



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Región Poza Rica -Tuxpan

Especialización en Gestión e Impacto Ambiental

Título:

“Propuesta de manejo del manglar del Sistema Lagunar
Mandinga”.

PRESENTA:

Biól. Ivette Carrillo Pavón

Director:

Dr. Jorge López Portillo

Co-director:

Mtro. Agustín Basáñez Muñoz

Tuxpan, Veracruz

Mayo 2016



Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN E IMPACTO AMBIENTAL

Revisión del trabajo de intervención de la alumna: Ivette Carrillo Pavón

JURADO EXAMINADOR

NOMBRE	FECHA	DICTAMEN	FIRMA
<u>Asención Aposton Barradas</u>	<u>7-Abril-2016</u>	<u>Aprobada</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Conrado Domínguez Barradas</u>	<u>7-IV-2016</u>	<u>Aprobado</u>	<u>[Firma]</u>
_____	_____	_____	_____

En la presente revisión se acordó que el trabajo de intervención denominado “**Propuesta de manejo del manglar del Sistema Lagunar Mandinga**” que presenta la sustentante para obtener el Título de especialista, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

En el presente trabajo de intervención: **"Propuesta de manejo del manglar del sistema lagunar Mandinga"**, realizada por la C. Ivette Carrillo Pavón, bajo la dirección del Dr. Jorge López Portillo Guzmán y codirección del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz, ha sido revisado y aprobado como requisito parcial para obtener el grado de:

Especialización en gestión e impacto ambiental



Dr. Jorge López Portillo Guzmán
Director



Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz
Codirector

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Veracruzana por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante el periodo febrero de 2015 a enero de 2016, lo que permitió culminar mis estudios de posgrado.

A mi director el Dr. Jorge López Portillo por su tiempo, apoyo y atención brindada durante este año.

Al Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz por su apoyo y tiempos en este trabajo.

Gracias a los Doctores; Consuelo Domínguez Barradas, Ascensión Capistrán Barradas y Celina Naval Ávila por su apoyo y acertadas observaciones para mejorar el documento.

A mis maestros de posgrado por sus aportes, tiempo y esfuerzo constante.

Un agradecimiento especial a mis compañeros por su apoyo y paciencia brindados en todo momento.

DEDICATORIA

A mis padres...

Quienes me han brindado su apoyo incondicional.

Y a mi hijo...

Por quien trato de ser mejor persona y madre.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	9
2.- ANTECEDENTES	12
2.1. Manglares	12
2.2. Importancia ecológica del manglar.....	12
2.3. Distribución del manglar en México	13
2.4. Características de las especies de manglar.....	14
2.4.1. <i>Rhizophora mangle</i>	14
2.4.2. <i>Laguncularia racemosa</i>	15
2.4.3. <i>Avicennia germinans</i>	16
2.5. Problemática ambiental.....	17
2.6. Planeación ambiental en México.....	17
2.7. Planes de manejo	19
3. OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos particulares.....	23
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	24
5. METODOLOGÍA.....	26
5.1. Etapa de preparación (Reconocimiento preliminar)	27
5.2. Caracterización	28
5.2.1. Documentación directa del uso del manglar y de la problemática ambiental	28
5.2.2. Documentación indirecta de la del uso del mangle y problemática ambiental	28
5.2.3 Caracterización del sistema natural.....	29

5.2.4. Caracterización del sistema social y demográfico	29
5.2.5. Componentes florísticos	30
5.2.5.1. El método del cuadrante centrado en un punto (PCQM)	30
5.2.5.2. Parámetros estructurales analizados.....	31
5.2.5.3. Distribución de los estados de desarrollo (DED):.....	34
5.2.5.4. Distribución de las especies	34
5.2.5.5. Tratamientos de los datos.....	35
5.2.6. Diagnóstico del estado del manglar	35
5.2.7. Identificación de la problemática ambiental y sus causas.....	35
5.3. Zonificación (zona de conservación y protección, zona de recuperación y restauración y zona de aprovechamiento)	36
5.4. Formulación de la propuesta de manejo	36
5.4.1. Definición de lineamientos	36
5.5. Componente cartográfico	36
6. RESULTADOS	38
6.1. Caracterización del Sistema Natural	38
6.1.1. Área de estudio.....	38
6.1.2. Origen del sistema lagunar	39
6.1.3. Climatología	39
6.1.4. Hidrología	41
6.1.5. Materia orgánica del sistema lagunar	43
6.1.6 Fauna del sistema lagunar.....	43
6.1.7. Flora.....	48
6.1.8. Tipo de suelo	52
6.1.9. Uso de suelo.....	53

6.2. Caracterización del sistema social y demográfico.....	54
6.2.1. Aspectos demográficos.....	54
6.2.2. Estructura etaria de la población	60
6.2.3. Condiciones sociales	62
6.2.4. Sistema económico.....	64
6.3. Estado del manglar de Mandinga.....	70
6.3.2.1. Distribución de los estados de desarrollo (DED).....	75
6.4. Uso actual del manglar	79
6.5. Diagnóstico integrado	80
6.5.1. Diagnóstico integral de la problemática del manglar.....	80
6.5.2. Evidencia fotográfica	86
6.6. Zonificación del manglar	88
6.6.1. Criterios de zonificación.....	88
6.6.1.1. Zonas de conservación y protección.....	89
6.6.1.2. Zonas de recuperación y restauración.....	89
6.6.1.3. Zonas de aprovechamiento	90
7. PROPUESTA DE MANEJO	91
9. CONCLUSIONES.....	99
10. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO	101
11. BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXO.- A	115

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categoría de desarrollo del manglar.....	31
Cuadro 2 . Densidad, altura y diámetro a la altura del pecho (DAP+/- E.E) por transecto de las especies de mangle del sistema lagunar mandinga, Veracruz, México.	70
Cuadro 3. Valor de Importancia de las especies de mangle del sistema lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz, México.	72
Cuadro 4. Parámetros estructurales por estado de desarrollo del manglar del sistema lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz.	72
Cuadro 5. Valor de importancia por zonación de las especies de mangle del sistema lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz, México.....	77
Cuadro 6. Problemática identificada en la zona lagunar de Mandinga.....	80
Cuadro 7. Análisis de causa-efecto para la problemática identificada para los manglares de Mandinga.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A) Fruto. B) Raíces aéreas. C) Flor y hojas <i>Rhizophora mangle</i>	12
Figura 2. A) Árbol de <i>Laguncularia racemosa</i> . B) Inflorescencias. C) Hojas.....	15
Figura 3. A) Árbol de <i>Avicennia germinans</i> mangle negro. B) Flor y hoja. C) Fruto...	16
Figura 4. Localización del área de estudio.	24
Figura 5. Distribución de manglar en las lagunas Mandinga Redonda, Laguna Larga y Mandinga Grande.....	25
Figura 7. Mapa de uso de suelo del municipio de Alvarado (SEDESOL, 2004).	54
Figura 8. Pirámide de edad de la población del municipio de Boca del Rio. (Figura: INEGI, 2010).	60
Figura 9. Pirámide de edad de la población del municipio de Alvarado. (Figura: INEGI, 2010).	61
Figura 10. Pirámide de edad de la población del municipio de Medellín. (Figura: INEGI, 2010).	61
Figura 11. Tendencia de la densidad de los estados de desarrollo por transecto...	76
Figura 12. Valor de importancia por zonación (bandas paralelas a la orilla de la laguna) de los manglares del Sistema Lagunar Mandinga.....	78
Figura 13. Área de muelle y desembarque de lanchas..	86
Figura 14. Zona de manglar aledaña a la desembocadura de aguas negras.....	86

RESUMEN

Los manglares son de los ecosistemas más impactados por las actividades humanas mal planificadas, el cambio de uso del suelo, la deforestación y el mal aprovechamiento de los recursos. A consecuencia de esto, es importante realizar estudios sobre el estado que guardan estos importantes ecosistemas, así como las actividades que se realizan en ellos. En la laguna de Mandinga se evaluó el estado estructural del manglar por el Método de Cuadrantes por Punto Central (PCQM), realizando 12 transectos. Se caracterizaron los componentes naturales, sociales, económicos y se identificó la problemática, mediante la recopilación de la información bibliográfica, observaciones directas y entrevistas no focalizadas, con el fin de elaborar una propuesta de manejo para la conservación y aprovechamiento sostenible de los manglares del sistema lagunar Mandinga. El aprovechamiento forestal y el cambio de uso de suelo son dos de los principales problemas que afectan al ecosistema de manglar de Mandinga. Con base en el uso actual del manglar, el estado estructural y problemática, se derivó la zonación, apoyándose en tres políticas de manejo general: conservación y protección, recuperación y restauración, y zona de aprovechamiento; con el fin de homogenizar el desarrollo de las actividades en el manglar. En la propuesta del plan de manejo se exponen acciones concretas para el manglar de Mandinga: medidas de conservación y manejo del hábitat, medidas de aprovechamiento de los recursos, medidas de restauración, medidas de seguimiento ante contingencias y medidas de vigilancia. Con el fin de lograr la protección del ambiente, la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

I. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones humanas siempre han dependido de los recursos naturales; pero el crecimiento demográfico ha propiciado la ocupación de espacios no aptos para los asentamientos humanos, lo que ha favorecido la disminución de la calidad y cantidad de los recursos (SEMARNAT, 2012), lo que trae consigo la destrucción de zonas de alto valor estético del paisaje y de la biodiversidad (Flores, 2010). Entre los ecosistemas más amenazados del mundo se encuentran los manglares, su existencia está amenazada incluso más que la de los bosques tropicales y los arrecifes de coral (Valiela *et al.*, 2001).

Los manglares son comunidades vegetales, humedales costeros que ocupan un lugar privilegiado y son muy importantes por los servicios ambientales que prestan (Travieso-Bello, 2005). En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*; Tomlinson, 1994). Estas especies están sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). La extensión estimada de manglares en México para el año 2010 fue de 764,486 ha (CONABIO, 2013).

En México, los manglares se distribuyen en 17 estados a lo largo de las costas del océano Pacífico, golfo de México y el mar Caribe (CONABIO, 2009). El estado de Veracruz cuenta con sistemas lagunares y estuarios costeros, originalmente

cubrían cerca de 800 km de litoral del estado, sin embargo, en los últimos 30 años ha tenido una pérdida de aproximada del 30 % (López-Portillo, 2006). Uno de estos ecosistemas que se están siendo afectados por la urbanización en el estado es el manglar del Sistema Lagunar de Mandinga (Lara-Domínguez *et al.*, 2009), el cual se localiza en la porción central del estado, del municipio de Alvarado (Myers, 1996).

Las actividades que desarrolla el hombre tienen que ser compatibles con la protección y conservación de los manglares, se deben establecerse acciones ante las amenazas sociales a la biodiversidad y los desafíos que conllevan que estos ecosistemas mantengan su estructura y función que son insustituibles (CONABIO, 2008); por lo que se requiere establecer estrategias traducidas en acciones, para la conservación y la restauración ecológica (Mas *et al.*, 2003; Bray *et al.*, 2007), como lo son los planes de manejo, que son instrumentos de planeación y regulación de las actividades, acciones y lineamientos para conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de especies o grupo de especies de las áreas naturales a nivel mundial (SEMARNAT, 2015).

Por lo anterior expuesto, la finalidad de este trabajo es elaborar una propuesta de manejo para el manglar del Sistema Lagunar Mandinga, ubicado en el municipio de Alvarado, con el fin de poder regular las actividades y lograr la protección del ambiente, la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos

naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

II. ANTECEDENTES

2.1. Manglares

Los manglares son bosques de plantas (árboles y arbustos) leñosas (Fulai, 1997) donde predominan distintas especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, poseen raíces aéreas respiratorias llamadas neumatóforos y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua (Zamorano, 2009), ya que son hábitats de transición entre los ecosistemas terrestres y los ambientes marinos que los circundan (CONABIO, 2009). El manglar es el único tipo de vegetación que fisiológicamente puede tolerar la inundación prolongada en sus raíces (Aguilar, 2005).

2.2. Importancia ecológica del manglar

La importancia que estos bosques de manglar alberga es enorme, brindan incalculables servicios, en los que sobre salen, hábitat de sin número de especies de flora y fauna (Díaz, 2011), regulan el microclima de la región, el manglar brinda refugio y protección a diversas especies comerciales (peces, crustáceos y moluscos) en las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan larvas, postlarvas y alevines de peces y crustáceos (CONABIO, 2009). Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de nutrientes que son llevados a la franja litoral más cercana de la costa donde es aprovechada por los pastos marinos y especies comerciales (INE, 2005).

Por otra parte, los manglares permiten amortiguar los impactos de huracanes, son sumideros de carbono, barrera natural contra la erosión y mareas. Son un filtro biológico, retienen y protegen de algunos contaminantes, capturan los gases de efecto invernadero y son sumideros de bióxido de carbono (CONABIO, 2008).

2.3. Distribución del manglar en México

A nivel mundial, se ha documentado la existencia de 240,000 km² de superficie cubierta por manglares (Mitsch y Gosselink, 2000). En México los manglares se distribuyen a lo largo de la costas del océano Pacífico, golfo de México y mar Caribe, en 17 estados costeros. Se conocen 64 especies de manglar en el mundo (CONABIO, 2009).

México cuenta con una extensa área de manglar donde predominan cuatro especies: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* (Tomlinson, 1994). La extensión estimada de manglares en México para el año 2010 fue de 764,486 ha. A nivel nacional se han identificado los principales cambios en la extensión del manglar en dos periodos: el primero 1981-2005 (9.65 %) y el segundo 2005-2010 (1.2 %) (CONABIO, 2013). Veracruz para el 2006 contaba con tan solo 43,210.1 ha (CONABIO, 2009).

Para Veracruz se realizó la ficha de caracterización de flora y fauna del Sistema Lagunar Mandinga, donde se describe la importancia biológica del sistema y la caracterización del manglar, representando la estructura de la comunidad vegetal

con tres especies de manglar, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* (Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

2.4. Características de las especies de manglar

2.4.1. *Rhizophora mangle*

Árbol o arbusto de 1.5 a 15 m (hasta 30 m), poseen raíces que le sirven de apoyo y sostén en el sustrato fangoso (CATIE, 1998; Jiménez, 1985). Las hojas son grandes y redondeadas. Las flores son enceradas de color amarillo cremoso con cuatro pétalos puntiagudos de apariencia estrellada. Las plántulas germinan en la planta madre y como son unidades de dispersión se denominan propágulos tienen entre 20-30 cm de largo (fig. 1).



Figura 2. A) Fruto. B) Raíces aéreas. C) Flor y hojas de *Rhizophora mangle*.

Al desprenderse del árbol caen al lodo o al agua y pueden entonces dispersarse por las corrientes. Al establecerse, desarrollan pequeñas raíces con las que se

fijan al sustrato (Alonzo-Parra, 2006). Los usos par esta especie son medicinales; los taninos se usan para teñir redes y el tronco como viga de soporte de techos en las casas, entre otros usos de la madera (Kovacs, 1999).

2.4.2. *Laguncularia racemosa*

El mangle blanco crece bajo una gran variedad de condiciones, pero se le puede encontrar en la franja interior de los manglares, en los suelos elevados o en donde las inundaciones por las mareas son menos frecuentes e intensas. Las raíces poseen pneumatóforos, sus hojas son obovadas, y cuentan con dos nectarios extraflorales en la el pecíolo. Las inflorescencias cuentan con flores pequeñas de color blanco, alargadas en forma de embudo. (Alonzo-Parra, 2006). Los frutos con forma de nuececillas (Agráz-Hernández, 2006). Es usada en la construcción de galerías de tabaco, estacas, postes, trampas para peces, cercas y muros (Kovacs, 1999). También se utiliza para asar y ahumar pescado (Valdés-Hernández, 2004).



Figura 1. A) Árbol de *Laguncularia racemosa*. B) Inflorescencias. C) Hojas.

2.4.3. *Avicennia germinans*

El manglar negro se diferencia de las otras especies por ser la menos tolerante a la salinidad, crece en las partes costeras más elevadas y alejadas del mar. Sus raíces crecen erectas alrededor de la base del árbol y con frecuencia más allá de la copa, se extienden unas prolongaciones de las raíces que salen hacia arriba de ellas en forma de “dedos finos” llamados neumatóforos (CONABIO, 2009). Estas estructuras generalmente son largas para poder sobresalir del agua en tiempo de mareas altas, ya que su principal función es la respiración. Las flores son de color blanco, con cuatro pétalos redondeados. Los frutos son cuerpos redondos aplanados (Alonzo-Parra, 2006). De la corteza se extraen taninos y es una especie que produce néctar (CONAFOR, 2009).

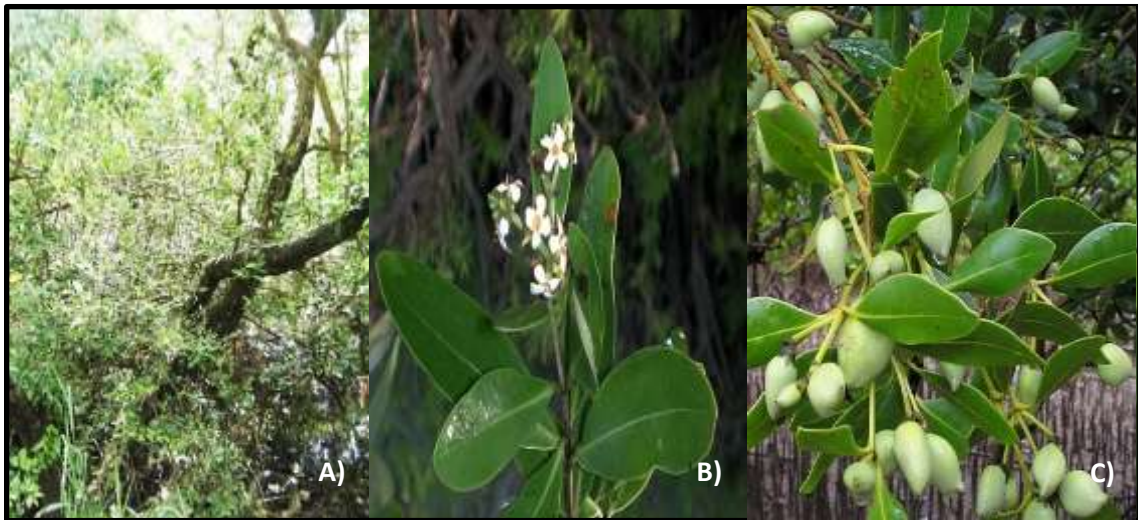


Figura 2. A) Árbol de *Avicennia germinans*. B) Flor y hoja. C) Fruto.

2.5. Problemática ambiental

No obstante la importancia ecológica de los manglares, su pérdida afecta significativamente a todas las especies que los utilizan durante su ciclo biológico. La sobreexplotación del mangle y su conversión a otros usos, contribuye a su degradación (Herrera-Silveira y Ceballos, 1998). En las dos últimas décadas, de acuerdo con Valiela *et al.* (2001) se ha perdido o perturbado aproximadamente 35% de los manglares del mundo.

El Instituto Nacional de Ecología (2005), estimó una tasa anual nacional de pérdida de cobertura de manglar del 2.5 %, la proyección para el 2025 indica un pérdida del 50 % de la cobertura nacional de manglar. Se estima que sólo en el estado de Veracruz se ha perdido de 1.1 % a 9.6 % de la cobertura total del manglar (Moreno *et al.*, 2002). En la zona conurbada Veracruz-Boca del Río, recientemente muchas de las áreas de humedal han sido ocupadas con desarrollos inmobiliarios, al haberse rellenado estas áreas, con las lluvias han resultado afectadas con anegamientos, algunas de ellas severas (López-Portillo *et al.*, 2009).

2.6. Planeación ambiental en México

En México se incorporó en la década de los 70's la primera experiencia de planeación ambiental, originándose la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en 1976. Con esta ley se establece una política ambiental de planeación

de la cual se derivan los llamados “Ecoplanes” y los “Planes de Desarrollo Ecológico de Asentamientos Humanos”.

Posteriormente, en 1982 la Ley Federal de Protección al Ambiente incluye por primera vez el concepto de Ordenamiento Ecológico como instrumento básico de la planeación ambiental y en la Ley de Planeación de 1983.

En 1988, se expidió La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) donde establece en el Artículo 60 TER.- Que se prohíbe la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; esta ley se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, con lo que se fortalece el concepto de “Ordenamiento Ecológico”. Bajo este planteamiento se elaboraron diversos estudios de Ordenamiento Ecológico guiados por el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio (Diario oficial, 1988). Con el decreto de 1996, el Ordenamiento Ecológico adquirió su forma actual, apoyándose además en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En el reglamento en materia de ANP del 2000 en su Artículo 3°, fracción XI se define el programa de manejo como el instrumento rector de planeación y regularización que establece las actividades y lineamiento básicos para el manejo y la administración del área natural protegida respectivamente.

Unos años más tarde se publicó en el diario oficial de la federación (2003), la NOM-022-SEMARNAT-2003, donde se establecen las especificaciones para la preservación, conservación y restauración de los humedales costeros. En diciembre del 2010 se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de amenazadas y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

2.7. Planes de manejo

En Latinoamérica se han llevado a cabo un sin números de estudios, como los realizados por Bodero y Robadue (1995), quienes presentaron una propuesta para el manejo del ecosistema de manglar de Ecuador, con el fin de desarrollar estrategias de manejo integral los ecosistemas de manglar. Posteriormente, la FAO (2005) realizó en Costa Rica la evaluación del perfil de los manglares, con el fin de conocer el estado y determinar la presión demográfica en las áreas costeras y aplicar líneas de acción para su conservación.

Años más tarde, el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA de Perú (2007), presentó el Plan Maestro del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, el cual se realizó de manera ampliamente participativa de las comunidades que habitan el área.

En Colombia, se han enfocado en mantener los beneficios ambientales que brindan los manglares, López *et al.*, (2009) con apoyo de otros investigadores del

INVEMAR participantes, han logrado realizar cuatro programas de ordenamiento ambientales de los manglares de diferentes municipios de Colombia: ordenamiento ambiental de los manglares de la alta, media y baja Guajira (Caribe colombiano), ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de López de Micay departamento del Cauca (Pacífico colombiano), Ordenamiento ambiental de los manglares del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, departamento del Cauca (pacífico Colombiano): con el fin de conocer el estado del sistema de manglar, los usos que se le da la mangla y lograr una aprovechamiento sostenible.

De igual forma, en México los manglares han sufrido la presión por la actividades antropogénicas, por lo que distintas instituciones han tratado de combatir los efectos de estas actividades, una de éstas ha sido la SEMARNAT (2012), la cual presentó la estrategia nacional para la atención del ecosistema de manglar, donde propone la actuación de la administración pública federal, una estrategia integral que involucre directa y permanentemente a la sociedad en la generación de alternativas de uso sostenible.

En virtud de que la SEMARNAT (2012) publicó el Plan de Manejo tipo regional para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de mangles en Marismas Nacionales, Nayarit. Con el fin de homogeneizar el desarrollo de las actividades y lograr un equilibrio que permita una recuperación del sistema.

Posteriormente, Zaldívar-Jiménez (2013), presentó resultados del Programa de Ecología y Manejo de los Manglares en la Península de Yucatán con el fin de dar el soporte científico a las acciones y estrategias de conservación, uso sostenible y rehabilitación de los ecosistemas de manglar en la península de Yucatán. De igual forma se han publicado programas de manejo para zonas con presencia de manglar, como el Programa de Manejo de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (SEMARNAT, 2015).

Los estudios de la vegetación de manglares en Veracruz se iniciaron con Vázquez-Yanes (1971) en la laguna de Mandinga, donde estudio la influencia de los factores ambientales en la distribución vegetal de Mandinga. Años más tarde, en el manglar de Sontecomapan, en Veracruz se presentó un plan de manejo, como estrategia para la conservación de sus recursos naturales (Carmona *et al.*, 2004).

Posteriormente, en Boca del Río se presentó el programa de manejo del área natural protegida “Arroyo Moreno”, con el objetivo de reconocer el valor ecológico, social y económico de los ecosistemas de manglar y con el fin de conservar y aprovechar sustentablemente los recursos y servicios ambientales que estos proveen (CGMA, 2006).

Más recientemente, en el sur del estado, en el municipio de Tlacotalpan, Veracruz, se realizó un plan de manejo del área privada de conservación “Puente Fierro” con

el fin de la conservación del ecosistema de manglar, el aprovechamiento y restauración ecológica (PRONATURA, 2013).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de manejo para el aprovechamiento sostenible de los manglares del sistema lagunar Mandinga.

3.2 Objetivos particulares

- Describir los componentes naturales, sociales y económicos del área a ordenar.
- Realizar el diagnóstico del estado del manglar de Mandinga.
- Elaborar una propuesta de manejo del manglar del sistema lagunar Mandinga.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Mandinga se localiza en el estado de Veracruz (fig. 4), pertenece al municipio de Alvarado y tiene una extensión de 3,250 has. Se encuentra entre los 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste (Contreras, 1985).

