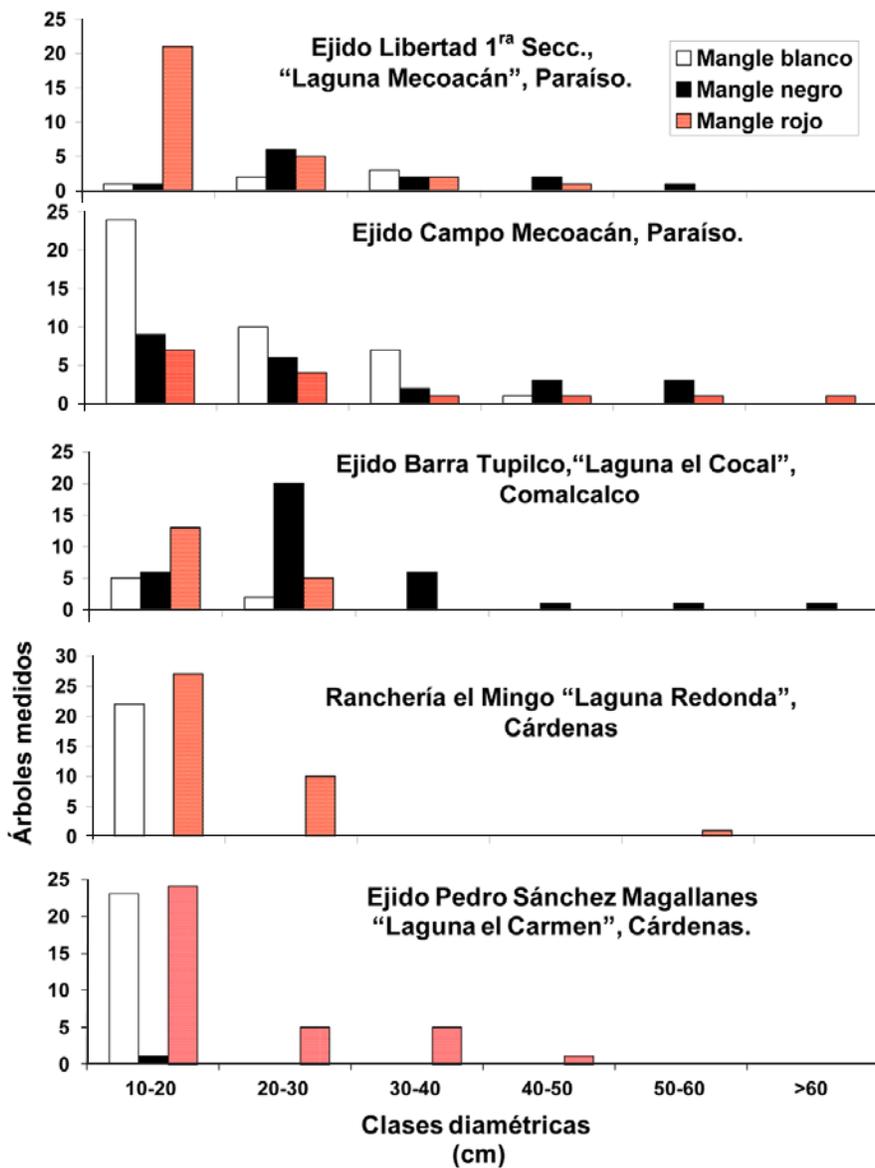


Figura 10. Clases diamétricas de las especies de mangle por municipios.

En el Ejido la Azucena "Laguna Machona" ubicado en el municipio de Cárdenas, sólo se encontró la especie mangle negro, teniendo una población importante de árboles inferiores a 20 cm.

En la Ranchería el Mingo "Laguna Redonda", Cárdenas, no se han encontrado mangles negros en los transectos. Hay muchos árboles delgados (10-20 cm de diámetro) de mangle rojo y blanco; los únicos árboles gruesos (20-30 cm) y muy gruesos (50-60 cm) son de mangle rojo.

En el Ejido Barra Tupilco, “Laguna el Cocal”, Comalcalco, se encontró abundante mangle negro de tamaño intermedio (20-30 cm de diámetro) y una cantidad importante de árboles de mayor diámetro de esta especie. Hace falta la incorporación de árboles jóvenes (10-20 cm). El mangle rojo tiene una considerable población de árboles pequeños y de la clase (20-30 cm), pero faltan los árboles de mayor diámetro. Lo mismo ocurre para el mangle blanco, aunque con densidades de arbolado más bajas.

En el Ejido Libertad 1^{ra} Sección (El Chivero), “Laguna Mecoacán”, Paraíso, el mangle rojo presenta una curva de distribuciones diamétricas próxima a la de Liocourt lo que deja ver una adecuada incorporación de individuos jóvenes y una progresiva disminución de éstos, conforme crecen en edad y en diámetro. La incorporación de nuevos individuos de mangle rojo es muy satisfactoria. Sería deseable que un porcentaje de éstos, alcanzara mayores diámetros. El mangle negro presenta una escasez alarmante en individuos jóvenes, y una representación más equilibrada del resto de los tamaños con árboles que llegan a superar los 50 cm de diámetro. El mangle blanco manifiesta la escasa incorporación de individuos jóvenes y la abundancia grande de los tamaños intermedios: 20-30 y 30-40 cm.

En el Ejido Campo Mecoacán, Paraíso, el mangle rojo es el más escaso, pero su distribución diamétrica es muy equilibrada y se ajusta aceptablemente a la curva de Liocourt. Los ejemplares de esta especie llegan a alcanzar dimensiones considerables en la localidad. El mangle negro tiene una población juvenil adecuada para el tamaño de su población, y es evidente que se han respetado muchos mangles negros de edad mayor. Aquí la especie más abundante es el mangle blanco y la que tiene una población más importante de árboles inferiores a 20 cm. La distribución de diámetros se ajusta aceptablemente a la curva de Liocourt, pero en contraste con las otras dos especies, no se encuentran árboles de más de 50 cm.

En la Ranchería Arroyo Polo 3^{ra} Sección, Centla, no se presentó el mangle negro, se encontraron abundantes mangles blancos jóvenes, de diámetros

comprendidos entre 10 y 20 cm, y una cantidad decreciente de árboles de las clases de mayor diámetro de esta especie. El mangle rojo tiene una importante población de árboles pequeños y árboles adultos en cantidades decrecientes, según aumenta la clase diamétrica de manera bastante ajustada a la curva de Liocourt del bosque ideal.

En los alrededores del río San Pedro, en el municipio de Centla, se presentan abundantes árboles jóvenes de mangle rojo de 10-20 cm de diámetro y pocos árboles adultos. En el mangle negro se presenta una variabilidad de árboles jóvenes con claro predominio de adultos. En el mangle blanco existe mayor número de árboles en diámetros de 20-30 cm.

Clases diamétricas de las especies de mangle en Tabasco

En la Figura 11 se muestra la distribución de las clases diamétricas. En el mangle blanco la curva de renovación de la especie es equilibrada y se ajusta bastante bien a la curva de Liocourt, lo que indica que el relevo generacional está asegurado. Escasean los árboles de más de 40 cm, pero la menor abundancia de las clases diamétricas superiores se da de forma progresiva. Es importante generar una reserva de árboles gruesos, que enriquezcan la diversidad estructural de los manglares. El mangle negro y mangle rojo son las especies con individuos de mayor diámetro: muchos árboles mayores de 60 cm de diámetro; esto es muy positivo porque indica que existe una gran reserva de árboles de gran diámetro, lo que es un gran capital tanto desde el punto de vista maderero, como desde el punto de vista ecológico; sin embargo, no hay una adecuada representación de las clases jóvenes y los individuos de menos de 20 cm de diámetro son escasos en proporción. La estructura diamétrica se aparta mucho de la curva de Liocourt, en concreto en la clase diamétrica 10-20 cm: no hay relevo generacional, lo cual deja ver un escaso aprovechamiento y necesidad de cortas de regeneración, para no enfrentarse en el futuro a una especie envejecida. Si se busca equilibrar la población habrá que realizar cortas de regeneración, siembras y plantaciones.

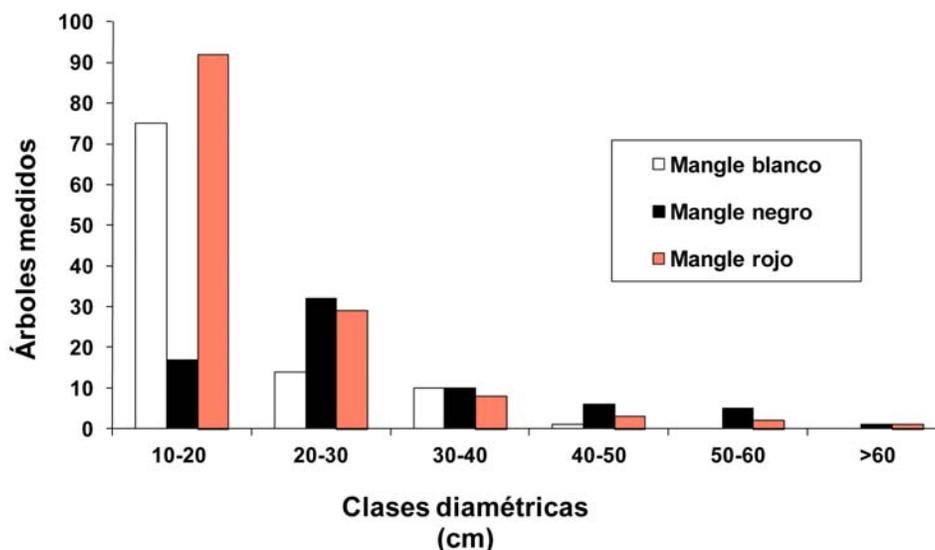


Figura 11. Clases diamétricas de las especies de mangle en Tabasco.

Determinación de los índices de sitio en el manglar de la zona costera del Estado de Tabasco

La calidad de estación o índice de sitio es un parámetro que mide las condiciones de cada rodal, por un lado productivas: de madera, leña, biomasa, etc., pero, al mismo tiempo, definitorias del vigor, del crecimiento y capacidad de la masa para regenerarse, crecer, recuperarse de una plaga o una alteración. Usualmente la calidad de índice de sitio se determina a partir de las relaciones de la edad de los árboles con su altura. La altura más indicativa de la calidad es la de los árboles dominantes de la masa (la altura dominante es el promedio de la altura de los cien árboles más gruesos de la hectárea de bosque). En este caso se desconoce la edad de los árboles y por tanto la calidad de estación hubo que determinarla con un parámetro de forma: se determinó a partir de la relación de altura-diámetro de los árboles existentes en cada rodal. Los árboles más esbeltos son indicativos de una mayor calidad de la estación. Con los árboles medidos en el inventario se elaboraron las curvas de altura diámetro siguientes con la ecuación potencial, utilizada con el mismo propósito en manglares por Sánchez *et al.* (2004).

$$Ht = a_0 * Dbh^{a_1}$$

Donde:

Ht es la altura total de un árbol (m)

Dbh el diámetro a la altura del pecho (cm)

a_0 y a_1 los parámetros de ajuste correspondientes,

Los parámetros ajustados para cada especie de mangle y para el conjunto de las especies, y r^2 que determina el grado de correlación se presentan en el cuadro IX.

Cuadro IX. Parámetros y bondad de ajuste para las curvas altura-diámetro de tres especies de mangle en Tabasco.

Especie	a_0	a_1	r^2
Mangle rojo	2.738	0.515	0.415
Mangle blanco	3.080	0.498	0.456
Mangle negro	3.901	0.181	0.100
Todas las especies	3.819	0.40	0.316

El estadístico de ajuste r^2 es bajo, especialmente para mangle negro porque no se está analizando un rodal o ejido concreto, sino que se abarcan los manglares de todo el Estado. Precisamente esa variabilidad es lo que se quiere evaluar con el índice de calidad de estación o índice de sitio (Figura 12).

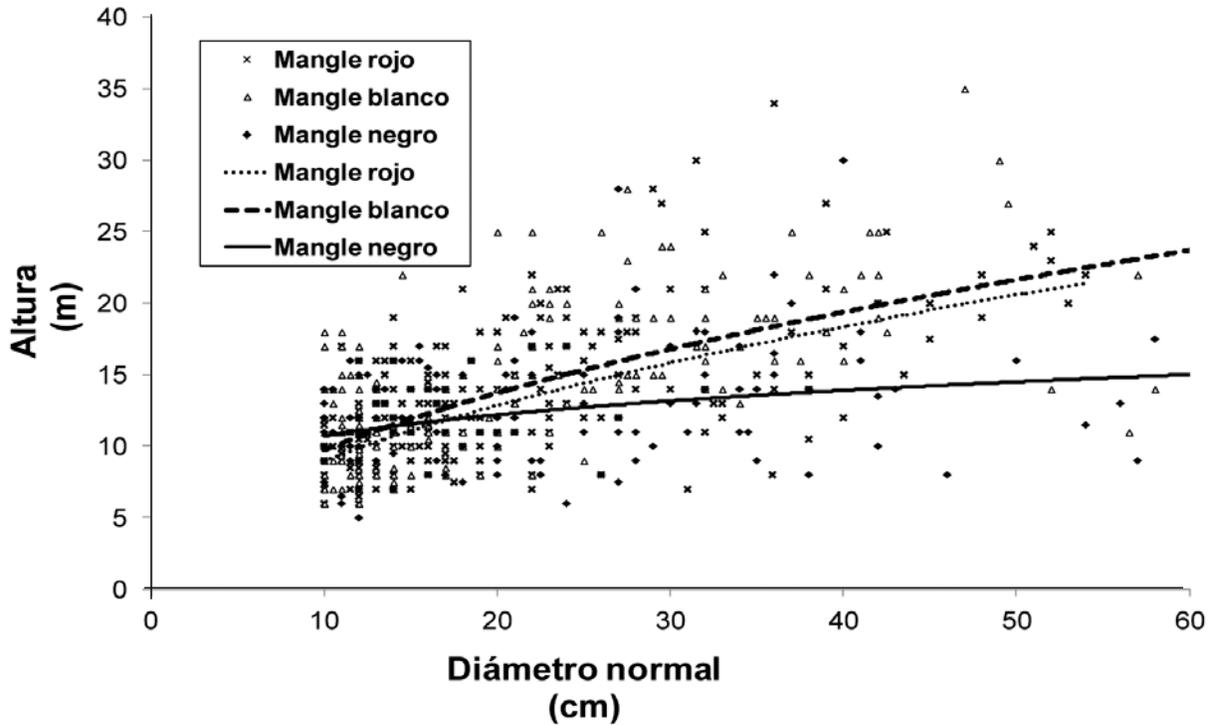


Figura 12. Distribución de la altura y diámetro de los árboles y curvas altura-diámetro de cada especie.

Se define el índice de sitio como la altura tipo de un árbol de 30 cm de diámetro que tenga las mismas características de forma, que el árbol analizado. Así el índice de sitio correspondiente a un árbol será:

$$IS = \frac{Ht}{(a_0 * Dbh^{a_1})} (a_0 * 30^{a_1})$$

El índice de sitio característico de un rodal será el promedio del índice de los árboles de la misma especie que crecen en él.

De esta manera se ha evaluado el índice de sitio para cada especie de 31 rodales repartidos en el Estado. Estos índices de sitio sirven para definir cinco clases de calidad de estación para el Estado de Tabasco en el cuadro X.

Cuadro X. Definición de los Índices de calidad de Sitio tipo de los manglares de Tabasco, mediante la altura promedio de los árboles de 30 cm de diámetro.

Especie	Baja	Media-baja	Media	Media alta	Alta
Mangle rojo	11.0	13.5	15.9	17.7	19.6
Mangle blanco	10.1	13.4	16.7	20.3	23.8
Mangle negro	8.2	11.9	15.7	18.3	20.9

Altura media y altura dominante del manglar

La norma mexicana NOM-022 (SEMARNAT 2003) establece que la altura habitual en los manglares de la Península de Yucatán se encuentra entre 5 y 15 metros y que los manglares de la costa del Pacífico presentan alturas medias alrededor de los 7 metros.

Por contraste los manglares tabasqueños y veracruzanos pueden alcanzar alturas superiores, hasta de 30 metros. En los manglares de Tabasco se han encontrado generalmente alturas importantes, cosa trascendente, pues los análisis están informando que esos manglares tienen importante capacidad productiva y pueden regenerarse y recuperarse de cortas madereras rápidamente, siempre que se hagan de acuerdo a las condiciones técnicas establecidas en las autorizaciones.

Las alturas medias y dominantes (parámetros de masa para los rodales analizados) y las máximas y mínimas que se han encontrado para los árboles individuales de cada especie, se caracterizan en el cuadro siguiente (Cuadro XI). La altura mínima corresponde a árboles de 10 cm de diámetro normal o más.

Cuadro XI. Alturas máxima, mínima y media de las especies de mangles y alturas medias y dominantes de los rodales de manglar en Tabasco.

Descripción de la variable		Media (m)	Máxima (m)	Mínima (m)
Parámetros de masa de cada rodal	Altura media	13.2	18.6	9.1
	Altura dominante	15.4	25.6	10.1
Altura de Los árboles	Mangle rojo	13.2	34	6
	Mangle blanco	14	35	6
	Mangle negro	12.7	30	5

De acuerdo a las alturas encontradas de las especies de mangle, no se considera limitante para el aprovechamiento. En el caso de manglares de alturas medias inferiores a 10 metros se estima que los diámetros de los árboles todavía no harán rentable el aprovechamiento, debiendo respetarse el crecimiento del rodal, y esperar a que los mangles superen dichas alturas para realizar el aprovechamiento.

Información dasométrica y evaluación de las condiciones de la masa arbórea

Los parámetros más característicos de la densidad de un rodal, que expresan la cobertura del sitio y el grado de competencia entre los árboles son tres:

El área basal (AB) se mide en m²/ha y expresa la superficie que ocupan las secciones de los troncos de una hectárea, medidas a la altura normal (1.30 sobre el suelo o 30 cm sobre la última raíz en el caso del mangle rojo).

El índice de densidad del rodal de Reineke (IDR) que expresa la densidad como el número de árboles de 25 cm de diámetro.

El número de árboles por hectárea (N), que para interpretarlo se debe considerar simultáneamente el tamaño de esos árboles. Los valores de densidad de los rodales muestreados se muestran en el cuadro XII.

Cuadro XII. Parámetros de densidad del arbolado y existencias de madera en manglares de Tabasco.

Parámetros	Promedio	Máximo	Mínimo
AB (m ² /ha)	10.8	20.7	3.5
IDR	229	382	81
N (árb./ha)	354	1,313	80
Vol (m ³ /ha)	82	187	20

De acuerdo con los valores encontrados y con la ley de Long, se define que la densidad máxima alcanzable es IDR=382 y la densidad se considera defectiva con IDR<134; el espacio estará plenamente utilizado por los árboles para 134<IDR<229; y los árboles están sometidos a competencia excesiva cuando presentan IDR>229.

