

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
ARTES DE CHIAPAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

# TESIS

ESTRUCTURA DEL MANGLAR Y  
PERCEPCION DE SUS SERVICIOS  
AMBIENTALES EN DOS  
LOCALIDADES DEL SISTEMA  
LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA,  
CHIAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE  
CUENCAS

PRESENTA

RIGEL SOLIS TORRES



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
ARTES DE CHIAPAS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

# TESIS

ESTRUCTURA DEL MANGLAR Y  
PERCEPCION DE SUS SERVICIOS  
AMBIENTALES EN DOS  
LOCALIDADES DEL SISTEMA  
LAGUNAR LA JOYA-BUENAVISTA,  
CHIAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA  
Y MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS

PRESENTA

RIGEL SOLÍS TORRES

Director

M en C. EMILIO ISMAEL ROMERO BERNY

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas-Centro  
de Investigaciones Costeras

Asesores

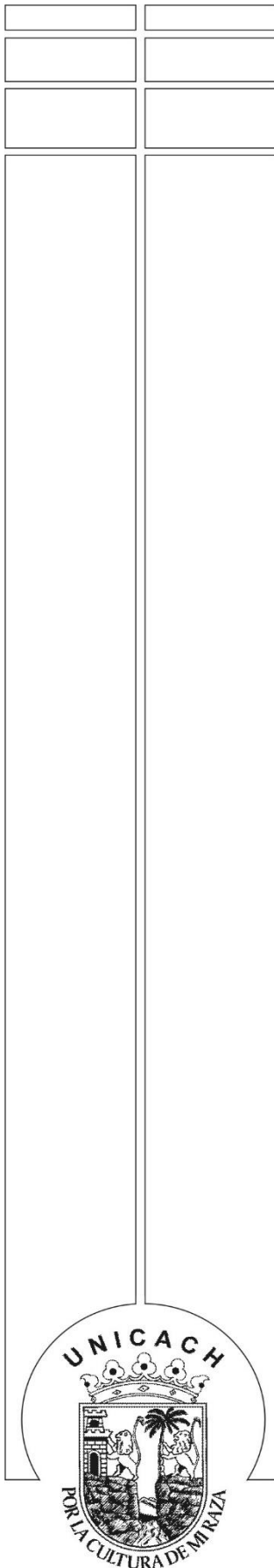
M en C. José Reyes Díaz Gallegos

M en C. Selene Lucero Aguilar Gordillo

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas-Centro  
de Investigaciones Costeras

Tonalá, Chiapas

Abril de 2017



## DEDICATORIAS

Al único Dios verdadero, Jehová, por darme la vida y permitirme conocer sus creaciones tan hermosas y complejas, como lo es el manglar.

A mi madre, María Ludivina Torres Aquino por su apoyo incondicional desde que me engendro y por confiar en mí en este logro.

A mi amado esposo Gerardo, gracias por estar presente en este logro, por tu paciencia, por tu apoyo incondicional, te amo.

A mi hija Melissa, mi motorcito, mi razón para jamás darme por vencida y cumplir mis metas y para darte un buen ejemplo.

A mis hermanos que con sus consejos me motivaron a no rendirme.

Mis sobrinos, Michelle, Valeria, Michel Ángelo, Damián, también para ustedes que siempre me han querido como si fuera su madre, ustedes también han sido la razón para mostrarles un buen ejemplo como lo es, culminar una etapa profesional que les permita forjar su futuro.

*Salmos 104:24 "Cuántas son tus obras, oh Jehová! Con sabiduría las has hecho todas. La tierra está llena de tus producciones"*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco infinitamente al M en C. Emilio I. Romero Berny por su colaboración en la realización de esta tesis, muchas gracias por su paciencia, por sacrificar su tiempo y por compartir sus conocimientos con una inexperta, para poder enseñarme a hacer un trabajo de calidad, es usted un excelente maestro y amigo.

A los asesores M en C. José Reyes Díaz Gallegos y M en C. Selene Lucero Aguilar Gordillo, por haber dedicado parte de su conocimiento en la mejora de este trabajo muchas gracias.

A la casa de estudios UNICACH por facilitar los materiales que necesitamos para el trabajo en campo y en gabinete.

Al revisor, M en C. Delmar Cancino Hernández, por sus valiosas observaciones que ayudaron a enriquecer este trabajo.

A mis compañeros Eduardo Urbina Trejo y Mauricio Montes Perianza, y al equipo del Laboratorio de Ecología de Manglares del ECOSUR, por su apoyo en el trabajo de campo. Muchas gracias colegas.

Al centro Ecoturístico El Madresal así como a las autoridades ejidales de la localidad Cabeza de Toro y Manuel Ávila Camacho por las facilidades otorgadas para realizar esta investigación.

# INDICE

I.RESUMEN.....	11
II.INTRODUCCIÓN.....	12
III.MARCO TEORICO.....	14
3.1. Generalidades sobre el manglar.....	14
3.1.1. Distribución y extensión.....	22
3.1.2 Zonación.....	23
3.1.3. Clasificación fisonómica.....	24
3.2. Servicios ambientales y su percepción.....	29
IV.ANTECEDENTES.....	31
V.HIPOTESIS.....	34
VI.OBJETIVOS.....	35
VII.AREA DE ESTUDIO.....	36
VIII.MATERIALES Y METODOS.....	38
8.1 Estructura.....	38
8.2 Evaluación de servicios ambientales.....	43
IX.RESULTADOS.....	44
9.1 Estructura general de la vegetación del manglar.....	44
9.2 Estructura de la vegetación del manglar por transecto.....	45
9.3 Percepcion de servicios ambientales.....	68
X. DISCUSIÓN.....	69
XI.CONCLUSIONES.....	74
XII.RECOMENDACIONES.....	76
XIII.BIBLIOGRAFÍA.....	77
XIV.ANEXOS.....	85