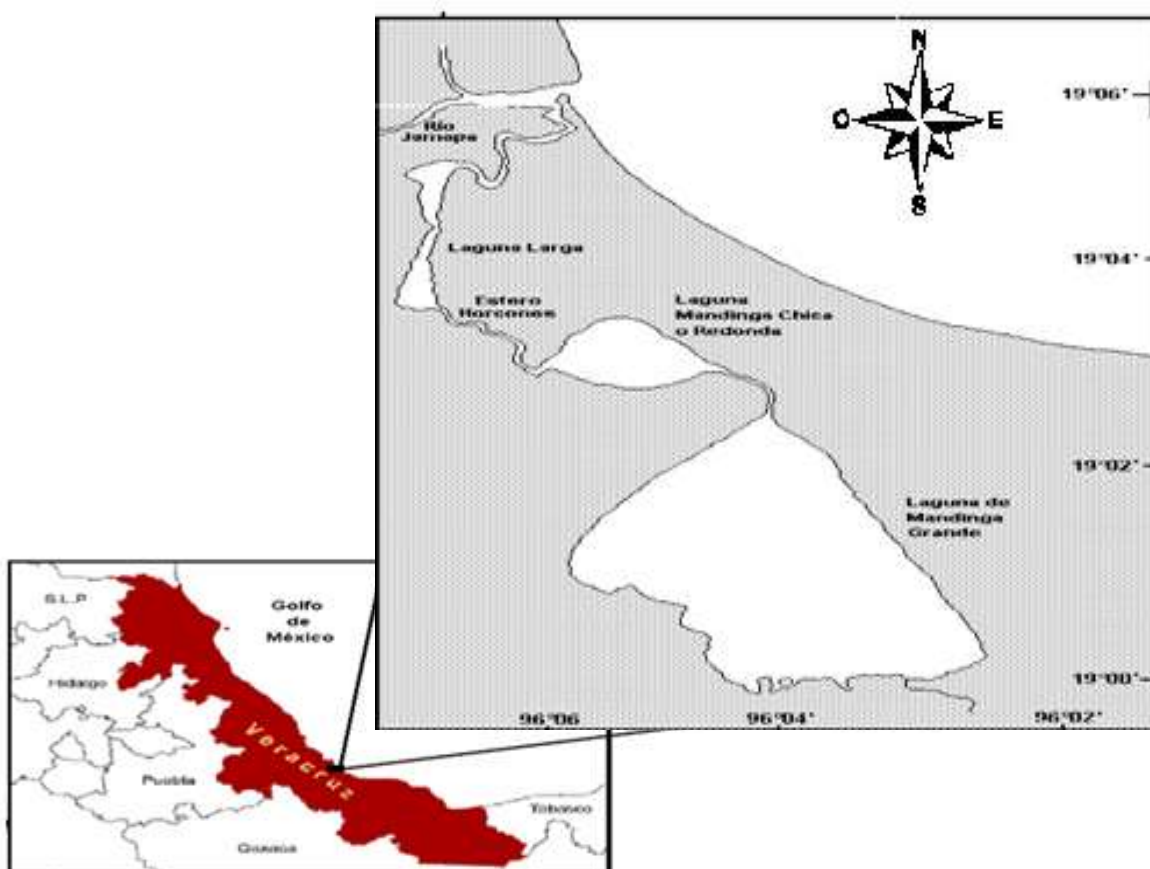


Figura 3. Localización del sistema Lagunar de Mandinga, Ver.

El sistema lagunar tiene una orientación norte-sur en tanto que la costa cercana adopta una dirección noroeste-sureste, conformando la punta de Antón Lizardo.

Hacia el noroeste las lagunas se separan del mar por una barrera de médanos, y colinda con el sitio Ramsar 1346, Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. La laguna está asociada al río Jamapa, el cual nace con los deshielos del Pico de Orizaba, recorre 150 km; corre de oeste a este y recibe varios afluentes de los ríos Huatusco, Cotaxtla, Totolapan, desemboca en el golfo de México, en el municipio de Boca del Río, próximo a la ciudad de Veracruz (Lankford, 1977).

En la orilla del sistema lagunar se encuentra una área extensa de manglar (fig. 5), asentado sobre suelos que van del franco arcilloso al limo arcilloso con contenido variable de materia orgánica, hasta llegar a los histosoles en donde prácticamente todo es materia orgánica proveniente de raíces y ramas (López-Portillo *et al.*, 2010).



Figura 4. Distribución de manglar en las lagunas Mandinga Redonda, Laguna Larga y Mandinga Grande.

V. METODOLOGÍA

La propuesta de manejo para el manglar del sistema lagunar Mandinga, se desarrolló con base en la “Metodología COLMIZC” (Alonso *et al.*, 2003), apoyándose en la revisión de información secundaria de estudios realizados en el área y en la recopilación y análisis de información primaria en campo, de manera que se pudo obtener información socioeconómica, física y biótica, que permitiera establecer el estado actual de los manglares en el área de estudio. La presente propuesta de manejo se fundamenta en cuatro ejes de la Metodología COLMIZC (Alonso *et al.*, 2003):

- Etapa de preparación, en la cual se selecciona el área de estudio y se definen sus límites y los objetivos.
- Caracterización y Diagnóstico, consiste en la elaboración de un inventario y descripción de las características propias del sistema con relación a los componentes biofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad.
- Zonificación, generada a partir de la evaluación de las características biológicas, ecológicas y del uso del territorio.
- Etapa de formulación y adopción de lineamientos, planes y estrategias que contengan el plan de manejo del área.

5.1. Etapa de preparación (Reconocimiento preliminar)

En esta fase se realizó un recorrido por la zona de estudio, con el fin de reconocer el área, establecer puntos de referencia de muestreo y se realizaron observaciones de primera mano de la problemática del sistema lagunar Mandinga. Se determinaron 12 puntos de muestreo, seis en Laguna Grande y seis en Laguna Redonda. Estos puntos de muestreo se escogieron con el fin de obtener información del estado actual del manglar. El área de estudio se limitó a una escala 1:230,000 (fig. 6), al norte desde la bocana del río Jamapa hasta el puente de Boca del Río, al este por la carretera Boca de Río-Alvarado, al sur y suroeste se delimitó el área a un km de la orilla de la laguna de Mandinga y al noreste por el boulevard Riviera Veracruzana.



Figura 6. Polígono del área de estudio del Sistema Lagunar de Mandinga, a escala 1:230,000.

5.2. Caracterización

5.2.1. Documentación directa del uso del manglar y de la problemática ambiental

Durante este recorrido se observaron los posibles problemas ambientales que fueran evidentes a simple vista y aquellos factores que permiten suponer de forma sustentada la presencia de otros factores menos evidentes, en los casos detectados se obtuvo registro fotográfico.

La caracterización del uso del manglar se realizó a través de la salida de campo a las localidades aledañas al área de manglar. Observando el uso y aprovechamiento que se le da al mangle. En este sentido, la información se tomó de observaciones directas. Se identificaron los problemas críticos sobre los cuales se deben dar acciones concretas para un buen manejo.

5.2.2. Documentación indirecta de la del uso del mangle y problemática ambiental

Se realizaron cinco entrevistas no focalizadas (Ander-Egg, 1987) a informantes claves que pertenecen a los diferentes sectores involucrados en el uso del área. Las entrevistas fueron enfocadas a identificar: uso del mangle, perspectiva ambiental en el área por parte del informante. Con la aplicación de estas entrevistas se documentó indirectamente los posibles problemas ambientales y las causas que se le atribuyen, información que fue confirmada y respaldada por diferentes evidencias.

Las entrevistas se aplicaron en la segunda visita a campo, el sector pesquero fue primer entrevistado representado por el señor Antonio Carvajal (Presidente de la Federación Regional de Cooperativas Pesqueras del Sistema Lagunar de la Laguna de Mandinga), y al señor Ignacio Valencia, la explotación pesquera y ostrícola se considera la principal actividad en la zona. También fue entrevistado el señor Salvador Cruz, del sector turístico, como prestador de servicios de la zona. Por último se entrevistaron a la señora Carmela Martínez y al señor Montalvo Iglesias representantes de la Asociación Restaurantera de la Zona de Mandinga.

5.2.3 Caracterización del sistema natural

En esta etapa se describieron las características propias del sistema lagunar con relación a los componentes biofísicos; a través de un análisis integral. Durante esta etapa se describió el estado de los componentes físico-químicos, faunísticos y florísticos del sistema lagunar de Mandinga. Toda la información se obtuvo de diversas fuentes documentales.

5.2.4. Caracterización del sistema social y demográfico

En esta etapa se describen las características socioeconómicas de las localidades que se encuentran en el área de estudio, la información se obtuvo la información por medio de fuentes documentales. Eso con el fin de identificar las principales actividades de importancia económica que se realizaron en el Sistema Lagunar Mandinga.

5.2.5. Componentes florísticos

Para la descripción de la estructura del manglar, se aplicó la metodología del Punto Centrado o Cuadrante Centrado en un punto (PCQM), en transectos previamente definidos y ajustados a las características del sistema. El PCQM es un método de muestreo diseñado por Cottam y Curtis (1956) y modificado por Cintron y Schaeffer (1983).

Con base en la cartografía preliminar y las líneas predeterminadas se procedió en campo a ubicar cada punto de referencia, realizándose un total de 12 transectos. Para el caso del presente estudio fueron ubicados preliminarmente considerando la cartografía de cobertura vegetal de la zona.

5.2.5.1. El método del cuadrante centrado en un punto (PCQM)

La aplicación del método se basó en la definición de la línea de muestreo de una distancia de 100 m del curso de agua, se tomó la información a los 0 m, 50 m y 100 m. Sobre la línea base, se ubicó el punto de muestreo (punto central), el cual fue el centro de la medición de la distancia de cada árbol, se trazó una línea imaginaria que divide perpendicularmente la línea definiendo cuatro cuadrantes.

Sobre cada cuadrante se procedió a determinar los árboles más cercanos de cada estado o categoría de desarrollo brinzal (B), latizal (L) y fustal (F) independiente de las especies. Para la definición de los estados de desarrollo se adoptó la definición propuesta por FAO (1970), la cual se basa en la definición de rangos diamétricos y se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1. Categoría de desarrollo del manglar.

Categoría	Diámetro (cm)
Fustal (F)	Mayor a 15
Latizal (L)	Entre 5.1 y 15
Brinzal (B)	Entre 2.5 y 5

Se inició la toma de información en el punto uno, cuadrante uno, se procedió a la toma de información, en cada cuadrante se midieron los árboles más cercanos al punto central, por estado de desarrollo, se registró por árbol las siguientes variables: distancia al punto central (m), especie, diámetro (cm), altura en metros. En cada punto de muestreo se tomaron un total de 12 árboles (cuatro por cada categoría).

5.2.5.2. Parámetros estructurales analizados

Desde el punto de vista estructural se evaluaron las variables: densidad (No. de individuos/ha), área basal (m^2/ha), el Índice de Valor de Importancia IVI, distribución de los estados de desarrollo y altura total. Cada parámetro estructural se calculó por especie y estado de desarrollo.

Densidad (D): para este estudio la densidad se asumió como una estimación del número de individuos por metro cuadrado, para lo cual inicialmente se obtendrá un promedio (por especie y estado de desarrollo) de sus distancias al punto central y al dividir la unidad (1) entre dicho promedio elevado al cuadrado se obtuvo la

distancia media al punto central. Por último se proyectó a la cantidad por hectárea multiplicando el resultado por mil, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DM = 1/(d)^2 \quad DMha = DM * 1.000$$

Dónde:

DM = Densidad Media.

d = Distancia

DMha= Densidad Media por hectárea.

Área basal: se estimó la ocupación que hace el fuste como indicador y por ser un concepto de superficie se calculó el área basal con base en el diámetro normal del mismo y asumiendo este como un círculo, se dividió dicho diámetro en dos, se elevó al cuadrado y se multiplicó por el número PI. El área basal del individuo se multiplicó por la densidad y se obtuvo el área basal por hectárea, de acuerdo con las siguientes formulas: $AB = (DAP/2)^2 * (PI) - ABha = AB * DMha$

Dónde:

AB= Área Basal

AB= Constante con valor de 3.1416.

DAP= Diámetro a la altura del pecho o normal (1.30 m).

AB ha= Área Basal por hectárea.

DM ha= Densidad Media por hectárea.

Índice de Valor de Importancia (IVI): es un elemento numérico mediante el cual fue posible determinar la importancia de una especie y sus diferentes estados de

desarrollo con relación a las demás que se presentaron en el ecosistema. Dicha importancia se determinaron mediante la evaluación de parámetros como frecuencia, abundancia y dominancia, lo cual implica que cuando una especie presenta un mayor valor de IVI que otra, ésta tuvo una mayor ocupación horizontal que la otra en el ecosistema evaluado.

$$\text{Formula: } I.V.I (\%) = Fr + Ar + Dr$$

Dónde:

I.V.I. = Índice de Valor de Importancia, %

Fr = Frecuencia Relativa, %

Ar = Abundancia Relativa, %

Dr = Dominancia Relativa, %

La frecuencia relativa (Fr), mide la dispersión media de cada especie, definida por el número de subdivisiones del área en que se presenta. La frecuencia relativa de una especie se calculó con base en la suma de las frecuencias absolutas de un muestreo. Es un indicador de la diversidad o complejidad florística de una asociación.

La Abundancia o densidad relativa (Ar), relaciona el número de individuos de la especie N_i , sobre el número total de individuos registrados en el levantamiento.

La dominancia relativa (Dr), es un estimador de la cobertura y se puede expresar como el porcentaje del área.

5.2.5.3. Distribución de los estados de desarrollo (DED):

La distribución de los estados de desarrollo se puede considerar una aproximación con la estructura diamétrica ya que se basa en la densidad para cada categoría de desarrollo (B, L, F) y para el presente estudio se definieron tres tipos de estructuras, las cuales se visualizan realizando una gráfica de la densidad contra los estados de desarrollo, la cual genera una curva, según su forma se clasificó como:

- Continúa ascendente (Ca), en la cual los brinzales son menos abundantes que los latizales y estos que los fustales.
- Continúa descendente (Cd), en la cual los fustales son menos abundantes que los latizales y estos que los brinzales.
- Discontinua (Di), en este tipo de estructura los tanto los brinzales como los fustales son más o menos abundantes que los latizales.

Como complemento del conocimiento de la composición florística y estructura horizontal se analizó la estructura vertical la cual incluye como principal parámetro la altura. **Altura:** en campo se realizó la toma de información. El análisis incluyó únicamente el análisis de la altura total, para la totalidad de individuos muestreados en sus diferentes estados de desarrollo como parámetro estructural.

5.2.5.4. Distribución de las especies

Para identificar la distribución de las especies y la importancia en el sistema, los datos obtenidos por medio de método PCQM; se utilizaron los datos del primer cuadrante (0 m) de los 12 transectos para la primera bandada el segundo

cuadrante (50 m), de cada transecto para la segunda banda de zonación y el tercer cuadrante (100 m) para la tercera banda de zonación. Se evaluaron las variables: densidad relativa, área basal relativa, dominancia relativa y el Índice de Valor de Importancia IVI para poder identificar la distribución de las especies.

5.2.5.5. Tratamientos de los datos

Para el análisis estadístico de los datos, se utilizó el programa Sigma Plot versión 11.0. Con los datos se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y las diferencias entre medias se comparó mediante el test de Tukey con intervalo de confianza del 95% ($P < 0.05$).

5.2.6. Diagnóstico del estado del manglar

El desarrollo del diagnóstico integrado del área de manglar del sistema lagunar de Mandinga, surgió del análisis de la estructura y composición del manglar. En la formulación se definió el lineamiento de manejo para los manglares, del cual se generaran soluciones integrales a las problemáticas identificadas para el área.

5.2.7. Identificación de la problemática ambiental y sus causas

Se utilizó la “Guía para el análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales”, de Tha Nature Conservancy (Andrade *et al.*, 1999). Con esta guía se pudo realizar una relación entre los impactos presentes en el área de interés y las fuentes que lo generan. Donde se desarrolló y visualizaron las relaciones entre los componentes biológicos y antropológicos.

5.3. Zonificación (zona de conservación y protección, zona de recuperación y restauración y zona de aprovechamiento)

Se establecieron las acciones para cada zona en función los resultados de las problemática del manglar y diagnóstico del estado del manglar, el grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la aptitud natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos expuestos dentro del plan de manejo.

5.4. Formulación de la propuesta de manejo

5.4.1. Definición de lineamientos

El proceso de formulación del plan de manejo para los manglares del Sistema Lagunar de Mandinga, se partió de la definición de unos lineamientos generales, como elemento estratégico de la planificación del cual se generan las soluciones integradas a las problemáticas identificadas para el área. El proceso comenzó a partir del análisis de la problemática identificada para el área, se organizaron los problemas de acuerdo a sus causas y fuentes o actividad de origen. A partir del análisis anterior se definieron los objetivos generales, objetivos específicos y las acciones de manejo. Se definieron las metas tomando en cuenta los objetos y las acciones a corto (<2 años), mediano (2 a 5 años) y largo plazo (de 5 años en adelante), así como los indicadores de éxito (ecológicos, económicos y sociales).

5.5. Componente cartográfico

Para el desarrollo de la metodología se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG), cuyo insumo principal se basó en la geometría de polígonos de

mapas temáticos para impresión y de figuras, para la mejor representación de áreas de manglar, extraídas del procesamiento digital de las imágenes de satélite y de información que se obtenga en campo. Para la estructuración del SIG se utilizó el software: ArcMap de ArcGis 10.2.2 y se utilizó la información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2013. Cambio de la superficie de los manglares de México.

El mapa incluyó los elementos básicos de cartografía: título, sistemas de coordenadas, escala gráfica, escala numérica, convenciones, leyenda, entre otros.

VI. RESULTADOS

6.1. Caracterización del Sistema Natural

6.1.1. Área de estudio

El sistema lagunar Mandinga se encuentran entre los 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste (Contreras, 1985), El sistema está en una planicie lacuno-palustre muy baja, plana, con microrelieve palustre y biogénico, sobre sedimentos no consolidados y finos (Márquez G., A. Z., 1992).

Tiene como frontera al noreste una planicie marina acumulativa baja conformada por cordones litorales, en el resto del sistema se encuentra limitado por una planicie fluvial acumulativa, baja y muy baja, ondulada y plana, con niveles de terrazas y planos de inclinación indiferenciados, sobre conglomerados y aluviones con alturas menores a los 10 metros (López-Portillo *et al.*, 2010).

El sistema tiene una longitud aproximada de 20 km y está constituido, de norte a sur, por tres cuerpos de agua: Laguna Redonda o Mandinga Chica cuenta con 2,134 m de longitud, Mandinga Grande con 6,490 m y la Laguna Larga con 3,421 m de longitud, no obstante, algunos autores, como Arreguín-Sánchez (1976) y Sánchez-Chávez (1976), consideran a la Laguna Larga dentro de la misma denominación, se interconectan por un número igual de esteros Estero Conchal (3.536 km), Horcones (2.695 km) y Mandinga (1.650 km), (Contreras, 1985). Con

una cobertura de manglar para el 2010 de 495 ha lo que representa el 0.58% a nivel regional y el .05 a nivel nacional (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

6.1.2. Origen del sistema lagunar

Se considera que la laguna de Mandinga tiene un origen de dos tipos: **sedimentación terrígena diferencial**: lagunas costeras asociadas con sistemas deltaicos fluviales producidos por sedimentación irregular o subsidencias de superficie que causa la compactación de los efectos de carga. Se formaron y varios se han modificado durante los últimos 5 mil años; algunos otros son muy jóvenes geológicamente (cientos de años). Se forman rápidamente barreras arenosas, que envuelven depresiones marginales o intra deltáicas muy someras; deltas de insumo de sedimentos bajos que pueden ser someros y frecuentemente efímeras, lagunas elongadas entre montículos de playa. Son frecuentes a lo largo de los planos deltaicos de las regiones ubicadas en el Golfo de México y por **depresión deltáica con barrera**: barreras de varios tipos; lodo, arena, manglares, etc.; escurrimientos usualmente directos a partir de ríos y tributarios; ocurren lentas modificaciones de forma y batimetría, aunque algunas llegan a ser rápidas; energía típicamente muy baja, excepto en los canales, la salinidad es muy baja, pero puede variar con la descarga de los ríos (Lankford, 1977).

6.1.3. Climatología

En la zona de estudio el clima está determinado por su ubicación frente al Golfo de México, el cual es afectado por dos corrientes que determinan su clima: la “Corriente Atlántica” o de Vientos Alisios, cálida y húmeda y que entra al estado

por el sureste de la República (SEMAR, 2009). De acuerdo a lo descrito por INEGI (2010), el área de estudio presenta un clima cálido subhúmedo (clasificación de Köeppen).

La velocidad de los vientos con mayor dominancia es, para los vientos del N, que se presentan durante los meses de octubre a mayo con una frecuencia de ocurrencia de cada 10 días en promedio, con velocidades variables que van desde 45 a 70 km/h y rachas que pueden llegar a los 90 o 120 km/h, principalmente en la parte cercana a la costa (Diagnostico Municipal Participativo, 2006).

6.1.3.1 Temperatura

En la zona de las lagunas de Mandinga por su ubicación geográfica cuenta con características tropicales. La temperatura media anual mayor de 22 °C, presentándose temperaturas extremas en verano que alcanzan hasta los 44 °C y temperatura del mes más frío mayor con una temperatura promedio de 18 °C (Contreras, 1985; INEGI, 2010).

6.1.3.2. Precipitación anual

La zona de Mandinga se caracteriza por presentar lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 %, presenta poca oscilación térmica y un porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual (García, 1998). Las precipitaciones son principalmente nocturnas, al amanecer o en la mañana procedentes del este, así como a la actividad conectiva (transferencia de calor) y ciclones tropicales. La

época seca o estiaje, inicia a mediados de octubre y termina a mediados de mayo, la precipitación del mes más seco oscila entre 0 y 60 mm (Lara-Domínguez, 2009); principalmente en el periodo de inicio de los frentes fríos, cambiando a templado y poco lluvioso de noviembre a marzo (CONAGUA, 2012).

6.1.4. Hidrología

El sistema lagunar Mandinga se ubica en la región hidrológica RH18, dentro de la cuenca “b” (Comisión Nacional del Agua, 1998). El área de estudio está localizada en la red hidrológica conformada por el río Jamapa. Hacia el norte de la zona lagunar se encuentra el estero del conchal, el cual colinda con la desembocadura del río Jamapa y recibe los aportes de mareas del Golfo de México (Mederey R. y Torres-Ruata, 1990).

El principal flujo de agua dulce procede del río Jamapa, ya que en el sistema no desemboca ninguna corriente de consideración; existen aportes provenientes de la infiltración de aguas a través de las pequeñas corrientes de verano que ingresan por la orilla sur de la laguna de mandinga grande. En el extremo sureste de la laguna de Mandinga grande desemboca un pequeño arroyo (Diagnóstico Municipal Participativo, 2006).

El complejo lagunar posee una sola boca que lo comunica con el mar por medio del estuario del río Jamapa. Por lo tanto, influencia marina es limitada Vásquez-Yáñez (1971), la marea se presenta cada 5 horas después que en el mar y está reducido aproximadamente en un 40%, esto tiene importante influencia en el

tiempo de residencia del agua, y por ende en el papel de retención de nutrientes y contaminantes. En el cuerpo de agua la profundidad media es de 2-3 m en el estero del Conchal, 1m en la laguna Larga, 3 m en el estero Horcones, 0.8 m en la laguna Redonda con extremos bajos y 1.6 en la laguna Mandinga Grande (Contreras, 1985).

6.1.4.1. Salinidad del agua

La salinidad influye de manera determinante en la fisiología de las plantas, en particular, de las diferentes especies de mangle. El mayor nivel de concentración de solutos disueltos produce el aumento de la presión osmótica del agua, lo que se enfrenta con modificaciones tanto en las raíces finas como en los tejidos de conducción de agua y el tamaño y grosor de las hojas (Moreno-Casasola, 2009).

La salinidad en el agua va desde 3.1 a 33 ppm (Amador y Cabrera, 1994; Barreiro, 2002). La zona en donde se ubica el bosque mixto de mangle negro y blanco se mezcla con especies de selva inundable, y posee salinidad muy baja, cercana a 2 ppm. En la temporada de lluvias, la salinidad del agua que lo alimenta suele ser menor (30 ppm) en todo el sistema pero en época de secas, la salinidad del agua en contacto con las raíces es mayor de 50 ppm en algunas zonas del manglar (López-Portillo *et al.*, 2010).

6.1.4.2 Mareas

En el litoral del estado de Veracruz, el tipo de mareas es diurno o mixto, su amplitud fluctúa entre 0.5 m y 0.7 m y se debe principalmente a la interacción

entre la onda mareal y la topografía dominante de cada lugar, así como a las fases lunares-solares. Las tablas numéricas de predicción de mareas de la SEMAR (2014) nos indican que los meses en que se registran las pleamares máximas son octubre y noviembre (de 0.71 m a 0.75 m), y las bajamares mínimas en junio y julio (de 0.56 m a 0.63 m), para Veracruz y Alvarado.

6.1.5. Materia orgánica del sistema lagunar

Las concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos reportadas así como las de clorofila-a, indican que el sistema presenta síntomas de eutrofización, y probablemente se relacionen con aportes de aguas ricas en fósforo que pudieran provenir de fertilizantes o detergentes, en cualquier caso de aguas residuales (Amador y Cabrera, 1994; Barreiro, 2002).