Tomando las equivalencias correspondientes, el número de árboles en función de su diámetro medio cuadrático se interpreta de acuerdo con lo que admite el espacio en función de los siguientes valores: densidad valorada en número de árboles por hectárea (Cuadro XIII) que se corresponde con los valores de Índice de densidad del rodal de Reineke típicos, según el criterio de Long (1985).

Con el mismo criterio se definen como aconsejables los valores de área basal comprendidos entre 6.3 y 10.8 m²/ha. Los valores menores de 6.3 son interpretados como defectivos y los mayores de 10.8 como excesivos hasta llegar al máximo previsible de 20.7.

Los volúmenes de madera que se encuentran en el estado son muy altos comparados con los encontrados en los manglares de otros Estados de México. Su valor es similar al de los manglares bien conservados de Colombia, que fluctúan entre 12 y 315 m³/ha con un promedio de 104 m³/ha (Sánchez *et al.* 2004), y muy superiores a los encontrados en Nicaragua 23.9 m³/ha en promedio (Ammour *et al.* 1999).

Cuadro XIII. Correspondencia del número de árboles con la densidad de la masa en función del diámetro medio cuadrático (cm).

Diámetro de los árboles	Ocupación total	Competencia alta	Densidad máxima
	35% Max IDR=210	60% Max IDR=360	Max IDR IDR=601
10	914	1,567	2,616
20	300	515	860
30	157	269	449
40	99	169	283
50	69	118	198

Los métodos de ordenación silvícola más comunes en manglar requieren la conservación en el sitio de 25-30 árboles de buenas condiciones y dimensiones (30 cm de diámetro) en cada hectárea, que puede equivaler a 13.2 m³/ha. Simultáneamente la extracción de madera en cortas autorizadas se da con densidades de extracción de 10m³/ha a 202 m³/ha. Por ello es prudente realizar los aprovechamientos madereros exclusivamente en áreas que tengan existencias superiores a 23 m³/ha. Esta sería la cifra umbral de viabilidad sustentable del aprovechamiento maderero en manglar. La sustentabilidad se basa en la viabilidad ecológica, económica, social e incluso administrativa. Las zonas que no alcancen esas existencias de madera deben tener otras prioridades. Una vez que aumenten sus existencias hasta la cifra indicada podrían soportar aprovechamientos maderables. Mientras tanto deben conservarse sin cortas.

A continuación se menciona la información dasométrica de las especies de mangle por cada especie y por masa de acuerdo a los sitios referenciados en el cuadro IV de perfiles de suelos (Cuadro XIV y XV).

Cuadro XIV. Información dasométrica de las especies de mangle en los sitios y transectos realizados: composición específica.

Sitio y Transecto	Mangle rojo			Mangle blanco			Mangle negro		
	Árboles (%)	Área basal (%)	IS (m)	Árboles (%)	Área basal (%)	IS (m)	Árboles (%)	Área basal (%)	IS (m)
3.1	55	35.3	14.3	35	61.8	16.0	10	2.9	11.1
3.2	60	46.6	15.2	30	22.1	12.9	10	31.3	8.2
3.3	60	57.1	19.0	25	24.7	19.6	15	18.3	14.9
3.4	60	42.9	13.3	20	43.3	21.1	20	13.8	18.4
4.1	50	43.9	12.6	50	56.1	16.0	-	-	
4.2	-	-		100	100	18.6	-	-	
5.1	90	95.1	14.1	5	2.0	12.7	5	2.9	20.6
5.2	35	57.0	15.5	65	43.0	16.0	-	-	
5.3	50	68.9	15.1	50	31.1	16.2	-	-	
9.1	-			-			100	100.0	20.9
9.2	-			-			100	100.0	20.4
9.3	-			-			100	100.0	20.8
10.1	75	65.0	16.0	25	35.0	14.5	-		
10.2	75	79.9	16.0	25	20.1	17.4	-		
10.3	45	50.0	16.3	55	50.0	14.1	-		
11.1	15	2.1	11.0	5	0.6	10.2	80	97.3	11.9
11.2	25	34.6	11.4	20	3.0	10.1	55	62.4	12.0
11.3	50	31.8	11.9	10	13.9	11.3	40	54.4	13.9
13.1	-			-			100	100.0	14.6
13.2	55	30.5	19.4	25	22.9	15.0	20	46.6	14.6
13.3	45	21.8	19.1	5	2.4	22.3	50	75.8	18.2
14.1	15	2.0	17.0	-			85	98.0	12.6
14.2	-	-		95	58.7	14.2	5	41.3	12.7
14.3	60	79.3	17.2	30	17.2	16.7	10	3.4	17.5
14.4	-			85	82.0	16.3	15	18.0	13.3
21.1	75	82.1	19.6	25	17.9	19.7	-		
21.2	45	31.5	18.7	55	68.5	18.8	-		
21.3	-			100	100.0	23.8	-		
23.1	55	45.9	16.9	20	28.1	17.3	25	26.0	19.3
23.2	40	32.3	17.6	35	42.0	22.4	25	25.7	17.0
23.3	50	33.7	18.3	20	14.2	21.9	30	52.1	16.2

IS= Índice de sitio.

Cuadro XV. Información dasométrica de las especies de mangle en los transectos realizados: parámetros de masa.

Sitio y Transecto	Altura media (m)	Altura dominante (m)	Área basal (m ² /ha)	Índice de Reineke (IDR)	Densidad (árbo./ha)	Volumen maderable (m ³ /ha)
3.1	15.2	20.8	20.7	359	197	186.5
3.2	12.4	13.0	13.0	234	165	85.6
3.3	17.3	21.6	10.2	191	156	110.5
3.4	13.3	19.8	11.2	214	176	108.3
4.1	15.0	18.5	20.4	359	204	170.0
4.2	14.5	16.3	12.0	265	447	111.9
5.1	11.5	11.6	8.7	191	282	53.8
5.2	11.5	13.4	10.2	237	435	62.8
5.3	10.7	12.5	6.3	153	363	39.6
9.1	11.7	12.8	13.5	374	1,313	80.3
9.2	12.5	12.2	10.4	269	704	65.7
9.3	12.9	12.9	11.6	294	722	76.8
10.1	11.7	13.7	15.5	378	816	90.8
10.2	11.4	15.4	7.0	173	392	44.6
10.3	10.7	11.6	6.1	150	388	37.6
11.1	10.1	11.4	7.3	122	80	39.5
11.2	9.5	10.7	18.0	374	423	86.3
11.3	10.2	12.4	6.4	135	170	36.6
13.1	9.1	10.1	4.5	114	270	23.3
13.2	14.5	16.5	7.3	154	184	56.8
13.3	18.3	18.7	14.2	241	153	157.9
14.1	10.9	11.5	12.4	234	243	65.7
14.2	9.7	10.8	3.5	81	151	20.2
14.3	15.3	19.4	4.2	85	114	37.3
14.4	14.1	16.4	18.9	382	394	146.2
21.1	14.9	17.4	8.2	196	399	63.7
21.2	18.6	25.6	13.8	267	228	154.4
21.3	16.9	19.2	7.4	180	479	66.9
23.1	14.0	14.8	7.1	155	213	51.8
23.2	15.0	17.8	14.3	323	499	115.7
23.3	16.4	17.4	11.3	227	220	94.0

Regeneración del manglar

Las especies de mangles tienen capacidad reproductiva alta, pueden regenerarse de manera natural, dependiendo del establecimiento de los propágulos, del efecto de las mareas que los distribuye dentro del manglar o fuera de éste y de que encuentren condiciones favorables de luz, niveles de salinidad tolerantes y suelos poco compactados. Los productores confirman la existencia de regeneración del manglar en Cárdenas, Centla, Comalcalco y Paraíso, Tabasco (Figura 13).



Figura 13. Regeneración del manglar en la costa de Tabasco.

Densidad de la regeneración en relación con otros trabajos

Las densidades del regenerado encontradas en Tabasco son sorprendentemente altas alcanzando en algunas parcelas cifras de 216 plantas/m², equivalentes a 2,160,000 plantas/ha, de plantas menores de 30 cm de altura (clase 0, que equivale a regenerado no consolidado). Con plantas de clase I (30 a 150 cm de altura, que es el regenerado consolidado) las densidades medias son de 13.6 plantas/m² que equivale a 136,000 plantas/ha (Cuadro XVI). Estas densidades, mayores de 100,000 plantas/ha, se valoran en la silvicultura de manglar como “satisfactorias”, son muy altas comparadas con densidades de regeneración de otros ecosistemas arbolados, donde densidades de regenerado superiores a 2,500 plantas/ha se consideran aceptables. Hay referencias de densidades del mismo orden de magnitud de este estudio (60,000 a 100,000 plantas/ha) en calidades óptimas de pinares de montaña.

Cuadro XVI. Densidad del regenerado en relación con la altura de las plantas.

Clases de tamaño	0	I	II	III
Altura correspondiente (cm)	(<30)	(30-149)	(150-300)	(>300)
Densidad promedio de regenerado (plantas/m ²)	36.3	13.6	7	4.5
Supervivencia promedio entre clases (%)		37.6	51.6	64.0
Densidad promedio (plantas/m ²)	7.2	8.4	2.1	0.1
Densidades máximas (plantas/m ²)	216	55	28	8
Relación entre clases a alta densidad (%)		25.5	50.9	28.6

Los trabajos más detallados que evalúan densidad de regenerado en manglares de las mismas especies se han desarrollado en Ocos, San Marcos, Guatemala. Hernández (1999) reporta en el inventario forestal de manglar de la comunidad de Tilapa densidades de regeneración de 60,000 plantas por hectárea en el estrato de mangle rojo, densidad que califica como aceptable; de 120,000 plantas/ha en el estrato de mangle blanco; de 80,000 plantas/ha de mangle rojo; y de 20,000 plantas/ha de mangle blanco en el manglar mixto de mangle blanco y mangle rojo. Las densidades de estas últimas especies las califica como satisfactorias. En la Comunidad de los Faros, también en San Marcos, Guatemala, Salazar (1999) reporta 129,100 plantas/ha en el inventario del manglar en el estrato monoespecífico de mangle rojo. En el estrato mixto de tres especies reporta 112,700 plantas/ha de mangle rojo, 6,100 plantas/ha de mangle blanco y 4,000 plantas/ha de mangle negro. En el estrato dominado por el mangle negro la composición es 27,500 plantas/ha de mangle rojo y 70,000 plantas/ha de mangle negro.

Miguel (1999), en el inventario forestal del manglar situado en los Cerritos, reporta densidades de regeneración de 20,000 plantas/ha en el estrato dominado por el mangle rojo. En el estrato mixto dominado por el mangle negro se encontraron 150,000 plantas/ha de mangle negro, 10,000 plantas/ha de mangle rojo y 160,000 plantas/ha de mangle blanco.

de Sitio superiores a 12.5 m, y problemáticas en la calidad calificada como “muy baja”.

Densidad de la regeneración en función de la espesura de la masa

Al analizar la espesura del regenerado en relación con la densidad de arbolado “grande” (árboles de diámetro superior a 10 cm) se encontró que para el mangle rojo existe una débil correlación ($r^2= 0.04$) y que ésta es positiva, quizá debido al aporte de propágulos, más abundante bajo los árboles, o al efecto beneficioso de la cubierta de otros árboles. Para el mangle blanco no se ha detectado ninguna relación ($r^2= 0.0001$). En cambio, el mangle negro si presenta una relación importante con el área basal ($r^2= 0.54$) y ésta es negativa (Figura 15).

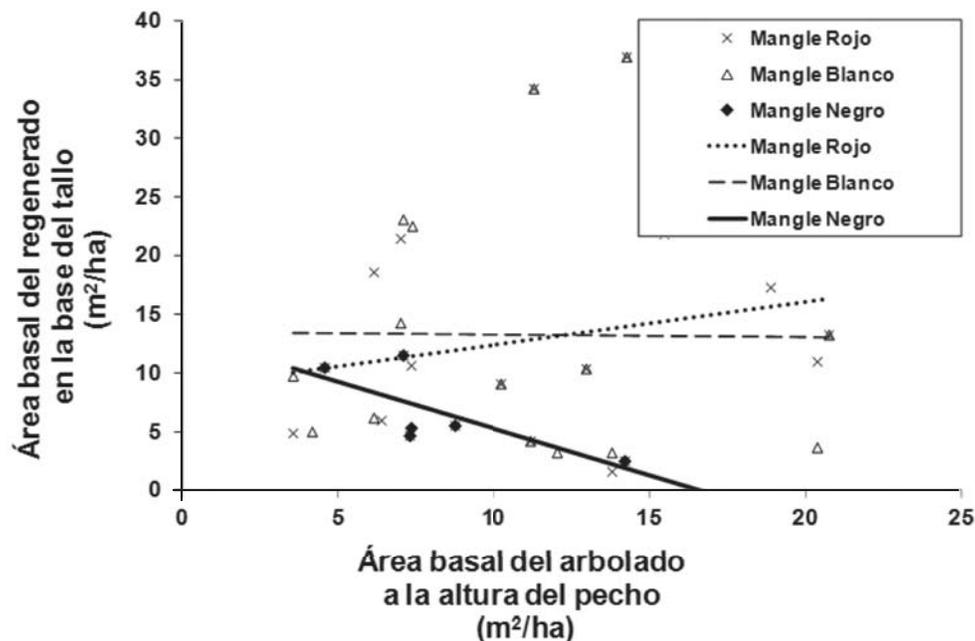


Figura 15. Densidad de la regeneración de cada especie de mangle en Tabasco en función del área basal del arbolado.

Al parecer, el regenerado de mangle rojo se beneficia de la protección que recibe del dosel de las copas de los árboles, mientras que el regenerado de mangle blanco es indiferente y el regenerado de mangle negro es perjudicado

por cubiertas arboladas densas. Esto no es de extrañar, porque el mangle negro es una especie fuertemente intolerante, no soporta la sombra de otros árboles que la dominan y requiere espacios abiertos para regenerar. Se podría afirmar que para conseguir un regenerado importante de mangle negro se deben manejar espesuras inferiores a 5 m²/ha de área basal, y que para espesuras superiores a 10 m²/ha la regeneración será prácticamente nula. Esta especie requiere de cortas más intensas si se quieren conseguir regenerados vigorosos. Como los productores locales prefieren el manejo por entresaca, deberá aplicarse este, pero con cortas de dimensiones más amplias, y respetando menos árboles padre, que para las otras especies; por ejemplo dejando en pie 10 ó 12 árboles por hectárea en vez de los 25 árboles por hectárea que proponen los productores tabasqueños.

Por contraste, el mangle rojo y el mangle blanco no parecen depender en la misma medida de la espesura de la masa “adulta”. Para el manejo forestal y la producción maderera, considera en la práctica que pueden conseguirse regenerados importantes aplicando técnicas silvícolas “suaves”: cortas de baja intensidad que mantienen en todo momento el manglar bien poblado, que son las que prefieren los productores locales, técnicas de bajo impacto visual y que apenas afectan a las funciones ecológicas del manglar. Esta es la técnica de entresaca “árbol a árbol” o en rodales muy pequeños. Esta técnica, aplicada a los rodales mixtos, consigue buena regeneración de mangle rojo y blanco, pero irá desplazando al mangle negro, que se hará cada vez más escaso proporcionalmente en los manglares constituidos por mezcla de especies.

Para la restauración, además de considerar otros criterios ecológicos, se deben tener en cuenta estas características que dependen del temperamento de la especie: para las zonas descubiertas de vegetación, el mangle negro es la especie más adaptable, mientras que los mangles blanco y rojo podrán plantarse con mayor éxito en las zonas que presentan arbolados o espesuras incompletas.

En la Figura 16, se observan los tocones y restos de corta de aprovechamientos forestales en mangle blanco y negro ocasionados por el hombre, en la laguna Mecoacán en el municipio de Paraíso. En el mangle blanco se observa que se ha aprovechado parte de los brotes existentes, haciendo una labor de selección, que repercutirá en un mayor vigor de los árboles que queden en pie. En el mangle negro se observa el regenerado vigoroso que se está instalando en todo el claro abierto por el aprovechamiento, cuando todavía los restos de corta permanecen a pie de tocón.



Figura 16. Huellas del aprovechamiento del manglar en mangle blanco y mangle negro en la laguna Mecoacán, Paraíso.

Flora y fauna asociada al manglar

A continuación se presentan algunas especies de flora asociada al manglar encontradas en los recorridos realizados en los manglares de los diversos municipios, entre las que se encuentran varios tipos de orquídeas entre ellas la dama de la noche (*Brassavola nodosa*) sobre raíces de mangle rojo, el helecho gigante (*Acrostichum aureum*), distribuida entre la asociación de mangle rojo, la saladilla (*Batis maritima*) ubicada en la parte más exterior del manglar, alejado del cuerpo de agua, entre otras (Figura 17).

Durante la realización de las mediciones en los manglares se encontró fauna asociada al manglar, representada por especies como el caracol de laguna (*Helix* sp.), cangrejo colorado (*Ucides cordatus*), rabihorcado (*Fregata*

magnificens) y pato buzo (*Phalacrocorax brasilianus*), oso hormiguero arborícola o brazo fuerte (*Tamandua mexicana*), pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), entre otros (Figura 18).



Figura 17. Flora asociada al manglar, especies de orquídeas como la dama de la noche, helecho gigante y saladilla.



Figura 18. Fauna asociada al manglar entre los que se encuentran el cangrejo colorado, rabihorcado, pelícano café y pato buzo.

Impacto ambiental

En la Figura 19, se presentan los daños ocasionados por huracanes; no es común encontrar el mangle negro ubicado a la orilla de la laguna, que generalmente está protegida por las raíces aéreas de mangle rojo. Se aprecian insectos en las hojas, pudrición en árboles de mangle rojo y presencia de termitas en árboles de mangle negro y rojo, lo que deja ver la sanidad de los árboles de mangle.

De acuerdo a la información proporcionada por los habitantes de las comunidades de la zona costera del Estado de Tabasco, en las encuestas aplicadas a productores se menciona que se han presentado derrames de hidrocarburos, los cuales afectan en gran parte y de una forma muy directa a la flora y fauna de este ecosistema, siendo desfavorable a los pobladores y afectando directamente al equilibrio ecológico de la zona. Los productores consideran que ha cambiado el nivel de las mareas, la línea costera y la salinidad del agua, entre otros.



Figura 19. Daños ocasionados en los árboles de mangle por insectos, apertura de drenes y caminos, huracanes y contaminación por basura.

Algunos elementos que son vertidos o tirados al manglar en Tabasco son el petróleo, el agua sucia y los desechos de construcción. La basura plástica es arrastrada por la marea hacia dentro del manglar, ocasionando contaminación en el ecosistema, esto se pudo ver en el río San Pedro en el municipio de Centla y en la laguna Mecoacán en el municipio de Paraíso.