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Sistema de raíces adventicias de las que a su vez se desprenden otras más pequeñas. Presenta en la parte interna de su corteza una coloración roja.....	<b>15</b>
<b>FIGURA 2.</b> Lenticelas, se encuentran en las raíces adventicias y le permite a la planta respirar en periodos de inundación (Foto: Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).....	<b>16</b>
<b>FIGURA 3.</b> Floración de <i>Rhizophora mangle</i> . Se observa tres flores que brotan sobre un solo tallo (Foto: PRONATURA, 2015).....	<b>16</b>
<b>FIGURA 4.</b> Fruto y radícula de <i>R. mangle</i> (Foto: Tomlinson, 1980).....	<b>16</b>
<b>FIGURA 5.</b> Propágulos de <i>Rhizophora mangle</i> que sobresale del fruto aun unido a la planta (Foto: Agraz-Hernández., et al 2006).....	<b>17</b>
<b>FIGURA 6.</b> Pneumatoforos de <i>Avicennia germinans</i> .....	<b>18</b>
<b>FIGURA 7.</b> Fruto de <i>Avicennia germinans</i> (Foto: CONAFOR, 2015).....	<b>18</b>
<b>FIGURA 8.</b> Corteza de <i>Laguncularia racemosa</i> color grisácea-café (foto: Agraz-Hernández., et al 2006).....	<b>19</b>
<b>FIGURA 9.</b> Tallo con hojas simples de <i>Laguncularia racemosa</i> (foto: Agraz-Hernández., et al 2006).....	<b>20</b>
<b>FIGURA 10.</b> Vista más cercana de las diminutas florecitas que sobresalen de infrutescencias pequeñas (Foto: Agraz-Hernández et al.,2006).....	<b>21</b>

<b>FIGURA 11.</b> Tallo con hojas en forma de elipse y pequeñas nuececillas que contienen diminutas flores de <i>Conocarpus erectus</i> (Foto; Agraz-Hernández, et al 2006) .....	<b>21</b>
<b>FIGURA 12.</b> Bosque de manglar de ribera en un delta de Colombia (Foto: Renjifo Rey 2007).....	<b>24</b>
<b>FIGURA 13.</b> Bosque de manglar de Laguna Cabildo Amatal Gancho Murillo (Foto:Acosta-Velazquez, 2008).....	<b>25</b>
<b>FIGURA 14.</b> Barra de Tecoaapa Guerrero (Foto: CONABIO,SEMAR, J. Acosta-Velazquez, 2008).....	<b>26</b>
<b>FIGURA 15.</b> Muestra el perfil fisiográfico costero.Se observa el bosque de cuenca con poca influencia de agua y con presencia de <i>A. germinans</i> y <i>L. racemosa</i> (Imagen: Zaldivar-Jimenez).....	<b>27</b>
<b>FIGURA 16.</b> Bosque enano de cuenca.Nichupté, Q Roo. (Foto: CONABIO, SEMAR, J. Diaz, 2008).....	<b>27</b>
<b>FIGURA 17.</b> Bosque de manglar en Mahahual, Q. Roo. Se observa pequeños árboles de <i>R. mangle</i> . El sitio se caracteriza por ausencia de ríos, con suelo karstico e influencia de huracanes.....	<b>28</b>
<b>FIGURA 18.</b> Localización del área de estudio.....	<b>36</b>
<b>FIGURA 19.</b> Ubicación de transectos en el sistema lagunar La Joya-Buenavista.....	<b>38</b>
<b>FIGURA 20.</b> Método de puntos centrados en cuadrantes.....	<b>40</b>
<b>FIGURA 21.</b> Alturas por categoría diamétrica en el transecto El Madresal.....	<b>46</b>

<b>FIGURA 22.</b> Alturas por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 1.....	<b>47</b>
<b>FIGURA 23.</b> Alturas por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 2.....	<b>48</b>
<b>FIGURA 24.</b> Alturas por categoría diamétrica en el transecto Canal Buenavista.....	<b>49</b>
<b>FIGURA 25.</b> Alturas por categoría diamétrica en el transecto La Pampa Buenavista.....	<b>50</b>
<b>FIGURA 26.</b> Área basal por categoría diamétrica en el transecto El Madresal.....	<b>51</b>
<b>FIGURA 27.</b> Área basal por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 1.....	<b>52</b>
<b>FIGURA 28.</b> Área basal por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 2.....	<b>53</b>
<b>FIGURA 29.</b> Área basal por categoría diamétrica en el transecto Canal Buenavista.....	<b>54</b>
<b>FIGURA 30.</b> Área basal por categoría diamétrica en el transecto LaPampa Buenavista.....	<b>55</b>
<b>FIGURA 31.</b> Densidad de árboles por categoría diamétrica en el transecto El Madresal.....	<b>56</b>
<b>FIGURA 32.</b> Densidad de árboles por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 1.....	<b>57</b>
<b>FIGURA 33.</b> Densidad de árboles por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 2.....	<b>58</b>