6.1.6 Fauna del sistema lagunar

México se encuentra entre los siete países con mayor diversidad y de acuerdo con Challenger (1998) es tal vez el tercer país más importante en lo que respecta a su conservación ecológica. El estado de Veracruz destaca después de Chiapas y Oaxaca por albergar un porcentaje importante de especies, lo que lo convierte en uno de los estados con mayor riqueza faunística del país.

El presente reporte de la fauna de las lagunas de Mandinga se basó en una revisión bibliográfica de los registros faunísticos del sistema lagunar, tomando como base los estudios de la Lara-Domínguez (2009) y De la Cruz *et al.*, (1985).

Invertebrados

Son los animales que carecen de columna vertebral, su cuerpo puede ser suave o presentar algunas estructuras duras, que le dan soporte y/o protección. Estos organismos son pequeños, de formas muy variadas entre los taxa (Brusca y Brusca, 2002). Los invertebrados presentes en el sistema lagunar, han sido clasificados y se ha agrupado de la siguiente manera:

Artrópodos

Lepidoptera: *Adelpha fessonia*, *Anthanassa ardys*, *Anthanassa sitalces*, *Ascia monuste*, *Calephelis stallingsi*, *Consul electra*, *Doxocopa pavon*, *Dryadula phaetusa*, *Eucheira sociales*, *Eumaeus toxea*, *Euptoieta hegesia*, *Eurema daira*, *Euselasia pusilla*, *Everes comyntas*, *Hemiargus ceraunus*, *Phyciodes phaon*, *Pyrisitia dina*, *Pyrrhogyra otolais*, *Rhabdodryas trite*, *Strymon ziba*, *Tegosa guatemalena*, *Theope eupolis*, *Zaretis callidryas*

Odonata: *Megaloprepus caerulatu*.

Malacostraca

Decapoda: *Alpheus heterochaelis*, *Aratus pisonii*, *Armases cinereum*, *Avotrichodactylus constrictus*, *Callinectes rathbunae*, *Callinectes sapidus*, *Callinectes similis*, *Clibanarius tricolor*, *Clibanarius vittatus*, *Eurytium limosum*, *Farfantepenaeus aztecus*, *Goniopsis cruentata*, *Litopenaeus setiferus*, *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium jelskii*, *Macrobrachium olfersii*, *Pachycheles monilifer*, *Pachygrapsus gracilis*, *Pachygrapsus transversus*, *Palaemonetes pugio*, *Panopeus obesus*, *Penaeus aztecus*, *Platychirograpsus*

spectabilis, *Potimirim mexicana*, *Procambarus acanthophorus*, *Procambarus pilosimanus*, *Sesarma curacaoense*, *Uca marguerita*, *Uca vocator*, *Ucides cordatus*.

Maxillopoda

Calanoida: *Acartia tonsa*

Clitellata: *Larsonidrilus microscolecinus*, *Pontoscolex corethrurus*

Gastropoda: *Neritina reclivata*, *Neritina virginea*

Sagittoidea: *Sagitta hispida*

Vertebrados

Los vertebrados presentes en el sistema lagunar, han sido clasificados y se agruparon de la siguiente manera:

Peces

Actinopterygii: *Ariopsis felis*, *Astyanax aeneus*, *Dorosoma petenense*, *Gobiomorus boleosoma*, *Gobiomorus dormitor*, *Poecilia sphenops*, *Pomadasys croco*, *Prionoptus scitulus*, *Sarotherodon aureus*, *Sarotherodon mossambicus*,

Anfibios

En Veracruz se encuentran 27.4 % de las especies de anfibios presentes en el territorio nacional. En la zona de la laguna se reportaron la presencia de dos órdenes de anfibios (CONABIO, 2012), agrupados de la siguiente manera:

Anura: *Agalychnis callidryas*, *Bufo marmoratus*, *Bufo valliceps*, *Hyla loquax*, *Hyla picta*, *Leptodactylus labialis*, *Leptodactylus melanonotus*, *Ololygon staufferi*, *Phrynohyas venulosa*, *Physalaemus pustulosus*, *Rana berlandieri*, *Smilisca baudini*.

Gymnophiona: *Dermophis mexicanus*.

Reptiles

Son un grupo de vertebrados provistos de escamas epidérmicas de queratina. La mayoría de los reptiles se han adaptado a la vida terrestre, pero finalmente se ha descubierto que algunos viven en el agua. Una piel resistente y escamosa es una de sus adaptaciones (Hickman *et al.*, 2006).

Squamata: *Ameiva undulata*, *Basiliscus vittatus*, *Boa constrictor*, *Cnemidophorus guttatus*, *Coniophanes bipunctatus*, *Coniophanes imperialis*, *Coniophanes quinquevittatus*, *Conophis lineatus*, *Ctenosaura acanthura*, *Ctenosaura similis*, *Ctenosaura similis*, *Drymarchon corais*, *Drymobius margaritiferus*, *Leptodeira annulata*, *Leptotyphlops goudoti*, *Mabuya brachypoda*, *Micrurus diastema*, *Pituophis melanoleucus*, *Sceloporus aeneus*, *Sceloporus chrysostictus*, *Sceloporus torquatus*, *Sceloporus variabilis*, *Sphaerodactylus glaucus*, *Thamnophis proximus*.

Testudines: *Claudius angustatus*, *Kinosternon cruentatum*, *Staurotypus triporcatus*, *Trachemys scripta*.

Aves

De las 1,096 especies de aves que se han registrado en México, para Veracruz se reportan 717 especies distribuidas en 83 familias y 22 órdenes. En la zona de la laguna de Mandinga según la CONABIO (2009) se encuentran presente las siguientes especies: *Accipiter cooperii*, *Accipiter striatus*, *Actitis macularia*, *Arenaria interpres* *Ajaia ajaja*, *Amazona albifrons*, *Anas discors*, *Anhinga anhinga*, *Anser albifrons*, *Ardea herodias*, *Bubulcus ibis*, *Buteo albonotatus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteo magnirostris*, *Buteo platypterus*, *Buteo swainsoni*, *Buteogallus anthracinus*, *Buteogallus urubitinga*, *Butorides striatus*, *Calidris mauri*, *Calidris minutilla*, *Campephilus guatemalensis*, *Catoptrophorus semipalmatus*, *Cathartes aura*, *Cathartes burrovianus*, *Ceryle alcyon*, *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius vociferus*, *Charadrius wilsonia*, *Coccyzus americanus*, *Coccyzus erythrophthalmus*, *Cochlearius cochlearius*, *Columba flavirostris*, *Columba livia*, *Columbina inca*, *Columbina passerina*, *Columbina talpacoti*, *Dendrocygna autumnalis*, *Dendroica coronata*, *Dendroica dominica*, *Dendroica fusca*, *Dendroica magnolia*, *Dendroica petechia aestiva*, *Dendroica petechia erithachorides*, *Doricha eliza*, *Egretta alba*, *Egretta caerulea*, *Egretta thula*, *Egretta tricolor*, *Elanus caeruleus*, *Eudocimus albus*, *Falco columbarius*, *Falco femoralis*, *Falco peregrinus*, *Falco sparverius*, *Fregata magnificens*, *Larus atricilla*, *Larus pipixcan*, *Myarchus tuberculifer*, *Myarchus tyrannulus*, *Myodinastes luteiventris*, *Myiozetetes similis*, *Nycticorax nycticorax*, *Ortalis vetula*, *Pandion haliaetus*, *Passer domesticus*, *Passerculus sandwichensis*, *Passerina ciris*, *Passerina cyanea*, *Pelecanus occidentalis*, *Thryothorus maculipectus*, *Thryomanes bewickii*, *Tringa flavipes*, *Tringa melanoleuca*, *Tityra semifasciata*, *Tyrannus couchii*, *Tyrannus forficatus*, *Tyrannus*

savana, Tyrannus tyrannus, Vermivora celata, Vermivora peregrina, Vermivora pinus, Volatinia jacarina, Wilsonia citrina, Wilsonia pusilla.

Mamíferos

En el sistema lagunar de mandinga se encuentran presentes según la CONABIO (2009), los siguientes mamíferos: *Artibeus jamaicensis, Artibeus lituratus, Dasypus novemcinctus, Didelphis marsupialis, Didelphis virginiana, Glossophaga soricina, Mephitis macroura, Molossus rufus, Mormoops megalophylla, Rhogeessa párvula, Rhynchonycteris naso, Orthogeomys hispidus, Oryzomys couesi, Oryzomys palustris, Procyon lotor, Rattus norvegicus, Rattus rattus, Sigmodon hispidus, Sciurus aureogaster, Sylvilagus floridanus, Dasypus novemcinctus, Tamandua mexicana.*

6.1.7. Flora

6.1.7.1 Vegetación del sistema lagunar

El estado de Veracruz se localiza en la parte este de la república Mexicana, al sur del Trópico de Cáncer, ubicándose entre los paralelos 22° 28' y 17° 09' de latitud norte y los meridianos 98° 41' y 93° 36' de longitud oeste (INEGI, 2010), dada esta delimitación geográfica, el estado de Veracruz adquiere forma de una franja de aproximadamente 790 km de largo con un ancho de 33 km en su parte más angosta y 183 km en lo más ancho (CONABIO, 2011).

Contreras (1985), señala siete tipos de vegetación asociada al complejo lagunar de Mandinga: 1) vegetación pionera de la costa; 2) matorral y selva baja

subcaducifolia de los médanos; 3) espartales; 4) selva baja subperannifolia de *Pachira aguatica*; 5) manglar, 6) asociaciones de halófitas, y 7) palmeras. En la laguna de Mandinga se ha registrado a la especie de *Ruppia marítima* como el pasto marino dominante. Esto indica que a pesar de tener influencia marina presenta salinidades bajas (Lot-Helgueras, 1971).

Hongos

Los hongos son organismos eucariotas, que producen esporas, no tienen clorofila, con nutrición por absorción, generalmente con reproducción sexual y asexual; el cuerpo consiste generalmente de filamentos ramificados con pared celular quitinosa (Lara *et al.*, 2009).

Hongos Basidiomycetes: *Auricularia fuscossuccinea*.

Hongos Urediniomycetes: *Puccinia heterospora*, *Uromyces euphorbiae*.

Hongos Ascomycetes: *Balansia cyperi* *Balansia cyperi*.

Hongos Basidiomycetes: *Hexagonia tenuis*.

Pteridofitas: *Acrostichum aureum*, *Microgramma nitida*.

Angiospermas

Forman el grupo más extenso del reino de las plantas. Tienen flores y producen frutos con semillas. Son las únicas plantas que se han adaptado a vivir en todos los ecosistemas de la Tierra, salvo en las regiones polares (Lara *et al.*, 2009).

Monocotiledóneas: *Anthurium schlechtendalii*, *Bouteloua barbata*, *Bouteloua repens*, *Brassavola nodosa*, *Bromelia pinguin*, *Bromelia plumieri*, *Caladium*

pictarum, *Catasetum integerrimum*, *Cenchrus ciliaris*, *Chloris barbata*, *Chloris subdolichostachya*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus articulatus*, *Cyperus ciliatus*, *Cyperus compressus*, *Cyperus iria*, *Cyperus odoratus*, *Cyperus surinamensis*, *Dichanthium annulatum*, *Digitaria ciliaris*, *Digitaria decumbens*, *Echinochloa colonum*, *Eleocharis geniculata*, *Eleocharis mutata*, *Eleusine indica*, *Fimbristylis spadicea*, *Kyllinga breviflora*, *Kyllinga brevifolia*, *Lasiacis nigra*, *Limnocharis flava*, *Melinis repens*, *Panicum hirticaule*, *Panicum repens*, *Panicum trichoides*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum notatum*, *Pontederia sagittata*, *Rhynchospora colorata*, *Ruppia marítima*, *Sabal texana*, *Sagittaria lancifolia*, *Sagittaria macrophylla*, *Setaria parviflora*, *Stenorrhynchos lanceolatum*, *Tillandsia caput-medusae*, *Tillandsia fasciculata*, *Tillandsia polystachia*, *Urochloa máxima*.

Dicotiledóneas: *Acacia pennatula*, *Acalypha leptopoda*, *Acanthocereus tetragonus*, *Achyranthes aspera*, *Ageratina prunellifolia*, *Aldama dentata*, *Ambrosia peruviana*, *Amphilophium paniculatum*, *Annona globiflora*, *Annona purpurea*, *Aphananthe monoica*, *Aphelandra deppeana*, *Arachis pintoii*, *Asclepias curassavica*, *Avicennia germinans*, *Baltimora recta*, *Bernardia mexicana*, *Borreria laevis*, *Borreria remota*, *Buddleja cordata*, *Bursera simaruba*, *Brunellia mexicana*, *Calea urticifolia*, *Calliandra magdalenae*, *Cassia biflora*, *Cassia occidentalis*, *Cassia ovalifolia*, *Cayaponia racemosa*, *Celosia nitida*, *Celtis caudata*, *Celtis iguanaea*, *Cestrum dumetorum*, *Chamissoa altissima*, *Chiococca alba*, *Chiococca pachyphylla*, *Maclura tinctoria*, *Chromolaena odorata*, *Cionosicyos macranthus*, *Citharexylum ellipticum*, *Citrus maxima*, *Clematis dioica*, *Clematis poligama*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Coccoloba barbadensis*, *Coccoloba humboldtii*,

Conoclinium betonicifolium, *Cordia dedecandra*, *Cordia dodecandra*, *Critoniopsis triflosculosa*, *Crotalaria incana*, *Crotalaria retusa*, *Croton ciliatoglanduliferus*, *Croton glandulosus*, *Croton guatemalensis*, *Croton lobatus*, *Cucurbita argyrosperma*, *Cupania macrophylla*, *Cynanchum racemosum*, *Dalea carthagenensis*, *Daphnopsis americana*, *Dendropanax arboreus*, *Desmanthus virgatus*, *Diospyros verae-crucis*, *Duranta repens*, *Dyssodia tagetiflora*, *Egletes viscosa*, *Eryngium nasturtiifolium*, *Eugenia acapulcensis*, *Euphorbia marginata*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus pertusa*, *Fleischmannia pycnocephala*, *Florestina liebmannii*, *Galactia striata*, *Gnaphalium polycaulon*, *Gonolobus barbatus*, *Gonolobus niger*, *Guazuma ulmifolia*, *Gyrocarpus americanus*, *Heliotropium indicum*, *Heliotropium procumbens*, *Hibiscus uncinellus*, *Hyptis verticillata*, *Ipomoea wolcottiana*, *Iresine heterophylla*, *Jacquemontia oaxacana*, *Jacquemontia pentantha*, *Justicia spathulata*, *Lagascea mollis*, *Laguncularia racemosa*, *Lepidaploa tortuosa*, *Ludwigia adscendens*, *Malvaviscus arboreus*, *Marsdenia coulteri*, *Melampodium americanum*, *Melampodium divaricatum*, *Melothria pendula*, *Merremia umbellata*, *Mikania cordifolia*, *Mimosa chaetocarpa*, *Mimosa pudica*, *Okenia hypogaea*, *Opuntia dejecta*, *Passiflora holosericea*, *Passiflora suberosa*, *Paullinia fuscescens*, *Paullinia tomentosa*, *Pectis elongata*, *Phaseolus vulgaris*, *Phoradendron amplifolium*, *Physalis pubescens*, *Pilosocereus leucocephalus*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Pithecoctenium crucigerum*, *erythrocarpa*, *Quercus lancifolia*, *Quercus oleoides*, *Quercus xalapensis*, *Randia aculeata*, *Randia albonervia*, *Rhizophora mangle*, *Richardia scabra*, *Robinsonella pilosa*, *Ruellia albicaulis*, *Russelia coccinea*, *Sageretia elegans*, *Senna fruticosa*, *Serjania racemosa*, *Sida rhombifolia*, *Sinclairia*

klatti, Solanum torvum, Solanum tridynamum, Sphagneticola trilobata, Spondias mombin, Spondias purpurea, Synedrella nodiflora, Talinum paniculatum, Tecoma stans, Tonduzia longifolia, Tournefortia densiflora, Tournefortia hirsutissima, Tridax procumbens, Trixis inula, Turbina corymbosa, Vernonia arctioides, Vernonia patens, Vernonia tortuosa, Wimmeria concolor, Ximenia americana, Zexmenia serrata.

6.1.8. Tipo de suelo

El suelo está formado por constituyentes mineral y orgánico e incluye fases sólida, líquida y gaseosa. Los constituyentes están organizados en estructuras, específicas para el medio pedológico. El suelo está en constante evolución, dando así al suelo su cuarta dimensión, el tiempo. Los suelos más predominantes en el área de estudio según INEGI (2010), por orden de abundancia son los siguientes:

- Vertisol (70.0%) estos suelos se originan a partir de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones.
- Regosol (15.2%) se le considera a este tipo de suelo la etapa inicial de otros suelos, sin embargo en la fase de desarrollo que muestra tiene características que permiten identificarlo como unidad. Por lo mismo se asocian a Redzinas, Phaeozems, Vertisoles, Cambisoles y Luvisoles y forman complejos. Son muy semejantes al material del que se derivan como calizas, lutitas, areniscas y depósitos aluviales.
- Gleysol (14.8%) predominan en las llanuras costeras e inundables, donde se acumula y estanca agua. El proceso predominante es el hidromorfismo a

menos de 50 cm. de profundidad, y forman complejos al asociarse con Solonetz, Vertisoles, Fluvisoles.

6.1.9. Uso de suelo

El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en un ambiente construido tal como campos de sembradío, pasturas y asentamientos humanos. El término uso del suelo a menudo es utilizado para referirse a los distintos usos de la tierra en zonificaciones (FAO, 1999).

En el municipio de Alvarado, el uso de suelo es muy variado como se muestra en la figura 7, tomada de la Secretaria de desarrollo social. En el municipio de Alvarado, el uso de suelo tiene la siguiente distribución: Agricultura con un 2 % y zona urbana 1 %, existiendo una dominancia de Pastizal con un 49 %, manglar con 18 %, tular con un 2 %, bosque con 1 %, área sin vegetación 1 % y otros con un 6 % del total del municipio (INEGI, 2009).

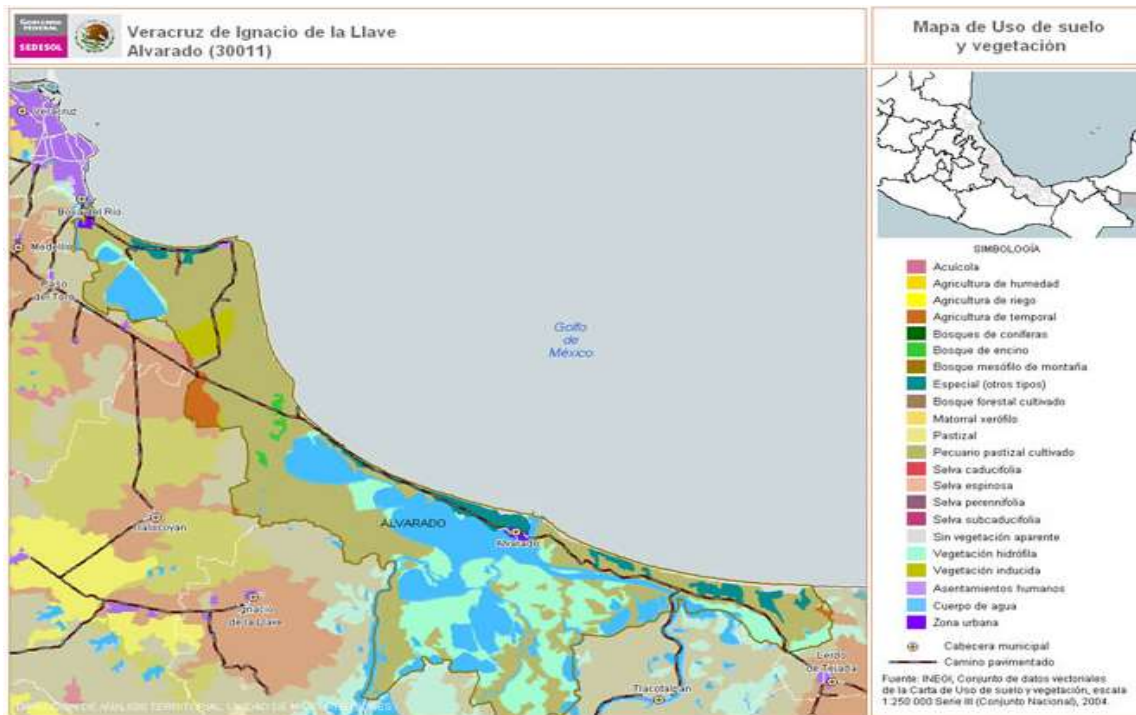


Figura 5. Mapa de uso de suelo del municipio de Alvarado (SEDESOL, 2004).

6.2. Caracterización del sistema social y demográfico

6.2.1. Aspectos demográficos

6.2.1.1. Asentamientos

Una vez analizada la información generada en el censo de Población y Vivienda 2005 y 2010, se determinó que el área de estudio es parte de tres municipios del estado de Veracruz (Boca del Río, Alvarado y Medellín del Bravo), el cual se encuentra integrado por 20 localidades en las que se distribuyen aproximadamente 12,363 habitantes.

El municipio de Boca del Río, se encuentra entre los paralelos 19° 03' y 19° 11' de latitud norte; los meridianos 96° 06' y 96° 10' de longitud oeste; altitud 0 y 10 m.

Por su posición geográfica es uno de los municipios con más crecimiento demográfico en los últimos años, cuenta con una superficie territorial de 39 km² (INEGI, 2009). En el año 2010 el municipio de Boca del Río contaba con una población total de 138,058 habitantes, lo que representa el 1.8 % de la población total de la entidad, con una densidad de población de 3,622 hab/km² (CONAPO, 2014), de la población total del municipio el 48.4 %, son hombres lo que equivale a 64,656 habitantes y 51.6 % que corresponde a 73,402 mujeres.

Dentro del área de estudio se localiza Residencial el Dorado, es uno de los fraccionamientos más exclusivos del Golfo de México, cuenta con una marina y un centro comercial, se localiza en el estero de Mandinga (INEGI, 2005). En el 2010 se registró una población de 52 personas, de las cuales 24 eran hombres y 28 mujeres, esta residencial contaba con 10 viviendas particulares habitadas, la localidad se caracteriza por un grado bajo de marginación y con un muy bajo grado de rezago social (INEGI, 2010).

El Estero es una localidad de Boca del Río, Para el 2010 la población era de 102 habitantes, de los cuales 50 corresponde a hombres y 52 mujeres, lo que representa el 0.07 % de la población total del municipio. Cuenta con un total de 26 viviendas particulares habitadas, se considera una localidad con un muy bajo grado de marginación y rezago social (INEGI 2010).

El sistema lagunar Mandinga se encuentra dentro de los límites del municipio de Alvarado, Ver., algunas de sus localidades forman parte del área de estudio. El municipio de Alvarado en el 2005 registró una población de 48,178 habitantes, para el 2010 registró una población de 51,955 habitantes y con una densidad de población de 62.9 habitantes/km², lo que representa un aumento del 7.26 %, de los cuales 25,615 eran hombres lo que representa el 53.17 % y 26,340 eran mujeres lo que equivale al 46.8 % (INEGI 2010).

Las 12 localidades que se encuentran dentro del área de estudio que pertenecen a este municipio, se describen a continuación las de mayor influencia en el área. Isla del Amor, es una localidad del municipio de Alvarado, cuenta con un ecosistema de dunas de arena característico de la planicie costera en su colindancia con el Golfo de México; mientras que en la parte oeste cuenta con remanentes de bosque de manglar. Según el censo de INEGI del 2010 su población era de 20 habitantes de los cuales 10 eran hombres y 10 mujeres y solo se encuentran habitadas 5 viviendas. Esta localidad está clasificada como una localidad con un grado de marginación bajo y un grado de rezago social muy bajo.

La localidad de Mandinga y Matoza está situada en el Municipio de Alvarado, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, esta localidad se encuentra dentro del área de estudio ya que colinda con el sistema lagunar Mandinga. Según INEGI para el 2010 contaba con 1,254 habitantes, lo que representa un aumento del 8.6 % con respecto al año 2005 y representa el 2.41 % de la población total del

municipio, de los cuales 601 son hombres y 653 son mujeres, esta localidad cuenta con 352 viviendas particulares habitadas.

La localidad de Herón Proal se encuentra en el municipio de Alvarado, según INEGI en el 2010, esta localidad contaba con una población de 786 habitantes, de los cuales 403 eran mujeres y 383 hombres, contaba con 265 viviendas particulares habitadas. Se considera que esta localidad presenta un grado de marginación muy alto. En la localidad de Cancún Bell, se ubica en el municipio de Alvarado sobre las márgenes del estero de Mandinga. En el 2010 se contaba con una población de 18 personas y de las cuales 7 eran hombres y 11 mujeres y con 3 viviendas habitadas. Con un grado de marginación y de rezago muy bajo.

La localidad del Conchal está situada en el municipio de Alvarado, se encuentra a 20 metros de altitud. En el 2005 contaba con 417 habitantes, de los cuales 208 eran hombre y 209 mujeres, con 107 viviendas habitables. Para el 2010 contaba con una población total de 481 de lo cual 236 eran hombre y 245 mujeres y un total de viviendas habitadas de 126, esta localidad cuenta con un grado de marginación medio y un grado de rezago muy bajo.