Tala ilegal y robo de madera

La tala ilegal de árboles de mangle en la zona costera del Estado de Tabasco, afecta intensamente a los mismos pobladores. Según versiones locales, la extracción de madera ilegal ha sido un problema incontrolable para los habitantes. De acuerdo a la PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente 2010, consulta vía IFAIL), en el municipio de Cárdenas, Tabasco en el año 2003, se registró el decomiso de 1,036 estacas de mangle, así como 1,065 m³ de madera de mangle; en el año 2007 y 2008 en el municipio de Jalpa de Méndez se decomisaron 1,188 m³ de mangle, así como 16 estacas de mangle blanco y 69 costales de carbón vegetal; en 2003 y 2007 en el municipio de Paraíso, se realizó el decomiso de 1,048 m³ de mangle; y en 2008 en el municipio de Comalcalco, se decomisaron 30 costales de carbón vegetal.

Del 2003 al 2010 se recibieron en la PROFEPA 21 quejas de tala ilegal en Cárdenas, 5 en Comalcalco, 24 en Paraíso, 9 en Centla y 2 en Jalpa de Méndez, Tabasco. Estas actividades humanas causan impactos en los manglares llevando a perjuicios de orden ecológico, económico y social.

TALLERES CON LOS GRUPOS QUE APROVECHAN EL MANGLAR

Se realizaron talleres aplicando la metodología “círculos de anécdotas” que consiste en describir el trabajo de una persona, en un grupo específico que tiene un tópico en particular. Las reglas que se aplican están específicamente diseñadas para compartir experiencias e historias. Un buen facilitador debe asegurar que se narren las experiencias y estimular la participación y enriquecimiento de las historias, más que la discusión, y el debate o la búsqueda de un consenso. Lo importante es que se cuente la historia completa por diversos participantes, fomentando que cada uno de ellos cuente detalles sobre la historia. Existen varias reglas: no debe interrumpirse al participante mientras esté hablando, debe enfocarse en experiencias y ejemplos, y si alguien está en desacuerdo con la historia contada, esa persona puede contar la historia como la recuerde, pero no debe marcar que está en desacuerdo (Carter 2009). Con este método se obtienen datos valiosos sobre la experiencia o evento en conjunto: qué fue lo que sucedió, cuándo y dónde, más que explicaciones de por qué o cómo.

Experiencias en el Ejido Francisco Trujillo Gurría, Paraíso

En esta comunidad se vieron en la necesidad de formar un grupo de ejidatarios en 1968, para defender la propiedad y el acceso al manglar. En 1971 se dio un nombramiento posesional del gobernador del Estado, con una participación de 1,178 ha de manglar. El grupo lo formaron 45 ejidatarios de los cuales 33 participaron en el programa de aprovechamiento forestal maderable. Tras muchos trámites, el 13 de octubre de 2005 se autorizó el aprovechamiento forestal por cuatro años. La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) apoyó con 200 mil pesos para la elaboración de brechas en un área de 280 ha, luego se incorporó al programa PROÁRBOL donde se solicitaron 100 ha para reforestar, del cual no se obtuvo ningún beneficio por CONAFOR, ya que para ese momento había cambiado la Ley General de Vida Silvestre, por lo que SEMARNAT no les autorizó el aprovechamiento.

CONAFOR apoyó con recursos a través del gobierno federal, con más de cien mil pesos y generó beneficio a la comunidad con la venta de madera. El manglar lo consideran importante porque es la única actividad que tienen, porque les da ostión, camarón, peces y sobre todo protección contra los vientos y es refugio para las aves y demás especies. Consideran que la situación de entrada de la salinidad a la laguna Mecoacán ha generado inconformidades, ya que los propietarios que tenían pastizales se vieron afectados por las aguas saladas, pero sin embargo, algunos consideran que esta situación le benefició al manglar ya que aprovechan la madera para leña muy cerca de la casa. El robo de madera es común en cualquier lugar porque tienen manglar en aproximadamente 30 km de longitud en la laguna Mecoacán, pero llegan pescadores de otros sitios como Carrizal, Puerto Ceiba, el Bellote, gente que no tiene manglares y extraen la madera.

Según el grupo, la actividad que realiza es la reforestación, ya que al talar un árbol de mangle, se siembra de 8 a 10 para que aumente el volumen de mangle y así haya más oxígeno. El grupo está formado por hombres y mujeres ejidatarios. No se sabe cuántas plantas se tienen sembradas pero son los mejores manglares y las tierras son muy apropiadas para el manglar por sus nutrientes, ya que su crecimiento es muy rápido y de buena altura.

Han recibido capacitaciones sobre el manejo del manglar por parte de diversas instituciones. En esta comunidad tienen claro el compromiso moral de cuidarlo, ya que de eso viven y protegen el manglar porque se benefician, cuentan con autorización de aprovechamiento del cual se cortó el 15%, es decir, que no rebasaron en ninguna anualidad las cantidades, solo se cortó 1,000 m³ de madera de mangle negro y no se rebasó los 3,000 m³ autorizados en los cuatros años, además consideran que el mercado está muy cerrado y la actividad principal es la pesca, por lo que no están directamente explotando el manglar. Se tiene una investigación para realizar una UMAs (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre) por lo que CONAFOR les apoyó con un recurso para el estudio (Figura 10).

Experiencias en el Ejido La Solución Somos Todos, Paraíso

“El ejido se inició en 1977, está representado con 99 ejidatarios y cuenta con terrenos de manglar, ya que se tenían problemas de robo de madera. Se buscó formalizar los trámites y quedó registrado el ejido en el ‘90 por lo que obtuvo la primera autorización con la SEMARNAT por dos años que no se aprovecharon, posteriormente, en el 2000 se logró la primera autorización de dos años que ya aprovecharon y de ahí se aprendió que la autorización sirve de mucho, porque antes se cortaba sin medida y ahora con la autorización, se conserva, al mismo tiempo que se maneja el manglar, además de obtener experiencia, ya que ahora se tienen alrededor de 60 sitios, donde se marcan los árboles y se le da seguimiento del crecimiento de las especies. Aquí el mangle blanco crece 2.80 m de altura al año y a los cuatro años sirve como puntal. El mangle rojo si es más tardado, como ocho años y el mangle negro tarda en crecer hasta doce años para aprovecharse. Los habitantes tenían la idea que el manglar no servía, pero a medida que van conociendo al manglar, se ve la importancia que tiene”.

“El programa de siembra que se maneja está programado entre 1,100 plantas en una hectárea, cuando en esta superficie se tiene hasta 26,000 plantas o más; o sea, se debe ver y analizar que se ha hecho el trabajo con nuestras plantas, se siembra la semilla al llover y nacen muchos. Un programa aquí, no funciona porque aquí la siembra es directa y la misma naturaleza lo regenera. Anteriormente era una zona de pastizal y año con año el manglar va ganando terreno a la zona de pastura, eso lleva a tener un potencial seguro, ya que anteriormente se trabajaba sin ninguna experiencia: en la actualidad se está trabajando a través de un programa sustentablemente, ya vamos cambiando la cultura que se tenía anteriormente de acabarnos el recurso, ahorita se va regenerando, limpiando, haciendo brechas para proteger las plantaciones en sus tiempos, sin embargo, en junio se venció el último permiso que se tenía en el ejido, que era el único con el que se contaba para las 99 familias que subsisten del mangle. Se cuenta con apoyo

de tres instituciones: CONAFOR, que se encarga de dar apoyo económico, SEMARNAT que autoriza el aprovechamiento y PROFEPA que vigila la normatividad del permiso”.

“El proceso del aprovechamiento maderable es llevar un control de no pasarse, es decir se da una autorización de 5000 metros cúbicos por lo que se autoriza 2,500 de mangle blanco, 1,250 de mangle rojo y 1,250 de mangle negro, además no se corta todo porque el mercado no es mucho y por la experiencia que se tiene, se corta la cantidad que compran. Sin embargo, se dan cuenta que dentro del manglar también se necesita hacer podas y aclareos, ya que a medida que crece el manglar se cubren completamente y no permiten la entrada de luz, por lo que los árboles se van seleccionando y aprovechando a través de “corta selectiva”. Además han aprendido con la experiencia, asistiendo a talleres en el Estado y en otros países; que en otros lugares la prioridad es el manglar, porque le dan mucho auge con apoyo económico donde aquí desafortunadamente es muy poco. Con las experiencias que se han adquirido con el apoyo de CONAFOR se puede decir que el crecimiento del mangle blanco viene siendo como el crecimiento de la melina; el mangle rojo se puede cortar de 8 o 10 años, pero el mangle blanco es muy rápido. Se aprovecha el manglar para poste, puntal, horcón, solera, carbón, etc., es decir no se desperdicia nada del árbol. Lo que hace crecer en altura al mangle es la competencia, que entre más cerca está van compitiendo más, por lo que se hace es sembrar al voleo, es decir se tira la semilla y así se evita sembrar uno por uno, además conviene sembrar más arbolitos, aunque la norma marca que a 3x3 m se lleva 1,110 arbolitos, pero cuánto espacio se desperdicia, porque se agarra para vender como postes, para sembrar un arbolito cada tres metros, pues no conviene, mejor regamos la semilla y en tres metros tenemos un promedio de 100 arbolitos. Los problemas que se enfrentan en este ejido son las afectaciones de PEMEX, ya que están distribuidos más de 75 pozos petroleros, por lo que consideran que PEMEX no los ha apoyado con beneficio social, nunca hubo una pavimentación, un centro recreativo, sólo “saquearon sus riquezas que

era el petróleo que se tenía en años pasados”, actualmente ya no es tan fuerte la explotación del petróleo porque acabaron con todo. Sin embargo petróleos mexicanos destruyó más de 1,000 hectáreas de manglar y nunca fue capaz de reforestar, los productores reforestaron y restauraron el manglar”.

“En la realización del carbón se cuenta con la experiencia, actualmente hay de 20 a 30 personas capacitadas para hacer carbón, la mayoría tiene sus hornos, pero se frenó esa actividad, por lo mismo que no tenemos permiso” (Figura 20).

La Solución Somos Todos cuenta actualmente (2011) con una autorización de una UMAs de 1,700 ha de superficie de las 2,000 ha de manglar que tienen, está integrada por 100 ejidatarios, beneficiando a 500 familias.



Figura 20. Taller en el Ejido Francisco Trujillo Gurría, La solución somos todos de Paraíso y Ejido el Golpe en Cárdenas. Elaboración de agujas para tejer redes y hamacas; hornos de carbón, puntales de mangle blanco.

Experiencias en el Ejido El Golpe, H. Cárdenas

El ejido El Golpe trabaja con el aprovechamiento de la madera de mangle y cuenta con permiso. “El grupo comenzó por ideas de un prestador de servicios que motivó el programa de madera de mangle, pero al parecer a los productores de mangle del ejido El Golpe no les ha dado un buen resultado porque ya tienen más de 9 meses de cortadas sus plantas y no han podido vender, algunos porque no saben, otros porque no tienen tiempo para ir a sus parcelas y se los roban”.

“El permiso de aprovechamiento de la madera de mangle se tiene por 10 años. El grupo está conformado por 56 productores de 117 productores que conforman el ejido. De los siete años que han tenido el permiso, trabajaron solo tres años muy entusiasmados ya que ahora los integrantes del grupo están muy inconformes, ya que el líder no les daba a saber cuánto era el límite para cortar y vender por año y sobre todo no podían vender sus puntales directamente”.

PROGRAMAS DE MANEJO AUTORIZADOS POR SEMARNAT PARA APROVECHAMIENTOS

La superficie estimada de manglares en el Estado es 41,498.5 ha (Domínguez-Domínguez *et al.* 2009). Las áreas de manglar en las cuales se han aprobado programas de manejo y se han autorizado aprovechamientos hacen un total de 4,426 ha de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Languncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia geminans*) en los Ejidos La Solución Somos Todos y Francisco Trujillo Gurría de Paraíso y así como El Golpe de Cárdenas (SEMARNAT 2010) (Cuadro XVII).

El ejido La Solución Somos Todos, de Paraíso cuenta con una superficie forestal de 1,766 ha. De 1988 a 1990 se realizó la primera autorización de aprovechamiento formal de mangle con un inventario elaborado por personal de la SARH. Aquí se dio un castigo a los productores por mal manejo de la documentación para el transporte del producto. Posteriormente de 1994 a 1999 se reiniciaron los trámites para obtener una nueva autorización para el aprovechamiento del mangle. Con los cambios en la ley forestal que prevé la asistencia técnica particular por parte de los profesionales forestales y con apoyos del programa desarrollo forestal se logró contar con la asistencia técnica cercana para la elaboración del programa de manejo y la manifestación de impacto ambiental y se les autorizó nuevamente aprovechamiento de madera de mangle. Durante estos años, los productores adquirieron experiencia en la organización y en el manejo legal en aprovechamiento de manglar. En el 2000 se autorizó al ejido “La Solución Somos Todos”, un volumen maderable de aprovechamiento de 980 m³ repartidos en dos anualidades. En el 2002 un volumen de 1,357 m³ para una sola anualidad. Posteriormente en el 2005 se autorizó un volumen de aprovechamiento de 23,420 m³ de madera con anualidades de 5,855 m³, ejerciendo en un tiempo de cuatro años un volumen maderable del 8% de lo autorizado. Los manglares con aprovechamientos del ejido “La Solución Somos Todos”, se ajustan a un plan de manejo que define un volumen

anual de extracción de madera, “posibilidad” de casi 4 m³/ha/año. Se nota que a medida que los grupos locales iban adquiriendo experiencia en el manejo, analizando los resultados de sus actuaciones, adecuándose al plan previsto, se les autorizaba aumento en los aprovechamientos concedidos, para acercarse a la posibilidad real (Cuadro XVIII).

El ejido Francisco Trujillo Gurría de Paraíso cuenta con una superficie forestal de 1,160 ha, de las cuales la SEMARNAT autorizó en el 2005 un volumen de aprovechamiento de 12,634 m³ de madera con anualidades de 4,158 m³, ejerciendo en un tiempo de cuatro años un volumen maderable del 19.5% de lo autorizado. Estos manglares con aprovechamientos, se ajustan a un plan de manejo que define un volumen anual de extracción de madera “posibilidad” de 2.72 m³/ha/año.

El ejido El Golpe, de Cárdenas cuenta con una superficie forestal de 1,500 ha, siendo la primera en autorizarse en el año 2002 con vigencia hasta el 2012 un volumen de aprovechamiento de 30,000 m³ de madera para ejercerlo en un tiempo de diez años; hasta el 2009 se ha aprovechado un volumen maderable del 8.5% de lo autorizado. Estos manglares con aprovechamientos, se ajustan a un plan de manejo que define un volumen anual de extracción de madera “posibilidad” de 1.70 m³/ha/año. Es el único ejido que a la fecha continúa vigente su aprovechamiento.

Productos obtenidos en los aprovechamientos autorizados

En el ejido La Solución Somos Todos los productos obtenidos en los aprovechamientos autorizados a partir del año 2005, hasta el 2010 son: para mangle rojo, madera en rollo de cortas dimensiones (menores a 2.5 m de longitud) postes para cerca, madera en rollo de largas dimensiones (mayor de 2.5 m de longitud, horcones, puntales, vigas, viguitas, viguetas, tijeras) y carbón vegetal. En el caso de mangle negro, además de obtener los productos anteriores que se obtienen del mangle rojo, se produce también madera aserrada de cortas dimensiones (tablas) y largas dimensiones

(tablas, cintas, listones, alfardas, vigas y polines). Con el mangle blanco se produce madera en rollo de cortas y largas dimensiones, y carbón (Cuadro XIX).

En el ejido Francisco Trujillo Gurría los productos obtenidos en los aprovechamientos a partir del año 2005, hasta el 2009 para mangle rojo son madera en rollo de cortas y largas dimensiones y leña en rollo. En el mangle negro se obtiene madera en rollo cortas y largas dimensiones, madera aserrada de cortas y largas dimensiones y leña en rollo. En el mangle blanco se obtiene madera en rollo de cortas y largas dimensiones y leña en rollo (Cuadro XX).

En el caso del ejido El Golpe los productos obtenidos en los aprovechamientos a partir del año 2002, hasta el 2009, son madera en rollo de cortas y largas dimensiones y carbón.

De acuerdo a la Delegación Federal de la SEMARNAT en Tabasco, Subdelegación de gestión para la protección ambiental, se autoriza la ejecución del aprovechamiento de 30, 000 m³rta (metros cúbicos rollo total árbol) en el ejido El Golpe del municipio de Cárdenas, Tabasco en una superficie de 1,500 ha. El aprovechamiento consideró realizar 75 áreas de corta en 10 anualidades aprovechando en la primera anualidad 3,200 m³rta. La distribución de áreas de corta y volúmenes por especie por anualidad se presenta en el Cuadro XXI.

Cuadro XVII. Cifras sobre aprovechamiento forestal maderable de especies de mangle en Tabasco con cargo a programas de manejo (SEMARNAT, Tabasco).

Ejido	Volumen (m ³)						Superficie (ha)		Vigencia (Años)
	Autorizado		Ejercido		Saldo		Total	Forestal	
	Total	Anual	Total	Total	Total				
La Solución Somos Todos	23,850	5,962.0	1,873.6	21,546.3	1,919	1,766	4 (2005-2009)		
Francisco Trujillo Gurría	12,634	3,158.6	2,464.9	10,169.4	1,278	1,160	4 (2005-2009)		
El Golpe*	30,000	3,200.0	2,566.4	27,433.5	1,500	1,500	10 (2002-2012)		
Totales	66,054	12,213.60	6,905.10	59,149.30	4,697.00	4,426.00			

* Anualidad 7: 2009

Cuadro XVIII. Aprovechamiento forestal autorizado en comparación con el potencial en tres programas de manejo.