<b>FIGURA 34.</b> Densidad de árboles por categoría diamétrica en el transecto Canal Buenavista.....	<b>59</b>
<b>FIGURA 35.</b> Densidad de árboles por categoría diamétrica en el transecto La Pampa Buenavista.....	<b>60</b>
<b>FIGURA 36.</b> Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Cabeza de Toro 1 con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por R. mangle. IC: índice de Complejidad.....	<b>62</b>
<b>FIGURA 37.</b> Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Cabeza de Toro 2 con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por L. racemosa. IC: índice de complejidad.....	<b>63</b>
<b>FIGURA 38.</b> Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Canal Buenavista con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por A. germinans. IC: índice de complejidad.....	<b>64</b>
<b>FIGURA 39.</b> Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Pampa Buenavista con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque mixto de R. mangle, L. racemosa, A. germinans, C. erectus. IC: índice de complejidad.....	<b>65</b>
<b>Figura 40.</b> Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto El Madresal con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque mixto de L. racemosa, A. germinans y R. mangle. IC: índice de complejidad.....	<b>66</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1.</b> Localización y longitud de los transectos.....	<b>39</b>
<b>CUADRO 2.</b> Clasificación de categorías diamétricas con amplitud de 5 cm.....	<b>41</b>
<b>CUADRO 3.</b> Criterio utilizado para determinar el grado de madurez del bosque de manglar a partir de número de árboles por categoría diamétrica.....	<b>43</b>
<b>CUADRO 4.</b> Índice de valor de importancia (IVI) para cinco transectos de manglar del Sistema Lagunar La Joya-Buenavista. ....	<b>45</b>
<b>CUADRO 5.</b> Características estructurales de manglar por transecto.....	<b>45</b>
<b>CUADRO 6.</b> Grado de Madurez del bosque en base al número estimado de árboles por categoría diamétrica.....	<b>61</b>
<b>CUADRO 7.</b> Valores medios de Área basal (AB) y Altura (A). Cabeza de Toro 1 (CT1), Cabeza de Toro 2 (CT2). Valor H estadístico con la prueba Kruskal-Wallis.*: diferencias significativas: $p \leq 0.05$ .....	<b>67</b>
<b>CUADRO 8.</b> Encuestas semiestructuradas sobre percepción de servicios ambientales. Prueba estadística sobre diferencias significativas entre ambas localidades con la prueba CHI2. SA: Servicios ambientales, MAC: Manuel Ávila Camacho; CT: Cabeza de Toro. Negritas: diferencia significativa.....	<b>68</b>

## I. RESUMEN

Se caracterizó la estructura y composición del manglar presente en las localidades Manuel Ávila Camacho y Cabeza de Toro, del sistema lagunar La Joya-Buenavista, Tonalá, mediante valores relativos de densidad, dominancia, frecuencia y la aplicación de índices ecológicos como el de Valor de Importancia (IVI) y Complejidad (IC). El muestreo se realizó en cinco transectos. Las especies presentes de mangles fueron *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*, con una densidad promedio de  $931 \pm 342.06$  árboles / ha, con bajo IC ( $3.11 \pm 2.42$ ) y una variabilidad estructural entre los cinco transectos. *A. germinans* presentó una mayor densidad ( $1188.3 \pm 1026.3$  árboles/ ha) y un mayor IVI (104.3), mientras que *R. mangle* presento mayor área basal ( $20.8 \pm 17$  m<sup>2</sup> / ha) y altura ( $10.4 \pm 1.3$  m). *C. erectus* tuvo un mayor diámetro DAP ( $16.6 \pm 10.8$  cm). Para conocer la percepción ambiental de los habitantes, se aplicaron encuestas semi-estructuradas a 25 habitantes por localidad. Los 50 encuestados reconocieron ocho servicios ambientales provistos por los manglares. Entre los tipos de servicios más reconocidos, la mayoría correspondieron a los de aprovisionamiento. Existieron diferencias significativas entre ambas localidades en los siguientes servicios: uso de madera y derivados, siendo más frecuentemente mencionado en Cabeza de Toro que en M. Ávila Camacho; Importancia para el turismo, paisaje y recreación, siendo más mencionados en M. Ávila Camacho que en Cabeza de Toro; y el servicio de Mantenimiento de la calidad ambiental fue más frecuentemente mencionado en M. Ávila Camacho que en Cabeza de Toro.

**Palabras clave:** Índices ecológicos, Valor de Importancia, Complejidad, Servicios ambientales

## II. INTRODUCCIÓN

Los manglares son un tipo de vegetación arbórea o arbustiva que se distribuye en la zona de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos tropicales. Debido a sus requerimientos se encuentran ubicados en la zona intermareal, bordeando la desembocadura de los ríos, canales estuarinos, lagunas costeras y bahías (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

De manera natural, la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas está determinada por diferentes factores como son: la geomorfología, salinidad, temperatura, tipo de sustrato, precipitación, aporte dulceacuícola de los ríos y la influencia de mareas. Cada especie de manglar tiene sus propias características y adaptaciones especiales, particularmente a las variaciones de periodos de inundación, salinidad e influencia de agua dulce (Lugo y Snedaker, 1974; Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Es importante destacar que los aportes de corrientes de los ríos cumplen una función muy importante en el desarrollo de los manglares, en primer lugar porque proveen nutrientes y permiten la dilución de agua marina creando condiciones estuarinas (15 ups) favorables para un desarrollo óptimo de los bosques de manglar (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

También y no menos importante es la dependencia de las variables del sustrato, como nivel de inundación, permeabilidad del suelo y la salinidad con la geomorfología del sitio y la estructura de los manglares, ya que la altura, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la cobertura se correlacionan significativamente en especies como *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* (Thom, 1967).

Los bosques de manglar son uno de los ecosistemas de mayor importancia económica, biológica y de servicios ambientales para la población humana. Desde el punto de vista de su uso directo, los manglares proporcionan materia prima utilizada con diversos fines, como madera para construcción de casas de los

pobladores locales, usos medicinales, producción de carbón vegetal y extracción de taninos (Moreno-Casasola et al., 2009). Biológicamente estos ecosistemas funcionan como hábitat para peces, crustáceos y moluscos que se alimentan del fitoplancton que se desarrolla gracias a los nutrientes que proporciona la descomposición de la hojarasca de los manglares; también son una fuente de refugio y crianza de estas especies de importancia pesquera. Los manglares proporcionan además servicios ambientales tales como absorción de bióxido de carbono, protección como barreras naturales contra inundaciones e intrusión salina, control de erosión, amortiguamiento ante los eventos hidrometeorológicos, filtradores biológicos por la remoción de nutrientes y toxinas provenientes de los ríos y descargas de aguas residuales (Agraz-Hernández et al., 2006).