La comunidad del Rincón del Conchal colinda con la laguna de Mandinga. En el 2010 contaba con una población de 296, de los cuales 156 son hombre y 142 mujeres, con un total del 81 viviendas habitadas, esta localidad de tiene un grado de marginación y rezago social muy bajo.

La localidad de Villa Rica (Club de Golf), es una localidad del municipio de Alvarado, en el año 2010 contaba con una población total de 151 habitantes, de los cuales 74 eran hombres y 77 mujeres y con solo 27 viviendas habitadas, lo que representa una disminución del 82.1 % de la población con respecto el 2005. Esta localidad tiene un grado de marginación y rezago social muy bajo.

El Fraccionamiento las Lomas está ubicado al margen de la laguna de mandinga en el municipio de Alvarado, en el 2010 contaba con una población de 559 habitantes, de los cuales 264 son hombres y 295 eras mujeres. Esta localidad cuenta con 138 viviendas habitadas. Esta localidad tiene un grado de marginación y rezago social muy bajo.

El Fraccionamiento Banus, es una comunidad que se localiza en el municipio Alvarado del Estado de Veracruz. En el 2010 contaba con una población de 222 habitantes, de los cuales 101 son hombres y 121 eras mujeres, se cuenta con 50 viviendas habitadas. Esta localidad tiene un grado de marginación y rezago social muy bajo.

Medellín del Bravo es otro de los municipios que al igual que Boca del Río y Alvarado parte de sus municipios están dentro del área a ordenar. En el 2005 Medellín contaba con una población de 38,840 habitantes, de los cuales 18,840 eran hombres y 20,000 eran mujeres. En el 2010 presentó una población de 59,126 habitantes, de los cuales 28,431 son hombres y 30,695 mujeres. Esto representa un aumento del 34.30 % con respecto al 2005.

La localidad de la Laguna y Monte del Castillo corresponde al municipio de Medellín del Bravo, el cual colinda con la laguna de Mandinga. Para el año 2010 la localidad contaba con 1,920 habitantes lo cual significa un aumento de 10.5 % con respecto con el año 2005, del cual 929 eran hombres y 991 eran mujeres, esta localidad cuenta con 609 viviendas particulares habitadas y está clasificado con un grado de marginación medio.

La Báscula es otra localidad que se encuentra el municipio de Medellín del Bravo. En el 2010 contaba con una población de 157 habitantes, 75 son hombres y 82 mujeres. Esta localidad cuenta con 138 viviendas habitadas y está clasificada con un grado de marginación alto y rezago social bajo. En la localidad de la Gloria, en el 2010 contaba con una población de 600 habitantes, de los cuales 295 son hombres y 305 eran mujeres y cuenta con 159 viviendas habitadas. Esta localidad tiene un grado de marginación alto y rezago social bajo.

Alvaradito es otra localidad del municipio de Medellín del Bravo, la cual para el 2010 contaba con una población de 339 habitantes, 184 hombres y 155 mujeres, cuenta con 91 viviendas, esta localidad tiene un grado de marginación alto y un grado de rezago social medio.

Paso del Toro está situado en el municipio de Medellín. En el año 2005 esta localidad contaba con 2,322 habitantes de los cuales 2,478 eran hombres y 4,800 mujeres, los ciudadanos se dividen en 1,695 menores de edad y 3,105 adultos, de cuales 414 tienen más de 60 años y se contaba con 1,342 viviendas habitadas.

Para el año 2010 contaba con una población de 5,197 de los cuales 2,481 eran hombre y 2,716 mujeres y con un total del 1,527 viviendas habitadas, esta localidad de tiene un grado de marginación medio y rezago social muy bajo.

6.2.2. Estructura etaria de la población

En el municipio de Boca del Río el número de habitantes varía con respecto al rango de edades de la población, para el 2010 se contaba con una población de 138,058 habitantes, de los cuales 28,789 son infantes de 0-14 años, 92,490 son jóvenes y adultos de entre 15-64 años y 11,622 son de la tercera edad y más (fig. 8).

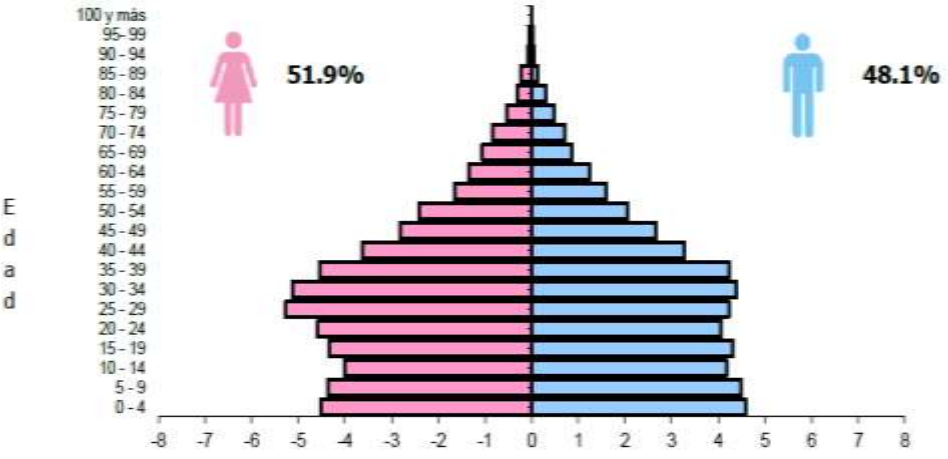


Figura 6. Pirámide de edad de la población del municipio de Boca del Río. (INEGI, 2010).

El número de habitantes varia por rango de edades de la población total del municipio de Alvarado, de la cual 12,673 habitantes corresponde a niños de 0 a 14 años lo que corresponde al 24.39 % de la población total, 33,942 jóvenes y adultos de 15 a 64 años lo que corresponde al 65.32 % y 4,616 adultos de la

tercera edad representa el 8.88 % de la población, lo que corresponde a 25,615 hombres (49.3 %) (Fig. 9) y 26,340 (50.7 %) mujeres (INEGI, 2010).

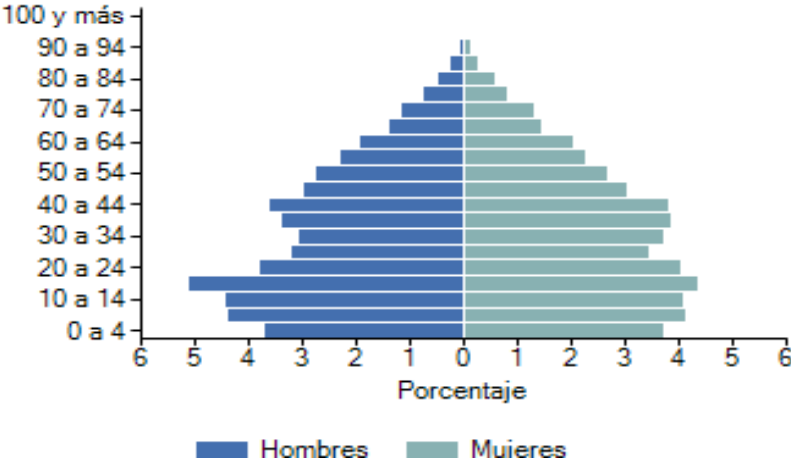


Figura 7. Pirámide de edad de la población del municipio de Alvarado (INEGI, 2010).

El número de habitantes varía con respecto al rango de edad de la población de Medellín, de los cuales 15,447 corresponden al grupo de edades de 0 a 14 años, 40,086 al grupo de edades de 15 a 54 años y 3,339 de 65 y más años. Del total de la población 28,431 son hombres (48 %) y 30,695 mujeres (52 %) (Fig. 10).

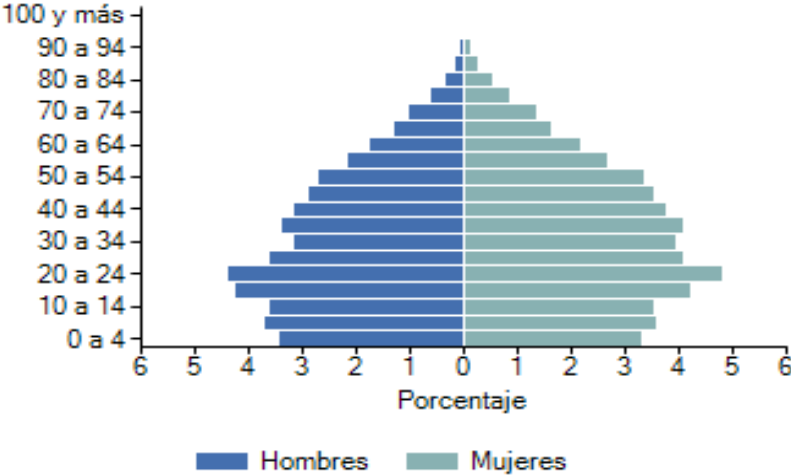


Figura 8. Pirámide de edad de la población del municipio de Medellín (INEGI, 2010).

6 2.3. Condiciones sociales

6.2.3.1. Educación

En el municipio de Boca del Río, el grado promedio de escolaridad es de 10.2 (tercero más alto del Estado), la tasa de alfabetización es de 95.8 % (la segunda más alta del Estado), su índice de Educación es de 0.87 %. La educación básica es impartida por 65 planteles de preescolar, 77 de primaria, 32 de secundaria. Además cuenta con 1 centro de capacitación para el trabajo, con 19 Instituciones que brindan el bachillerato; así como con centros de enseñanza técnica y profesional medio como es el CBTIS. En esta Municipalidad se asientan Instituciones que ofrecen enseñanza superior tales como la Universidad Villa Rica, el Instituto Tecnológico de Boca del Río, la Escuela Normal la Paz de Veracruz A.C. y la Universidad Veracruzana (INEGI, 2010).

En el aspecto de educación, el municipio de Alvarado cuenta con 59 escuelas preescolares, 70 primarias, 20 secundarias, 11 bachilleratos, un profesional técnico, cuenta con dos planteles de educación universitaria y tecnológica. La tasa de analfabetismo para el 2012 era de 10.7 % (Plan municipal de desarrollo, 2014).

El municipio de Medellín del Bravo, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 8.5 %, superior al grado promedio de escolaridad de 7.7 % en la entidad. El municipio cuenta con 51 escuelas preescolares, 52 primarias y diez secundarias. Además, el municipio cuenta con cinco bachilleratos. Cuenta con 3 instituciones que ofrecen educación superior, nivel Técnico Superior Universitario y Nivel Licenciatura.

6.2.3.2. Salud

El índice de salud de Boca del Río es alto: 0.961. La población derecho habiente a servicios de salud en el Municipio de Boca del Río es de 90,331 habitantes. La atención médica es proporcionada por clínicas, hospitales y unidades que a continuación se enlistan: 4 de la Secretaría de Salud, 2 del IMSS, 3 del ISSSTE, 1 de la Cruz Roja, 1 de la Secretaría de la Defensa y 2 de la Secretaría de Marina. Cabe señalar que en esta Municipalidad se prestan los servicios. Existen 0.6 médicos por cada mil habitantes (INEGI 2010).

En el sector salud el municipio de Alvarado cuenta con nueve unidades médicas; se cuenta con 63 personal médico (Diagnóstico Municipal Participativo, 2014). 40,188 habitantes del municipio son usuarios de los servicios médicos.

Medellín en el sector salud, el municipio cuenta con ocho unidades médicas; el personal médico de acuerdo al censo de INEGI del 2010, era de 31 personas y la razón de médicos por unidad médica era de 3.9; Además el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 29 %, equivalente a 17,807 personas. La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 55.9 % de la población, es decir 34,367 personas se encontraban bajo esta condición.

6.2.3.3. Vivienda

De acuerdo a los resultados del Censo 2010 en el Municipio de Boca del Río, hay 39,869 viviendas, con un promedio de ocupantes por vivienda de 3.46, la mayoría son propias y de tipo fija, los materiales utilizados principalmente para su

construcción son el cemento, el tabique, el ladrillo, la madera y la lámina. Del total de las viviendas 37,031 tienen piso de material, 38,027 cuentan con servicios de energía eléctrica, 37,184 tienen servicio de agua entubada y 37,855 cuentan con servicio de drenaje.

Para el 2010 en el municipio de Alvarado se contaba con 15,031 viviendas habitadas en el municipio. 9,995.6 viviendas cuentan con piso firme, 11,363.4 tienen disponibilidad de agua entubada y 14,504 cuentan con electricidad en sus viviendas.

En el municipio de Medellín as viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública son el 29.2 % del total, las viviendas con un solo cuarto representan el 8.9 % las viviendas con piso de tierra 4.8 %), viviendas que no disponen de drenaje son el 2.5 % y viviendas que no disponen de energía eléctrica el 1.2 % (SEDESOL, 2010).

6.2.4. Sistema económico

Las diferentes actividades que desempeña la población se agrupan en tres sectores económicos: primario, secundario y terciario. Las actividades primarias se caracterizan por el aprovechamiento de los recursos. Las actividades secundarias se refieren a la transformación de los recursos obtenidos de la naturaleza; por ejemplo y las actividades terciarias abarcan lo referente al comercio y la prestación de servicios (INEGI, 2005).

En el municipio de Alvarado la población económicamente activa es de 20,631 de los cuales el 34.2 % corresponden al sector primario, el 18.3 % corresponde al sector secundario y el 47.5 % al sector terciario. En el municipio de Medellín del Bravo la población económicamente activa es de 25,812 de los cuales 9.5 % trabajan en el sector primario, el 23.5 % en el sector secundario y el 65 % al sector terciario (INEGI, 2010). En el municipio de Boca del Rio la población económicamente activa (PEA) es de 59,009 y la PEA ocupada es de 57,009. Se dedican a las actividades del sector primario solo el 0.8 %, al sector secundario se dedica el 19.2 % de la población y al sector terciario 77.3 % de los habitantes de Boca del Rio (INEGI, 2010).

6.2.4.1. Actividades primarias

6.2.4.1.1. Agricultura

En el campo mexicano se practican dos tipos de agricultura: la de temporal y la de riego. La agricultura de temporal depende de las lluvias y ocupa la mayor parte de los terrenos cultivados del país. La de riego aprovecha instalaciones hidráulicas como presas, pozos y canales artificiales para llevar agua a los cultivos.

Existen las condiciones agro-climatológicas adecuadas para el establecimiento de cultivos durante todo el año, en ambos ciclos agrícolas; "Otoño-Invierno" (O-I), se refiere a los cultivos que se siembran desde el 1º de octubre hasta el 30 de marzo. Y "Primavera-Verano" (P-V) que son los cultivos que se siembran desde el 1º de abril al 30 de septiembre. En la zona aledaña al sistema lagunar se realizan actividades agrícolas, de las que destacan el cultivo y cosecha de maíz, chile,

mango, piña, caña de azúcar (INEGI, 2010; Diagnóstico Municipal Participativo, 2006).

6.2.4.1.2. Ganadería

Las actividades ganaderas requieren diferentes labores, entre ellas: la alimentación, preservación, reproducción, selección y mejora, tanto de los animales como de los productos que de ellos se obtienen. Los principales tipos de ganado que hay en la zona aledaña al sistema lagunar son: el bovino (toros y vacas), el porcino (cerdos), el caprino (cabras), el ovino o lanar (ovejas) y aves de corral. La ganadería proporciona alimento, vestido, calzado y materias primas para el consumo de la población (SAGARPA, 2014).

6.2.4.1.3. Pesca

Por su situación geográfica, México es un país muy rico en recursos marinos ya que tiene acceso al Océano Pacífico, al Golfo de México y al Mar Caribe. En el Sistema Lagunar Mandinga la pesca es una de las principales actividades económicas; ya que es uno de los principales proveedores de productos pesqueros para el consumo nacional e internacional, aunque está en los últimos veinte años ha ido a la baja, por problemas de contaminación ambiental y el abuso desmedido de artes de pesca prohibidos (SEMAR, 2009).

El presidente de las Cooperativas de Bienes y Servicios de la Industria Pesquera, “Pescadores unidos del río Jamapa, Sistema Lagunar de Mandinga y zonas anexas” señala que son más de 600 pescadores de 15 cooperativas

pesqueras que se ven beneficiados por los recursos pesqueros de la zona de Mandinga y río Jamapa, de las cuales ocho cooperativas se encuentran establecidas en el Sistema Lagunar de Mandinga, entre las que se encuentran Sociedad cooperativa pescadores unidos de Mandinga, Fraternidad de Mandinga” con 21 socios y cuenta con 36 hectáreas de cultivo de ostión en la Laguna de Mandinga y la Soc. Cooperativa de Pescadores de Mandinga y Matoza S.C.L. (SAGARPA, 2012).

6.2.4.1.4. Explotación forestal

En México existen diversos tipos de vegetación que pueden ser aprovechados para obtener productos forestales de especies maderables y no maderables. De los recursos maderables se obtiene madera en forma de rollo y de tablas o tablones, así como leña, carbón, resina y aguarrás. Entre las principales especies que se explotan para generar estos productos están: cedro rojo, ceiba y mangle.

6.2.4.2. Sector secundario

En el municipio de Boca del Río, se han establecido industrias entre las cuales encontramos 165 microempresas, 36 pequeñas empresas y 11 medianas. Es importante mencionar, que dentro de estas hay 6 con calidad de exportación, Destacan las industrias empacadoras de cítricos, fabricación de tubos de concreto, productos químicos y elaboración de concreto premezclado. Con respecto al sector secundario el 22 % de la población de Alvarado se dedica a las actividades de minería, industria manufacturera, construcción y energía eléctrica y agua (INEGI, 2010).

6.2.4.3. Sector terciario

La estructura económica del Municipio de Boca del Río refleja una economía moderna, basada mayoritariamente en el sector servicios y que tiene márgenes de crecimiento relevantes. Las actividades del sector terciario representan un 32.7 %.

El en municipio de Alvarado la población que se dedica a actividades del sector terciario representa el 47.5 %, este sector tiene una importante participación en la economía dado el gran número de profesores y personal docente que trabaja en la ciudad de Alvarado (INEGI, 2010).

El 65 % de la población económicamente activa ocupada del municipio de Medellín del bravo se dedica a las actividades del sector terciario como lo son el comercio, el transporte, comunicaciones, turismo, hotelería entre otros (INEGI, 2010).

6.2.4.3.1. Comercio

En nuestros días, el comercio en México se ha visto favorecido por el aumento de los medios y vías de comunicación. El comercio es la actividad que más se desarrolla en los municipios de Veracruz y Boca del Río. El municipio de Medellín del Bravo, al estar prácticamente conurbado con estos dos municipios, sirve como de polo de desarrollo en la región. En la zona de Paso del Toro y La Laguna, que corresponden al municipio de Medellín de Bravo, se comercializa en forma directa los productos, provenientes de las plantaciones de los cultivos que se tienen en esta región (SAGARPA, 2009).

6.2.4.3.2. Turismo

Hoy en día, el turismo en nuestro país se ha incrementado en forma extraordinaria y se ha convertido en una fuente importante de ingresos y empleos (Diagnostico municipal participativo, 2006).

De los principales atractivo turístico que se ubica a los márgenes del sistema lagunar son: la iglesia de la cabecera municipal de Medellín y la Laguna de Monte del Castillo en la localidad de la Laguna, que se cuenta con un gran potencial ecoturístico tanto en el área gastronómica como en actividades acuáticas que se llevan a cabo en el sistema laguna de Mandinga, la Heroica Escuela Naval Militar de Antón Lizardo y la localidad Mandinga y Matoza, esta última tiene un potencial muy importante ya que cuenta con incontables restaurantes a lo largo y ancho de la laguna, donde se disfruta de la famosa gastronomía alvaradeña, algunos de ellos brindan paseos en lancha por las lagunas, el cual se ha venido aprovechando principalmente en los últimos años (Diagnostico municipal participativo, 2014).

6.2.5. Vías de comunicación

Las principales vías de comunicación locales las constituyen Boulevard Riviera Veracruzana, el libramiento Santa Fe-Paso del Toro, la Carretera Federal No. 140, México–Jalapa-Veracruz, la Medellín-Veracruz, que continua hasta Jamapa, el nuevo tramo de Playa de Vaca a Boca del Río, carretera a Alvarado, Autopista a Córdoba, Puerto de Altura Veracruz (APIVER), el Aeropuerto Internacional Heriberto Jara Corona (Veracruz), Ferrocarril, la ruta del Puerto de Veracruz-Alvarado, es la continuación de la Carretera Federal número 180 en dirección

hacia el sureste del estado de Veracruz, la cual es de doble carril y pavimentada, paralela a la línea de costa, pasando por los poblados de la Piedra (un carril), Salinas, Camaronera, Arbolillo, hasta llegar a Alvarado, Ver. (INEGI, 2010).

6.3. Estado del manglar de Mandinga

6.3.1. Parámetros estructurales de las especies de manglar

La información con relación a la densidad, altura y diámetro a la altura del pecho obtenida en los 12 transectos se resume en el cuadro 2. De acuerdo a los datos obtenidos en los 12 transectos muestreados se encontraron tres especies de mangle: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*.

Cuadro 2 . Densidad, altura y diámetro a la altura del pecho (DAP promedio \pm E.E) por transecto de las especies de mangle del sistema lagunar Mandinga, Veracruz, México.

Transecto	Densidad	<i>R. mangle</i>		<i>L. racemosa</i>		<i>A. germinans</i>	
		DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
1	1,206	19.7 \pm 7.8	6.8 \pm 63.8	30.9 \pm 8.8	7.9 \pm 87.6	30 \pm 10.9	8.0 \pm 128.6
2	1,468	22.5 \pm 6.3	5.7 \pm 48.8	23.3 \pm 9.6	7.2 \pm 87.6	30.7 \pm 10	7.8 \pm 112.2
3	1,372	23.1 \pm 8.0	6.1 \pm 82.0	28 \pm 8.1	7.9 \pm 72.5	27.7 \pm 9.6	7.6 \pm 114.8
4	1,285	18.7 \pm 6.5	5.6 \pm 64.7	25.4 \pm 8.4	6.8 \pm 88.5	27.2 \pm 9.6	7.6 \pm 104.5
5	1,008	23.9 \pm 8.4	5.8 \pm 80.4	25.3 \pm 8.6	6.8 \pm 77.2	30.5 \pm 9.4	7.9 \pm 102.6
6	1,181	24.4 \pm 7.5	5.5 \pm 72.8	20.4 \pm 9.4	5.9 \pm 78.8	24.1 \pm 6.9	7.3 \pm 81.6
7	1,240	23.5 \pm 8.8	5.6 \pm 84.0	17.6 \pm 6.9	5.8 \pm 89.9	26.1 \pm 7.9	7.9 \pm 98.8
8	715	26.1 \pm 7.3	6.1 \pm 66.9	26.0 \pm 7.8	6.2 \pm 80.2	19 \pm 12.2	6.7 \pm 156.1
9	1,550	18.3 \pm 6.7	4.9 \pm 55.9	18.0 \pm 7.3	5.7 \pm 66.5	31.1 \pm 8.3	8.2 \pm 107.4
10	1,034	17.5 \pm 5.9	4.8 \pm 45.8	31.4 \pm 8.7	6.5 \pm 77.5	27.4 \pm 9.0	7.5 \pm 120.4
11	977	17.7 \pm 5.5	4.8 \pm 46.5	16.7 \pm 8.8	5.6 \pm 85.8	25.2 \pm 7.6	8.2 \pm 81.2
12	1,134	22.1 \pm 8.4	5.1 \pm 65.1	14.8 \pm 6.1	5.3 \pm 68.4	28.1 \pm 8.0	8.1 \pm 89.2
Promedio	1,184	21.5 \pm 7.2	5.6 \pm 64.7	23.2 \pm 8.2	6.5 \pm 80	27.2 \pm 9.9	7.7 \pm 108.1

En los transectos muestreados dentro del área de estudio se registró un total de 482 individuos; 123 individuos de la especie *R. mangle*, 121 individuos de la especie *L. racemosa* y 152 de *A. germinans*. Con relación a la densidad se observa que el transecto 9 muestra el mayor número de individuos por hectáreas, con 1550.

Respecto a la altura la especie con mayor altura la obtuvo *A. germinans* con 8.22 m en el transecto 11. Con relación al diámetro a la altura del pecho, el promedio más alto la obtuvo *L. racemosa* que corresponde a 31.4 cm localizado en el transecto 10.

6.3.1.1. Valor de Importancia de las especies

La especie con mayor densidad en el sistema lagunar fue *L. racemosa* con 37 %, seguida por *A. germinans* y *R. mangle* con un porcentaje semejante. La especie más dominante corresponde a la especie *A. germinans* con un 48 %, presentando una diferencia amplia con las otras dos especies (Cuadro 3). Y en relación con la frecuencia, la especie que predomina corresponde a *L. racemosa* con 42 %. Con relación al Valor de Importancia de las especies de manglar de Mandinga, está dado de la siguiente manera: la especie que tiene el Valor de importancia más alto es *A. germinans*, seguido muy de cerca por *L. racemosa* y por último *R. mangle*, observándose la amplia diferencia del valor de importancia.

Cuadro 3. Valor de Importancia de las especies de mangle del Sistema Lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz, México.