Ejido	Municipio	Superficie (ha)	Volumen potencial (m ³)	Densidad de arbolado (m ³ /ha)	Volumen autorizado (m ³)	Anualidad	Posibilidad concedida (m ³ /año)	Posibilidad menor para T=25 años (m ³ /año)	Posibilidad concedida (m ³ /ha/año)	Posibilidad menor para T=25 años (m ³ /ha/año)
Francisco Trujillo Gurría	Paraíso	1,160	252,699	217.84	12,634	4	3,158.5	1,0108	2.72	8.71
La Solución Somos Todos	Paraíso	1,500	197,422	131.61	23,850	4	5,962.5	7,897	3.98	5.26
El golpe	Cárdenas	1,766	732,440	414.75	30,000	10	3,000	29,298	1.70	16.59
Totales Promedio		4,426	1,182,561	267.19	66,484		12,121	47,302	2.74	10.69

Cuadro XIX. Autorizaciones de aprovechamiento en el ejido La Solución Somos Todos (1)

Anual	Oficio	Fecha	Especie	Autorizado (m ³ rta)	Cortas	Ejercicio (m ³ rta)
1	1963			546.00	30	41.00
1	1963	15-ago-05	Mangle Negro	2, 890.00	30	54.00
1	1963	15-ago-05	Mangle Blanco	2, 419.00	40	96.00
2	185	01-feb-07	Madera en rollo largas dimensiones (M. blanco)	967.00	50	131.00
2	185	01-feb-07	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	967.00	25	50.70
2	185	01-feb-07	Madera en rollo largas dimensiones (M. rojo)	218.00	50	45.21
2	185	01-feb-07	Madera en rollo cortas dimensiones (M. rojo)	218.00	25	14.71
2	185	01-feb-07	Carbón vegetal (M. rojo)	110.00	5	
2	185	01-feb-07	Madera en rollo largas dimensiones (M. negro)	1,000.00	10	2.01
2	185	01-feb-07	Madera en rollo cortas dimensiones (M. negro)	500.00	10	5.17
2	185	01-feb-07	Madera aserrada largas dimensiones (M. negro)	222.50	10	39.00
2	185	01-feb-07	Madera aserrada cortas dimensiones (M. negro)	183.50	10	11.71
2	185	01-feb-07	Carbón vegetal (M. negro)	250.00	5	
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo largas dimensiones (M. blanco)	527.98	40	94.17
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	346.98	30	57.43
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle rojo)	132.83	40	66.22
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo cortas dimensiones (Mangle rojo)	88.55	30	29.29
3	1678	01-ago-07	Carbón vegetal (Mangle rojo)	250.00	5	
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo largas dimensiones (M. negro)	240.48	20	4.05
3	1678	01-ago-07	Madera en rollo cortas dimensiones (M. negro)	160.32	20	34.14
3	1678	01-ago-07	Madera aserrada largas dimensiones (M. negro)		10	10.64
3	1678	01-ago-07	Madera aserrada cortas dimensiones (M. negro)		10	74.21
3	1678	01-ago-07	Carbón vegetal (Mangle negro)	250.00	5	3.38
3	538	28-feb-08	Madera en rollo largas dimensiones (M. blanco)	438.30	130	256.30
3	538	28-feb-08	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	289.55	70	144.09
3	1588	28-may-08	Madera en rollo cortas dimensiones(Mangle rojo)	70.24	25	0.34
3	1588	28-may-08	Madera en rollo cortas dimensiones (M. negro)	126.18	25	2.90
3	1588	28-may-08	Madera aserrada cortas dimensiones (M. negro)		10	
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo largas dimensiones(M. blanco)	461.45	30	64.20
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	251.70	12	11.55
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle rojo)	142.02	10	4.13
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo cortas dimensiones(Mangle rojo)	77.46	7	3.51
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo largas dimensiones (M. negro)	232.56	10	

Cuadro XIX. Autorizaciones de aprovechamiento en el ejido La Solución Somos Todos (2)

Annual	Oficio	Fecha	Especie	Autorizado (m ³ rta)	Cortas	Ejercicio (m ³ rta)
4	2505	04-sep-08	Madera en rollo cortas dimensiones (M. negro)	126.81	11	12.88
4	2505	04-sep-08	Madera aserrada largas dimensiones (M. negro)		15	12.95
4	2505	04-sep-08	Madera aserrada cortas dimensiones (M. negro)		8	2.90
4	2505	04-sep-08	Carbón vegetal (Mangle rojo)		5	
4	2505	04-sep-08	Carbón vegetal (Mangle negro)		5	
4	2505	04-sep-08	Carbón vegetal (Mangle blanco)		5	18.02
4	3284	02-dic-08	Madera en rollo largas dimensiones(M. blanco)	397.24	35	84.69
4	3284	02-dic-08	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	240.15	25	87.41
4	76	15-ene-09	Madera en rollo cortas dimensiones(Mangle rojo)	73.952	25	35.85
4	757	12-mar-09	Madera en rollo cortas dimensiones(M. blanco)	152.58	30	75.01
4	757	12-mar-09	Madera en rollo largas dimensiones(Mangle rojo)	138.32	15	4.48
4	902	23-mar-09	Madera aserrada largas dimensiones(M. negro)		20	14.49
4	902	23-mar-09	Madera en rollo largas dimensiones(M. blanco)	312.55	40	91.08
4	1530	15-may-10	Madera en rollo cortas dimensiones (M. blanco)	77.57	37	76.69
4	1530	15-may-10	Madera en rollo cortas dimensiones (M. negro)	113.93	13	6.17
TOTAL AUTORIZADO				10,901.81		

1,873.69

Cuadro XX. Autorizaciones de aprovechamiento en el ejido Francisco Trujillo Gurría

Anual	Oficio	Fecha	Producto y género	Autorizado (m ³ rta)	Cortas	Ejercido (m ³ rta)
1	2405	18-oct-05	Larga dimensión (Mangle rojo)	509.25	100	68.28
1	2405	18-oct-05	Corta dimensión (Mangle rojo)	195.75	50	3.91
1	2405	18-oct-05	Larga dimensión (Mangle blanco)	435.05	100	148.85
1	2405	18-oct-05	Corta dimensión (Mangle blanco)	167.30	50	1.98
1	2608	07-nov-10	Larga dimensión (Mangle negro)	1,108.50	10	22.82
1	2608	07-nov-10	Corta dimensión (Mangle negro)	426.25	10	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle rojo)	391.87	50	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo cortas dimensiones (Mangle rojo)	195.75	20	
2	2458	08-dic-06	Leñas en rollo (Mangle rojo)	78.75	5	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo largas dimensiones (A. germinans)	552.75	10	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo cortas dimensiones (A. germinans)	226.25	10	
2	2458	08-dic-06	Leñas en rollo (<i>Avicennia germinans</i>)	170.75	5	
2	2458	08-dic-06	Madera aserrada largas dimensiones (A. germinans)	150.00	15	
2	2458	08-dic-06	Madera aserrada cortas dimensiones (A. germinans)	100.00	10	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle blanco)	435.05	50	
2	2458	08-dic-06	Madera en rollo cortas dimensiones (Mangle blanco)	167.3	20	
2	2458	08-dic-06	Leñas en rollo (Mangle blanco)	66.75	5	
2	1171	05-jun-07	Madera en rollo larga dimensión (Mangle rojo)	228.53	50	
2	1171	05-jun-07	Madera en rollo larga dimensión de (Mangle blanco)	307.14	50	502.16
3	1280	28-abr-08	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle blanco)	435.07	50	
3	1280	28-abr-08	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle rojo)	509.43	50	
3	1280	28-abr-08	Madera en rollo largas dimensiones (Mangle negro)	1008.57	25	1280.49
4	2815	14-oct-08	Leña (Mangle blanco)	167.34	30	
4	2815	14-oct-08	Leña (Mangle rojo)	145.44	30	
4	2815	14-oct-08	Leña (Mangle negro)	416.38	15	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo larga dimensión (Mangle blanco)	435.00	30	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo corta dimensión (Mangle blanco)	167.00	10	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo larga dimensión (Mangle rojo)	509.00	30	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo corta dimensión (Mangle rojo)	195.00	10	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo larga dimensión (Mangle negro)	1,108.00	40	
4	3441	11-dic-08	Madera en rollo corta dimensión (Mangle negro)	426.00	20	
4	1310	28-abr-09	Madera en rollo larga dimensión (Mangle blanco)	371.77	50	
4	1310	28-abr-09	Madera en rollo larga dimensión (Mangle rojo)	492.39	50	
TOTALES				12,299.39		2,464.96

Cuadro XXI. Distribución de áreas de corta y volúmenes por especies en anualidad en el ejido El Golpe, Cárdenas.

Anualidad	Num. de áreas de corta	Superficie (ha)	Volumen (m ³ rta)			TOTAL
			Mangle blanco	Mangle rojo	Mangle negro	
1	8	160	1,040	880	1,280	3,200
2	8	160	1,040	880	1,280	3,200
3	8	160	1,040	880	1,280	3,200
4	8	160	1,040	880	1,280	3,200
5	8	160	1,040	880	1,280	3,200
6	8	160	1,040	880	1,280	3,200
7	8	160	1,040	880	1,280	3,200
8	8	160	1,040	880	1,280	3,200
9	6	120	780	660	960	2,400
10	5	100	650	550	800	2,000
TOTALES	75	1,500	9,750	8,250	12,000	30,000

MANEJO APLICADO POR EL EJIDO LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS

En el manejo de bosques tropicales y de manglares se consideran los principios del sistema policíclico, porque permite minimizar los riesgos ecológicos del aprovechamiento, ya que durante su aplicación se podrá alimentar una base de datos ecológico-silvícola que es necesaria para conocer el comportamiento de la masa y a partir de esos datos se podrán hacer los ajustes necesarios del plan de manejo en su momento (MIA 2010).

Por sistema policíclico se entienden los métodos que limitan las cortas a solo una parte de los árboles comerciales (selección). De esta manera se pretende formar un bosque económico entresacado, compuesto por especies utilizables. Las entresacas selectivas ocurren cada determinado intervalo llamado ciclo de corta y son realizadas durante la conversión, y después de ella. El Philippine selective logging system (PSLS), que es el Sistema de registro selectivo Filipino, y el Indonesian selective logging system (ISLS), que es el Sistema de registro selectivo Indonesio son ejemplos de este método, adaptados al manglar.

En el sistema de registro selectivo filipino (PSLS) el concepto básico es realizar la explotación del bosque virgen de forma que el vuelo remanente, incluyendo la regeneración que se establece y se desarrolla, se encuentre en capacidad para garantizar un rendimiento sostenido, con turnos (edades de corta del arbolado) de 30 a 40 años. Para utilizar el método, se opera con las siguientes fases:

- Delimitación de unidades de explotación que serán las áreas de corta.
- Inventario de especies comerciales donde se da una baja diversidad, pero altamente productiva.
- Marcado de árboles a cosechar (posibilidad) y de candidatos a conservar.

-
- Aprovechamiento = Corte, troceo, extracción y evaluación del volumen extraído.
 - Inventario del vuelo remanente con potencial productivo.
 - 5 años después del aprovechamiento se aplican aclareos, en mangle se puede aplicar antes, cuando la regeneración es muy abundante y vigorosa como ocurre en Tabasco.

Sistema de registro selectivo Indonesio (ISLS) es una variante simplificada del PSLS.

- En el primer aprovechamiento se conservan 25 candidatos/ha de especies comerciales con DAP entre 20 y 35 cm.
- La totalidad del material con más de 50 cm de DAP es aprovechado; depende de condiciones del sitio en regeneración, daño, cobertura, etc.
- El turno se fija en 35 años.

Para un logro exitoso de estos métodos, se debe crear un sistema efectivo de control y reducir drásticamente los daños por extracción directos e indirectos.

El método de extracción que se aplique y los tratamientos silvícolas intermedios están sujetos al trabajo que los productores ejecuten en su área de corta anual. Los tratamientos condicionarán la condición del residual del arbolado, el crecimiento del repoblado y reserva de árboles, y la regeneración de las especies en los sitios con su tasa de sobrevivencia, sin perder la biodiversidad, la diversidad genética de las especies forestales, la composición y estructura dasométrica y florística del manglar, la función ecológica y los potenciales de cada especie para el mercado futuro. El método se ajusta a las especies arbóreas existentes, al potencial de producción, a los costos de manejo, a la disponibilidad de los productores para organizarse

y a la aplicación de la mano de obra, así como a la accesibilidad al área de trabajo. Este sistema de ordenación se adapta a la industria establecida y a la posibilidad de iniciar un mercado local, regional o nacional. Promueve un uso más diversificado de las especies de mangle, pero debe contar con buena organización, equipo y recursos económicos necesarios.

El seguimiento de la ordenación permite ver qué cantidad de productos se extrajo, materia prima homogénea para usos específicos y productos secundarios como varas, carbón y leña. De esta forma se podrá lograr un trabajo silvícola y manejo del recurso que genere mejor sustento económico para las familias participantes y simultáneamente la permanencia y crecimiento del manglar, coexistiendo ambos por afinidad y por necesidad.

Sistema silvícola. Método de regeneración para conservación del manglar

El método de regeneración adecuado al caso, para mantener y mejorar las características del manglar es el de Monte Alto, mediante el método de selección. Es una intervención para extraer material para su comercialización que ayude al bienestar del poseedor del predio; deberá administrarse bien, para que las existencias estructurales, de composición específica y volumétricas (alturas y diámetros) por unidad de superficie se mantengan y evolucionen favorablemente, y persista el sistema, pero con la confianza que servirá para nuevas intervenciones en el porvenir, mismas que se aplicarán de manera sustentable.

La regeneración del manglar es por semillas (propágulos), dispersadas por el mismo árbol mediante la forma particular de cada especie y apoyada fuertemente por el agua y la fauna (pájaros, mamíferos, etc.): se da prioridad a la regeneración natural resultante de las labores silvícolas. Sin embargo, si se requiere se debe reforestar o plantar para enriquecimiento, con el objetivo de complementar la regeneración natural en las áreas de corte por anualidad, o mantener la diversidad de especies.

Se apoya con reforestación en los terrenos que estén con baja densidad de mangle, definiéndose de común acuerdo con las sociedades de productores, previo análisis técnico de las condiciones locales. Si todas las especies están adecuadamente representadas en la unidad productiva, podrá orientarse a las especies que representen un “mayor” valor económico (por su demanda) y que siendo propias del lugar no tengan problemas para su regeneración.

Método de selección

El manglar, por sus características de estructura (edades, diámetros y alturas) y composición (mezcla de especies), se adapta mejor al manejo de masa irregular. Por eso se considera al Método de Selección como el más adecuado y una buena opción para realizar un manejo, que compagina aprovechamiento y cultivo, y facilita el seguimiento de la evolución ecológica, silvícola y de la producción.

Con este método se efectúa el aprovechamiento de árboles de todas las edades y diámetros, especialmente de sujetos mal conformados, dominados, enfermos o dañados con el fin de refinar la masa y mantener cierta proporción entre las categorías diamétricas chicas, medianas y grandes de acuerdo con las características de las especies y la calidad de estación en un lugar determinado.

La intensidad de corta que se aplica está regularmente entre el 20 y 35%, ya sea árbol a árbol o en grupos pequeños a intervalos entre 5 y 20 años (ciclo de corta) repetidos indefinidamente, con el fin de permitir la regeneración continua y mantener el estado incoetáneo de la masa.

Método de tratamiento

Para conseguir los objetivos de la regulación, deberán realizarse las intervenciones en la masa, de manera que faciliten y aseguren la regeneración natural y favorezcan el desarrollo de las especies del ecosistema, lo que podrá conferirle mayor valor desde el punto de vista

económico, y colateralmente permitirá desarrollar una economía forestal a los dueños del recurso. Para ello, se aplicarán los siguientes parámetros de las actividades silvícolas.

- Diámetro mínimo de corta los comunes tropicales: debe considerar básicamente tres aspectos: La rentabilidad de los aprovechamientos forestales en relación con el mercado, la distribución diamétrica y la tasa de crecimiento de las especies. Para mangle negro rojo y blanco puede definirse entre 7.5 y 10 cm.
- División del área de corta: área de forma variable que incluya rodales hasta completar un 20% del área productora forestal.
- Planificación de la extracción. Áreas anuales de corta (rotación cada 5 años).

Los principios básicos a observar, serán:

- Evitar la degradación o pérdida de las especies del manglar, minimizando riesgos ecológicos.
- Concentrar la posibilidad anual en áreas de corta para minimizar los costos de extracción. No se vuelven a aplicar cortas en el área intervenida hasta que quede regenerada y será protegida durante el periodo de corta de otras intervenciones distintas de los aclareos.
- Categorizar las especies de mangle por su abundancia y posibilidades del mercado presente y futuro.

Si hay daños en el área en que se intervino en alguna anualidad, o no se cumplen los compromisos, no se da paso a la siguiente, mientras no se regularice la situación. Las intervenciones silvícolas, van relacionadas al método de tratamiento y los datos obtenidos en el inventario forestal, en cuanto al número de árboles y volumen por hectárea promedio.

Elementos de regulación

Un beneficio racional, implica una serie de conocimientos precisos acerca de la biología de las especies forestales; los parámetros utilizados comúnmente en la regulación del bosque son: incremento corriente anual (ICA), ciclo de corta (CC), intensidad de corta (IC), diámetro mínimo de corta (DMC) y turno (T).

Incrementos: la edad de los árboles en los manglares tabasqueños es de hasta 40 años los más viejos, y 5 años los más jóvenes, por lo que se puede manejar una edad media de 23 años, los incrementos promedio en volumen son de 6.5 m³/ha/año, 14.4 m³/ha/año y 5.2 m³/ha/año, en mangle blanco, negro y rojo, respectivamente.

Ciclo de corta: se establece inicialmente en 5 años.

Turno: se sustituye por un período de ajuste que es igual al tiempo en que técnicamente se aprovecharán las existencias cortables. Para mangle, los turnos deben estar definidos por condiciones de los productos (técnico) y por el desarrollo biológico de los árboles (físico), condicionado por la mayor demanda que tienen especies como mangle blanco y mangle rojo en productos como varas, tijeras, puntales, postes, vigas, horcones y carbón; y en el caso del mangle negro para algunos de estos usos, y además como madera aserrada. Es decir, se pueden iniciar cortes desde que están en etapa de vardascal (7.5 cm de diámetro) hasta viejo fustal (= o mayor de 60 cm de diámetro). En promedio en Tabasco las especies de mangle crecen 1.13 cm de diámetro por año, para alcanzar 40 cm de diámetro el turno físico será 35 años con lo que se producirá madera de aserrío; pero durante el turno se aplicarán, aclareos, cortas de saneamiento, de mejora, etc.

Intensidad de corta: en Tabasco se ha considerado que la intensidad de corta será del 30% de las existencias reales cortables. Actuando en el lapso de 5 años, entre la anualidad 1 y la 5, cada año sobre un 20% de la

superficie productora. Al final del periodo se tendrá un 30% de la superficie en regeneración.

Se seleccionan entre 25 y 30 árboles/ha, fenotípicamente deseables, que se observe que pueden proveer semilla y buena regeneración; deben estar maduros, sanos, bien ubicados para que se procure una mejor cobertura de área, y para poder aprovechar la semilla o regeneración excedente en lugares cercanos. Se señalan para evitar su derribo o daño.

Alrededor de los árboles seleccionados se limpia de competencia por malezas (aunque es muy escasa) en un círculo de por lo menos tres veces su altura, además de triturar o disponer los residuos de cortes, para permitir que la regeneración prospere. Estas actividades se realizan por lo menos durante dos años o hasta que se establezca la regeneración y se haya liberado.

Tratamientos intermedios: se realiza extracción selectiva de regeneración en áreas donde está muy densa, cuando los arbolitos tengan buen vigor, ya que la planta o propágulo que se extraiga servirá para el apoyo de la reforestación de otras áreas, y las que queden deben tener también características aceptables. Teniendo en cuenta que las buenas regeneraciones sobrepasan a 15,000 plántulas por hectárea y que sólo son necesarias de 7,250 a 10,000.