Pese a la importancia de estos ecosistemas, la tasa de deforestación de los manglares ha ido en aumento, a nivel mundial se tiene una tasa de pérdida del 2% (Duke et al., 2007). Factores como la construcción de centros urbanos cercanos a la costa, turismo desordenado, desarrollo agrícola, acuícola y ganadero, contaminación por aguas residuales y desechos sólidos, y extracción de madera son factores antropogénicos que han deteriorado a este ecosistema (Agraz-Hernández y Flores-Verdugo, 2005). Es por ello la importancia de llevar a cabo estudios que permitan diagnosticar su problemática con el fin de promover el manejo sustentable de estos bosques.

La costa del estado de Chiapas destaca por sus ecosistemas de manglar. Cuenta con 256Km de línea de costa con una extensión de 46 276 ha de manglar y una riqueza de seis especies (Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012; CONABIO, 2013). Sin embargo esto contrasta con el bajo número de investigaciones ecológicas y socioambientales realizadas sobre manglares en el estado. Hasta el momento no se han llevado a cabo trabajos más específicos que den una mejor aproximación a la condición actual de la estructura de manglares en las localidades de Manuel Ávila Camacho y Cabeza de Toro. Así mismo se desconocen los servicios ambientales identificados por los pobladores de estas localidades.

### III. MARCO TEORICO

#### 3.1 Generalidades sobre el manglar

El manglar se define como la asociación de árboles llamados mangles, con distribución en las costas tropicales y subtropicales del planeta. Están adaptados para desarrollarse en suelos inundables y sujetos a intrusiones de agua marina. Sus sistemas radicales se inundan periódicamente con agua salada diluida debido a escorrentías de agua dulce o lluvias (Cintrón y Schaeffer, 1985; Tomlinson, 1994).

A nivel mundial existen 54 especies de mangle que pertenecen a 20 géneros y 16 familias de plantas estos como componentes principales, y como componentes menores se reconocen 20 especies de 11 géneros y 10 familias (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

En México se tiene registro de seis especies de manglar: *R. mangle* *A. germinans*, *L. racemosa*, *C. erectus*, y en Chiapas encontramos además de las anteriores a *Rhizophora harrisonii* y *Avicennia bicolor* (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009; Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012).

Cada una de estas especies tiene características físicas que las distinguen y ayudan a identificarlas. A continuación se describen algunas de sus características:

- ***Rhizophora mangle. L.***

También conocido como mangle rojo, es un árbol que tiene como principal característica sus raíces aéreas en forma de zanco, tronco esbelto, corteza externa con fisuras de color gris claro, un tono de color bajo las fisuras que va de rosa a rojo y alcanzan alturas que van de los 3 hasta los 35 metros (Figura 1).

Las raíces aéreas pueden superar los 5 metros por encima de la base y de estas se desprenden otras raíces más pequeñas que a su vez desprenden otras de menor tamaño formando así una red que le permite retener materia orgánica, hojas, troncos, animales muertos entre otros (Figura 1). Además ayudan a sostener a la planta de suelos muy fangosos. También en las raíces se puede observar pequeños poros llamados lenticelas que utiliza la planta para respirar (Figura 2). Este último aspecto es de vital importancia para el mangle rojo pues es un mecanismo que le ha permitido sobrevivir a los periodos de inundación (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



**Figura 1.** Sistema de raíces adventicias de las que a su vez se desprenden otras más pequeñas. Presenta en la parte interna de su corteza una coloración roja.



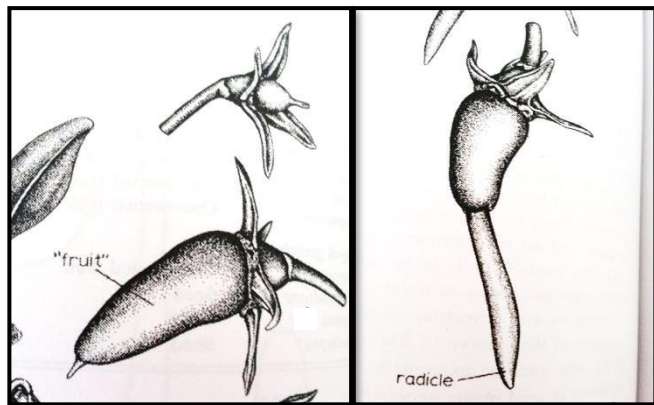
**Figura 2.** Lenticelas, se encuentran en las raíces adventicias y le permite a la planta respirar en periodos de inundación (Foto: Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



**Figura 3.** Floración de *Rhizophora mangle*. Se observa tres flores que brotan sobre un solo tallo (Foto: PRONATURA, 2015).

Su floración ocurre durante todo el año pero principalmente en primavera y verano. Sobre un tallo verde brotan de dos a cuatro flores (Figura 3). Presentan 4 Pétalos angostos de más o menos 1 cm de largo de color amarillo-verdoso, con 4 pétalos blancos angostos de unos 2 cm de largo, que con el tiempo se vuelven café claro y lanosos por dentro” (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

El fruto es ovoide de color café oscuro con una sola semilla (Figura 4). Este se forma de 2 a tres meses posterior a la polinización de la flor. Cuando la semilla germina dentro del fruto se forma una radícula o propágulo el cual comienza a crecer unido aún a la planta por viviparidad. Cuando alcanzan unos 20 o 40 cm de largo se desprenden del árbol y caen al suelo fangoso o si está inundado es dispersado por las mareas (Tovilla-Hernández *et al.*, 2002; Penington *et al.*, 2005; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



**Figura 4.** Fruto y Radícula de *Rhizophora mangle* (Foto: Tomlinson, 1980).



Los manglares han desarrollado diversos mecanismos que les permiten vivir en variadas concentraciones de salinidad. Los principales mecanismos son: exclusión de la sal de las raíces, eliminación del exceso de sal mediante secreción en sus hojas y tolerancia de altas concentraciones de sal en los tejidos de la planta (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