Especie	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia
<i>R. mangle</i>	31	24	21	76
<i>L. racemosa</i>	33	28	37	98
<i>A. germinans</i>	37	48	42	126
Total	100	100	100	300

6.3.2. Parámetros estructurales por estado de desarrollo

De acuerdo con la información contenida el cuadro 4, se observa la presencia de la especie *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* en los 12 transectos. Con relación a la densidad se observa que en el transecto 9, la densidad más alta la presenta la especie *R. mangle* en los tres estados de desarrollo, con 850 individuos/ ha. La especie *A. germinans* reporta la mayor área basal con un total de 16.93 m²/ha, en el estado de fustal del transecto cinco. Con respecto al índice de Valor de Importancia más alto lo presenta el fustal de la especie *A. germinans* con un valor de 184 en el transecto 12.

Cuadro 4. Parámetros estructurales por estado de desarrollo del manglar del sistema lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz.

Transecto	Estado de desarrollo	Sp	Densidad (árbol/ha)	AB (m ² /ha)	FR (%)	Dom R	DR (%)	IVI (%)	DAP (cm)	Altura (m)
1	Brinzale	Rm	416	0.58	33	1	33	67	4.2	5.0
		Lr	260	0.28	31	0	31	62	3.6	4.9
		Ag	165	0.74	56	1	56	93	4.2	4.6
	Latizales	Rm	416	3.63	33	4	33	71	10.1	6.4
		Lr	434	3.40	31	3	31	64	12.4	6.6
		Ag	360	3.14	22	2	22	61	13.7	6.7
	Fustales	Rm	416	81.74	33	95	33	162	44.6	9.0
		Lr	297	128.25	38	97	38	174	67.4	11.2
		Ag	381	122.84	22	97	22	146	86.2	14.4
		Rm	786	1.01	33	1	33	67	4.0	4.1

2	Brinzales	Lr	830	0.97	45	0	45	91	3.8	5.2	
		Ag	203	0.32	20	0	20	40	4.5	4.9	
	Latizales	Rm	786	10.20	33	6	33	72	12.7	5.8	
		Lr	489	2.35	27	1	27	56	7.6	6.2	
	Fustales	Ag	406	2.87	20	1	20	61	9.4	5.5	
		Rm	786	164.42	33	94	33	160	50.6	7.1	
		Lr	489	240.02	27	99	27	153	71.6	11.3	
	3	Brinzales	Ag	406	144.74	40	99	40	179	65.1	11.6
			Rm	475	0.73	40	1	40	81	4.0	3.8
Lr			281	0.30	17	0	17	34	4.2	5.3	
Latizales		Ag	769	0.85	45	0	45	91	3.9	4.3	
		Rm	475	5.31	30	4	30	64	12.5	5.6	
		Lr	563	7.95	50	6	50	106	12.2	6.8	
Fustales		Ag	308	3.74	18	2	18	38	12.8	7.8	
		Rm	475	119.21	30	95	30	155	59.0	9.6	
		Lr	438	133.26	33	94	33	161	63.6	11.0	
4	Brinzales	Ag	461	200.36	36	98	36	171	64.9	11.7	
		Rm	471	0.63	33	1	33	67	4.1	3.9	
		Lr	187	0.33	18	0	18	37	4.8	4.9	
	Latizales	Ag	454	0.70	46	0	46	93	4.4	4.8	
		Rm	471	4.05	33	5	33	72	10.2	5.0	
		Lr	467	2.85	45	3	45	94	8.3	5.2	
	Fustales	Ag	227	0.70	23	0	23	47	6.3	5.8	
		Rm	471	72.76	33	94	33	160	41.8	8.0	
		Lr	374	105.96	36	97	36	170	57.0	10.2	
5	Brinzales	Ag	302	141.91	31	99	31	161	77.1	12.9	
		Rm	471	0.57	33	0	33	67	3.8	3.5	
		Lr	231	0.29	22	0	22	45	4.1	4.2	
	Latizales	Ag	427	0.54	40	0	40	80	3.9	4.5	
		Rm	471	4.56	33	4	33	71	11.0	5.2	
		Lr	463	5.31	44	5	44	94	12.0	5.9	
	Fustales	Ag	285	1.89	27	1	27	54	8.9	6.7	
		Rm	471	121.17	33	96	33	163	56.8	8.8	
		Lr	347	95.15	33	94	33	161	57.1	9.6	
6	Brinzales	Ag	356	80.81	33	99	33	165	79.8	13.1	
		Rm	325	0.36	30	0	30	60	3.7	3.4	
		Lr	496	0.69	43	1	43	87	4.1	4.4	
	Latizales	Ag	277	0.22	31	0	31	63	3.1	4.0	
		Rm	325	2.64	30	3	30	63	10.0	4.9	
		Lr	331	2.15	29	29	29	60	8.9	5.7	
	Fustales	Ag	332	2.80	38	3	38	78	9.8	6.6	
		Rm	433	91.14	40	97	40	177	50.7	7.3	
		Lr	277	83.40	29	29	29	154	56.5	8.3	
7	Brinzales	Ag	277	87.12	31	97	31	159	62.2	12.3	
		Rm	579	0.65	33	0	33	67	3.8	3.5	
		Lr	588	0.34	33	0	33	67	2.7	3.3	
	Latizales	Ag	370	0.42	33	0	33	67	3.8	4.3	
		Rm	579	5.85	33	4	33	70	11.2	4.6	
Lr	588	3.07	33	3	33	70	8.1	5.0			

	Fustales	Ag	370	3.76	33	3	33	69	10.8	6.8
		Rm	579	154.36	33	96	33	163	55.7	8.8
		Lr	588	92.99	33	96	33	163	42.0	9.1
		Ag	370	132.10	33	97	33	164	63.7	12.5
8	Brinzales	Rm	246	0.29	29	0	29	57	3.9	3.5
		Lr	342	0.32	36	0	36	72	3.4	3.5
		Ag	321	0.22	40	0	40	80	3.0	4.0
	Latizales	Rm	307	2.58	36	3	36	74	10.1	5.4
		Lr	274	1.57	29	1	29	59	8.1	5.0
		Ag	321	3.45	40	6	40	86	11.0	6.4
	Fustales	Rm	307	90.98	36	97	36	168	59.8	8.1
		Lr	342	109.92	36	98	36	170	63.0	9.9
		Ag	161	56.58	20	94	20	134	67.0	12.4
9	Brinzales	Rm	850	0.52	35	1	35	67	2.8	3.1
		Lr	647	1.01	33	1	33	90	4.5	4.1
		Ag	298	0.26	33	0	33	53	3.4	3.8
	Latizales	Rm	850	7.17	44	6	44	72	10.1	4.8
		Lr	486	4.33	33	4	33	72	10.4	5.7
		Ag	373	3.14	22	3	22	69	10.3	6.6
	Fustales	Rm	850	132.75	27	93	27	161	42.0	6.7
		Lr	324	80.90	33	96	33	138	56.3	8.8
		Ag	447	167.46	40	97	40	178	66.8	12.1
10	Brinzales	Rm	809	0.84	33	1	33	67	3.5	3.4
		Lr	225	0.30	20	0	20	40	4.1	3.8
		Ag	384	0.44	43	0	43	86	3.7	3.9
	Latizales	Rm	809	8.23	33	7	33	74	11.0	4.9
		Lr	450	6.39	40	4	40	84	13.4	5.3
		Ag	256	3.35	29	3	29	60	12.7	6.6
	Fustales	Rm	809	103.55	33	92	33	159	38.0	6.3
		Lr	450	141.94	40	95	40	175	63.0	9.1
		Ag	256	123.33	29	97	29	154	77.5	13.9
11	Brinzales	Rm	721	0.87	38	1	38	78	3.8	3.4
		Lr	408	0.34	43	1	43	86	3.2	3.6
		Ag	267	0.37	25	0	25	50	4.2	5.0
	Latizales	Rm	577	5.63	31	6	31	67	11.0	4.5
		Lr	272	2.32	29	4	29	61	10.2	6.0
		Ag	445	4.50	42	4	42	87	11.2	7.4
	Fustales	Rm	577	93.52	31	93	31	155	41.8	6.8
		Lr	272	53.28	29	95	29	152	43.5	8.2
		Ag	356	116.29	33	96	33	163	61.9	11.9
12	Brinzales	Rm	437	0.36	30	1	30	60	3.2	3.7
		Lr	263	0.34	44	1	44	90	4.1	4.0
		Ag	292	0.27	29	0	29	57	3.4	4.8
	Latizales	Rm	583	6.14	40	6	40	85	11.2	4.4
		Lr	132	1.71	22	4	22	49	12.6	5.3
		Ag	216	1.79	29	3	29	59	8.7	6.5
	Fustales	Rm	437	123.08	30	94	30	155	55.3	7.4
		Lr	197	32.18	33	95	33	161	39.8	8.1
		Ag	437	128.51	43	96	43	184	57.4	11.3

De igual forma la especie *A. germinans* reporta el promedio mayor en con 14.4 m en el transecto 1 en estado fustal. La altura promedio del estado de desarrollo fustal el transecto 1 presenta un promedio más alto a comparación de los demás transecto.

Al realizar el análisis estadístico, los datos se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y las diferencia entre las medias se compraron mediante el test de Tukey con intervalo de confianza del 95 % ($P < 0.05$). Dando como resultado que de las diferentes variables analizadas, transectos, especies, estados de desarrollo, transectos/especie y especie/estado de desarrollo, presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) y las que no presentaron una diferencia significativa ($P > 0.05$) son: transectos/estados de desarrollo y entre transectos/especies /estados de desarrollo.

6.3.2.1. Distribución de los estados de desarrollo (DED)

La figura 11, corresponde al resumen de la distribución del estado de desarrollo, la cual se expresa la densidad por estado de desarrollo, permitiendo obtener una visión más rápida y clara de la misma. La distribución de los estados de desarrollo se puede considerar una aproximación con la estructura diamétrica ya que se basa en la densidad para cada categoría de desarrollo (B, L, F) y para el presente estudio se definirán tres tipos de estructuras (brinzal, latizal y fustal).

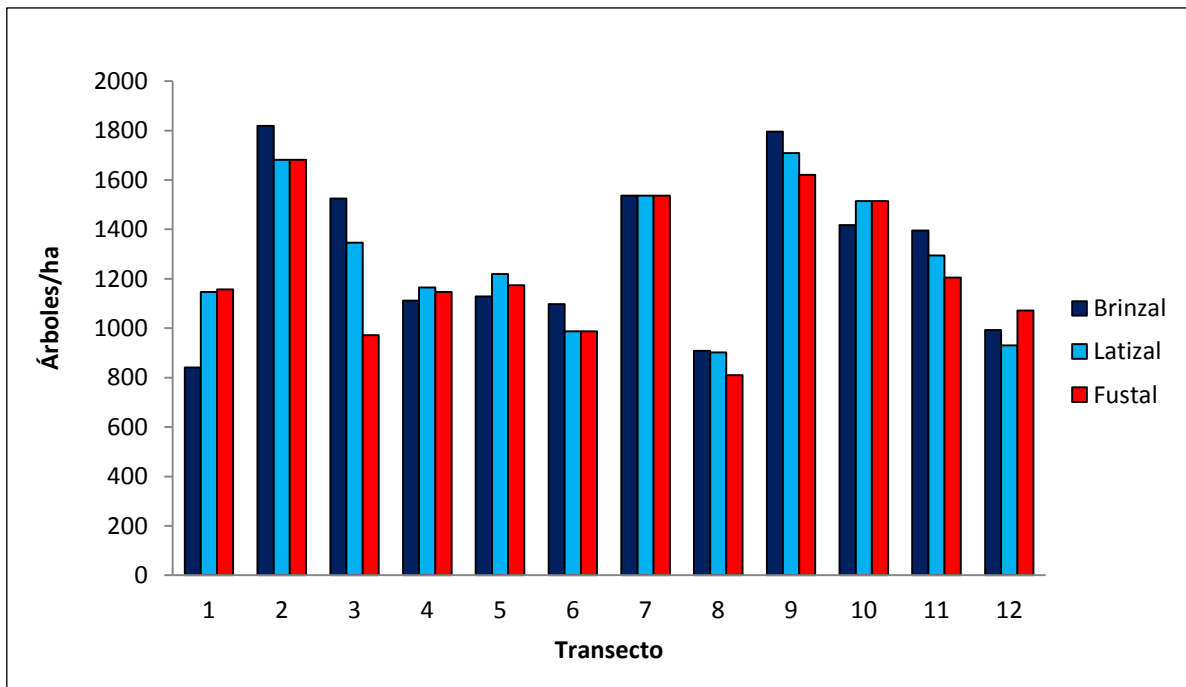


Figura 9. Tendencia de la densidad de los estados de desarrollo del manglar por transecto.

La tendencia en la densidad por estado de desarrollo (DED), de acuerdo con la clasificación dada y las cuales se representan en la figura 8, muestran gráficamente la influencia de la alta densidad de los Brinzales, para los transectos 2, 3, 6, 8, 9 y 11; los cuales generan una tendencia continua descendente (Cd). Para los transecto 1, 4, 5 y 10 tres líneas la tendencia es discontinua (Di), lo cual es representativo de estructuras más homogéneas en cuanto a la densidad de los tres estados de desarrollo. Y en el transecto 12 se representa una tendencia continua ascendente.

6.3.3. Estructura por zonación

Para poder tener un esquema general de zonación del manglar del sistema lagunar Mandinga se realizó un análisis de zonación, permitiendo evaluar la composición florística y estructura. En la primera banda borde se observa una dominancia de especie *R. mangle*, con un valor de importancia de 246. En la banda media la especie que tiene mayor importancia corresponde a *A. germinans* con un valor de 115 y lo sigue con *L. racemosa* con valor de 101. En el transecto interior existe una dominancia de *A. germinans*.

Cuadro 5. Valor de importancia por zonación de las especies de mangle del Sistema Lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz, México

Bandas	Especie	Densidad Relativa	Dominancia	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia
1	<i>R. mangle</i>	88	88	71	246
	<i>L. racemosa</i>	12	12	29	54
	<i>A. germinans</i>	---	---	---	--
2	<i>R. mangle</i>	30	20	33	84
	<i>L. racemosa</i>	35	47	33	101
	<i>A. germinans</i>	35	33	33	115
3	<i>R. mangle</i>	9	7	20	35
	<i>L. racemosa</i>	46	32	40	122
	<i>A. germinans</i>	46	30	40	143

Para una mejor comprensión de los resultados de la zonación muestra los resultados en la figura 12. Obtener una visión más rápida y clara de la zonación del manglar y por lo tanto confirmando la dominancia del *R. mangle* en ésta zona. Esta gráfica permite evaluar composición florística y estructura de forma paralela de la orilla de la laguna.

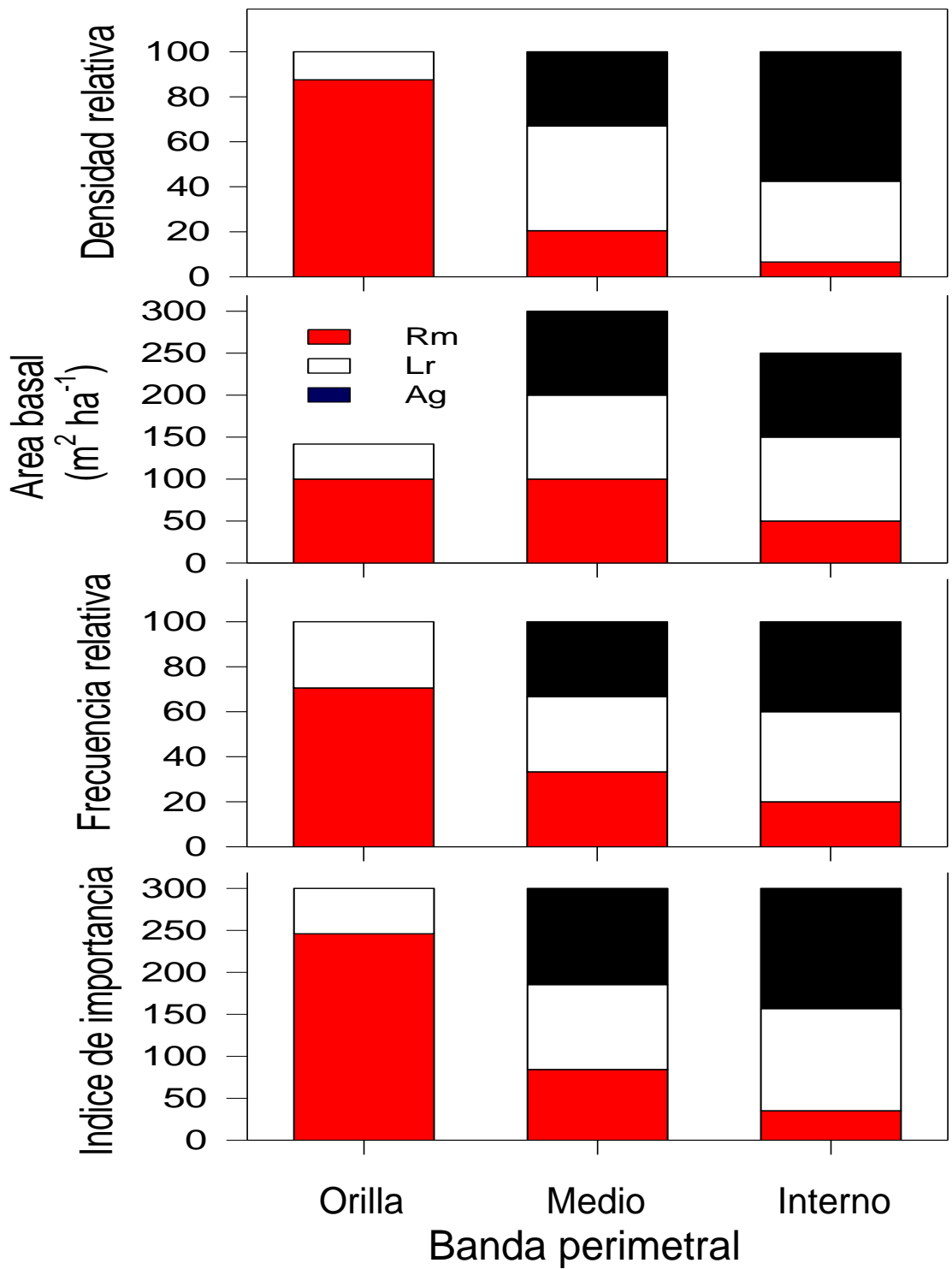


Figura 10. Valor de importancia por zonación (bandas paralelas a la orilla de la laguna) de los manglares del sistema lagunar Mandinga.

6.4. Uso actual del manglar

Para el área de estudio de acuerdo con las observaciones en campo, y la información obtenida de las entrevistas no focalizadas, se identificaron las siguientes actividades de uso del manglar que se dan con relación con el sistema lagunar de Mandinga y a las áreas circunvecinas del mismo, como lo son las áreas de amortiguamiento:

1. Extracción de madera: se extrae para la construcción, para fabricar pilotes con el mangle rojo para las viviendas y en se utiliza en las artes de pesca.
2. Uso de madera de mangle como combustible (leña).
3. Extracción de recursos hidrobiológicos en el sistema lagunar; cangrejo azul, ostión, camarón y algunas especies de peces.
4. Ganadería aledaña al manglar, de baja y media escala.
5. Agricultura, asociada a los manglares a baja escala.
6. Actividades de turísticas, paseos de lancha, servicio de restaurantero, entre otros).
7. Extracción de flora y fauna.
8. Construcción de viviendas.
9. Rellenos de zonas de manglar o en áreas aledañas.
10. Vertimiento de basuras y residuos líquidos al sistema lagunar.
11. Pequeños senderos y muelles utilizados por los pescadores y habitantes de las localidades aledañas al manglar.
12. Actividades recreativas en áreas de manglar (campo de golf, canchas deportivas, plaza comercial y una marina).

6.5. Diagnóstico integrado

Con base al análisis de los diferentes aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos, se presenta la problemática identificada para los manglares de Mandinga.

6.5.1. Diagnóstico integral de la problemática del manglar

El desarrollo del diagnóstico integrado para las áreas de manglar del municipio de Alvarado surgió del análisis de los aspectos ecológicos y socioeconómicos, de los cuales se identificaron y priorizaron los principales problemas ambientales que contribuyen al deterioro ambiental de este ecosistema (cuadro 6).

Cuadro 6. Problemática identificada en la zona lagunar de Mandinga.

Problemática
Pérdida de la cobertura de manglar
Aprovechamiento doméstico de la madera
Limitación del crecimiento del manglar
Cambio de uso del suelo
Contaminación por residuos sólidos y vertimientos de aguas negras por las poblaciones aledañas al manglar
Sedimentación de la bocana y manglar
Baja producción pesquera
Pérdida de la riqueza de especies de fauna asociada al manglar
Transformación o pérdida de hábitat, fauna y flora asociada al manglar
Especies introducidas
Pérdida de la calidad ambiental del ecosistema

Con la finalidad de tener una comprensión más clara de la problemática anterior listada, se realizó un análisis de causas y efectos, el cual se presenta en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de causa-efecto para la problemática identificada para los manglares de Mandinga.

Impacto o problema	Efecto inmediato	Uso o actividad que provoca el problema
Pérdida de la cobertura de manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Tala del manglar • Pérdida o transformación de hábitat de la fauna • Pérdida de la riqueza y diversidad de la fauna asociada al manglar • Vulnerabilidad del área ante fenómenos naturales como inundaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliación de la frontera agrícola en áreas aledañas al manglar • Falta de ordenación y manejo del manglar de Mandinga • Falta de control por parte de las autoridades correspondientes
Aprovechamiento domestico de la madera	<ul style="list-style-type: none"> • Tala del manglar • Perdida del hábitat de flora y fauna 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilotes para viviendas • Construcción de muelles • Leña • Construcción de artes de pesca
Limitación del crecimiento del manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la vulnerabilidad del área • Competencia por espacio y comida de las especies asociadas al manglar 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de cercas para ganado • Construcción de infraestructura en zona de manglar
Cambio de uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de especies • Alteración del ecosistema • Desplazamiento de especies 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción infraestructura • Ampliación de las fronteras agrícolas
Contaminación por residuos sólidos y vertimientos de aguas negras	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del ecosistema de manglar • Afectación la flora y fauna. • Disminución de las poblaciones acuáticas • Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertimiento de residuos sólidos y líquidos de las poblaciones aledañas al manglar • Falta de infraestructura de saneamiento básico • Falta de concientización de las poblaciones aledañas al manglar sobre el manejo de residuos sólidos y líquidos

Impacto o problema	Efecto inmediato	Uso o actividad que provoca el problema
Sedimentación de la bocana y manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la cobertura del manglar • Pérdida de la fauna asociada al manglar 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de ordenamiento y manejo de las causas del río Jamapa • Aporte de sedimento de la zona de alta y media del río Jamapa.
Pérdida de la riqueza de especies acuáticas asociada al manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de las poblaciones acuáticas • Baja producción pesquera. • Baja rentabilidad económica 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre explotación pesca • Tala del manglar rojo • Falta de conocimiento sobre la fauna asociada al manglar • Técnicas de captura inadecuadas • Falta de control por parte de las autoridades correspondientes
Transformación o pérdida de hábitat, fauna y flora asociada al manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia entre especies por alimento y hábitat • Disminución de la riqueza y diversidad de las poblaciones asociadas al manglar • Desplazamiento de especies • Cambio en la dinámica de especies migratorias 	<ul style="list-style-type: none"> • Tala del manglar • Sobre explotación de los recursos asociados al manglar • Desconocimiento del volumen de extracción y dinámica del Manglar
Pérdida de la calidad ambiental del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación. • Vulnerabilidad del área ante amenazas naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertimiento de residuos por la población aledaña al manglar • Tala del manglar • Falta de concientización de la sociedad sobre la importancia de preservar estos ecosistemas

Al analizar lo anterior, se observa que el tema del aprovechamiento forestal y el cambio de uso de suelo demandan mayor atención. A continuación se hace una descripción de los problemas relacionados con el ecosistema de manglar.

Cambio de uso de suelo:

El cambio de uso de suelo ha traído consigo que las zonas de manglar sean desecadas o rellenadas de con el fin de construir desarrollos urbanos, desarrollos turísticos, establecimiento de rellenos sanitarios, tiraderos o construcción de caminos u obras de infraestructura. De igual forma se realiza el cambio de uso de suelo para la cría de ganado o la agricultura.

En la zona de mandinga en los últimos años se han construido complejos residenciales, una plaza comercial y campos de golf en donde existía manglar. Por lo que se le considera actualmente una de las principales razones de la pérdida de cobertura de manglar.

Contaminación por residuos sólidos y vertimientos de aguas negras:

La falta de infraestructura de saneamiento básico es una de las causas principales de que sean vertidas aguas negras al sistema lagunar; sin embargo otra fuente importante de contaminación son los residuos sólidos principalmente de origen domestico que son vertidos a la laguna. La falta de concientización de los habitantes de las poblaciones aledañas sobre el manejo de los residuos hace más difícil radicar con esta actividad que afecta directamente la calidad del ambiente.

Sedimentación de la bocana y manglar.

La sedimentación de la bocana es un problema grave ya que puede alterar el ciclo hidrológico del sistema lagunar; afectando a las especies acuáticas, así como al manglar, ya que este su desarrollo, distribución y zonación depende de la periodicidad de inundación y exposición al aire, diferente para cada especie.

La falta de ordenamiento y manejo del cauce del río Jamapa, así como el gran aporte de sedimento de la zona alta y media del río pueden causar afectaciones importantes al equilibrio del manglar. Por lo que es necesario realizar acciones que permitan continuar con su función del sistema.