- Regeneración o plántulas: 7,250 a 10,000
- Brinzal de 30 cm a 1.0 m de altura: de 5,000 a 7,250 plantas
- Vardascal de 1.0 a 3.0 m de altura: 5,000 a 2,250 arbolitos.
- Bajo latizal: de 7.5 a 20 cm de diámetro: 1,600 a 2,250 árboles
- Alto latizal: de 21 a 30 cm de diámetro: de 500 a 1,600 árboles.
- Joven fustal: de 30 a 40 cm de diámetro: de 169 a 500 árboles

-
- Fustal de 41 a 60 cm o más de diámetro: de 70 a 169

También se tiene presente que:

- No hay cambio de utilización del suelo, el terreno continúa siendo forestal con manglares.
- En el terreno permanece una mayor cantidad de árboles de las mismas especies en etapas de regeneración, jóvenes y maduros, que emiten semilla, por lo que se tendrá la posibilidad y viabilidad de que haya regeneración continua.
- Se mantiene una supervisión periódica sobre el manglar y sus componentes naturales y la reforestación que se programa realizar en caso de falla de la regeneración natural, por lo que se conserva la vegetación y el sistema integral.
- Una vez ejecutados los aprovechamientos programados, se puede realizar otro programa de inmediato, bajo la evaluación técnica y oficial, que determine que se ha cumplido con el fomento del área conforme a criterios que rigen el método de regeneración y cultivo de las áreas en fomento de regeneración y en su caso de reforestación con buenos resultados.

Posibilidad de aprovechamiento de los manglares de Tabasco

La posibilidad concedida de aprovechamiento de madera de mangle resultó de 2.74 m³/ha/año en promedio en los tres planes de manejo autorizados. Esta cifra de extracción de madera es muy conservadora, resultando mucho menor del crecimiento corriente anual y también menor que la posibilidad que se deriva de las existencias actuales aprovechadas en un periodo de 25 años. Esto permite la existencia permanente de abundantes árboles en los manglares y es garantía de sostenibilidad.

Para asegurar la posibilidad de aprovechamiento, la SEMARNAT estuvo autorizando extracciones de 4 m³/ha/año como máximo, aproximadamente la mitad del crecimiento corriente anual de los árboles. También se percibe en la historia de las extracciones de madera en los ejidos citados un progresivo aumento de volúmenes autorizados, hasta alcanzar la cifra de 4 m³/ha/año en los programas de manejo forestal que llevan más tiempo funcionando.

Otros grupos de trabajo con posibles aprovechamientos

En Tabasco se cuenta también con grupos de trabajo con áreas que tienen programas de manejo forestal en 8,678 ha constituidas por nueve ejidos de los municipios de Centla, Comalcalco, Jalpa de Méndez y Paraíso, mismos que no fueron autorizados por falta del estudio de impacto ambiental y por entrar en vigor el art 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre que desde el año 2007 prohíbe las actividades extractivas forestales en los manglares. En esos ejidos el volumen de existencias maderables potencialmente aprovechable es de 1,269,402 m³, con una densidad media de volumen maderable de 161.39 m³/ha. Si se pusieran en marcha los planes de manejo pendientes de aprobación, el volumen potencial de producción forestal de esta zona sería de 50,776 m³ de madera al año. Para estimar este volumen potencial se calculó la posibilidad a partir de las existencias actuales con periodos de intervención cada 25 años (Cuadro XXII).

Cuadro XXII. Posibilidad de aprovechamiento del mangar de otros grupos.

Ejidos	Municipio	Superficie (ha)	Existencias madera (m ³)	Densidad arbolado (m ² /ha)	Volumen corta anual propuesto (m ³ /año)	Posibilidad (m ³ /ha/año)
Aquiles Serdán, San Juan	Centla	870	89,200	102.53	3,568	4.10
Cocohital	Comalcalco	300	63,900	213.00	2,556	8.52
Úrsulo Galván	Jalpa de Méndez	1,000	41,860	41.86	1,674.4	1.67
Puerto Ceiba	Paraíso	568	193,479	340.63	7,739.16	13.63
Paraíso y Quintín	Paraíso	750	15,070	20.09	602.8	0.80
Lázaro Cárdenas	Paraíso	2,968	469,827	158.30	18,793.08	6.33
Barra de Tupilco	Paraíso	1,020	89,109	87.36	3,564.36	3.49
José María Pino Suárez	Paraíso	700	217,848	311.21	8,713.92	12.45
Oriente	Paraíso	502	89,109	177.51	3,564.36	7.10
Totales		8,678	1,269,402		50,776.08	
Promedio				161.39		6.46

El inventario dasométrico realizado por (Domínguez-Domínguez *et al.* 2009) cuantificó volúmenes medios de 82 m³/ha en los manglares del estado. Esta densidad de arbolado permite un aprovechamiento sostenible de 4 m³/ha/año. Los cálculos que se han realizado sugieren que se pueden mantener aprovechamientos del doble de esa cifra, llegando hasta de 8 m³/ha/año que requerirían del oportuno monitoreo y seguimiento.

Por otro lado, no es previsible que toda la superficie de manglar del estado sea objeto de aprovechamiento. Una previsión razonable de la potencialidad del aprovechamiento sostenible de los manglares de Tabasco sería la siguiente:

Plan a corto plazo, la superficie que dispondría de plan de manejo actualmente en el Estado de Tabasco es de 13,104 ha; de esta superficie aproximadamente el 20% se califica como área de conservación (2,621 ha) y el 80% restante como área de producción (10,483 ha). Esta superficie de producción, con el aprovechamiento indicado de 4 m³/ha/año supondría una posibilidad de 41,932 m³/año. Este horizonte podría alcanzarse en un plazo de 10 años.

Plan a medio plazo: la superficie que desarrollaría plan de manejo a medio plazo sería la actual incrementada en un 50%, alcanzando 19,656 ha. Nuevamente el 80% de esta superficie 15,725 ha se calificaría de área productiva. Este horizonte podría alcanzarse en un plazo de 20 años.

Plan a largo plazo: superficie que desarrollaría plan de manejo a largo plazo; la actual incrementada en un 100%, alcanzando 26,208 ha. Nuevamente el 80% de esta superficie (20,266 ha) se calificaría como área productiva.

El aprovechamiento en las áreas manejadas podría incrementarse a 8 m³/ha/año que es el valor previsible en que las cortas se igualarían al crecimiento anual. Sin embargo, es prudente no contar con esa fuente de incremento y suponer que las autorizaciones de corta seguirán siendo menores al 50% de los incrementos anuales durante muchos años.

Combinando las previsiones de superficie manejada y aprovechamientos autorizados de 4 m³/ha/año, tendremos las posibilidades que se presentan en el Cuadro XXIII. Los aprovechamientos de madera de mangle en el Estado podrían ser 83,865 m³/año. Este horizonte podría alcanzarse en un plazo de 30 años.

Cuadro XXIII. Aprovechamientos anuales que serían posibles en Tabasco de acuerdo a las áreas en que se aplicará un plan de manejo y a la posibilidad técnicamente alcanzable.

Tiempo de las previsiones	Superficie con Plan de manejo (ha)	20% Área de conservación (ha)	80% Área productiva (ha)	Posibilidad 4 m ³ /ha/año
En 10 años	13,104	2,621	10,483	41,933
En 20 años	19,656	3,931	15,725	62,899
En 30 años	26,208	5,242	20,966	83,866

En los manglares de Tabasco las existencias de madera en pie son 3,640,000 m³, con existencias medias de 82 m³/ha/año en 41,498.5 ha. El aprovechamiento sostenible más conservador se calculó de la manera

siguiente: Superficie que dispone de plan de manejo actualmente en Tabasco: 13,104 ha; éste es el factor limitante del aprovechamiento más fuerte ya que para autorizar el aprovechamiento se requiere un plan de manejo. De esta superficie, aproximadamente el 20% se calificó como área prioritaria de conservación (2,621 ha) y el 80% restante como área de producción (10,483 ha). La superficie de producción, con el aprovechamiento de 4 m³/ha/año supone una posibilidad de 41,932 m³/año, este horizonte podría alcanzarse en un plazo de 10 años.

Apoyo institucional, labores de reforestación y restauración de los manglares.

Las instituciones han dado con regularidad apoyos a los grupos de manglares. En el año 2005 la CONAFOR a través de la Gerencia Regional XI Frontera Sur y el Gobierno del Estado de Tabasco por conducto de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca; con fundamento en los artículos 17 y 18 del Acuerdo que establece las Reglas de Operación del PRODEFOR y con base en la reunión del Comité Operativo Estatal celebrada el 06 de Septiembre de 2005, dieron a conocer los apoyos que asignaron en el programa de desarrollo forestal en los municipios de Tabasco y la sub-categoría por la cual se apoyaron (Cuadro XXIV).

Cuadro XXIV. Programa de apoyo para el desarrollo forestal 2005 del comité operativo estatal de Tabasco

Nombre del predio	Municipio	Tipo de productor	Sub categoría	Costo del proyecto	Apoyo prodefor
Ejido Chiltepec	Paraíso	Potencial	MIA	20,000	13,500
Ejido Chiltepec	Paraíso	Potencial	EPMF	55, 500	27, 000
La Solución Somos Todos	Paraíso	Productor de materias primas	EJPMF	420,000	236,250
La Solución Somos Todos	Paraíso	Productor de materias primas	ES	84,000	63,000
Ejido el Golpe	Cárdenas	Productor de materias primas	CAP	45,000	31,500

Subcategoría: EJPMF= Ejecución de programa de manejo forestal, ES= Equipamiento al silvicultor, CAP= Capacitación, MIA= Manifestación de impacto ambiental, EPMF= Elaboración de programa de manejo forestal.

En el 2006 se otorgaron apoyos por parte de la CONAFOR a los solicitantes que cuentan con manglar y áreas que requerían actividades de conservación y restauración. Los apoyos se otorgaron en los siguientes Estados: Baja California, Jalisco, Sonora, Baja California Sur, Michoacán, Tamaulipas, Campeche, Nayarit, Tabasco, Colima, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Quintana Roo, Yucatán, Guerrero y Sinaloa y fueron destinados a la conservación y restauración de las áreas de manglar, de acuerdo a los montos asignados (Cuadro XXV).

Cuadro XXV. Características de las actividades y montos asignados en los apoyos ortogados a los poseedores de manglar.

Actividad	Monto de apoyo (\$)	Superficie máxima y mínima	Densidad de plantación
Conservación y restauración de ecosistemas manglar	\$ 2,700 por ha para colecta de germoplasma, producción de plantas y establecimiento	3 a 100 ha	1,000 a 3,000 plantas/ha
Restauración de canales o pasos de agua	\$10 por metro para limpia, apertura de canales, desazolve, construcción de bordos, limpieza de manantiales, perforación de pozos, limpieza y acondicionamiento del sitio	5,000 a 50,000 metros	No aplica

En materia de fomento, la SEMARNAT autorizó en 2006 el establecimiento y manejo de 426 ha de plantaciones de mangle en los municipios de Paraíso, Jalpa de Méndez, Centla y Comalcalco, Tabasco. Se instaló el vivero “el Paraíso”, con capacidad para producir anualmente 80 mil plantas de mangle rojo, negro y blanco, ubicado en el ejido Aquiles Serdán en Paraíso. Otro vivero que estaba produciendo plantas de mangle está ubicado en el ejido La Azucena en el mismo municipio (Figura 21). En la actualidad (agosto de 2011), ambos viveros se encuentran inoperantes por falta de presupuesto.

En la parcela escolar del ejido La Solución Somos Todos se han realizado actividades de reforestación social quedando plantados 2,500 arbolitos de mangle rojo, negro y blanco en diciembre de 2008.

Los productores del ejido La Solución Somos Todos tuvieron permiso para el aprovechamiento del mangle de manera sustentable, es decir, sus tierras han sido utilizadas para la siembra del mangle, con derecho a extraer la madera de manera racional para vivir del mangle, a cambio de protegerlo.



Figura 21. Vivero el Paraíso en el Ejido Aquiles Serdán, Paraíso.

En el ejido La Solución Somos Todos, los productores y dueños del terreno tienen establecidas parcelas de reforestación natural, a las cuales le han tomado mediciones dasométricas para analizar su crecimiento. Las áreas con manglar se han cultivado y se han establecido plantaciones para lograr un fomento sostenido de la actividad forestal en su comunidad. En los últimos años se ha dado apoyo para reforestación de manglar plantando 191,343 árboles, reforestando 167 ha en 48 parcelas de 7 ejidos, en 4 municipios del Estado de Tabasco (Cuadro XXVI).

Cuadro XXVI. Apoyos económicos en plantaciones de mangles en Tabasco.

Municipio	Ejido	Parcelas plantadas	Superficie (ha)	Árboles plantados	Especies
Jalpa de Méndez	Luis Echeverría Álvarez	1	4.4	4,873	<i>Rhizophora mangle</i>
Jalpa de Méndez	Anexo Reforma	2	15	11,750	<i>Rhizophora mangle</i>
Jalpa de Méndez	Úrsulo Galván	1	3.6	3,960	<i>Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa</i>
Centla	La Victoria	8	25.5	28,050	<i>Conocarpus erectus</i>
Paraíso	La Solución Somos Todos	16	75.9	76,888	<i>Rhizophora mangle</i>
Paraíso	La Solución Somos Todos	10	49	53,900	<i>Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa</i>
Paraíso	La Alianza	5	20	22,000	<i>Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa</i>
Comalcalco	Lázaro Cárdenas	5	22	38,555	<i>Laguncularia racemosa</i>

Productores y usuarios de manglar. Cerca de cien mil ciudadanos mexicanos (95,045 habitantes de los ejidos con manglar del Estado de Tabasco) han sido afectados de manera importante en sus niveles de empleo y abastecimiento de productos por la protección del manglar y la prohibición de los aprovechamientos. Los habitantes de 21,796 hogares dependen del ecosistema manglar para su abastecimiento de múltiples productos y la obtención de ingresos económicos para sus familias.

Empleos generados por las actividades madereras extractivas. Otra importante cuestión es la cantidad de jornales requeridos para la preparación de los productos madereros obtenidos del manglar. Las cifras son muy altas, porque el aprovechamiento de manglar se hace de manera fundamentalmente

manual, lo que conlleva una alta carga de jornales y constituye sin duda una fuente importante de empleo. Los aprovechamientos autorizados en los manglares tabasqueños eran de un volumen de madera de 12,121 m³/año, hasta la promulgación del artículo 60 TER. La elaboración de esos productos con una carga media de trabajo de 0.87 jornales/m³ en la corta, desrame, trozado, clasificación y preparación o rajado en su caso considera 10,545 jornales al año en preparación de los productos, únicamente en tres ejidos (Cuadro XXVII). A estos jornales hay que añadir los de aserrado, transporte y comercialización de la madera, y los empleos potenciales que podrían generarse en empresas de segunda transformación que elaboraran productos a partir de la madera producida en la zona.

Cuadro XXVII. Jornales de trabajo requeridos para la preparación de productos madereros del manglar (Fuente: elaboración propia a partir de Trejos et al. 2008).

Productos madereros del manglar	Unidad de suministro	Ancho (cm)	Largo (m)	Jornales / pieza	Volumen (m ³ / unidad suministro)	Jornales/m ³
Leña	Millar de astillas	3 a 5	0.6-0.7	1.2	0.817	1.47
Varas	pieza	>7	4	0.02	0.015	1.30
Horcones	pieza	>20	4	0.04	0.126	0.32
Soleras o vigas	pieza	>10	8	0.04	0.063	0.64
Puntales	pieza	7	>4	0.01	0.015	0.65
Promedio						0.87

DIRECTRICES PARA EL MANEJO FORESTAL DE MANGLARES

Las directrices de manejo de manglares de FAO (1994 y 2007) dan información muy completa sobre los métodos silvícolas y de manejo.

Métodos silvícolas. Los métodos silvícolas aplicables se clasifican en sistemas de cortas a hecho, sistemas de entresaca y sistemas de aclareo sucesivo. Las especies de mangle presentes en Tabasco son altamente demandantes de luz e intolerantes a la sombra. Para estas masas los expertos internacionales recomiendan aplicar cortas a hecho en fajas. Estas técnicas silvícolas son más fáciles de aplicar, requieren menos conocimientos técnicos, menos experiencia y menos capacitación de las personas que realizarán el aprovechamiento.

Los mangleros de Tabasco desde la autorización de manejo han decidido no aplicar cortas a hecho por considerarlas inapropiadas y excesivamente dañinas para el manglar, prefiriendo claramente las técnicas conocidas como “de entresaca”, lo cual se constata en sus programas de manejo. Los sistemas de entresaca se caracterizan por dos condiciones: las masas son irregulares y la cubierta forestal nunca se extrae por completo, por lo que no se suprime el abrigo y la sombra para la regeneración y los brinzales. Para resolver la regeneración de especies intolerantes a la sombra, se aplica la variante “entresaca por bosquetes”, donde los huecos de corta son un poco mayores, lo que favorece la regeneración de las especies de luz y fomenta la formación de pequeños grupos de rodales regulares. Simultáneamente los costos de aprovechamiento son menores y la extracción de madera es más sencilla.

El mangle blanco regenera bien bajo sombra, aunque requiere luz para su desarrollo. El mangle negro es intolerante a la sombra e incapaz de regenerar incluso bajo sombra moderada. A continuación se presentan las ventajas e inconvenientes del método silvícola de entresaca.

Ventajas

- Único sistema para mantener una masa irregular.
- Se obtiene fácilmente la reproducción de las especies tolerantes a la sombra.
- La protección de la estación es excelente.
- Las masas se pueden adaptar fácilmente para atender las fluctuaciones de la demanda.
- Rendimientos del capital con breves intervalos.

Inconvenientes

- Se necesita un alto nivel de preparación técnica y de control del manejo.
- Costos mayores de extracción, extracciones por unidad de superficie menores.
- Las dimensiones de los productos son más variables.
- Los árboles aprovechados están esparcidos por toda la masa.
- Difícil análisis de los datos del inventario y previsión de crecimientos y rendimientos.
- No es favorable para el desarrollo de las especies no tolerantes a la sombra.

El método silvícola aplicado da prioridad a la regeneración natural. Las ventajas más importantes en este método son: la más económica de establecer, se necesita menos mano de obra, el origen de las semillas es conocido y se preserva la variabilidad genética de los árboles de la población original, mejor desarrollo inicial de la raíz mediante brinzales naturales, menor perturbación del suelo y selección de los mejores árboles. Los

inconvenientes habituales del sistema son la necesidad de realizar aclareos no comerciales cuando el regenerado es muy abundante, los posibles fallos y retrasos en la regeneración, menor control de espaciamiento, existencias iniciales y distribución de los brinzales. La renuncia a la introducción de plantas genéticamente mejoradas, y a la recolección mecanizada en este caso no son inconvenientes al formar parte de la opción silvícola que se ha escogido. Este sistema silvícola está más de acuerdo con la ecología forestal.