El mangle rojo tiene como mecanismo la exclusión de sales gracias a que tiene células especializadas que funcionan como una barrera previniendo y controlando la entrada de sales en un 99% (Jiménez, 1994). Presenta mayor adaptación a condiciones de inundación gracias a las raíces adventicias en forma de zanco, lo cual permite que parte de su raíz no quede inundada y capte el oxígeno del aire y lo lleve por el aerenquima hacia las raíces inundadas lo que favorece su buen funcionamiento. Por esta razón encontramos el mangle rojo sobre las orillas de los esteros, lagunas y en la desembocadura de los ríos (Travieso-Bello, 2005; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

- ***Avicennia germinans (L.)L.***

Conocido comúnmente como mangle negro, madre sal o mangle prieto. Es un árbol que se caracteriza por presentar un color más cenizo en sus hojas y una corteza negra, resaltándolo fácilmente en el paisaje. A su alrededor sobresalen raíces verticales en forma de tubos cortos llamados pneumatóforos, importantes para la obtención de oxígeno (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



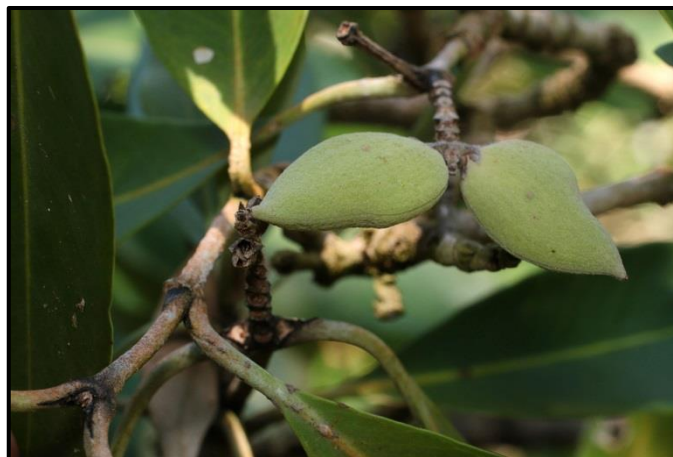
**Figura 5.** Propágulos de *R. mangle* que sobresale del fruto aún unido a la planta (Foto: Agraz-Hernández et al., 2006).

Los pneumatóforos salen de raíces horizontales que están enterradas, las cuales a su vez provienen del centro del tronco (Figura 6). Estas raíces pequeñas llegan a medir entre 20 a 30 cm de alto, con tejido esponjoso, aerenquima y lenticelas que le permiten obtener oxígeno durante las mareas bajas (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



**Figura 6.** Pneumatoforos de *Avicennia germinans*.

La floración inicia a finales de abril-mayo, a principio de la época de lluvias y entre enero y febrero que corresponde a un segundo periodo de lluvias. El propágulo es un ovalo achatado de 2.2 cm x 1.2 gr de peso promedio (Figura 7), se arraiga fácilmente a cualquier sustrato aunque tiene una tasa más baja de germinación con respecto a *R. mangle* y *L. racemosa* (Tovilla-Hernández, 2002).



**Figura 7.** Fruto de mangle negro (Foto: CONAFOR, 2015).

Tiene hojas simples, puntiagudas colocadas en lados opuestos del tallo, de color verde opaco, con el envés verde-grisáceo y cubierto de pelitos o estructuras glandulares secretoras de sal. Frecuentemente hay pequeños granos blancos de sal en el envés de la hoja, ya que presenta numerosas glándulas excretoras de sal (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Moreno-Casasola e Infante Mata, 2009).

El mecanismo que le permite a *A. germinans* sobrevivir a las fluctuantes concentraciones de salinidad es la secreción o excreción del 10% de sal que entra (Jiménez, 1994) a través de órganos particulares como las glándulas foliares epidérmicas, que de manera selectiva remueven la sal de los tejidos y mediante un mecanismo de bombeo la expulsan (INECOL 2010; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

El mangle negro es el árbol que soporta mayor concentración de sal sin embargo se le encuentra después del mangle rojo debido a que sus pneumatóforos no crecen en gran tamaño, esto indica que el agua de mareas en áreas donde hay mangle negro es muy baja (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

- ***Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f.**

Comúnmente conocido como mangle blanco. Tiene como principales características el color de su corteza gris oscuro, su tronco es recto y cilíndrico con fisuras verticales que llegan a ser más profundas a medida que crece (Figura 9). Sus hojas presentan un par de glándulas en su tallo que tienen un color que va de naranja a rojizo, la punta de la hoja es redondeada, de tamaño mediano y muy succulento. Al igual que *A. germinans* presenta raíces y pneumatóforos pero en menor cantidad, su mecanismo para controlar la salinidad es por excreción de sales mediante sus dos glándulas en el peciolo (Tovilla-Hernández, 2002; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).



**Figura 8.** Corteza de *L. racemosa* color grisácea-café (foto: Agraz-Hernández et al, 2006).

Florece y fructifica de mayo a noviembre. Su reproducción es dioica o hermafrodita (Agraz-Hernández et al, 2006). Tiene gran cantidad de flores pequeñas de color blanco aromático, están colocadas sobre una espiga en la punta de las ramas

(Figura 9). El fruto es una drupa ovoide o nuececilla, ligeramente comprimida y con costillas a lo largo. Por lo general el fruto cae y la radícula brota después de pocos días. Puede flotar y las semillas son dispersadas por el agua. Son de maduración rápida y abundante en propágulos. Los propágulos se arraigan fácilmente en cualquier sustrato con una elevada germinación (Tovilla-Hernández 2002; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009). Generalmente se ubica entre el mangle negro y el botoncillo debido a su tolerancia a la salinidad e inundación.