Pérdida de la riqueza de especies acuáticas asociada al manglar.

El manglar es hábitat de especies de peces, crustáceos y moluscos de importancia económica y comercial, las cuales pasan gran parte de sus primeras etapas de vida entre las raíces del mangle rojos, brindándoles protección y alimento. Pese a lo anterior la sobre explotación pesquera, la tala del manglar rojo y la contaminación del agua son las principales causas de la disminución de las especies acuáticas.

Transformación o pérdida de hábitat, fauna y flora asociada al manglar.

La transformación y pérdida del manglar impacta directamente a las especies que en el habitan, esto se debe a la tala para cambio de uso de suelo o

aprovechamiento de la madera, a la sobre explotación de los recursos naturales y al desconocimiento del volumen de extracción que soporta cada especie.

Sin embargo los efectos de la transformación del manglar son graves, esto se debe a la importancia que guarda este ecosistema. Los principales efectos son: la disminución de la riqueza y diversidad de las poblaciones, cambio en la dinámica de especies migratorias y competencia entre las especies por comida y el hábitat.

Pérdida de la calidad ambiental del ecosistema:

Los bienes y servicios que brinda el manglar son de gran valor para la sociedad, sin embargo el impacto que causan las actividades antropogénicas se ven reflejadas en la pérdida de la calidad ambiental y en la vulnerabilidad del sistema ante la falta de concientización de la población sobre la importancia de preservar este ecosistema, por su valor ecológico y como parte importante de la economía local.

6.5.2. Evidencia fotográfica

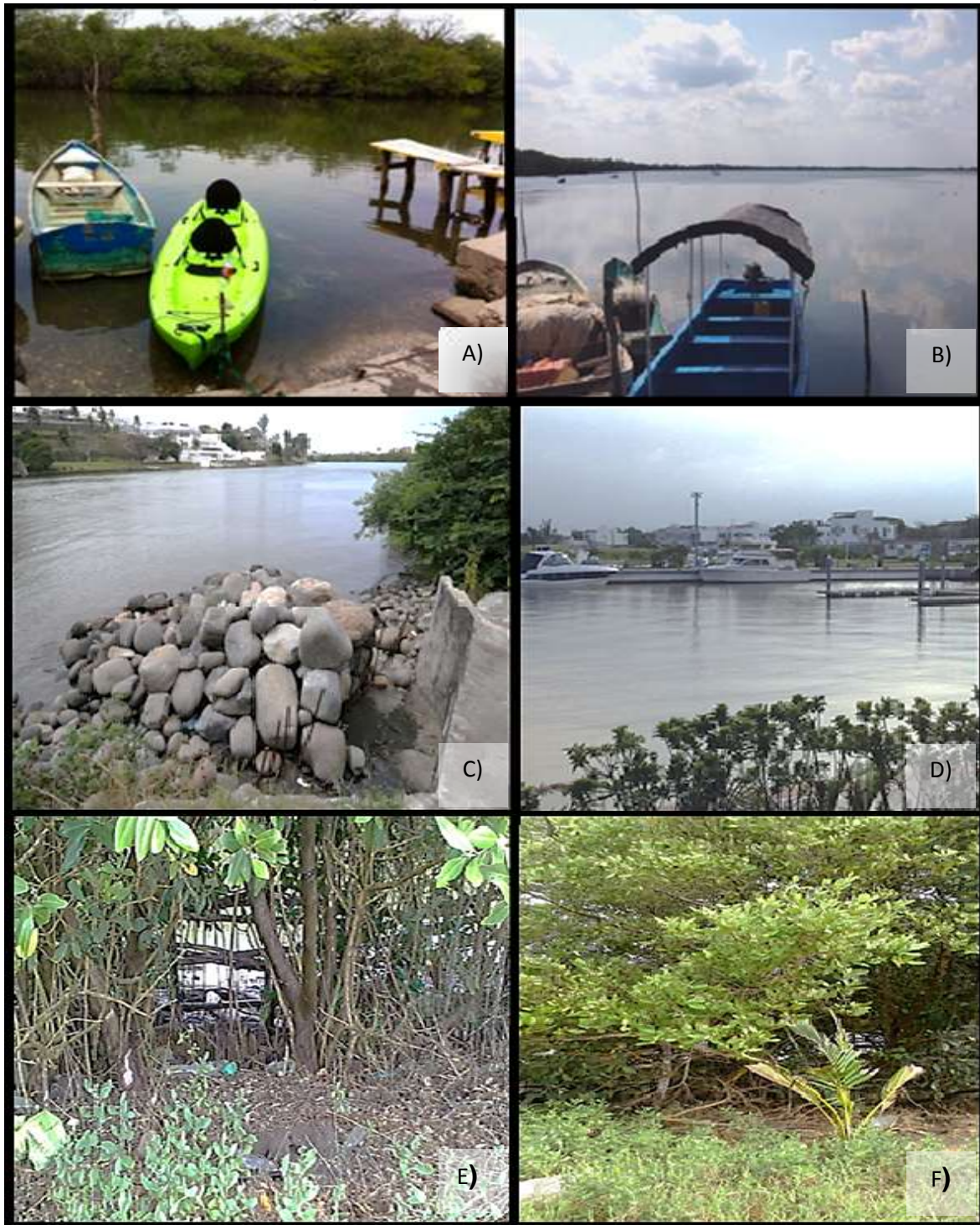


Figura 11. A) Área de muelle y desembarque de lanchas. B) vista del sistema lagunar Mandinga. C) Descarga de aguas negras. D) construcción de complejo residencial en zona aledaña al manglar. E) Contaminación por residuos sólidos. F) Introducción de especies.



Figura 14. H) Zona de pesca aledaña a la desembocadura de aguas negras. I) Área recreativa en medio zona de manglar J) Limitación del crecimiento del manglar. K) Actividades recreativas aledañas a la zona del manglar. L) Tiraderos clandestinos a cielo abierto. M) Asentamientos humanos aledaños al manglar.

6.6. Zonificación del manglar

La zonificación del territorio es una herramienta de planeación, que nos ayuda a entender tanto el proceso de cambio en el uso de los recursos, como el potencial que guarda cada espacio definido al interior de una región. Además, incrementa la capacidad de establecer líneas de acción a mediano y largo plazo, que contribuyan a la reorientación de la dinámica de los procesos y al manejo sustentable en beneficio de la población.

6.6.1. Criterios de zonificación

Se tomaron en cuenta distintos criterios para definir cada una de las zonas en mandinga: uso actual, potencial de aprovechamiento, las características de la zona, ordenamiento los usos del manglar, identificación de las áreas con remanentes de manglar, problemática, estructura del manglar, con lo que se derivó la zonificación de manejo con base en tres políticas de manejo generales que son: conservación y protección, recuperación y restauración, y zona de aprovechamiento.

Las zonas de manejo definidas para la superficie respectiva del manglar de mandinga son: Zona de Conservación y Protección (C) con 404.8 ha, Zona de Recuperación y Restauración (R) con 60.27 ha y Zona de Aprovechamiento (A) con 32.21 ha.

6.6.1.1. Zonas de conservación y protección

Las áreas de Protección y conservación para los manglares de Mandinga, fueron definidas en aquellos sectores donde la estructura y composición florística del manglar se encuentra en condición favorable para la flora y fauna silvestre que se requiere conservar, a fin de mantener los recursos que este ecosistema brinda. Las acciones que se desarrollen en los manglares de dicho territorio, únicamente deben ser las que garanticen que la prestación de los servicios ambientales.

En estas áreas se permitirán usos como la investigación, la pesca artesanal en los cuerpos de agua y con artes que no afecten los manglares, el aprovechamiento de fauna asociada al manglar de manera regulada y el ecoturismo. Se restringirán los usos de aprovechamiento del bosque; se podrán realizar obras o actividades que tengan como objeto conservar, investigar, o conservar las áreas de manglar.

6.6.1.2. Zonas de recuperación y restauración

Estas zonas en el área de estudio, se relacionan básicamente con manglares fuertemente impactados que requieren recuperación del bosque a fin de restablecer los servicios ambientales que prestan el ecosistema, por lo que se le ha asignado la categoría de recuperación.

En estas áreas, los usos se limitarán a aquellos que permitan o se requieran para llevar a cabo la recuperación del ecosistema. Se cuentan entre estos el monitoreo, la investigación, la reforestación, el control de la contaminación. Serán restringidos los usos relacionados con el aprovechamiento del bosque y la fauna. Se

destinaran a futuro estas áreas para la preservación o el uso sostenible, conforme se determinó en sus potencialidades.

6.6.1.3. Zonas de aprovechamiento

En esta zona se representan las áreas en donde actualmente se presentan actividades económicas diversificadas y que han modificado el medio original. En esta zona se establecerán estrategias que permitan recuperar parte de la biodiversidad de la región y al mismo tiempo asegurar niveles de vida dignos para la población local. Se deben establecer pautas claras que permitan la sostenibilidad del ecosistema, asociado a un mejoramiento en las prácticas de aprovechamiento.

El uso sostenible del mangar de Mandinga está orientado al aprovechamiento de la fauna asociada, siendo este el caso de los recursos hidrobiológicos. Otros usos a permitirse en éstas áreas son la investigación, el monitoreo y el ecoturismo

VII. PROPUESTA DE MANEJO

De acuerdo a los datos obtenidos en la determinación de los parámetros estructurales, la información documental analizada y problemática del manglar, se propone una diferenciación de áreas así como las actividades que pueden realizarse en cada una de ellas (Anexo A).

VIII. DISCUSIÓN

Los usos tradicionales que se dan al manglar en Mandinga son: obtención de madera y leña, así como la extracción de fauna asociada al manglar como fuente de alimento, además de estos usos han surgido nuevas actividades como las visitas recreativas, la pesca deportiva, observación de aves y actividades turísticas en general. La actividad turística en México posee una importancia económica y social de gran magnitud, ya que contribuye al 8 % del Producto Interno Bruto Nacional y contribuye con más del 9 % de los empleos directos e indirectos (SECTUR, 2007).

En la zona de Mandinga la actividad primaria con mayor importancia es la pesca, actividad económica tradicional y de la cual dependen muchas familias. El comercio, servicio restaurantero y paseos en lanchas, son actividades terciarias que se realizan en Mandinga como parte de las actividades que son ofrecidas a los turistas que visitan esta zona. Según lo reportado por la CONABIO (2009) los manglares han sido afectados por el impacto directo e indirecto de las actividades turísticas principalmente.

Caracterización del sistema lagunar

El sistema lagunar Mandinga por las características físicas y químicas que presenta es una zona idónea para ser el hábitat de una alta variedad de especies de flora y fauna terrestre y acuática, entre las que se encuentran algunas especies

que están en riesgo o bajo protección especial, similar a lo reportado por Rodríguez-Zúñiga *et al.*, (2013).

La zona se considera hábitat y área de alimentación para la crianza de camarón, ostión y peces, así como zona de anidación para aves, (Anguas 1978, Camarena 1982, Padilla *et al.*, 1994, Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

Estructura del manglar

El sistema de manglar de Mandinga se compone por tres especies *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*, lo que coincide con lo reportado por Lara *et al.*, (2009) y López-Portillo *et al.*, (2010) para la misma zona. En estudios realizados, en el manglar de Sontecomapan, (Carmona *et al.*, 2004), en la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán (Zaldívar *et al.*, 2004) y en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Vázquez-Lule *et al.*, 2009) coinciden con lo reportado en este estudio. A diferencia de lo reportado en el manglar de Arroyo Moreno (López-Portillo *et al.*, 2009) y en Sisal Municipio de Hunucmá, Yucatán (Moreno, 2013), donde además se identificó *C. erectus* (mangle botoncillo). Jiménez y González (1996) reportaron solo dos especies: *R. mangle* y *L. racemosa* en la laguna de Juluápan, Colima, México. La presencia de las especies de manglar no es igual en todos los sitios, esto va depender de las características que presenta cada lugar, y a la resistencia de cada especie a la salinidad.

Con relación a la densidad promedio de los doce transectos del manglar, los valores son similares a los se obtuvo en los ejidos Oriente y Francisco Trujillo

Gurría, Tab., con 1,141 y 1,188 árboles/ha respectivamente (Tovilla-Hernández *et al.*, 2010). A diferencia de otros estudios donde se presentaron densidades más altas como en la Laguna de Juluápan, con 2,312 árboles/ha (Jiménez y González, 1996); 1,914 árboles/ ha, en la Laguna de Tamiahua, Ver. (Martínez-Hernández, 2013); 1,846 árboles/ ha, en Marismas Nacionales Nayarit (Acosta- Velázquez *et al.*, 2007) y 1,587 árboles/ha, en la Laguna de Tampamachoco, Tuxpan, Ver., (Cárdenas *et al.*, 2014).

Con respecto a la altura, la especie que presenta el promedio más alta es *A. germinans* con 7.7 m y el DAP de 27.2 cm. Lara-Domínguez *et al.*, (2009) reportaron la misma especie con el promedio más alto, para la misma zona; lo cual coincide con lo reportado en la Laguna de Tamiahua (Martínez *et al.*, 2013), en el ejido Cerro de Tumilco (Basañez *et al.*, 2006) y en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz (Vázquez-Lule *et al.*, 2009). A pesar de la cercanía que tiene Arroyo Moreno con Mandinga, se reporta que en esta zona la especie que presentó mayor altura promedio fue *L. racemosa* con 17.1 m (López-Portillo *et al.*, 2009), lo que difiere con lo reportado en este estudio.

Ya que el índice de valor de importancia define cuáles son las especies presentes que contribuyen a la estructura de un ecosistema, así como la especie que tiene mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada, en este trabajo se reporta el porcentaje más alto de importancia a la especie *A. germinans* con 126. Lo que coincide con lo reportado por Lara-Domínguez *et al.*, (2009) en la misma zona. Cabe señalar que en el sistema lagunar de Alvarado la especie con

mayor valor de IVI lo presento *A. germinans* con valor de 182, (Vázquez-Lule *et al.*, 2009); en la Laguna de Tamiahua (Martínez *et al.*, 2003) y ejido de Cerro de Tumilco, Tuxpan, México (Basáñez *et al.*, 2006) se reportó que *A. germinans* presenta mayor IVI, seguido por *R. mangle* y por último *L. racemosa*. En la Laguna de Juluápan, presenta mayor IVI *L. racemosa* con 224.64 (Jiménez y González 1996). Con respecto a lo reportado en el manglar del municipio de Timbiquí, Col., la especie con mayor valor de importancia en *R. mangle*, en la totalidad de líneas muestreadas y estados de desarrollo (INVEMAR, 2009). El valor de importancia de cada especie varía principalmente por las características del sitio como lo es la elevación del relieve. Ya que esto determina la dominancia, densidad y frecuencia de las especies

La estructura del manglar de Mandinga no es homogénea en todos sus transectos ya que mientras en unos transectos dominan los briznales, en otros se tiene una dominancia de fustales que indican una posible regeneración del sitio.

Con respecto a la zonación, para la franja de borde se observaron solo dos especies, la especie dominante es *R. mangle* con un valor de importancia de 246 y *L. racemosa* con 54. En la parte media e interna la especie con mayor valor de importancia es *A. germinans* con 115 y 143 respectivamente y seguido por *L. racemosa* con 101 y 122 y con menor valor de importancia *R. mangle* con 84 y 35. Lo que se asemeja a lo reportado en la misma zona, señalando que para el manglar de borde *R. mangle* presenta mayor valor de importancia (165.4) y

seguido por *A. germinans* (134.6) y en el manglar interno reporta un valor de importancia de 300 para *A. germinans* (Lara-Domínguez *et al.*, 2009), lo que difiere con nuestros resultados. López-Portillo *et al.*, (2008) reportaron que para la zona de borde es dominada por *R. mangle* como se reporta en este trabajo. Lo anterior puede deberse a las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que cada especie de manglar tiene, lo que le permite tolerar diferentes rangos de salinidad así como periodos de inundación.

A diferencia de lo que se reporta en la Laguna de Tampamachoco, donde las dos especies que se identificaron en el manglar de borde valores son semejantes entre sí, con un valor de importancia de 131.5 para *A. germinans* y 168.5 para *R. mangle*; lo que corresponde al manglar interno, el valor de importancia más alto lo presento *A. germinans* 264.1 seguido por *R. mangle* con 30.2 y *L. racemosa* con 5.7 (Cárdenas *et al.*, 2014). La dominancia de la especie *R. mangle* en la zona de borde depende de su alta tolerancia a la salinidad y su adaptación a condiciones específicas de inundación, que es diferente para cada especie, lo que determina la distribución y zonación del manglar, es similar a lo reportado por Vázquez-Yáñez (1971). También influyen otros factores ambientales como la combinación de las mareas, aportes fluviales y escurrimientos. La distribución de las especies de manglar va a ser determinada por diferentes factores, como lo menciona Chapman (1944), en su estudio destacó el papel de la salinidad como factor determinante en la distribución de los manglares. Thom (1967) le confirió mayor importancia a la topografía del terreno y a las características estructurales de suelo para explicar la zonación de los manglares de Tabasco, México.

Problemática

Los estudios de la problemática del manglar frecuentemente suelen ser difíciles de comparar con otros ya que la problemática de cada sistema es específica para cada sitio. La disminución del área de manglar en Mandinga está disminuyendo rápidamente ocasionado al desarrollo de diversas actividades humanas. Lo que coincide con Valiela *et al.*, (2001) en estudios realizados en Panamá.

De los principales problemas presentados que afectan el sistema de Mandinga, a partir de la información obtenida: es la presión de los recursos naturales (sobre explotación de flora y fauna), contaminación del agua (por aguas negras y desechos urbanos) y cambio de uso de suelo (agrícola y construcciones urbanas) lo que concuerda con lo reportado por Flores *et al.*, (2010) quienes mencionan que la problemática principal del manglar son las actividades humanas.

A pesar de que el mangle está sujeto bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su aprovechamiento está prohibido. El dictamen realizado por la Auditoría Superior de la Federación (2009), señala que la SEMARNAT no cumplió con el objetivo de conservar los ecosistemas de manglar y su biodiversidad, mediante su preservación, protección y restauración.

Uso del manglar.

Los manglares integran grandes reservas de recursos naturales para los seres humanos que viven en las áreas aledañas. El uso que se le da actualmente es el

aprovechamiento de madera de mangle leña o carbón para proveer de energía, para artes de pesca, postes para cercas, durmientes y material para la construcción. De igual forma lo reporto Tovilla (1998), Chong (2006), Alongi (2009), Lara *et al* (2009) y FAO (2011). Sánchez (1994) reporta otros usos en manglares colombianos: como corte de rakes de *Rhizophora* para desprender moluscos, la cocción de hipocotilos de *Rhizophora* para alimento humano, las hojas y los frutos como forraje para animales, pisos, traviesas para líneas férreas, puntales de mina, astillas para pulpa, palos de fosforo, mangos de herramientas, colas, colorantes y azucares. Agráz, (2006) indica que los manglares proporcionan materias para tinción de telas y curtido de pieles, así como desinfectantes y astringentes.

En Mandinga también se extraen una infinidad de productos alimenticios, como peces, moluscos, crustáceos, reptiles, aves y mamíferos que suelen capturarse en las pesquerías artesanales y mediante la cacería. Lo mismo reportan en otros trabajos como Tabilo Valdivieso (1997) y la FAO (2011).

IX. CONCLUSIONES

El manglar de Mandinga sufre una presión antropogénica importante, el aumento de la población y el cambio de uso de suelo, poniendo en riesgo este ecosistema.

En Mandinga se identificaron tres de las cuatro especies que predominan en México: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*.

En la zona de borde domina *R. mangle*, en la zona media está formado por comunidades de mangle mixtas dominancia de *A. germinans* y *L. racemosa* y lo que respecta a la zona interna del manglar, la especie con una mayor dominancia es *A. germinans*.

En el ámbito de la estructura el manglar se muestra como un bosque en diferentes etapas de desarrollo, la zona oeste de la Laguna Grande tiene una mayor presencia de brinzales, lo que indica una posible regeneración del mismo, sin embargo, la mancha urbana está ocasionando una degradación gradual por la tala de las especies de manglar.

Los parámetros estructurales varían de un transecto a otro, lo que indica que la estructura del manglar de Mandinga no es homogénea en toda el área, ya que mientras en una estación dominan los árboles maduros en otras dominan ejemplares jóvenes que indican una posible regeneración del sitio. El crecimiento y

el tamaño del manglar dependen del tipo de suelo y en gran medida de las características del sitio de crecimiento.

Para que las comunidades locales valoren el manglar y apoyen activamente en las actividades de conservación, será necesario no solamente promover entre la población la importancia del manglar, si no también promover los bienes y servicios que los manglares brindan, el aporte al bienestar de las comunidades locales y la importancia que tienen para las actividades turísticas y recreación que se realizan en este lugar; ya que dichas actividades dejan una derrama económica significativa y es fuente de trabajo de una gran parte de la población de las localidades vecinas.

Estos resultados permiten destacar la necesidad e importancia de la conservación del manglar, con visión de manejo integral de la zona de Mandinga. Se deberá evitar no solamente la tala de manglar, sino también y con igual grado de atención tratar de preservar la vegetación así como de los recursos que dependen del manglar. Por lo que es necesario valorar al ecosistema de manglar por su enorme importancia ecológica y económica, considerando todos los beneficios directos e indirectos, así como la pesca, la calidad del agua y sus aportes ambientales.

X. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO

En términos prácticos los resultados de este trabajo son particularmente importantes; ya que previo a realizar un plan de manejo se requiere conocer los componentes naturales así como las características sociales y económicas del área a trabajar. Por lo que el estudio realizado de la estructura del manglar de Mandinga es solo parte de un arduo trabajo por realizar.

Es singularmente importante conocer el estado que guarda el manglar así como, su uso, problemática y las características socio-económicas de las comunidades aledañas; sin esta información no se pueden establecer medidas o acciones de protección, conservación, recuperación y aprovechamiento sostenible. Por lo que con el presente trabajo se pretendió tomar en cuenta todos estos elementos para poder realizar un manejo integral del manglar de una manera que los bienes y servicios que brinda el manglar puedan perdurar.

Con base en lo anterior, solo se podrá realizar mediante la participación coordinada de la sociedad local, gobierno y de las delegaciones estatales de SEMARNAT y PROFEPA, con el fin de conjugar acciones que puedan establecer un manejo adecuado del manglar, aprovechando los recursos que estos ecosistemas brindan.

Puntos a considerar para ser aplicados paralelamente al plan de manejo:

- Establecer programas dirigidos a la capacitación integral de las localidades, sobre los componentes de educación y capacitación ambiental, con el fin de que conozcan la importancia del ecosistema de manglar.
- Se deberán establecer programas de capacitación para los prestadores de servicios con el fin de que puedan brindar información adecuada a los turistas sobre la importancia del ecosistema de manglar.
- Se deberá promover que las comunidades puedan participar activamente en la elaboración de propuestas y en la búsqueda conjunta de soluciones a la problemática del sitio.
- La participación de la sociedad local como usuarios del recurso.
- Establecer estrategias y acciones sobre el uso del manglar que tenga el menor impacto en el medio ambiente sin dejar de lado las necesidades de la sociedad local.
- La participación activa de las comunidades locales en el manejo de los humedales.
- Además de las características ecológicas de Mandinga, presenta otras características, como por ejemplo, culturales y paisajísticas. Esto reviste particular importancia para asegurar la participación plena y la contribución de todos los interesados directos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. 2005. Guía para la interpretación ambiental del manglar. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Veracruz.
- Agráz-Hernández; Noriega-Trejo, R.; López-Portillo, J.; Flores-Verdugo, F.J.; Jiménez-Zacarías, J.J., 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Alonso D. A., P.C. Sierra-Correa, F. A. Arias-Isaza y M.L. Fontalvo. 2003. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico. Santa Marta, Colombia. Serie de documentos generales de INVEMAR N°. 12. 94 p.
- Alonso P. D., Bestard B. y A. Zaldivar Jiménez. 2006. Manual para la conservación del pato real Mexicano y su hábitat. Reporte final. Ducks Unlimited de México, A. C. Garza García, N. L. México. 90 pp.
- Alongi, D. M. 2009. The Energetics of Mangrove Forest. Springer Press. 216 p.
- Ander-Egg, E. 1987. Técnicas de investigación social, México, Humanistas. Capítulos 1, 2 y 3.
- Anguas-Velez B. 1976. Informe preliminar acerca del estudio de la población ostrícola de la laguna de Mandinga, Ver., Mem. Reun. Recursos de Pesca Costera de México. Inst. Nal. de Pesca. 143-157.
- Arreguin, S. F., 1978. Contribución al conocimiento de la hidrobiología de las lagunas de Mandinga, Ver., México. Resúmenes VI Congr. Nal. Oceanografía. Pag. 80.