Retención de resalvos (portadores de semilla). La práctica habitual en Tabasco es respetar entre 25 y 35 árboles por hectárea como fuentes semilleras y de protección para el regenerado. Otros silvicultores hablan de que únicamente son necesarios 12 árboles por hectárea de diámetro superior a 16 cm. Los criterios para la selección de árboles semilleros deben ser los siguientes:

- A. Árboles de tamaño medio (mayor de 16 cm DAP), vigorosos, de copa sana que sobrevivirán una rotación.
- B. Que tengan o sean capaces de producir propágulos viables.
- C. Evitar los árboles extramaduros o muy grandes:
 - Son propensos a que los tire el viento o los rayos y al caer pueden destruir el regenerado.
 - Pueden no producir propágulos viables.
 - Contienen volúmenes grandes de madera y respetarlos merma el rendimiento.
 - Son propensos a los ataques de termitas y al quemado de la corteza.
- D. No aceptar resalvos dañados por el aprovechamiento.

E. En sustratos muy inestables seleccionar los resalvos en grupos de 2 o 3.

F. Elegir mayor proporción de las especies más deseables.

Es necesaria una evaluación de la densidad de la regeneración natural antes y después del aprovechamiento maderero. La FAO (1994) propone realizar muestreos lineales de regeneración de acuerdo con las clases de regeneración del cuadro XXVIII.

Cuadro XXVIII. Descripción de las clases de regeneración en especies de manglar.

Clases de regeneración	Descripción
I	Brinzales de más de 30 cm, pero menos de 1.5 m de altura
II	Brinzales o chirpiales de 1.5 m o más de altura a 3 m
III	Brinzales de 3 m o más de altura y menos de 5 cm DAP

La descripción completa de la regeneración comprende información sobre la espesura del repoblado (indicación de la distribución), sobre la abundancia (número de individuos por metro cuadrado) y sobre el tamaño de la regeneración (con la abundancia relativa de las clases descritas). Las normas sobre densidad suficiente exigen 2,500 brinzales por hectárea clase I, bien distribuidos para manglares de *Rhizophora*. Para plantaciones bioenergéticas, de corta rotación pueden requerirse de 10,000 a 20,000 plantas/ha. En las evaluaciones realizadas en este trabajo se han encontrado cifras mucho más altas, de 10.39 plantas/m² que lleva a tener en algunos sitios muy poblados 103,900 plantas/ha, densidades similares a las 129,100 plantas/ha reportadas por Hernández (1999), Salazar (1999) y Miguel (1999), en mangle rojo y mangle blanco en Guatemala; sin embargo, en otros sitios la regeneración estaba ausente debido a la lámina de agua que llegaba hasta la altura de 85 cm, cubriendo la regeneración que se pudiera dar en ese periodo e impidiendo su permanencia. Hay que tomar en cuenta que en el periodo del año en el cual se hizo el estudio había llovido mucho. La plantación artificial se debe iniciar en las zonas que no presenten

densidades suficientes en al menos 70% de la masa, a los tres años del aprovechamiento.

Aclareos. La selección de individuos del regenerado puede aumentar el crecimiento en diámetro y la calidad de forma de la masa remanente. Se recomienda aplicar un aclareo en que se seleccione un arbolito de buenas características y se eliminan los que le rodean en un radio de 1.2 m. Se vuelve a elegir un nuevo árbol, se repite el procedimiento y así sucesivamente. El primer aclareo se traduce en una distancia relativa entre árboles de 1.2 m lo que equivale a densidades promedio de 6,944 árboles/ha. Años más tarde se aplica el mismo método con distancias de espaciamiento de 1.8 m para alcanzar densidades de 3,086 árboles/ha. El método se conoce como “Método del palo”. De acuerdo con los criterios de densidad de Long, para los manglares tabasqueños el espaciamiento de 1.2 m entre plantas se debe aplicar cuando el árbol promedio supere 3.5 cm de diámetro a 1.30 m de altura, y espaciamiento de 1.8 m cuando los árboles superen 5 cm de diámetro.

Elección del turno. En manglares ordenados de otras partes del mundo (Matang en Malasia, Caribe de Colombia y Costa Rica) se aconseja aplicar turnos técnicos que son los más aptos para atender necesidades industriales y demandas sociales. Por razones silvícolas se aconseja turnos inferiores a 40 años. El criterio de los planes de manejo locales es manejar turnos entre 25 y 35 años, dependiendo del producto o grupo de productos que se requiere. Sánchez *et al.*, (2004) recomiendan entre 17 y 21 años para las diferentes especies en el Caribe de Colombia. Los prestadores de servicios locales en Tabasco proponen turnos de 25 a 35 años.

Se aconseja que cada unidad de manejo forestal delimite áreas de conservación y protección, donde se atienda a consideraciones especiales de conservación de la diversidad genética, control de la erosión, avifauna, otras especies de fauna silvestre, pesca, recreación, educación y ecoturismo.

La producción y su regulación son abordadas por varios autores: FAO (1994 y 2007) proporcionan información sobre el crecimiento de *Rhizophora* en la costa norte del Pacífico de Costa Rica que se presenta en el Cuadro XXIX; Sánchez *et al.* (2004) en una aproximación a la dinámica de crecimiento de los bosques de manglares de Colombia presentan cifras de crecimiento diamétrico obtenidos a partir de 42 parcelas permanentes instaladas en manglares. Manejan la información en función de la especie, la clase diamétrica y el estatus de competencia de los árboles. Concluyen que el crecimiento en volumen variará entre 3.53 y 12.26 m³/ha y año en función de la zona y el manejo. Estiman que la producción de madera será del 30 al 50% de esa cifra y proponen que se otorguen volúmenes de productos entre 2 y 3 m³/ha al año.

Cuadro XXIX. Incremento del DAP con corteza en cm para *Rhizophora* en la costa norte del Pacífico de Costa Rica: media y (desviación típica). El número de muestras oscila entre 10 y 50 por clase diamétrica y zona.

Clase diamétrica (cm)	Zona de <i>Rhizophora</i>		Clase diamétrica (cm)	Zona de <i>Rhizophora</i>	
	Pura	Mezclada		Pura	Mezclada
A: 1.7-2.9	0.10 (0.50)	0.11 (0.10)	F: 15.0-19.9	0.08 (0.07)	0.15 (0.13)
B: 3.0-4.4	0.10 (0.11)	0.14 (0.12)	G: 20.0-24.9	0.10 (0.09)	0.13 (0.07)
C: 4.5-6.0	0.14 (0.10)	0.13 (0.09)	H: 25.0-29.9	0.16 (0.14)	0.14 (0.07)
D: 6.0-9.9	0.19 (0.15)	0.13 (0.11)	I: 30.0-34.9	0.09 (0.05)	0.14 (0.07)
E: 10.0-14.9	0.17 (0.15)	0.17 (0.14)	J: >35.0	0.09 (0.07)	0.17 (0.08)

Esta observación es sumamente valiosa porque tanto la distribución de alturas, las densidades medidas en área basal, los volúmenes y existencias de madera son muy similares en los 31 transectos realizados en Tabasco a las 42 parcelas permanentes del Caribe colombiano. En Costa Rica se determinaron también volúmenes en parcelas de 34.6 a 373.2 m³/ha, también coincidentes en rango con los inventarios de Tabasco.

En la actualidad los grupos de manejo del manglar tabasqueño tienen comprometida la instalación y el seguimiento de parcelas permanentes. Esa información permitirá definir aún mejor los niveles sostenibles de producción.

El área efectiva de explotación maderera se estima por los grupos locales tabasqueños en un 80% de la superficie que poseen, repartida en varias anualidades (usualmente 5 cuarteles de aprovechamiento y extrayendo menos de 1/3 de las existencias en cada intervención).

La determinación de la corta anual puede hacerse por superficie o por volumen. En el caso de los aprovechamientos autorizados en Tabasco se ha optado por definir ambas y el seguimiento de los aprovechamientos ha demostrado lo oportuno de esa decisión. El sistema de aprovechamiento utilizado es extracción manual, combinada con desembosque por canales mediante embarcaciones menores provistas de motor y lanchas. El impacto del método es muy bajo comparado con otros métodos mecanizados y emplea mucha mano de obra.

En conclusión los productores de los municipios de la costa dependen económicamente del recurso del manglar para su subsistencia. La mayoría de los productores manifiestan que el manglar debe pertenecer a los propietarios del terreno y deben ser utilizados solo por los dueños del terreno en los diversos municipios de la zona costera del Estado de Tabasco.

Los habitantes de las comunidades de la costa son los que mayor importancia le dan al manglar, ya que viven del recurso, principalmente de la madera que extraen; sin embargo, los que no dependen del recurso no le atribuyen ninguna importancia. La mayor importancia que le da la gente al manglar es para el aprovechamiento de madera y para protección del medio ambiente. Es una fuente de trabajo para los habitantes, que obtienen productos como leña, pesca, carbón y obtienen recurso de paseos ecoturísticos. Los productores están conscientes de la importancia ecológica que tienen los manglares, de las funciones que desempeña en la estabilización y protección

de las líneas costeras, proporcionando áreas de cría y alimentación a numerosas especies de peces y camarones, hábitat para peces, cangrejos, moluscos y lugares de anidamiento de aves costeras; sin embargo, también están conscientes de que les genera productos, como postes para cercas, para el alumbrado público, puntales para la cimentación de edificios, vigas, tijeras, horcones para construcción de casas rústicas, leña y carbón para cocinar sus alimentos para autoconsumo. Desde el punto de vista comercial les da la oportunidad de vender la madera, así como también artesanal para elaboración de agujas para tejer y otros productos que, al ser vendidos, les generan ingresos económicos de los cuales subsisten.

Según los productores ha habido ampliación en la superficie del manglar en 35 comunidades de los municipios de Comalcalco, Centla, Paraíso y Cárdenas, tomando en consideración los cambios ambientales que se han presentado en los sitios, el aprovechamiento de los recursos y el manejo del manglar.

Es necesario que las comunidades de la costa conozcan si pueden aprovechar la leña extraída de árboles muertos de las especies de mangle que tienen en sus terrenos, de acuerdo al artículo 60 TER que limita el uso de los productos que se obtienen del manglar.

Desde el punto de vista sociocultural, se detectaron 151 grupos de trabajo que realizan actividades en el manglar dedicados principalmente al cuidado y limpieza del manglar, al aprovechamiento maderable, a la pesca, a la elaboración de artesanías y a la producción de carbón. Estos grupos son un gran potencial con experiencia de trabajo en la zona costera, que podría darle un aprovechamiento sustentable al recurso bajo un programa de manejo, pero que si no se le permitiera usarlo, requerirá que le sean proporcionadas alternativas para su subsistencia, ya que han trabajado los productos del manglar durante toda su vida.

Los productores o dueños de los terrenos con manglar han sido beneficiados con apoyos institucionales de gobierno estatal o federal para forestar o reforestar, y para la limpieza y mantenimiento del manglar, lo cual ha contribuido para darle un mejor manejo.

Casi la mitad de los productores consideran que el estado del manglar desde el punto de vista ecológico es bueno, sin embargo un porcentaje similar considera que debería cuidarse y darle mayor importancia. Los problemas de sanidad que se han detectado en los árboles de mangles son de amarillamiento de los árboles, el cual los seca y los pudre, además de comején o termitas que afectan a la madera principalmente de mangle negro y mangle rojo, requiriéndose realizar cortas de saneamiento para mejorar las condiciones sanitarias y el vigor de la masa forestal, dándole estabilidad al ecosistema. Otros problemas son la tala clandestina y el robo de madera que debe ser vigilado y sancionado.

La gente de las comunidades se ha beneficiado al obtener la autorización de los planes de manejo y aprovechamiento mejorando sus ingresos económicos obtenidos por la venta de los productos.

Existen comunidades como La Solución Somos Todos de Paraíso y El Golpe de Cárdenas, que se han visto afectados por contaminación del manglar a través de las actividades petroleras.

Las áreas de manglar en las cuales se han aprobado programas de manejo de mangle rojo, blanco y negro pertenecientes a los Ejidos La Solución Somos Todos y Francisco Trujillo Gurría de Paraíso, y El Golpe de Cárdenas, han aprovechado únicamente el 10% del total de volumen maderable autorizado en madera en rollo de cortas y largas dimensiones, madera aserrada de cortas y largas dimensiones, leña en rollo y carbón.

Las decisiones silvícolas propuestas por las comunidades y autorizadas han sido muy prudentes y conservadoras, utilizando volúmenes de extrac-

ción bajos, dejando árboles en cantidad suficiente después de la corta, protegiendo las orillas de los cuerpos de agua y aplicando corta selectiva. La experiencia de los grupos indica que la regeneración natural y la estructura del bosque generada después del aprovechamiento son adecuadas tanto ecológica, como productivamente.

Se requieren más actividades de fomento en las áreas de manglar que han sido fragmentadas por diversas situaciones.

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre debe revisarse tomando en cuenta las tres bases de la sustentabilidad (ecológica, económica y social) para que realmente pueda ser sustentable la permanencia del ecosistema en el tiempo, así como el aprovechamiento del manglar. Se requiere revisar las condiciones que han afectado al manglar en cada Estado haciendo leyes que se adapten a las condiciones abióticas, biológicas y sociales para no afectar a los habitantes que han convivido con el recurso y que le han dado un manejo adecuado.

Para disminuir la presión sobre el recurso manglar y darle alternativas a la gente de la zona costera se podrían realizar plantaciones forestales comerciales con especies de mangles adecuadas en áreas deforestadas, bajo un programa de manejo sostenible y que se le permita aprovechar legalmente el recurso maderable plantado con la asesoría de profesionales forestales y de las instituciones que lo autorizan y regulan.

REGIONALIZACIÓN DEL POTENCIAL DE USO DE LOS MANGLARES DE TABASCO

Factores y variables

La regionalización de los manglares de Tabasco considera factores y variables como se muestra en el Cuadro XXX. Cada factor tiene una o más variables, y estas se separan en clases de restricción; la clase 1 indica que no hay restricciones para el uso del manglar; la clase 2 indica que alguna variable puede restringir el uso del manglar; y la clase 3 indica que una o más variables restringen el uso del manglar. A continuación se describen las variables que representan restricción.

Suelo

Contaminación por hidrocarburos fracción pesada (S1). Se estableció con base en el límite máximo permisible para fracciones pesadas para suelos de uso agrícola, forestal, recreativo y de conservación, de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT-2003 (DOF 2005). Se consideran contaminados los suelos cuyo contenido de hidrocarburos pesados es mayor a 3000 mg kg⁻¹.

Contenido de nutrimentos (S2). Aplica para la capa de suelo de 0 a 40 cm de profundidad cuando los contenidos de N, P, K, Ca, Mg y CIC, de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF 2002), son bajos y limitan el desarrollo del manglar.

Uso del suelo

Cambio de uso (US1). Corresponde a zonas donde el manglar ha disminuido en su extensión por cambio de uso del suelo con respecto a su extensión original, y actualmente se observa fragmentado e inmerso en otros usos. Concretamente se refiere a zonas de campos petroleros, incluyendo pozos, baterías de separación, estaciones de compresores, ductos, quemadores y canales. Adicionalmente, el manglar ha sido modificado por derrames de petróleo, rellenos, incendios forestales, tala para extracción de madera e introducción de pastizales para la ganadería de bovinos.

Cuadro XXX. Factores, variables y clases de restricción considerados en la regionalización de los manglares de Tabasco.

Factor	Variable	Clase de restricción	
Suelo	Contaminación por hidrocarburos ¹	S1	1. Contenido de hidrocarburos pesados < 3000 mg kg ⁻¹
			2. Contenido de hidrocarburos pesados > 3000 mg kg ⁻¹
Uso del suelo	Contenido de nutrientes ²	S2	1. Alto, en Histosoles, Solonchaks y Gleysoles
			2. Bajo, Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico) ³
Uso del suelo	Cambio de uso	US1	1. Zona de manglar sin cambio
			3. Zona de manglar transformada o mezclada con otros usos como campos petroleros, derrames de petróleo, canales, rellenos y pastizales
Uso del suelo	Manglar ripario	US2	3. Conservación de manglar ripario ^{4,5} en una franja de 20 m bordeando el cuerpo de agua y de 30 metros de ancho por todo el cauce de ríos permanentes
			Área Natural Protegida ⁶
ANP2	2. Con decreto federal o estatal, zona de amortiguamiento ⁷		
	ANP2	3. Con decreto federal o estatal, zona núcleo ⁷	
Forestal		Volumen maderable	F1
	• Más de 100 m ³ /ha, aprovechamiento muy productivo		
	• Entre 23 y 100 m ³ /ha, aprovechamiento viable		
Forestal	Índice de calidad de sitio	F2	2. Estatus temporal: en crecimiento. Menor de 23 m ³ /ha aprovechamiento económicamente inviable
			3. Restricción alta ⁸ Zonas con calidad de estación muy baja para el estado de Tabasco. Índice de calidad de sitio para los mangles rojo, blanco y masas mixtas menor de 12.5 m (altura promedio para los árboles de 30 cm de diámetro normal), y para el mangle negro menor de 10 m (altura promedio para los árboles de 30 cm de diámetro normal).
			Forestal
2. Estatus temporal: en crecimiento. Altura media del arbolado inferior a 10 metros, hay restricción para el aprovechamiento			

¹ Límite máximo permisible para fracciones de hidrocarburos pesados para suelos de uso agrícola, forestal, recreativo y de conservación: 3000 mg kg⁻¹. Diario Oficial. 2005. NOM-138-SEMARNAT-2003.

² Criterios definidos en la NOM-021-RECNAT-2000 (DOF 2002)

³ La textura arenosa le asigna baja capacidad de suministro de nutrientes (Porta *et al.* 1999).

⁴ Según el Artículo 28 c del Reglamento de la ley forestal de desarrollo sustentable (México 2005)

⁵ Directrices para la ordenación de los manglares (FAO 1994)

⁶ Aplica para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y para la Isla Pajaral.

⁷ Según el artículo 40 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Instituto Nacional de Ecología 2000)

⁸ Análisis dasométricos (Domínguez-Domínguez *et al.* 2009)

Protección de manglares riparios (US2). Se refiere a la conservación del manglar ripario en una franja de 20 m bordeando el cuerpo de agua (México 2005) como lagunas costeras, y de 30 m de ancho por todo el cauce de ríos permanentes (FAO 1994). Estas franjas de manglar protegen a las riberas contra la erosión, aportan nutrimentos al suelo, constituyen barreras verdes contra ciclones y nortes, y son hábitat de una gran biodiversidad de fauna de lagunas costeras.

Área natural protegida

Reserva de la biosfera (ANP). Se adopta la zonificación establecida en el programa de manejo correspondiente y aplica para zonas de amortiguamiento donde se puede hacer uso restringido del manglar (ANP1) bajo la autorización de la SEMARNAT, y para la zona núcleo (ANP2) donde se establece que está prohibido verter o descargar contaminantes al ambiente; interrumpir, rellenar, descargar o desviar los flujos hidráulicos; realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres, y ejecutar acciones que contravengan a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (SEMARNAP 2000).

Uso forestal

Las variables consideradas son volumen maderable (F1), índice de calidad de sitio (F2) y altura media de la masa (F3). Las restricciones se explican en el Cuadro XXX y se obtuvieron con base en la información de 31 transectos del manglar y revisión bibliográfica.