**Figura 9.** Tallo con hojas simples de *L. racemosa*. En su extremo sobresalen flores pequeñas blancas colocadas sobre una espiga (Foto: Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

- ***Conocarpus erectus L.***

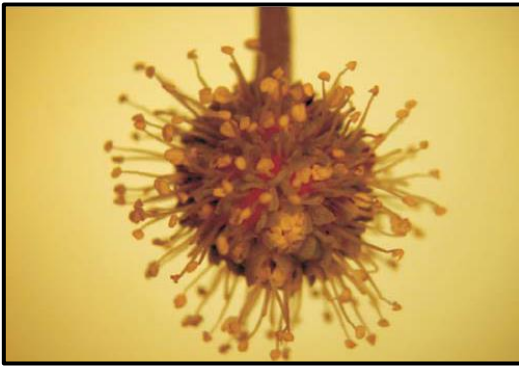
Se conoce localmente como mangle Botoncillo, es el manglar que se distribuye más hacia las afueras de la costa, estero, ribera o laguna. Presenta inflorecencias de reducido tamaño (Figura 10). Se caracteriza por presentar frutos pequeños en forma de conos redondos de color púrpura o marrón. Se producen muchas semillas que se llaman nuececillas y son aladas, ya que tienen forma de escamas con pequeñas alas (Figura 11). Son muy pequeñas y miden 1 a 3 mm de largo. Florece casi todo el año, aunque durante las lluvias es más común (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

Sus hojas son en forma de elipse (Figura 11) y miden de 3 a 8 cm de largo, en el envés de la hoja se observan puntos negros que son glándulas que aparecen en el ángulo de la nervadura principal de la hoja, también se encuentra en el tallo de las hojas que utiliza para excretar la salinidad (Tovilla-Hernández, 2002).

El mangle botoncillo a diferencia de los manglares anteriores presenta una menor adaptación a periodos de inundación y la salinidad por eso siempre habita en

zonas de menor tiempo de inundación y donde la salinidad es muy baja (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

Presenta reproducción vegetativa, no presenta neumatóforos ni raíces adventicias, su sistema de raíces es similar a la de las plantas verdaderas por lo que algunos autores le confieren las características de una planta terrestre (Tovilla-Hernández, 2002).



**Figura 10.** Vista más cercana de las diminutas florecitas que sobresalen de infrutescencias pequeñas (Foto: Agraz-Hernández *et al*, 2006).



**Figura 11.** Tallo con hojas en forma de elipse y pequeñas nuececillas que contienen diminutas flores de *Conocarpus erectus* (Foto. Agraz-Hernández *et al*, 2006).

### 3.1.1 Distribución y extensión

La distribución de los manglares se da de acuerdo a las características climáticas y fisiográficas de la costa. Se presentan en áreas donde la temperatura ambiental no es menor a los 20°C y la oscilación de ésta no es mayor a 5° C (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Existen cinco condiciones que determinan la distribución y desarrollo de los manglares, las cuales se enumeran a continuación (Walsh, 1974):

- 1.- Temperaturas cálidas. Donde la temperatura promedio del mes más frío exceda los 20 grados y la amplitud anual sea menor de 5°C.
- 2.- Sustratos aluviales. Los manglares mejor desarrollados ocurren en costas deltaicas, donde predominan lodos finos ricos en materia orgánica especialmente cuando los sedimentos son derivados de rocas volcánicas.
- 3.-Resguardo de oleaje y fuertes marejadas. Altos niveles de energía causan erosión e impiden el asentamiento de las semillas.
- 4.- Presencia de agua salada. Los manglares son halófitos facultativos que ocupan aquellos terrenos donde las plantas de hábito estrictamente terrestre no pueden desarrollarse debido a la presencia de sales. Su mayor desarrollo ocurre generalmente donde las salinidades son entre el 5 y 30%.
- 5.- Amplitud de mareas. Una amplia fluctuación de marea y un declive reducido permiten la intrusión de sal a grandes distancias tierra adentro. La amplia faja de terrenos afectados por la intrusión salina puede ser colonizada por el manglar.

En México la extensión de manglares en el 2010 fue de 764 486 hectareas (CONABIO, 2013) y se encuentra distribuido en el Pacífico, Golfo y el Caribe. Los manglares de la costa noroccidental de México y el Caribe son menos extensos y menos desarrollados que los del Golfo de México y la costa sudoccidental debido a que la costa noroccidental es más accidentada y tiene acantilados, playas cortas y plataforma continental muy estrecha, por el contrario el Golfo de México tiene una plataforma continental más extensa y una llanura aluvial (López-Portillo y

Ezcurra, 2002). En el Caribe de México, su distribución y desarrollo se ve limitado por factores como el suelo kárstico que presenta, falta de nutrientes debido a la ausencia de escurrimientos superficiales y por la presencia constante de eventos hidrometeorológicos (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

### **3.1.2 Zonación**

Existen muchos estudios que han contribuido a caracterizar la zonación como el resultado de los diferentes grados de adaptación de las especies de manglares a las condiciones de salinidad, inundación e hidropериodo los cuales a su vez están determinadas por la microtopografía del sitio, aunque también, la zonación puede ser consecuencia conjunta del potencial de dispersión propágulos, de la respuesta de las especies a factores abióticos y de las interacciones competitivas intraespecíficas (Rabinowitz, 1978; López-Portillo y Ezcurra, 2002; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

Sobre las características adaptativas de los manglares, el mangle rojo se distingue por tener raíces en forma de zanco y un mecanismo de exclusión de sales, lo que hace posible que lo encontremos en las orillas de esteros, en el borde de lagunas o ríos; el mangle negro presenta raíces neumatóforos cortos, característica que la hace menos tolerante a periodos de inundación pero debido la presencia de glándulas excretoras de sal en sus hojas es tolerante a altas concentraciones de salinidad, estas características hacen que el mangle negro se ubique detrás del mangle rojo; El mangle blanco al tener menor cantidad de neumatóforos y menor tolerancia a la salinidad se le encuentra después del mangle negro. Y por último el mangle botoncillo se encuentra hacia tierra adentro después del mangle blanco por no soportar inundación y altas concentraciones de salinidad (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

### 3.1.3 Clasificación fisonómica

Las variaciones de las especies a nivel de comunidad también se reflejan en patrones estructurales que permiten agrupar a los manglares en tipos fisonómicos. Aún es usada la clasificación propuesta por Lugo y Snedaker (1974):

#### ❖ Manglares ribereños

Se desarrollan a lo largo de los causes de los ríos y zonas bajas de los mismos, influenciados por las mareas y agua salada o salobre. Alcanzan un máximo desarrollo estructural por encontrarse en condiciones ambientales óptimas para el manglar; el dosel puede superar los 30 m de altura, área basal de 41.3 m<sup>2</sup> ha y densidades de 1730 árboles ha (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). Los géneros dominantes son *Rhizophora*, *Avicennia* y *Laguncularia*.