- Andrade H. M., Morales Abril G. y Hernández Yáñez A. 1999. Guía de Análisis de Impactos y sus Fuentes en Naturales. The Nature Conservancy.
- Amador Del A., L. E. y Cabrera R., P. 1994. Variación anual (marzo-1987, marzo-1988) de dos diatomeas en el sistema lagunar Boca del Río-Mandinga, Veracruz, México. *Res. VII SOMPAAC*.
- Barreiro G., M. T. 2002. Patrones de variación espacio-temporal de la concentración de clorofila *a*, en el sistema estuarino Boca del Río-Mandinga, Ver. *Res. XII Reunión Nacional de la Sociedad Mexicana de Planctología*. 6-9 de Mayo. Xalapa, Veracruz.
- Basáñez M. A. de J., Olmedo P. y Rojas M. P. 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumulco, Tuxpan, Veracruz. México. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan.
- Bray, D. B., E. Durán Medina, L. Merino-Pérez, J.M. Torres-Rojo y A. Velásquez Montes. 2007. Nueva evidencia: los bosques comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven la paz social, Informe de Investigaciones, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C.
- Camarena R., F., 1982. Contribución al conocimiento de la fase postlarvaria del camarón (*Penaeus spp.*), en el sistema de lagunas costeras de Mandinga, Veracruz. Tesis profesional. UNAM-ENEP-Iztacala. 75 p.
- Cárdenas Del Ángel S., Basáñez M. A. de J. y Serrano S. A. 2014. Ensayos de reforestación en un área degradada de manglar en el sitio RAMSAR No.1602. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana, Campus Tuxpan, Veracruz.

- Carmona D. G., Morales M. J. E.; Rodríguez L. E. 2002. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques*. Instituto de Ecología, A.C. Vol. 10, núm. Es 2, 2004, pp. 5-23.
- Catie. 1998. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales: *Rhizophora mangle*. SIRE-Paquetes Tecnológicos. No. 48.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre, México.
- Chapman, V. J. 1970. Fitosociología de los manglares. *Trop. Ed.* (5): 19.
- Cintron, G. and Schaeffer-Novelli, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología UNESCO para América Latina y el Caribe. ROSTLAC. Montevideo. 109 p.
- Comisión Nacional del Agua. 1998. Inventario de cuerpos de agua y humedales de México. Escala 1:250,000.
- Comisión Nacional del Agua. 2012. Servicio meteorológico nacional. México D.F.
- Contreras, E. F. 1985. Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Univ. y Cienc.* 2(3): 47-56
- Contreras, f. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de desarrollo, secretaria de pesca, D. F., 253p.
- CONABIO. 2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 37 pp.

- CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.
- CONABIO. 2011. La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.
- CONAFOR. 2009. La reforestación de los manglares en la Costa de Oaxaca. Manual Comunitario. Zapopan, Jalisco. 64 pp.
- CONAPO. 2005. Índice de marginación a nivel localidad. Veracruz, Mex.
- Coordinación general del medio ambiente. 2006. Programa de Manejo del Área Natural Protegida Arroyo Moreno. Veracruz, México.
- Cottam, C. & Curtis, J. T. (1956) "The use of distance measures in phytosociological sampling." *Ecology*, 37(3) 451-460.
- De la Cruz A., G., J. Franco-López y L. G. Abarca A. 1985. Caracterización ictiofaunística de los sistemas estuarinos del estado de Veracruz, México. *Memorias del VID Congreso Nacional de Zoología*: 175-187.
- Diagnóstico Municipal Participativo 2006. Municipio de Boca del Río, VER. H. Ayuntamiento 2006. Boca del Río, Ver.
- Diagnóstico Municipal Participativo 2014. Municipio De Alvarado, VER. H. Ayuntamiento 2014. Alvarado, Ver.
- Diagnóstico Municipal Participativo 2006. Municipio de Medellín, Ver. H. Ayuntamiento 2005-2007. Medellín de Bravo, Ver.

- Diagnóstico Municipal Participativo. 20014. Municipio de Medellín, Ver. H. Ayuntamiento 2005-2007. Medellín de Bravo, Ver.
- Díaz G. J. M. 2011. Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. Ra Ximhai, vol. 7, núm. 3, pp. 355-369.
- FAO. 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales, estudio temático sobre manglares Costa Rica perfil nacional. Roma, Italia.
- Flores Verdugo, F.J., P. Casasola, G. de la Lanza-Espino, y C. Agraz Hernández, 2010. El manglar, otros humedales costeros y el cambio climático, p. 165-188. En: A.V. Botello, S. VillanuevaFragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514 pp
- Fulai, S. 1997. Public environmental expenditures: A conceptual 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 2015.
- García, E. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. Climas. Escala 1:1,000,000.
- Herrera-Silveira, J. y E. Ceballos, 1998. Manglares: ecosistemas valiosos. CONABIO. Biodiversitas 19:1-10.
- Hickman, C. P., Ober, W. C. y Garrison, C. W., 2006. Principios integrales de zoología, 13ª edición. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid (etc.), XVIII+1022 pp.

- INE, Semanart, 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. 21 p.
- INEGI. 2010. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie II. México.
- INE 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. México, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas/INE/SEMARNAT.
- INEGI. 2000. Cartas Temáticas sobre Suelos, Climas, Relieve y Conformación Fisiográfica, etc. Veracruz, Ver.
- INEGI. 2005. Censo Nacional de Población y Vivienda. Veracruz, Ver.
- INEGI. 2010. Censo Nacional de Población y Vivienda. Veracruz, Ver.
- INEGI. 2009. Cartas Temáticas sobre Suelos, Climas, Relieve y Conformación Fisiográfica, etc.
- INRENA. 2007. Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007 - 2011. Lima. 197 pag.
- Jiménez J. (1985). *Rhizophora mangle* L. El mangle rojo. Familia Rhizophoraceae. USDA Fores Service. Puerto Rico.
- Jiménez, M.C. Y González F. 1996. Análisis de la estructura del manglar de la Laguna de Juluapán, Col., México. Ciencia Pesquera (12): 76-84.
- Jiménez Quiroz C. y F. González H. 1996. Análisis de la estructura del manglar de la laguna de Juluapán, Col., México. INP. SEMARNAP. Ciencias Pesquera No. 12.

- Kovacs, J. M. 1999. Assessing mangrove use at local scale. *Landscape and Urban Planning* 43:201-208.
- Lankford, R. R, 1997, Coastal lagoons of Mexico, Their origin and classification, en M Wiley (ed.), *Estuarine Process*, Academic Press, 230 pp.
- Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; R. Martínez-González y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Mandinga, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. 17 pp.
- López-Portillo, J. 2006. Tendencia actual de la perturbación de los manglares en el estado de Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Primer taller. Taller de consulta para el programa de monitoreo de los Manglares de México (16 de junio de 2006). <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/refTaller1.html>.
- López-Portillo, J.; L. R. Gómez; A. L. Lara-Domínguez; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Arroyo Moreno, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. 17 pp.
- López-Portillo, Ma. Luisa Martínez, Patrick Hesp, Víctor M. Vásquez-Reyes, León R. Gómez Aguilar, Óscar Jiménez-Orocio, Sheila L. Gachuz Delgado. 2010. Atlas De Las Costas de Veracruz. Manglares y Dunas costera. Pp 224.
- Lot-Helgueras A., 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. *An. Inst. Biol. UNAM* 42. Ser. Bot. (1): 1-48.

- Maderey-R, L. E. y C. Torres-Ruata. 1990. Hidrografía. Extraído de hidrografía e hidrometría, IV.6.1 (A). Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4,000,000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Márquez G., A. Z., 1992. Algunos aspectos fisiográficos, fluviales y sedimentológicos de la cuenca hidrográfica asociada a la laguna de Mandinga, Veracruz. Res. III Reunión Nal. Alejandro Villalobos.
- Martínez. H. M., Basáñez M. A. de J. y Ortiz D. M., 2013. Evaluación de la pérdida de superficie de los manglares del municipio de Tamiahua. Tuxpan Veracruz. Tesis.17.
- Mas, J.F., A. Velázquez, A. Schmitt y R. Castro, 2003, Una evaluación de los efectos del aislamiento, la topografía, los suelos y el estatus de protección sobre las tasas de deforestación en México, *Raega* núm. 6, Revista del Departamento de Geografía, Universidad Federal do Paraná, Brasil, pp. 61-73.
- Mitsch W.J. y Gosselink J.G. 2000. Wetlands. John Wiley and sons, Nueva York. 902 pp.
- Moreno-Casasola P. y D. M Infante, M. 2009. Manglares y selvas inundables. Instituto de Ecología. A.C. CONAFOR y OIMT, Ver. México. 150 pp.
- Moreno Ruiz Juan Antonio. 2013. Comparación de la cobertura y fragmentación del bosque de manglar entre un área natural protegida y área adyacente sin esquema de protección. Yucatan, Mexico.
- Myers, N., 1996, Environmental services of biodiversity, Proceeding of Natural Academy of Science, EUA, Ecology 93: 2764-2769.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma.

Padilla G., M. A., RODRIGUEZ V., A. y CRUZ G., A., 1994. Distribución y abundancia de las larvas de peces en la zona del estado de Veracruz, México. II: Familia Engraulidae. *Res. III Congr. de Cienc. del Mar*. La Habana, Cuba. 051.

Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza, C., Vázquez-Lule, A.D., Márquez-Mendoza, J.D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-Lopez, M.I., Ressler, R., Uribe-Martinez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo-Mac Donald, L. y Galindo-Leal, C. 2013. *Manglares de México: Extensión, distribución y monitoreo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.

PRONATURA. 2013. Plan de manejo del área privada de conservación puente fierro municipio de Tlacotalpan, Veracruz.

Sanchez-Chavez J., 1978. Ictiofauna de la laguna de Mandinga, Ver., México, sus especies, distribución y abundancia. *Res. VI Congr. Nal. Oceanogr.* pag. 69.

Sanchez Paez, H. 1994. Los manglares de Colombia, pp 21- In: *El ecosistema de manglar en America Latina y La Cuenca del Caribe: Su manejo y conservacion*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science. Univ. of Miami, Miami (FL) y The Tinker Foundation. Miami-New York, (N. Y.) USA, 263 p.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: Municipio de Medellín. Informe técnico 2009. Veracruz, Ver.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación:
Municipio de Medellín. Informe técnico 2012. Veracruz, Ver.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación:
Municipio de Medellín: Información Estadística de las Actividades Agrícolas
y Pecuarias, 2014. Veracruz, Ver.

Secretaría de Marina. 2014. Tablas de Mareas, catálogo de Cartas y publicaciones
Náuticas. México, D. F.

SEDESOL. 2010. Catálogo de localidades, Programa para el Desarrollo de Zonas
Prioritarias (PDZP).

SEMARNAT. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Que
establece las especificaciones para la preservación, conservación,
aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en
zonas de manglar. Diario Oficial, 10 de abril de 2003.

SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección
ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres -
categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o
cambio - lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 30 de diciembre de
2010.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Informe de la
Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas
Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. México. 2013.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Plan de Manejo Tipo Regional para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Mangles en Marismas Nacionales, Nayarit. Junio del 2012.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Estrategia nacional para la atención del ecosistema de manglar. México, 2012.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. 22 de enero del 2015.
- .
- Tabilo-Valdivieso, E. 1997. El Beneficio de los Humedales en América Central: el potencial de los humedales para el desarrollo. 1ra edición, San José, Costa Rica. 48 pp.
- Travieso-Bello, A. C. 2005. Evaluación de indicadores de sustentabilidad de la ganadería bovina en la costa de Veracruz central, México. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología.
- Tomlinson, P. B. 1994. The Botany of Mangroves. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Tovilla, H.C. 1998. Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoaapa Guerrero, México. Tesis Doctoral, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Tovilla Hernández, Ovalle Estrada, Presa Pérez y Cruz Montes. 2010. Estado actual del bosque de mangle en laguna de Mecoacán Tabasco. Implicaciones socioeconómicas del uso del recurso. 61 pp.

- Valdez H., J. I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques* Número especial, 2002:129-145.
- Valdez H., J. I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques* Número especial 2, 2004:93-104.
- Valiela, I., J.L. Bowen y J.K. York. 2001. Los Bosques de Manglar: Una de las Amenazas Principales de los Entornos Tropicales del Mundo. *BioScience* 51: 807-815.
- Vázquez-Lule, A. D., M. T. Rodríguez-Zúñiga y P. Ramírez-García. Caracterización del sitio de manglar Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Vásquez Yanes., 1971. La vegetación de la laguna de Mandinga, Ver *An. Inst. Biol. UNAM* 42. Ser. Bot. (1): 49-94.
- Yáñez-Arancibia, A, R. R. Twilley y A. L. Lara. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3-19.
- Zaldívar J., A; J. Herrera S.; C. Coronado M. y D. Alonzo P. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y Bosques* Número especial 2:25-35.
- Zamorano de Haro, Pablo. La flora y fauna silvestres en México y su regulación. Procuraduría Agraria. 2009. Disponible en http://www.pa.gob.mx/publica/rev_40/NOTAS/Pablo%20Zamorano%20de%20Haro.pdf.

ANEXO.- A

**PLAN DE MANEJO LOCAL PARA LA CONSERVACIÓN,
MANEJO Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL
MANGLAR DEL SISTEMA LAGUNAR MANDINGA
VERACRUZ.**



ALVARADO, VER.

Abril 2016

ÍNDICE

1. Introducción

2. Información biológica de las especies sujetas a plan de manejo

2.1. Clasificación

2.2. Características de las especies

2.2.1. *Rhizophora mangle*

2.2.2. *Langucularia racemosa*

2.2.3. *Avicennia germinans*

2.3. Importancia biológica

2.4. Problemática ambiental

3. Objetivos

3.1 General

3.2 Específicos

4. Acciones y metas del plan de manejo

5. Área de estudio

5.1. Descripción física y biológica del área de estudio

6. Método de muestreo

6.1.- Parámetros estructurales analizados

7. Zonificación

7.1. Zonificación del manglar

8. MEDIDAS DE MANEJO DEL HÁBITAT Y EJEMPLARES DE MANGLAR

8.1. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL HÁBITAT:

8.2 MEDIDAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS

8.3. MEDIDAS DE RESTAURACIÓN

8.4. MECANISMOS DE VIGILANCIA

8.5. MEDIDAS DE CONTINGENCIA

1. INTRODUCCIÓN

El ecosistema de manglar de Mandinga representa para muchas de las familias asentadas en sus márgenes, una fuente de productos e ingresos para su subsistencia. Al ser una zona sometida a presión antropogénica, este sistema peligra al igual que los demás organismos asociados que dependen de ellos.

De acuerdo con lo anterior se presenta el actual plan de manejo del manglar del Sistema Lagunar Mandinga, Alvarado, Veracruz, México., donde se establece las medidas de manejo sostenible, conservación, vigilancia y protección de los manglares en beneficio de las comunidades locales. Con el fin de homogenizar el desarrollo de actividades con apoyo de las autoridades correspondientes y la comunidades locales.

El presente Plan de Manejo pretende homogeneizar el desarrollo de las actividades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de mangles de Mandinga.

2.- Información biológica de las especies sujetas a plan de manejo

Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangles. Estos árboles o arbustos, poseen raíces aéreas respiratorias llamadas neumatóforos y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua. Los manglares se desarrollan en las planicies costeras de los trópicos húmedos, principalmente alrededor de cerca de las desembocaduras de ríos y arroyos.

2.1.- CLASIFICACIÓN

En el mundo se conocen 54 especies de mangle, distribuidas en 20 géneros y pertenecientes a 16 familias (Tomlinson, 1986). En México, las especies del manglar más características son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) (*Combretaceae*) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) (Tomlinson 1986, 1994).

2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

2.2.1.- *Rhizophora mangle* (Mangle rojo)

Árbol o arbusto con una altura promedio de 5.6 m, alcanzando una altura superior de 10 m, con un diámetro a la altura del pecho de 21.5 cm, con un máximo de 86 cm. Se encuentra principalmente en la zona de borde, aunque se le puede encontrar también en la parte media del manglar (fig. 1).



Figura 1. Árbol de mangle rojo

Corteza lisa, grisacea-rojiza. Se caracteriza por tener raíces aéreas arqueadas que se desprenden lateralmente del tronco y ramas (fig. 2).



Figura 2. Raíces aéreas.

Las flores son de color amarillo cremoso con cuatro pétalos puntiagudos de apariencia estrellada. Las plántulas germinan en la planta madre y como son unidades de dispersión se denominan propágulos tienen entre 20-30 cm de largo.

2.2.2.- *Avicennia germinans* (Mangle Negro).

Árbol con altura promedio de 7.7 m y puede exceder los 14 m. Cuenta con un diámetro promedio de 27.2 cm y puede llegar a alcanzar los 90 cm. Su corteza ligeramente fisurada en placas, de color oscuro (fig. 3).



Figura 3. Árbol de mangle negro.

Se encuentra en la parte media del manglar pero con mayor dominancia en la zona interna. Crecen en lugares donde la tierra es más pobre en oxígeno y los periodos de inundación no son tan prolongados. Alrededor de la base del árbol y con frecuencia más allá de la copa del árbol, se extienden unas prolongaciones de las raíces que salen hacia arriba de ellas en forma de “dedos finos” llamados neumatóforos, su principal función es la respiración. Los frutos son cuerpos redondos aplanados. Cuenta con flores de color blanco, pequeñas, con cuatro pétalos redondeado crecen en grupos llanadas inflorescencias (fig. 4).



Figura 4. Inflorescencia y hojas

2.2.3.- *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco)

Son arboles con una altura promedio de 6.5 m y puede exceder los 12 m, con un diámetro promedio de 23.2 cm hasta llegar a 84 cm. Su corteza se caracteriza por ser rugosa o fisurada de color grisáceo-café (fig. 5).



Figura 5. Árbol de Manglar blanco.

Se establece principalmente en la zona media e interna del manglar, aunque se puede encontrar en muy poca cantidad en la parte interna de la zona de borde del manglar.

Cuenta con raíces por neumatóforos. Su tallo y peciolo se torna de color rojizo, sus hojas son achatadas, redondeas con estructuras en la base para excretar la sal. Las flores son alargadas en forma de embudo y pequeñas de color blanco formando inflorescencias (fig. 6). Los frutos se dan en racimos.



Figura 6. Inflorescencia y hojas

2.3.- Importancia biológica

La importancia que estos bosques de manglar alberga es enorme, brindan incalculables servicios, en los que sobre salen, hábitat de sin número de especies de flora y fauna (Díaz, 2011). Regularan el clima de la región. Parte de las actividades pesqueras de las zonas costeras existen gracias a que el manglar brinda refugio y protección a diversas especies comerciales (peces, crustáceos y

moluscos) en las primeras fases de su ciclo de vida: entre las raíces de los manglares se protegen y alimentan larvas, postlarvas y alevines de peces y crustáceos (CONABIO, 2009). Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de nutrientes que son llevados a la franja litoral más cerca de la costa donde es aprovechada por los pastos marinos y especies comerciales (INE, 2005).

Por otra parte, los manglares permiten amortiguar los impactos de tsunamis y huracanes. Son barrera natural contra la erosión y mareas. Es un filtro biológico, retienen y protegen de algunos contaminantes. Capturan los gases de efecto invernadero y son sumideros de bióxido de carbono (CONABIO, 2008).

2.4.- Problemática ambiental

El Sistema Lagunar Mandinga por su ubicación geográfica sufre de una fuerte presión demográfica, ya que el crecimiento de la mancha urbana de los municipios de Boca del Río, Medellín y Alvarado están prácticamente envolviendo a este ecosistema con actividades de desarrollos urbano y desarrollo turísticos lo que ha traído consigo el cambio de uso de suelo del área aledaña al manglar para la construcción de centros comerciales, fraccionamientos y la ampliación de los asentamientos humanos aledaños al manglar; como consecuencia el sistema lagunar sufre de problemas de contaminación del agua por descargas de aguas negras y desechos sólidos.

Otra causa que está afectando la expansión del manglar, es la ganadería y agricultura que se realiza aledaña al manglar o a la zona humedal, ya que la utilización de compuestos químicos como fertilizantes que contienen nitrógeno, potasio, fósforo, entre otros agentes químicos llegan al manglar y al sistema lagunar por medio de escurrimientos, afectando el ecosistema.

Las actividades turísticas que se realizan en la zona de Mandinga no se desarrollan sustentablemente, de manera que el sistema se ve afectado por dichas actividades. Ya que las actividades o recorridos en lancha y los recorridos por el manglar son actividades que tienen un alto impacto en el sistema, la falta de estudios de carga del sistema hace imposible regular dichas actividades.

La extracción de flora y fauna es una problemática que afecta el ciclo biológico del sistema. Lo que afecta la producción pesquera, siendo materia prima para el sector restaurantero, que brinda sus servicios en los márgenes de la laguna de Mandinga. La extracción de la madera de mangle para uso doméstico así como para artes de pesca.

3.- Objetivo

3.1.- Objetivo general

Promover la importancia de la implementación de acciones de manejo en el manglar de Manglar, que permitan la preservar el ecosistema mediante el uso sostenible del manglar y sus recursos asociados, acordes con la dinámica natural del ecosistema.

3.2.- Objetivos específicos

- Difundir la importancia de las acciones de conservación, manejo y aprovechamiento sostenible del manglar.
- Regularizar las acciones para el manejo, aprovechamiento y conservación sostenible del manglar.
- Fortalecer la participación activa de las comunidades aledañas al manglar.
- Recuperar las zonas de manglar en proceso de deterioro.

4.- Acciones y metas del plan de manejo

ACCIONES:

- Realizar talleres, conferencias y actividades educativas con los prestadores de servicios y a los habitantes de las distintas localidades, en temas de importancia del manglar, aprovechamiento sostenible y legislación vigente. Se realizarán una vez al mes con la participación de SEMARNAT, PROFEPA, protección civil y autoridades municipales.
- Capacitar a los prestadores de servicios sobre temas de protección, manejo y aprovechamiento de los manglares. Para lograr transmitir toda la información sobre la importancia de conservar estas áreas y como poder aprovecharlas sosteniblemente y obteniendo ingresos económicos ofreciendo servicios de bajo impacto a los visitantes.

META 1: Dar a conocer la importancia del manglar y legislación vigente en materia de conservación, manejo y aprovechamiento.

Objetivos		
Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (2 a 5 años)	Largo plazo (de 5 años en adelante)
Que los prestadores de servicios, los habitantes aledaños al manglar y los usuarios conozcan sobre la importancia del manglar y la legislación vigente en materia de conservación, manejo y aprovechamiento.	Que los prestadores de servicios y principalmente los habitantes aledaños al manglar apliquen la legislación.	Que los prestadores de servicios sean quien difunda a los usuarios la información la importancia del manglar y la legislación vigente.

META 2: Que los habitantes aledaños al manglar aplique las acciones y técnicas de manejo, aprovechamiento y conservación sostenible del manglar.

Objetivos

Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (2 a 5 años)	Largo plazo (de 5 años en adelante)
Que los habitantes aprendan las acciones y técnicas de manejo, aprovechamiento y conservación de los manglares.	Que los habitantes apliquen las acciones y técnicas de manejo, aprovechamiento y conservación de los manglares.	Que los habitantes aprovechen sosteniblemente los manglares.

META 3: Fortalecer la participación activa de las comunidades aledañas al manglar.

Objetivos

Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (2 a 5 años)	Largo plazo (de 5 años en adelante)
Que el manejo, conservación y aprovechamiento de los manglares genere empleos e ingresos a los habitantes de las locales aledañas.	Que los prestadores de servicios puedan realizar actividades ecoturísticas, para generar empleos y mejores ingresos.	Que las localidades obtengan mejores ingresos a partir de un uso sostenible del manglar.

META 4: Identificar las áreas de manglar que requieran ser restauradas. Priorizando la restauración de la conectividad del manglar.

Objetivos

Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (2 a 5 años)	Largo plazo (de 5 años en adelante)
Identificar las áreas de manglar que requieran restauración e identificar las zonas de manglar que requieran reconexión.	Aplicar técnicas para la restauración del manglar	Lograr restaurar las áreas de manglar.

5.- Área de estudio

El Sistema Lagunar Mandinga se encuentran entre los 19° 00' y 19° 06' de latitud norte y los meridianos 96° 02' y 96° 06' de longitud oeste (Contreras, 1985).

Tiene como frontera al noreste una planicie marina acumulativa baja conformada por cordones litorales, en el resto del sistema se encuentra limitado por una planicie fluvial acumulativa, baja y muy baja, ondulada y plana, con niveles de terrazas y planos de inclinación indiferenciados, sobre conglomerados y aluviones con alturas menores a los 10 metros (López-Portillo *et al.*, 2010).

El sistema tiene una longitud aproximada de 20 km y está constituido, de norte a sur, por tres cuerpos de agua: laguna Redonda o Mandinga Chica cuenta con 2,134 km de longitud, laguna de Mandinga Grande con 6.490 km y la laguna Larga con 3,421 km de longitud, no obstante, algunos autores, como Arreguín-Sánchez (1976) y Sánchez-Chávez (1976), consideran a la laguna Larga dentro de la misma denominación. Se interconectan por un número igual de esteros Estero Conchal (3,536km), Horcones (2,695 km) y Mandinga (1,650 km), (Contreras, 1985). Con una cobertura de manglar para el 2010 de 495 ha lo que representa el 0.58% a nivel regional y el .05 a nivel nacional (Rodríguez-Zúñiga, *et al.*, 2013).



Figura 2. Polígono del área de estudio del Sistema Lagunar de Mandinga, a escala 1:230,000.