El volumen de existencias maderables (F1) 23 m³/ha es la cifra umbral de viabilidad sustentable del aprovechamiento maderero en manglar. La sustentabilidad se basa en la viabilidad ecológica, económica, social e incluso administrativa. Las zonas que no alcancen esas existencias de madera deben tener otras prioridades. Una vez que aumenten sus existencias hasta la cifra indicada podrían soportar aprovechamientos maderables. Mientras tanto deben conservarse sin cortas.

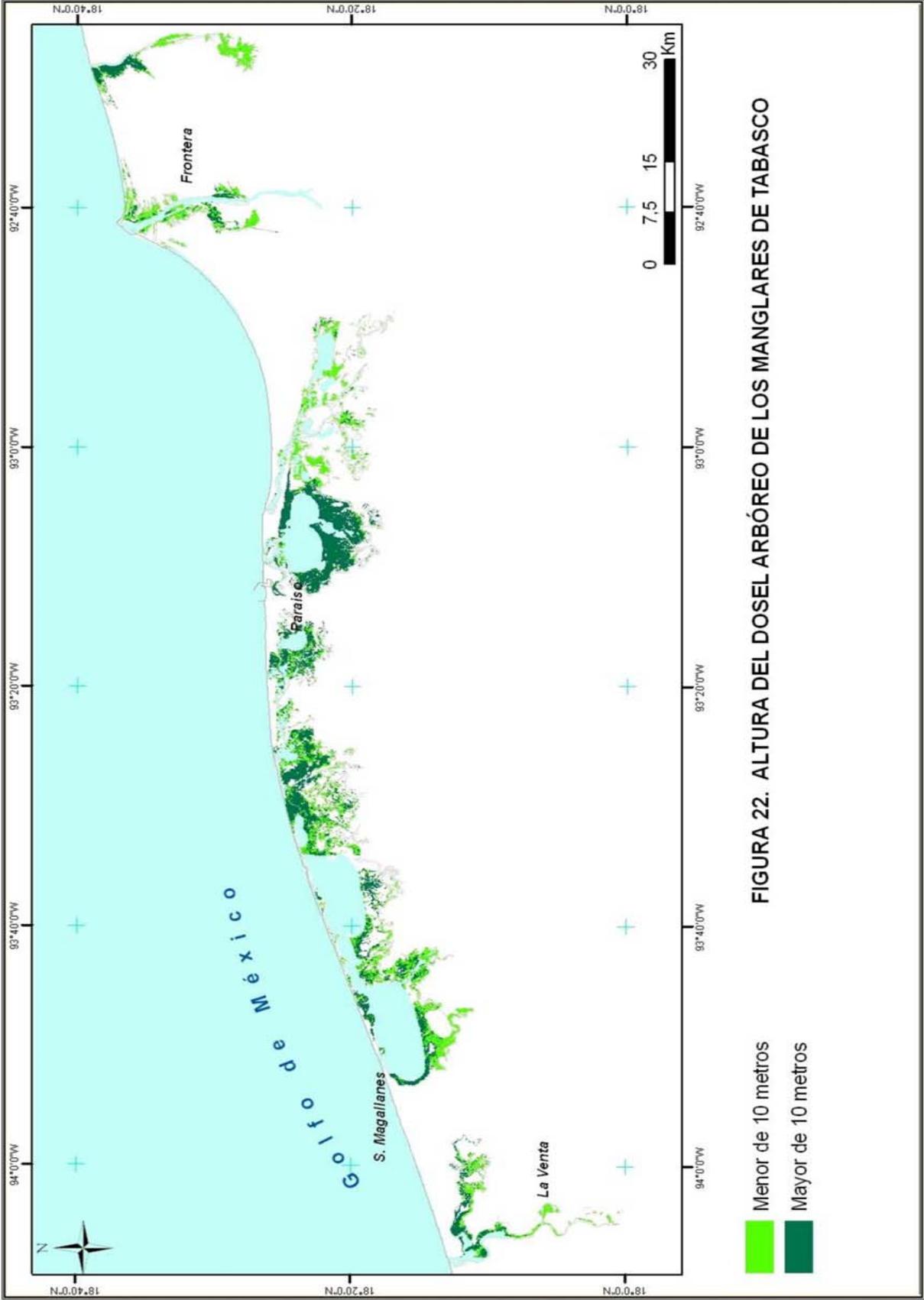
Las zonas cuyo índice de calidad de sitio (F2) sea “bajo” según la clasificación del Estado de Tabasco: menor de 12.5 m para los mangles rojo, blanco y mezclas; menor de 10 m para el mangle negro. Estas zonas tienen menor productividad maderera, mayor fragilidad relativa y dificultades en su regeneración, lo que aconseja destinarlas a usos que excluyan el aprovechamiento maderero. El índice de calidad de sitio es una limitación permanente.

En el caso de F3, se complementó con la cartografía de los mangles menores a 10 m de altura como se muestra en la Figura 22, la cual se generó con base en las alturas de los mangles tomadas en el campo y mediante la clasificación supervisada de las imágenes de satélite SPOT de 2008-2009. En estos mangles se estima que los diámetros de los árboles todavía no permiten el aprovechamiento, debiendo respetarse el crecimiento del rodal. Cuando superen dichas alturas los rodales serán viables para autorizar su aprovechamiento.

Densidad, existencias maderables y altura media constituyen restricciones temporales.

Criterios para la definición del potencial de los mangles

El potencial se refiere a las categorías establecidas con el objetivo de planificar el manejo de un recurso natural. El potencial para los mangles de Tabasco se definió con base en las variables y criterios contenidos en el Cuadro XXX, identificándose zonas destinadas al aprovechamiento sustentable (A), protección (P) y restauración (R), como se muestra en el Cuadro XXXI.



Aprovechamiento sustentable (A). Se refiere a la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos (DOF 1988). En esta categoría todas las variables corresponden a la clase 1 y no indican restricción, por lo que es factible el uso del manglar. Incluye zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas, bajo la autorización de la SEMARNAT (ANP1).

Protección (P). Se refiere al conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (DOF 1988). Esta categoría se deriva de las variables que representan restricción media a alta para el manejo del manglar. Con el tiempo, puede pasar a la categoría de aprovechamiento, con excepción de las áreas núcleo de reservas de la biosfera y los manglares riparios.

Cuadro XXXI. Potencial de manejo de los manglares de Tabasco.

Potencial de manejo	Clase de restricción
A Aprovechamiento sustentable	Sin restricción. ANP1 Reserva de la biosfera con autorización de la SEMARNAT.
P Protección	S1 Contaminación por hidrocarburos fracción pesada. S2 Bajo contenido de nutrimentos del suelo. ANP2 Reserva de la biosfera, zona núcleo. US2 Manglar ripario. F1 Volumen maderable, estatus temporal en crecimiento. F2 Índice de calidad de sitio, restricción alta. F3 Altura media de la masa menor de 10 m promedio.
R Restauración	US1 Áreas degradadas por cambio de uso del suelo.

Restauración (R). Conjunto de actividades tendentes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (DOF 1988). Actividades (que pueden incluir canalización o desvío de flujos) encaminadas a rehabilitar terrenos degradados, para que recuperen y mantengan parcial o totalmente

su suelo, dinámica hidrológica, estructura de la vegetación y biodiversidad (DOF 2003). Incluye aquellas zonas donde el manglar ha sufrido cambio de uso del suelo (US2) por las actividades humanas.

Potencial de manejo de los manglares de Tabasco

Las zonas con potencial de manejo de los manglares de Tabasco se muestran en la Figura 23, y los datos presentados en el Cuadro XXXII. La cartografía, originalmente a escala 1: 20,000, se generó utilizando la superposición de las clases de restricción en el modelo de análisis espacial dentro del programa ARCGIS 9.2. A continuación se describen las zonas con diferente potencial.

Cuadro XXXII. Potencial de manejo de los manglares de Tabasco.

Potencial de manejo y clases de restricción	Clave	Superficie	
		ha	%
Aprovechamiento, sin clases de restricción	A	15,968.2	36.9
Aprovechamiento por reserva de la biosfera zona de amortiguamiento bajo la autorización de la SEMARNAT	AANP1	1,007.8	2.3
Protección por contaminación de hidrocarburos fracción pesada y altura menor de 10 m	PS1F3	1,065.2	2.5
Protección por bajo contenido de nutrimentos del suelo	PS2	2,038.5	4.7
Protección por bajo contenido de nutrimentos del suelo y altura menor de 10 m	PS2F3	1,386.4	3.2
Protección por reserva de la biosfera, zona núcleo	PANP2	1,922.3	4.4
Protección por reserva de la biosfera, zona de amortiguamiento y altura menor de 10 m	PANP1	307.4	0.7
Protección por manglar ripario	PUS2	6,478.6	15.0
Protección por altura menor de 10 m	PUS2	11,640.2	26.9
Restauración por cambio de uso del suelo y contaminación por hidrocarburo fracción pesada	RUS1S1	1,405.0	3.3
Total		43,219.6	100.0

Aprovechamiento sustentable (A)

Zonas de manglares que no presentan restricciones para su uso y coinciden con masas forestales compactas cuya altura es mayor a 10 m (Figura 22). Su extensión es de 16,976 ha que representa el 39.2% del área total, y se localiza

al sur de la laguna Mecoacán, oeste de la laguna El Cocal, este de la laguna Redonda, sur y suroeste de la laguna el Carmen, en ambas márgenes del río Chicozapote y en la desembocadura de los ríos Tonalá, San Pedro y San Pablo. Se relacionan con suelos Histosoles y Solonchaks. El 2.3% de este potencial se ubica en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla por lo que su manejo requerirá de la autorización de la SEMARNAT.

Protección (P)

Zonas de manglares que presentan alguna clase de restricción para su uso, por lo que deben destinarse a la protección. Se ubican principalmente en suelos Solonchaks, cubriendo una superficie de 24,838.6 ha que representan el 57.5% del área total.

Otra extensa superficie (26.9% del total) de los manglares de Tabasco tiene altura menor a 10 m, la variable volumen maderable indica estatus temporal en crecimiento, y el índice de calidad de sitio indica restricción alta, por lo que deben destinarse a la protección. Estos manglares se localizan al sur de las lagunas costeras y de los cauces de los ríos, y posiblemente son indicadores del avance de la salinización hacia el interior de la planicie tabasqueña, como consecuencia del cambio climático. En unos años podrían ser aprovechables, independientemente de los servicios ambientales que actualmente proporcionan.

Los manglares ubicados en los campos petroleros Cinco Presidentes, Mecoacán y Caparroso, presentan contaminación por hidrocarburos de la fracción pesada y alturas menores a 10 m, debiendo destinarse a la protección. Su extensión es del 2.5% del área total.

Franjas de manglares situados en la transición entre las lagunas costeras y los cordones de playa, cerca del Golfo de México, se ubican en el estatus de protección porque crecen sobre suelo Solonchak Gléyico (Sódico, Arénico) cuyo contenido de nutrimentos es pobre. Sin embargo, sirven como

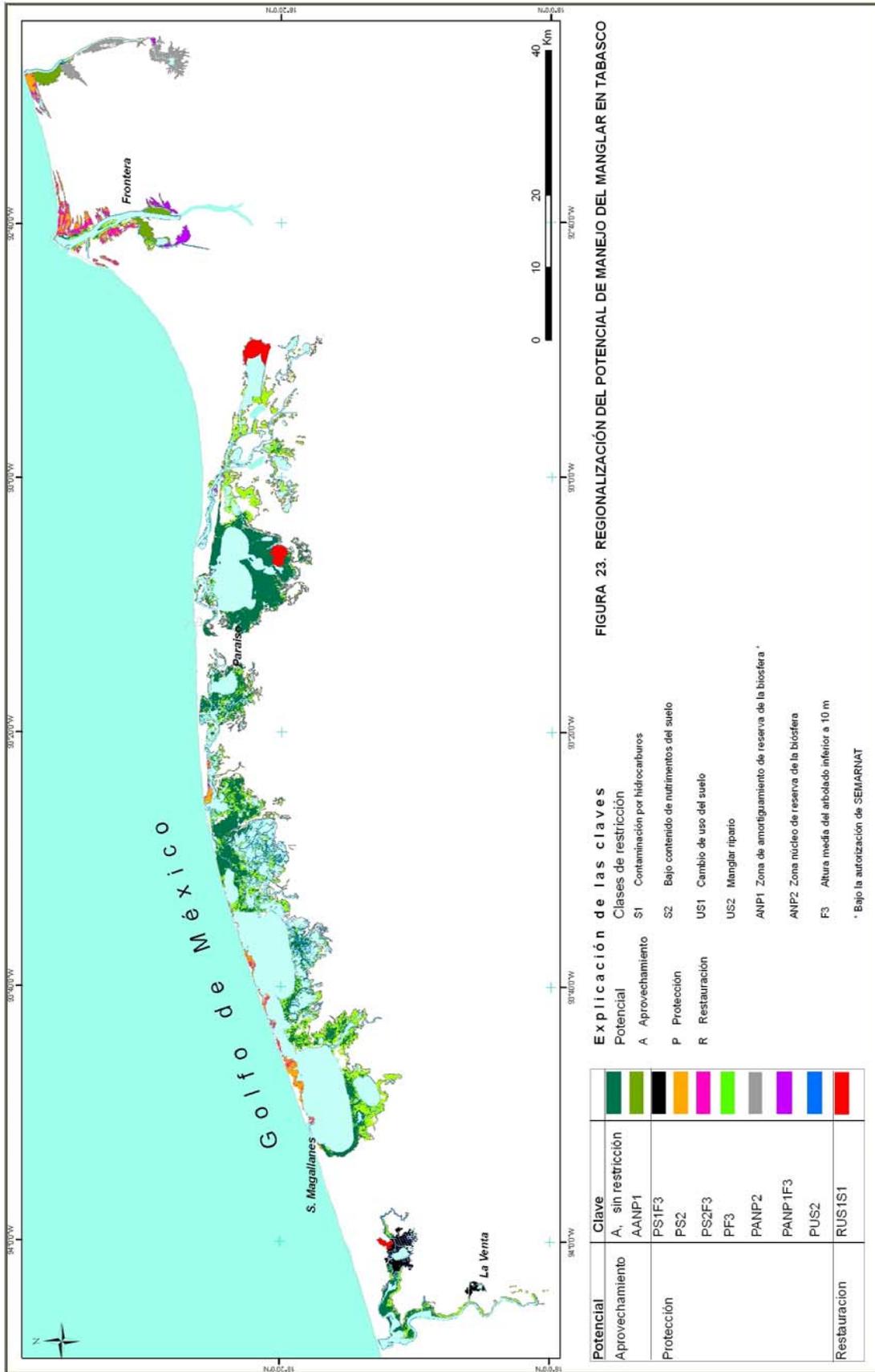


FIGURA 23. REGIONALIZACIÓN DEL POTENCIAL DE MANEJO DEL MANGLAR EN TABASCO

barreras protectoras contra vientos ciclónicos y de nortes, y coadyuvan a la estabilidad del suelo de la costa. Representan el 7.9 % de la superficie total.

Los manglares ubicados en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, corresponden a áreas destinadas a la conservación de la vida silvestre y de los recursos naturales de acuerdo a su plan de manejo (SEMARNAP 2000). Representan el 4.4% del área total. El 0.7% de los manglares de la misma reserva, en su zona de amortiguamiento, presentan alturas menores a 10 m por lo que se recomienda su protección.

Los manglares riparios, de acuerdo a la legislación nacional (Artículo 28 c del Reglamento de la ley forestal de desarrollo sustentable de México 2005) y criterios internacionales (FAO 1994), también deben sujetarse a la protección dada su relevancia ecológica y su contribución a la estabilidad de los suelos de las orillas de los ríos y lagunas costeras. Se ubican como franjas angostas alrededor de los cuerpos de agua y ocupan el 15% del área total.

Restauración (R)

Los manglares destinados a restauración se ubican en zonas con industria petrolera. Las terracerías de acceso a los pozos petroleros han contribuido a la degradación del manglar mediante la tala, incendios, introducción de pastizales y saqueo de madera. Adicionalmente son áreas que presentan o han presentado abundantes derrames de petróleo (García *et al.* 2006) y los suelos Histosoles muestran contaminación por hidrocarburos pesados. En muchos casos, la hidrología superficial ha sido modificada por retención de agua debido a la alta densidad de terracerías y pozos petroleros y a la poca eficiencia del sistema de alcantarillas (Zavala 1996). El resultando es una superficie con manglar muy fragmentado y con tendencia a la extinción en el corto plazo. Se localizan en los campos petroleros Cinco Presidentes, Mecoacán y Caparroso y representan el 3.3% del área total.

En conclusión, con base en los factores de suelo, uso del suelo, área natural protegida, uso forestal y considerando variables y clases de restricción, los manglares de la costa de Tabasco tienen potencial para el aprovechamiento en un 39.2%, protección en un 57.5% y restauración en un 3.3%.

PROPUESTA DE CAPACITACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE INSTITUCIONES PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS MANGLARES DE TABASCO

Las propuestas consideran varios factores:

- Las necesidades de la población, sus capacidades y potencialidades.
- Las necesidades de manejo para aprovechamiento y conservación derivadas de la ecología de los terrenos sobre las que se asientan y con los que interactúan las comunidades.
- La necesidad y posibilidad de generar empresas y puestos de trabajo en la zona.
- Las condiciones del manglar en cuanto a la superficie que cubre, al desarrollo de la vegetación y a la regeneración del sitio.
- El tipo de suelo, la geomorfología, la conservación del sitio y la contaminación.
- Las actividades que desarrollan los habitantes de las comunidades y que podrían desarrollar en función de la situación legislativa, de desarrollo y conservación actual del manglar en Tabasco.
- Las actividades alternativas si se modificara el ART. 60 TER. de la Ley General de Vida Silvestre.

Propuestas de capacitación a nivel básico

En función de esas necesidades se propone el desarrollo de cursos y talleres de capacitación para hombres, mujeres y jóvenes para conocer la importancia del ecosistema de manglar, concientización ecológica y conservación de los recursos; la conciencia ambiental de los habitantes debe de ser reafirmada, a través de programas de educación ambiental

continuos. Se pretende que los cursos proporcionen a los ciudadanos de las comunidades herramientas para tomar sus propias responsabilidades en la conservación y manejo de los manglares; pero también que les facilite el desarrollo de habilidades que les permitan trabajar en diferentes actividades relacionadas con la silvicultura del manglar y su restauración.

Promover empresas de ecoturismo, que fomenten los usos no consuntivos del ecosistema manglar; el establecimiento de proyectos de ecoturismo puede ser una manera de mantener a los habitantes interesados en la conservación al obtener ganancias de ello. Se propone capacitación en empresas de ecoturismo: casas rurales, guía turístico, actividades de senderismo, formación en tareas de vigilancia.

Realizar proyectos para el pago de servicios ambientales para obtener ingresos, a la vez que conservan el manglar.

Realizar mayor actividad de fomento para recuperación de zonas deforestadas de manglar.