**Figura 12.** Bosque de manglar de Ribera en un delta de Colombia (Foto: J.M. Renjifo-Rey, 2007).



❖ Manglares de borde

“Son los que se encuentran a las orillas de lagunas costeras, estuarios o bahías. En este tipo fisionómico se puede observar una zonación de *R. mangle* y/ o *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*, si existe pendiente topográfica e influencia de mareas” (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).



**Figura 13.** Bosque de manglar en Laguna Cabildo Amatal-Gancho Murillo (Foto: Acosta-Velazquez, 2008).

❖ Manglares de barra o sobrelavado

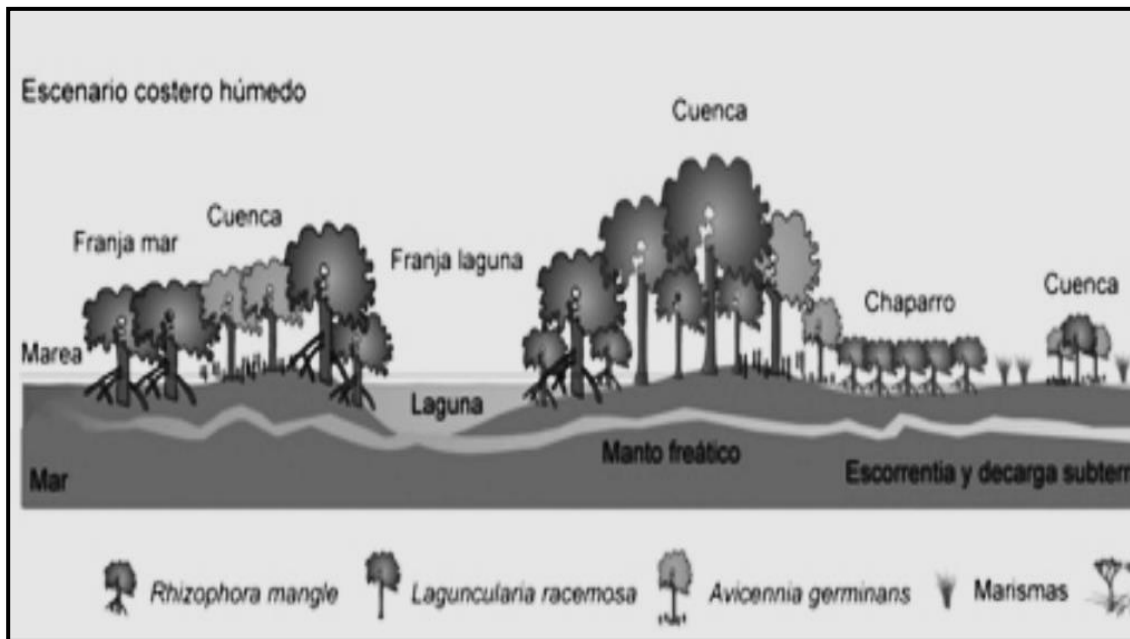
Tienen la característica de bordear barras arenosas, islas o islotes; presentan un menor desarrollo al existir remoción de nutrientes por el oleaje, estructuralmente son muy semejantes a los manglares de borde y están compuestos por los géneros *Rhizophora* y *Avicennia* (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).



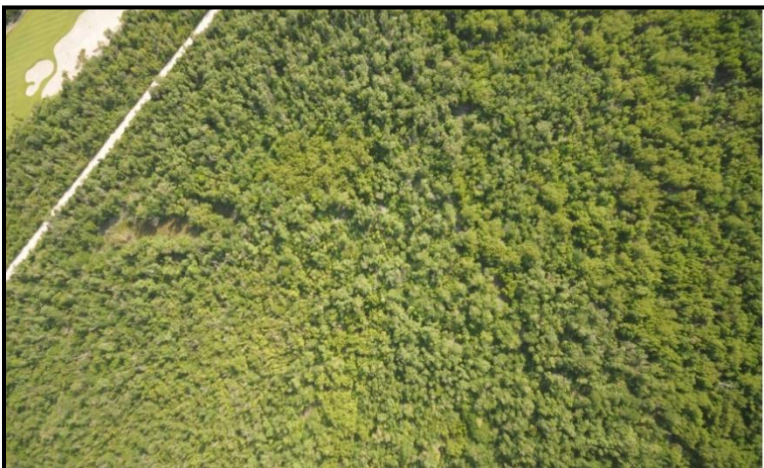
**Figura 14.** Barra de Tecoaapa, Guerrero. (Foto: CONABIO, SEMAR, J. Acosta-Velázquez, 2008).

❖ Manglares de cuenca o batea

Se desarrollan por lo general en cuencas, en las cuales el intercambio de la masa de agua es lento y el material liberado se acumula en el fondo de la cuenca. La evaporación provoca una mayor concentración de sal en el sustrato. Se reportan alturas de dosel de 9 m, área basal de 18.5 m<sup>2</sup> ha y densidad de 3850 árboles ha (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). Predominan los géneros *Avicennia* y *Laguncularia* según la salinidad del suelo.