5.1.- Descripción física y biológica

Hidrología

El Sistema Lagunar Mandinga la comparte con el municipio de Boca del Río, Alvarado y Medellín del Bravo, se ubica en la región hidrológica RH18, dentro de la cuenca “b” (Comisión Nacional del Agua, 1998). El área de estudio está localizada en la red hidrológica conformada por el Río Jamapa. Hacia el norte de la zona lagunar se encuentra el estero del conchal, el cual colinda con la desembocadura del río Jamapa y recibe los aportes de mareas del Golfo de México (Mederey-R. y Torres-Ruata, 1990).

El principal flujo de agua dulce procede del río Jamapa; existen aportes provenientes de la infiltración de aguas a través de las pequeñas corrientes de verano, en el extremo sureste de la laguna de Mandinga grande desemboca un pequeño arroyo. (Diagnóstico Municipal Participativo, 2006). El complejo lagunar posee una sola boca que lo comunica con el mar por medio del estuario del río Jamapa. Por lo tanto, influencia marina es limitada Vásquez-Yanes (1971).

Climatología

El clima está determinado por su ubicación frente al Golfo de México, el cual es afectado por dos corrientes que determinan su clima: la “Corriente Atlántica” o de Vientos Alisios, cálida y húmeda y que entra al estado por el sureste de la República (SEMAR, 2009). De acuerdo a lo descrito por INEGI (2010), el área de estudio presenta un clima cálido subhúmedo (Clasificación de Köeppen),

La velocidad de los vientos son del N, que se presentan durante los meses de Octubre a Mayo con una frecuencia de ocurrencia de cada 10 días en promedio, con velocidades variables que van desde 45 a 70 km/h y rachas que pueden llegar a los 90 o 120 km/h (Diagnostico Municipal Participativo, 2009).

Temperatura

En la zona de las lagunas de Mandinga por su ubicación geográfica cuenta con características tropicales. La temperatura media anual mayor de 22 °C, presentándose temperaturas extremas en verano que alcanzan hasta los 44 °C y

temperatura del mes más frío mayor con una temperatura promedio de 18 °C (Contreras, 1985; INEGI, 2010).

Precipitación anual

La zona de Mandinga se caracteriza por presentar Lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 %, presenta poca oscilación térmica y un porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual (García, 1998). Las precipitaciones son principalmente nocturnas, al amanecer o en la mañana procedentes del este, así como a la actividad conectiva (transferencia de calor) y ciclones tropicales. La época seca o estiaje, inicia a mediados de octubre y termina a mediados de mayo, la precipitación del mes más seco oscila entre 0 y 60 mm (Lara-Domínguez, 2009); principalmente en el periodo de inicio de los frentes fríos, cambiando a templado y poco lluvioso de noviembre a marzo (CONAGUA, 2012).

Salinidad del agua

La salinidad influye de manera determinante en la fisiología de las plantas, en particular, de las diferentes especies de mangle. El mayor nivel de concentración de solutos disueltos produce el aumento de la presión osmótica del agua, lo que se enfrenta con modificaciones tanto en las raíces finas como en los tejidos de conducción de agua y el tamaño y grosor de las hojas (Moreno-Casasola 2009). La salinidad en el agua va desde 3.1 a 33 ppm (Amador y Cabrera, 1994; Barreiro, 2002).

Mareas

En el litoral del estado de Veracruz, el tipo de mareas es diurno o mixto, su amplitud fluctúa entre 0.5 m y 0.7 m y se debe principalmente a la interacción entre la onda mareal y la topografía dominante de cada lugar, así como a las fases lunares-solares. Las tablas numéricas de predicción de mareas de la SEMAR (2014) nos indican que los meses en que se registran las pleamares máximas son octubre y noviembre (de 0.71 m a 0.75 m), y las bajamares mínimas en junio y julio (de 0.56 m a 0.63 m), para Veracruz y Alvarado.

6.- Método de muestreo

El método del cuadrante centrado en un punto (PCQM)

La aplicación del método se basó en la definición de la línea de muestreo de una distancia de 100 m del curso de agua, se tomó la información a los 0 m, 50 m y 100 m. Sobre la línea base, se ubicó el punto de muestreo (punto central), el cual fue el centro de la medición de la distancia de cada árbol, se trazó una línea imaginaria que divide perpendicularmente la línea definiendo cuatro cuadrantes.

Sobre cada cuadrante se procedió a determinar los árboles más cercanos de cada estado o categoría de desarrollo brinzal (B), latizal (L) y fustal (F) independiente de las especies. Para la definición de los estados de desarrollo se adoptó la definición propuesta por FAO (1970), la cual se basa en la definición de rangos dimétricos y se resume en el cuadro 1.

Cuadro 5. Categoría de desarrollo del manglar.

Categoría	Diámetro (cm)
Fustal (F)	Mayor a 15
Latizal (L)	Entre 5.1 y 15
Brinzal (B)	Entre 2.5 y 5

Se inició la toma de información en el punto uno, cuadrante uno, se procedió a la toma de información, en cada cuadrante se midieron los árboles más cercanos al punto central, por estado de desarrollo, se registró por árbol las siguientes variables: distancia al punto central (m), especie, diámetro (cm), altura en metros.

En cada punto de muestreo se tomaron un total de 12 árboles (cuatro por cada categoría).

Parámetros estructurales analizados

Desde el punto de vista estructural se evaluaron las variables: densidad (No. de individuos/ha), área basal (m^2/ha), el Índice de Valor de Importancia IVI, distribución de los estados de desarrollo y altura total. Cada parámetro estructural se calculó por especie y estado de desarrollo.

Densidad (D): para este estudio la densidad se asumió como una estimación del número de individuos por metro cuadrado, para lo cual inicialmente se obtendrá un promedio (por especie y estado de desarrollo) de sus distancias al punto central y al dividir la unidad (1) entre dicho promedio elevado al cuadrado se obtuvo la distancia media al punto central. Por último se proyectó a la cantidad por hectárea multiplicando el resultado por mil, de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$DM = 1/(d)^2 \quad DMha = DM * 1.000$$

Dónde:

DM = Densidad Media.

d = Distancia

DMha= Densidad Media por hectárea.

Área basal: se estimó la ocupación que hace el fuste como indicador y por ser un concepto de superficie se calculó el área basal con base en el diámetro normal del mismo y asumiendo este como un círculo, se dividió dicho diámetro en dos, se

elevó al cuadrado y se multiplicó por el número PI. El área basal del individuo se multiplicó por la densidad y se obtuvo el área basal por hectárea, de acuerdo con las siguientes formulas: $AB = (DAP/2)^2 * (PI)$ – $ABha = AB * DMha$

Dónde:

AB= Área Basal

AB= Constante con valor de 3.1416.

DAP= Diámetro a la altura del pecho o normal (1.30 m).

AB ha= Área Basal por hectárea.

DM ha= Densidad Media por hectárea.

Índice de Valor de Importancia (IVI): es un elemento numérico mediante el cual fue posible determinar la importancia de una especie y sus diferentes estados de desarrollo con relación a las demás que se presentaron en el ecosistema. Dicha importancia se determinará mediante la evaluación de parámetros como frecuencia, abundancia y dominancia, lo cual implica que cuando una especie presenta un mayor valor de IVI que otra, ésta tuvo una mayor ocupación horizontal que la otra en el ecosistema evaluado.

$$\text{Formula: } I.V.I (\%) = Fr + Ar + Dr$$

Dónde:

I.V.I. = Índice de Valor de Importancia, %

Fr = Frecuencia Relativa, %

Ar = Abundancia Relativa, %

Dr = Dominancia Relativa, %

La frecuencia relativa (Fr), mide la dispersión media de cada especie, definida por el número de subdivisiones del área en que se presenta. La frecuencia relativa de una especie se calculó con base en la suma de las frecuencias absolutas de un muestreo. Es un indicador de la diversidad o complejidad florística de una asociación.

La Abundancia o densidad relativa (Ar), relaciona el número de individuos de la especie N_i , sobre el número total de individuos registrados en el levantamiento.

La dominancia relativa (Dr), es un estimador de la cobertura y se puede expresar como el porcentaje del área.

Distribución de los estados de desarrollo (DED):

La distribución de los estados de desarrollo se puede considerar una aproximación con la estructura diamétrica ya que se basa en la densidad para cada categoría de desarrollo (B, L, F) y para el presente estudio se definieron tres tipos de estructuras, las cuales se visualizan realizando una gráfica de la densidad contra los estados de desarrollo, la cual genera una curva, según su forma se clasificó como:

- Continúa ascendente (Ca), en la cual los brinzales son menos abundantes que los latizales y estos que los fustales.
- Continúa descendente (Cd), en la cual los fustales son menos abundantes que los latizales y estos que los brinzales.

- Discontinua (Di), en este tipo de estructura los tanto los brinzales como los fustales son más o menos abundantes que los latizales.

Como complemento del conocimiento de la composición florística y estructura horizontal se analizó la estructura vertical la cual incluye como principal parámetro la altura.

Altura: en campo se realizó la toma de información. El análisis incluyó únicamente el análisis de la altura total, para la totalidad de individuos muestreados en sus diferentes estados de desarrollo como parámetro estructural.

7.- Zonificación

7.1.- Zonificación del manglar

La zonificación del territorio es una herramienta de planeación, que nos ayuda a entender tanto el proceso de cambio en el uso de los recursos, como el potencial que guarda cada espacio definido al interior de una región. Además, incrementa la capacidad de establecer líneas de acción a mediano y largo plazo, que contribuyan a la reorientación de la dinámica de los procesos y al manejo sustentable en beneficio de la población.

7.1.1. Criterios de zonificación

Se tomaron en cuenta distintos criterios para definir cada una de las zonas en Mandinga: uso actual, potencial de aprovechamiento, las características de la zona, ordenamiento los usos del manglar, identificación de las áreas con remanentes de manglar, problemática, estructura del manglar, con lo que se derivó la zonificación de manejo con base en tres políticas de manejo generales que son: conservación y protección, recuperación y restauración, y zona de aprovechamiento. En el cuadro 2, se observa la propuesta de opciones de usos permitidos y no permitidos para cada una de las áreas de manejo definidas.

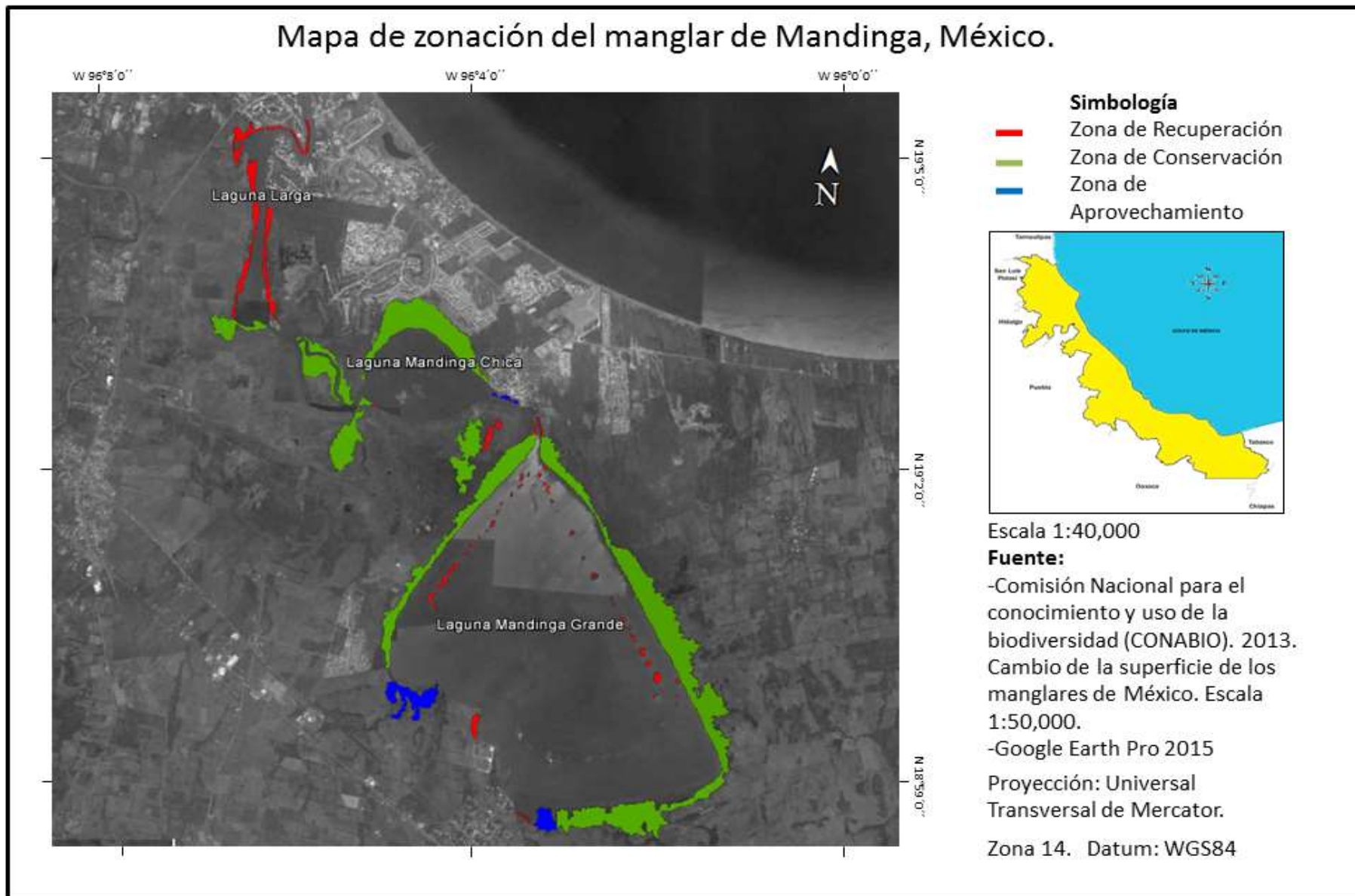
Cuadro 2. Propuesta de usos permitidos y no permitidos para las áreas de manglar

Actividades	Conservación y protección	Recuperación y restauración	Aprovechamiento
Extracción de madera de manglar: uso domestico	No Permitido	No permitido	No permitido
Extracción artesanal de recursos hídricos	permitido	permitido	permitido
Act. agrícolas	No permitido	No permitido	No permitido
Ganadero	No permitido	No Permitido	No Permitido
Extracción de fauna: auto consumo	Permitido	No Permitido	Permitido
Extracción de flora	Permitido	No permitido	Permitido
Actividades Eco turísticas	Permitido	No Permitido	Permitido
Educación	Permitido	Permitido	Permitido
Industrias	No Permitido	No Permitido	No Permitido
Construcción de viviendas	No permitido	No permitido	No permitido
Relleno de zonas de manglar	No permitido	No permitido	No Permitido
Construcción de actividades recreativas en áreas de manglar (campo de golf, cancha, plaza comercial y una marina)	No Permitido	No Permitido	No Permitido
Reforestación (estudios previos)	Permitido	Permitido	Permitido
Introducción de especies de fauna y flora	No permitido	No permitido	No permitido
Investigación	Permitido	Permitido	Permitido
Construcción de muelles y senderos de bajo impacto	Permitido	No permitido	Permitido
Monitoreo	Permitido	Permitido	Permitido
Obras e infraestructura para mantenimiento de canales y esteros	Permitido	Permitido	Permitido

Paisajístico o contemplativo	Permitido	Permitido	Permitido
Pesca científica	Permitido	Permitido	Permitido
Vertimiento de aguas residuales y desechos sólidos	No permitido	No Permitido	No Permitido

Las zonas de manejo definidas para la superficie respectiva del manglar de mandinga son: Zona de Conservación y Protección (C) con 404.8 ha, Zona de Recuperación y Restauración (R) con 60.27 ha y Zona de Aprovechamiento (A) con 32.21 ha.

7.1.1.1. Mapa de zonificación para el manejo del manglar de Mandinga.



7.2. Zonas de conservación y protección

Las áreas de Protección y conservación para los manglares de Mandinga, fueron definidas en aquellos sectores donde la estructura y composición florística del manglar se encuentra en condición favorable para la flora y fauna silvestre que se requiere conservar, a fin de mantener los recursos que este ecosistema brinda. Las acciones que se desarrollen en los manglares de dicho territorio, únicamente deben ser las que garanticen que la prestación de los servicios ambientales como mínimo se mantenga o en su defecto se mejoren.

En estas áreas se permitirán usos como la investigación, la pesca artesanal en los cuerpos de agua y con artes que no afecten los manglares, el aprovechamiento de fauna asociada al manglar de manera regulada y el ecoturismo. Se restringirán los usos de aprovechamiento del bosque; se podrán realizar obras o actividades que tengan como objeto conservar, investigar, o conservar las áreas de manglar.

7.3. Zonas de recuperación y restauración

Estas zonas en el área de estudio, se relacionan básicamente, con manglares fuertemente impactados que requieren recuperación del bosque a fin de restablecer los servicios ambientales que presta el ecosistema, por lo que se le ha asignado la categoría de Recuperación.

En estas áreas, los usos se limitarán a aquellos que permitan o se requieran para llevar a cabo la recuperación del ecosistema. Se cuentan entre estos el monitoreo, la investigación, la reforestación, el control de la contaminación. Serán restringidos los usos relacionados con el aprovechamiento del bosque y la fauna. La destinación a futuro de estas áreas será para la preservación o el uso sostenible, conforme se determine en sus potencialidades.

7.4. Zonas de aprovechamiento

En esta zona se representan las áreas en donde actualmente se presentan actividades económicas diversificadas y que han modificado el medio original. En esta zona se establecerán estrategias que permitan recuperar parte de la biodiversidad de la región y al mismo tiempo asegurar niveles de vida dignos para la población local. Se deben establecer pautas claras que permitan la sostenibilidad del ecosistema, asociado a un mejoramiento en las prácticas de aprovechamiento.

El uso sostenible del mangar de Mandinga está orientado al aprovechamiento de la fauna asociada, siendo este el caso de los recursos hidrobiológicos. Otros usos a permitirse en estas áreas son la investigación, el monitoreo y el ecoturismo

8.- MEDIDAS GENERALES DE MANEJO DEL MANGLAR DE MANDINGA

8.1. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL HÁBITAT:

- Se evitará la corta de vegetación asociada al manglar de cualquier índole (quedando sujeta a la presencia de siniestros y otros factores que requieren la eliminación total del arbolado).
- Se deberá evitar la quema de basura dentro del área de manglar o en zona aledaña, con el fin de evitar contingencias.
- Se evitará la alteración de los cauces y cuerpos de agua, para la conservación la cobertura vegetal.
- Las actividades turísticas y pesqueras no deberán interferir con el funcionamiento del ecosistema.
- Se hará hincapié en el cuidado de los fragmentos o franjas de manglar, las cuales actúan también como refugio y hábitat para fauna silvestre, con el fin de mantener la conectividad de las especies que habitan el sistema. De la conservación de estas franjas o fragmentos depende la regeneración natural, la conservación y estabilidad del ambiente lagunar.
- El fomento y conservación de la fauna silvestre es un aspecto importante para iniciar acciones bajo la concepción de manejo integral, el manglar brinda zona de alimentación, descanso, anidación, crianza y pasaderos, por ende lo importante del cuidado de esta zona.
- Se evitará el tirar basura en el área de manglar y en el sistema lagunar.

- Se evitará el cambio de usos de suelo.
- Se evitará el establecimiento de infraestructura fija que gane terreno a la unidad hídrica en zonas de manglar.
- Se deberá evitar el asolvamiento del manglar, con el fin de evitar su degradación.
- Se deberá prevenir el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, metales pesados, solventes, aceites, grasas, combustibles.
- Se deberá evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros.
- No realizar construcciones que puedan limitar el crecimiento del manglar.
- Se debe evitar la fragmentación del manglar, con el fin de conservar los corredores biológicos y facilitar el libre tránsito de la fauna silvestre.
- Se promoverá la importancia de programas de restauración en los sitios afectados por actividades humanas.
- Regulación del crecimiento de las áreas urbanas

8.2.- APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS

-Uso de flora y fauna asociada al manglar.

- La flora y fauna podrá ser aprovechar para auto consumo.
- Solo se podrán realizar actividades productivas que no comprometan la conservación del ecosistema.
- Se prohíbe modificar las áreas de anidación y ovoposición de aves, anfibios, reptiles y peces, así como la colecta de huevos.

- Se deberá preservar la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje
- Se deberá evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales.
- Se deberá prohibir las actividades de cacería deportiva.
- Se deberá fomentar el estudio y actividades de conservación
- Se prohíbe el relleno del manglar
- Se prohíbe la transportación de plantas y animales

-Uso turístico

- Dentro de la zona de manglar se realizará la modalidad de ecoturismo, exclusivamente para recorridos interpretativos y visitas guiadas para observación de la vida silvestre, utilizando vías de navegación, caminos existentes y pasaderas elevadas.
- Las actividades náuticas, deberán tener zonas específicas de embarque y desembarque.
- Las actividades de ecoturismo que se realicen en la zona deberán de contener tres características: actividades de bajo impacto, generar un beneficio directo a las localidades que vecinas y generar conciencia de la importancia del sistema de manglar (educación ambiental).
- Es viable la implementación de corredores (senderos interpretativos, caminos, veredas, pasarelas elevadas) que permitan el acceso a la unidad, con fines de apreciación, educación ambiental e investigación.

- En caso de ser necesario de trazar una vía de comunicación, se deberá de realizar sobre pilotes que permitan el libre flujo hidráulico dentro del manglar, así como garantizar el libre paso de la fauna.
- Respetar la carga natural del ecosistema para turistas (estudio previo)
- Se fomentara el desarrollo de actividades de conservación

-Criterios de uso agrícola y ganadero (AG)

- Las actividades productivas agrícolas y ganaderas u otra que sea aledaño o colindante con el manglar deberá ser a una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en el cual no se permitan actividades productivas o de apoyo.
- Se prohíbe el pastoreo dentro de la zona de manglar.
- No se permitirá el cambio de uso de suelo para la siembra de pasto para la ganadería.
- Dentro del manglar o área de influencia queda prohibido utilizar compuestos químicos (fertilizantes) que contengan nitratos, potasio y fosfatos.
- Se prohíbe el uso de cualquier veneno para el combate de plagas.
- Se prohíbe verter líquidos, polvos, enterrar o tirar envases de biocidas en el suelo o cuerpos de agua.
- El control de malezas deberá hacerse usando machete, azadón u otros instrumentos mecánicos, motorizados o eléctricos.

-Criterios para uso pesquero y acuícola (PA)

- Evitar el establecimiento de granjas acuícolas en la cercanía al manglar, con el fin evitar infecciones parasitarias, virus y bacterias que provengan de estas instalaciones y puedan propagarse a la población de peces e invertebrados del sistema lagunar y generar un problema ecológico y económico.
- En caso del establecimiento de alguna granja acuícola intensiva o semiintensiva, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación.
- La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente especies nativas.
- Se prohíbe la introducción de especies exóticas acuáticas al sistema lagunar.
- No se permitirá la construcción de infraestructura acuícola en el área de manglar
- No se permitirá la construcción de infraestructura para camaronicultura, ni ningún tipo de estanquería en los humedales.

8.3 MEDIDAS DE RESTAURACIÓN

- Conocer las características del sitio (extensión de las franjas a restaurar, la topografía y batimetría; la variabilidad de los ciclos de marea, para lo cual se utilizará el calendario gráfico de marea, así como la variación máxima y mínima durante el año; además de la inundación provocada por las lluvias).
- Conocer la ecología del sitio a recuperar.
- Conocer la exposición del suelo durante la época de secas
- Conocer la salinidad del sitio.
- Conocer las modificaciones a la hidrología o presión que se ha sido agregada al sitio.

- Conocer los aportes de agua continental y el tipo de suelo en el área donde se va a restaurar.
- Seleccionar el sitio de restauración, delimitar y señalar el área.
- Si existen flujos hídricos obstruidos, restaurarlos para favorecer la entrada de agua al sitio.
- Antes de iniciar cualquier proyecto debe eliminarse la biomasa muerta, debido a que los restos de troncos y palizada al flotar con la marea pueden desarraigar o dañar las plantas.
- Conocer la disponibilidad de semillas flotantes o plántulas (propágulos) de mangles de zonas adyacentes.
- Sembrar manglar sólo si es necesario (esto solo se hará con las especies de manglar que se encuentran en el área).

8.4.- MECANISMOS DE VIGILANCIA

- Promover la participación de los habitantes de las comunidades aledañas mediante la coordinación de la PROFEPA, protección civil y de manera complementaria con otras autoridades competentes, para realizar inspecciones periódicas y planificadas con el fin de proteger los recursos naturales.
- Vigilar el cumplimiento de las políticas y lineamientos establecidos, mediante la aplicación de la normatividad ambiental vigente, la vigilancia participativa de las comunidades y la coordinación institucional.

- Garantizar la protección de los recursos naturales presentes en el área, a través de la planificación, instrumentación y ejecución de medidas de inspección y vigilancia, complementadas por medidas de educación.

8.5.- MEDIDAS DE SEGURIDAD ANTE CONTINGENCIAS

- Coordinar estrategias y elaborar programa para la prevención y control de siniestros en coordinación con la delegación estatal de SEMARNAT, PROFEPA y los gobiernos municipales de Boca del Río, Medellín y Alvarado.
- Establecer medidas de prevención y control, durante y después de las contingencias ambientales.
- Establecer mecanismos para prevenir y combatir incendios forestales.
- Se priorizara el cuidado con las zonas que colindan con las localidades y con las tierras donde se siembra caña por los incendios que son provocados para su cosecha.