Talleres de capacitación en tareas propias de las labores silvícolas como poda, aclareo, limpia, labores de restauración como deshierbe, recolección de semillas y propágulos; siembra directa en las zonas en regeneración; instalación y cuidado de viveros.

Capacitar a artesanos y carpinteros de las comunidades que tienen manglar para optimizar el aprovechamiento de la madera de especies de mangle como la preparación de pilotes, tablas, etc. y buscar nuevos mercados a sus productos.

Capacitación a productores sobre el manejo de plantaciones con diversos objetivos.

Establecimiento de proyectos productivos apícolas, el manglar posee un gran potencial que no se está aprovechando.

Cría y manejo de especies faunísticas silvestres. Se debe proporcionar alternativas posibles de crecimiento a los productores particulares, ejidos

y comunidades aledañas, para obtener beneficios económicos y al mismo tiempo permitir la reproducción de especies silvestres para incorporarlos a un mercado legal a través de las UMAs; así como procurar que las unidades ya registradas y las que se constituyan, participen en la propagación, recuperación, generación de pies de cría, educación ambiental y capacitación en materia de vida silvestre.

Capacitación a usuarios para explicar claramente en reunión comunitaria, las reglas formales (leyes, reglamentos, normas) e informales (costumbres, tradiciones, medidas comunitarias) que existen en la zona, derivado del manejo del manglar. La información para la comunidad debe ser de extracción, de veda, grupos con permiso de aprovechamientos, en que zona, que tipo de castigo se dará si incurren en tala ilegal, esto desmotivará a realizar actividades ilícitas, plantear propuestas que tienen en la zona, realizar actividades conjuntas, compromisos, derechos y obligaciones. Informar lo que hacen en las otras comunidades.

Actividades específicas a realizar en talleres locales

Desarrollar actividades de mantenimiento y restauración en las zonas identificadas y clasificadas como zonas del manglar con mayor perturbación.

Talleres de rehabilitación de manglares para realizar limpieza del área, ya que hay sitios muy contaminados con desechos de plástico.

Se recomienda realizar cortas de saneamiento en las áreas con mayor problema de plagas de termitas en árboles de mangle rojo y negro en manglares de la laguna Mecoacán, Paraíso y de Sánchez Magallanes, Cárdenas.

Son necesarios talleres de capacitación para tener una buena organización y para realizar adecuadamente el manejo de los bosques de manglar en los ejidos con autorización de manejo.

Se debe analizar y ejecutar control en el comercio ilegal, la tala clandestina y robo de madera a otras comunidades con manglares, ya que es uno de los problemas que se presenta de forma generalizada.

Las actividades de los grupos con permiso de aprovechamiento deben ser monitoreadas para su cumplimiento.

Propuestas de investigación

Instalar red de parcelas permanentes para estudiar el crecimiento y la regeneración de las especies de mangle en Tabasco, especialmente para monitorear la evolución de los manglares sometidos a programas de manejo autorizados y en otros no manejados abarcando diferentes tipos estructurales de manglar.

Establecer proyectos forestales con especies de rápido crecimiento, de preferencia en tierras destinadas a uso colectivo para satisfacer la demanda de leña y madera en las comunidades; esto podría disminuir la presión sobre el manglar.

Investigar la forma de recuperar los suelos salinizados o contaminados por hidrocarburos en el manglar.

Promover proyectos de investigación, tanto para encontrar usos alternativos a los recursos de los manglares por ejemplo, aprovechar las plantas medicinales, como pigmento que permitan un uso sustentable, como para su valoración económica.

La legislación sobre la propiedad y usos de los manglares debe ser revisada. Los resultados de este estudio muestran que cuando las comunidades mantienen una porción para uso común, los problemas entre propietarios y usuarios disminuyen, y se percibe un impacto negativo menor en las zonas de difícil acceso. Esto sugiere que los programas de conservación deberían adoptar una perspectiva amplia de acuerdo a los diferentes

intereses y valores, tangibles e intangibles (económicos, sociales, culturales y ambientales) que la gente le está asignando al manglar.

Sistematización de datos abióticos, bióticos, sociales, económicos del manglar en un sistema específico donde los datos de productores, ciudadanos, investigadores e instituciones gubernamentales confluyan. Actualizar estos datos continuamente. Dar un estatus de mayor importancia a los datos que aportan los productores y consumidores para hacerles saber que su cooperación es importante. Regresarles estos datos a las comunidades con información presentada de manera sencilla y visual (fotos, poster, videos) para que se sientan parte del esfuerzo de conservación y manejo del manglar.

Necesidades de actuación de las instituciones

Ventanillas eficientes y expeditas para resolver dudas, problemas jurídicos o solicitudes relativas al manejo del manglar. Esto implica el establecimiento de procedimientos y flujos de procesos para agilizar el apoyo jurídico, administrativo que a cada institución le competa. Al igual permitirá una mayor visibilidad de los esfuerzos del gobierno, e iniciará un proceso de corresponsabilidad.

Usar la promoción y publicidad de acciones colectivas que fortalezcan el cuidado del manglar, premiando (simbólicamente primero y luego, con más experiencia, financieramente) las comunidades que están llevando a cabo acciones de este tipo, ya sea a través de los tres niveles de gobierno o por la sociedad civil. Por ejemplo: la visualización de posters o leyendas donde se señale que la comunidad está trabajando para el cuidado del manglar, podría considerarse parte de corredores turísticos.

Ante el fracaso de las políticas de protección, y siendo el manglar el principal activo natural de las comunidades, se recomienda establecer programas de manejo sustentables en donde participen propietarios y usuarios.

Se deben rescatar los usos del manglar como insumo de artesanías ya que el impacto de esta actividad es bajo y repercute en la construcción de capital humano. También ayuda a fortalecer la cultura y la identidad de los pobladores de las comunidades.

Relaciones con Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que puedan trabajar en la zona desarrollando estrategias comunitarias de tipo ambiental y educativa, dándole seguimiento a la problemática en las comunidades.

Las relaciones de PEMEX con los ciudadanos deben mejorar. Los estudios para dirimir controversias sobre contaminación deben realizarse por centros de investigación que cuenten con la confianza del ciudadano. La reparación de los daños debería centrarse en la recuperación del ecosistema, más que en las compensaciones al productor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almada-Villela, P.C., P.F. Sale, G. Gold-Bouchot y B. Kjerfve. 2003. Manual de métodos para el programa de monitoreo sinóptico del SAM: métodos seleccionados para el monitoreo de parámetros físicos y biológicos para utilizarse en la región mesoamericana. Documento técnico del SAM N.4. 158 p. <http://www.ccadw./documentos/proyectos/SAM>. Fecha de consulta: 5 de octubre de 2009.

Ammour, T., A. Imbach, D. Suman y N. Windevoxhel. 1999. Manejo productivo de manglares en América central. 363 p.

Benítez Pardo, D., F. Flores Verdugo y J.I. Valdez Hernández. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del pacifico mexicano. *Madera y Bosques* 8(2):57-71.

Bocco, G., M.E. Mendoza, A. Velázquez y A. Torres. 1999. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. *Investigaciones Geográficas. Boletín del instituto de geografía de la UNAM*, 40: 7-22.

Carter, J. 2009. Evaluate experiences: a qualitative technique to complement quantitative impact assessments. *Journal of development effectiveness*. 1: (1) 86-102.

CONABIO. 2007. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 38 p.

CONABIO. 2008. Manglares de México. 33 p. Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimientos/manglares/doctos/manglares>. Fecha de consulta: 3 de noviembre 2009.

Cottam, G. y J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37:451-460.

Cruz, P.V. 2001. Impacto de las carreteras en las selvas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tesis de licenciatura.

Cuanalo de la Cerda, H. 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2ª. Ed. Colegio de Postgraduados Chapingo, Edo. de México. 40 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 1988. Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente. México D.F. 97 p. Última versión publicada al 06-04-2010.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMANAT). 75 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2005. NOM-138-SEMARNAT-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. 23 p.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2011. Artículo 60 TER de la Ley general de vida silvestre. Artículo adicionado DOF 01-02-2007.

Domínguez-Domínguez, M. 1991. Estado actual del estrato arbóreo y de algunos aspectos fisicoquímicos de los manglares de la laguna Mecocacán, Tabasco. México. Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 74 p.

Domínguez-Domínguez, M. 1994. Evaluación del crecimiento de plántulas de *Rhizophora mangle* L. bajo diferentes condiciones de sustrato e intensidad de luz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Programa Forestal. 102 p.

Domínguez-Domínguez, M., J. Zavala-Cruz, A. Galmiche-Tejeda, P. Martínez-Zurimendi, N. Solana-Villanueva y J. Pereyra-Alfárez. 2009. Estudio para el manejo sustentable de los manglares de la zona costera del estado de Tabasco. Informe final del proyecto. SERNAPAM-Colegio de Postgraduados. 635 p.

Estrada-Durán, G., F.G. Cupul-Magaña y A.L. Cupul-Magaña. 2001. Aspectos de la estructura y producción de hojarasca del bosque de manglar del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. Resúmenes del VII Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, A. C. y I Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés, Hermosillo. 12 p.

FAO. 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Subdirección de Desarrollo de Recursos Forestales. Dirección de Recursos Forestales. Departamento de Montes. Chile. 377 p.

FAO. 2007. The World's mangroves 1980-2005. Food and agriculture organization of the united nations. Rome. 1-77 pp.

Félix Pico, E.F., O.E. Holguín Quiñones, A. Hernández Herrera, F. Flores Verdugo. 2006. Producción primaria de los manglares del estero el Conchalito en bahía de La Paz (Baja California Sur, México) Ciencias Marinas 32: 53-63.

Fulai, S. 1997. Public environmental expenditures: A conceptual framework Macroeconomics for sustainable Development Program Office (MPO). World Wide Fund for Nature. 47 pp. Consultado en: [http:// www.panda.org/mpo/](http://www.panda.org/mpo/). Fecha de consulta: 9 de Diciembre 2009.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros No. 6. Instituto de Geografía, UNAM. México D.F. 90 p.

García Arizaga, M.T. y J. Lugo Hubp. 2003. El relieve mexicano en mapas topográficos. Serie Libros N°5. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.148 p.

García López, E. y D.J. Palma López. 1998. Asociación suelo-vegetación en tres zonas fisiográficas de Tabasco. In: P. Magaña, ed. Libro de resúmenes del VII congreso latinoamericano de botánica y XIV congreso mexicano de botánica. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 68 p.

García López E., J. Zavala Cruz y D.J. Palma-López. 2006. Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos. *Terra Latinoamericana* 24:17-26.

Gobierno del Estado de Tabasco. 2006. Atlas geográfico del estado de Tabasco. Secretaría de Asentamientos humanos y Obras Públicas. México D.F. 166 p.

Hernández, C. 1999. Inventario forestal de mangle en la comunidad de Tilapa, Ocos, San Marcos. *Ciencia Forestal* 1: 14-15.

INEGI. 2001. Síntesis de información geográfica del estado de Tabasco y anexo cartográfico. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. 89 p.

IPIECA. 1993. Impactos biológicos de la contaminación por hidrocarburos de manglares. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. Londres. 20 p.

IUSS, ISRIC y FAO. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo. Primera actualización traducida al español por Mabel Susana Pazos. Informe sobre Recursos Mundiales de suelos No. 103. FAO, Roma. Contenido en:

<http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.HTM>. Fecha de consulta: 20 de Abril de 2010.

Lagunes Espinoza, L.C., D.J. Palma López. y E. García López. 1997. Memoria de temas selectos de agricultura tropical: actualización de profesionistas agrícolas de Tabasco. ISPROTAB, Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco. 191 p.

Lewis, R.R. 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological engineering* 24: 403-418. Consultado en: <http://www.globalrestorationnetwork.org/uploads/files/LiteratureAttachments/14ecol-eng-mangrove-rest-lewis-2005.pdf>. Fecha de consulta: 16 de Julio de 2009.

Long, J.N. 1985. A practical approach to density management. *Forestry Chronicle* 61: 23-27.

López-Mendoza, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional Tropical Puyacatengo. Dir. de Difusión Cultural. México. 121 pp.

López Portillo, J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques* Número especial. 27-51.

Manifestación de Impacto ambiental (MIA). 2010. Programa de manejo forestal persistente para el aprovechamiento de recursos forestales maderables en el Ejido La Solución Somos Todos, municipio de Paraíso, Tabasco. sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/tab/.../27TA2004FD046.pdf. Fecha de consulta: 21/Abril/2010.

Miguel E. 1999. Inventario forestal del bosque manglar, ubicado en los Cerritos, Ocos, San Marcos. *Ciencia Forestal* 1: 15.

Miranda, F. y E. Hernández Xolocotzi. 1968. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 26:133-176.

Novelo, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (Eds.). Biodiversidad del estado de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México. 111-144.

Ortiz Pérez, M.A. 1992. Retroceso reciente de la línea de costa del frente deltaico del río San Pedro, Campeche-Tabasco. Investigaciones Geográficas 25: 7-23.

Ortiz Pérez, M.A., C. Siebe y S. Kram. 2005. Diferenciación ecogeográfica de Tabasco. En: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago (Eds.). Biodiversidad del estado de Tabasco. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO. México, D.F. 386 pp.

Palma-López, D.J., J.J. Obrador Olán, J. Zavala Cruz, E. García López, C.F. Ortiz García, W. Camacho Chiu, R. Meseguer Elizondo, A. Sol Sánchez, J.F. Juárez López, J. Jasso Mata, A. Guerrero Peña, R. Ramos Ruiz. y A. Triano Sánchez. 1999. Diagnóstico de los recursos naturales, niveles de contaminación y alternativas para el desarrollo del área de influencia de los campos petroleros Cinco Presidentes y La Venta Norte. Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, Gobierno del Estado de Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 353 p.

Palma-López, D. J., y A. Triano Sánchez. (eds.) 2002. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, Vol. II. Colegio de Posgraduados–ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 118 p.

Palma-López, D.J., J. Cisneros Domínguez., E. Moreno Cáliz. y J.A. Rincón-Ramírez. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Instituto del Trópico Húmedo, Colegio de Postgraduados, Fundación Produce Tabasco A.C. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.

Porta, J., M. López-Acevedo y C. Roquero. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. 2ª. Edición. Madrid, España. 849 p.

Rico-Gray, V. 1981. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae) un nuevo registro para las costas de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 41:163-166.

Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. LIMUSA. México, D.F. 432 p.

Salazar, H. 1999. Inventario del manglar de la comunidad Los Faros Ocos, San Marcos. Ciencia Forestal 1: 12-13.

Salgado García S, D.J. Palma-López, L.C Lagunes Espinoza, M. Castelán Estrada. 2006. Manual para el muestreo de suelos plantas y agua e interpretación de análisis. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco ISPROTAB. H. Cárdenas, Tabasco, México. 90 p.

Sánchez Páez, H., G.A. Ulloa Delgado y H.A. Tavera Escobar. 2004. Manejo integral de los manglares por comunidades locales Caribe de Colombia. Proyecto Pd 60/01 Rev. 1 (F). Bogotá, Colombia. 335 p.

SEMARNAP. 1999. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-001 RECNAT-1999. Diario Oficial, lunes 16 de agosto. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

SEMARNAP. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla México. Instituto Nacional de Ecología. México D.F. 221 p.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, miércoles 6 de marzo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT. 2003. Compendio de estadísticas ambientales 2002. Superficie forestal por ecosistema y tipo de vegetación, 1994 y 2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEMARNAT. 2010. Fomento, aprovechamiento y restauración del ecosistema manglar en Tabasco. 5-6 pp. <http://www.semarnat.gob.mx/estados/tabasco/Documents/Semarnat.pdf>. Fecha de consulta: 21 de Abril 2010.

Thom, B. G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology* 55: 301-343.

Trejos, N., M. Morán, O. Smith y M. Morales. 2008. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en Panamá. Ed. CATHALAC. 133 p. http://www.cathalac.org/Diagnostico_del_Estado_actual_de_los_Manglares_su_Manejo_y_su_Relacion_con_la_Pesqueria. Fecha de consulta: 18 de Julio 2009.

Viñals, M.J. (coord.) 2002. El patrimonio cultural de los humedales. Ministerio de Medio Ambiente. pp. 272.

West, R.C., N. Psuty y B.G. Thom. 1985. Las tierras bajas de Tabasco en el Sureste de México. Instituto de Cultura de Tabasco, Gobierno del Estado de Tabasco. México, D.F., México. 409 p.

Zavala Cruz, J. 1988. Regionalización natural de la zona petrolera de Tabasco. INIREB, Gobierno del Estado de Tabasco. México D.F., México. 182 p.

Zavala Cruz, J. 1996. Impacto de las actividades petroleras sobre la hidrología superficial del distrito de Agua Dulce, Tabasco, México. In: A.V. Botello, J.L. Rojas-Galaviz, J.A. Benítez, D. Zárate-Lomeli (eds). Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX. Serie Científica. pp 505-520.

Zavala Cruz, J., D.J. Palma-López, J. Jasso Mata, E. García López, A.I. Ortiz Ceballos, R. Ramos Reyes, A. Guerrero Peña, S. Salgado García, 1998. Cartografía uso actual y vegetación del Activo Cinco Presidentes. Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco. México. 74 p.

Zavala Cruz, J. y O. Castillo Acosta. 2003. Caracterización de unidades geomorfológicas de la zona norte de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Kuxulkab'* 9: 34-41.

Zavala Cruz, J., O. Castillo Acosta, A.I. Ortiz Ceballos, D.J. Palma López, J.A. Rincón Ramírez, E. Moreno Cáliz, S. Salgado García. 2006. Base geográfica digital de suelos urbanos de la ciudad de Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Macuspana, Paraíso, Teapa, Tenosique y Villahermosa. H. Cárdenas Tabasco. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco, Secretaría de Comunicaciones Asentamiento y Obras Públicas. Informe Final. 359 pp.

Zavala Cruz, J., O. Castillo Acosta, A. I. Ortiz Ceballos, D.J. Palma-López, J.F. Juárez López, S. Salgado-García, J.A. Rincón-Ramírez, E. Moreno C., R. Ramos Reyes. 2009. Capacidad de uso del suelo urbano en Tabasco, con base en suelo, uso actual y vegetación. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Asentamientos y Obras Públicas, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 204 p + anexo cartográfico.

Zavala Cruz, J. y E. García López 2011. Suelos y vegetación de la cuenca del río Tonalá, Tabasco. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas. 206 p.

Esta obra se terminó de imprimir el 15 de diciembre de 2011. Impreso en los Talleres Ideo Gráficos, S.A. de C.V., calle Juan Álvarez No. 505 Col. Centro, Villahermosa, Centro, Tabasco. Tel. 312 86 58. El cuidado de la edición estuvo a cargo del autor. Tiraje 200 ejemplares.



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
TABASCO



SECRETARÍA DE
RECURSOS NATURALES Y
PROTECCIÓN AMBIENTAL



COLEGIO DE
POSTGRADUADOS



Colección
Bicentenario

“José Narciso Roviroso”



PEMEX