**Figura 15.** Muestra de un perfil fisiográfico costero. Se observa el bosque de cuenca con poca influencia de agua y con presencia de *A. germinans* y *L. Racemosa*. (Imagen: Zaldivar-Jimenez)



**Figura 16.** Bosque enano de cuenca. Nichupté, Q. Roo. (Foto: CONABIO-SEMAR, J. Díaz, 2008)

❖ Manglares enanos o de matorral

Se desarrollan en zonas marginales, sobre sustratos poco favorables como plataformas de rocas sedimentarias y coralinas, sitios con ausencia de ríos o en regiones con condiciones ambientales extremas, como por ejemplo de climas áridos; con baja temperatura estacional y suelos con alta concentración de sal por elevada evaporación. No sobrepasan los 4m de altura y presentan desarrollo anormal a causa del estrés. Presentan una baja área basal y muy elevadas densidades, de hasta 25, 030 árboles ha (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). Son bosques altamente susceptibles a tensores adicionales. Se encuentran dominados principalmente por el género *Avicennia* (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2004).



**Figura 17.**-Bosque de manglar en Mahahual, Q. Roo. Se observa pequeños árboles de *R. mangle*. El sitio se caracteriza por ausencia de ríos, suelo karstico y constante influencia de huracanes.

### **3.2 Servicios ambientales y su percepción**

Los servicios ambientales son beneficios que las personas obtienen, directa o indirectamente de las funciones de los ecosistemas, en este caso de los manglares, y que producen bienestar humano (Costanza *et al.*, 1997; MEA, 2003; Hiraes, 2009). El bienestar humano es una condición contraria a la pobreza y comprende elementos como son: materiales básicos para vivir (alimento), salud (acceso al agua limpia), buenas relaciones sociales (respeto mutuo), seguridad (seguridad ante desastres) y libertad de elección (que elegir y cuanto consumir). Este bienestar se relaciona con cuatro tipos de servicios ambientales que son: de aprovisionamiento (productos obtenidos del ecosistema), de regulación (beneficios obtenidos de procesos de regulación del ecosistema), culturales (beneficios no materiales obtenidos del ecosistema), y de soporte (servicios necesarios para la producción de todos los demás servicios) (MEA, 2003; Hiraes, 2009).

Hiraes (2009) menciona que existen estudios recientes que han dado énfasis en la necesidad de identificar servicios ambientales de los manglares, con el fin de conocer la dependencia de las comunidades costeras hacia estos o, en general, para destacar lo esencial que son para el bienestar humano.

Uno de esos estudios es la percepción ambiental que se define como el estudio de la toma de conciencia del hombre sobre el medio ambiente e integra a las ciencias naturales como “hechos objetivos y su realidad” con las ciencias sociales y humanas como “hechos subjetivos y su realidad” (UNESCO, 1985).

Las percepciones ambientales están asociadas al estilo de vida de los pobladores, su cultura y costumbres, así como al modo de producción y aprovechamiento de sus recursos naturales de subsistencia prevaleciente en cada uno de sus hábitats.

Meulen *et al.*, (1996) refiere que el estudio de la percepción del ambiente puede ayudar a los individuos a proporcionar herramientas para una mayor y mejor conservación de los recursos naturales.

Uno de los aspectos clave para la planeación del manejo costero es identificar a los servicios ambientales de los manglares y el grado de dependencia de las poblaciones humanas hacia estos (Sanjurjo y Welch-Casas, 2005). Además de los servicios de origen ecosistémico, existen los de tipo recreacional y paisajístico (Acharya, 2002). En algunos países del Caribe, el turismo asociado a los humedales costeros es la principal fuente de ingreso y se ha estimado un valor económico de los manglares en beneficios directos e indirectos de hasta 125, 000 dólares por hectárea (Flores-Verdugo y Agraz-Hernández, 2002).

## IV. ANTECEDENTES

A nivel mundial se han realizado varias investigaciones sobre estructura de los manglares a partir de la comparación de variables e índices como el de Valor de Importancia y el de Complejidad. El trabajo de Pool et al. (1977) es de gran importancia para México y América ya que propone la metodología para el estudio estructural de manglares que se sigue usando hoy día.

Para México se han hecho estudios sobre estructura en algunas áreas importantes de manglar en los estados de Baja California Sur (Acosta-Velázquez y Ruíz-Luna, 2007), Sonora (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2004), Sinaloa (Flores-Verdugo *et al.*, 1987), Jalisco (Estrada-Durán *et al.*, 2001), Colima (Jiménez y Quiróz, 1996), Veracruz (Vázquez-Lule *et al.*, 2009; Hernandez-Trejo, 2009; Agraz-Hernández *et al.*, 2011), Tabasco (Corella *et al.*, 2004), Campeche (Day *et al.*, 1987), Yucatán (Zaldívar-Jiménez *et al.*, 2004) y Quintana Roo (Tovilla-Hernández *et al.*, 2009).

Para la costa de Chiapas los estudios publicados más importantes sobre estructura del manglar son:

Ramírez-García y Segura-Zamorano (1994), quienes estudiaron el manglar de la laguna Panzacola y determinaron que las especies se distribuyen a través de un gradiente salino.

Montes-Cartas *et al.*, (1999), también realizaron un estudio sobre estructura del manglar en cuatro sistemas lagunares de la costa de Chiapas y concluyeron que tanto la salinidad como los aportes de agua dulce influyen en la distribución de los manglares y la fisionomía de estos en diferentes puntos de la costa de Chiapas.

Tovilla-Hernández y Romero-Berny (2012), realizaron un diagnóstico estructural de Chiapas y Oaxaca, determinaron que para el estado de Chiapas hubo una mejor conservación y desarrollo estructural de manglares gracias a que existe una mayor precipitación, aporte de ríos y por la declaratoria de más del 55% del litoral de Chiapas como Reservas de la Biosfera.

En el diagnóstico sobre estructura del manglar realizado por Tovilla-Hernández y Romero-Berny (2012) se determinó que en la zona costera del estado de Chiapas se encuentran la mayor riqueza de manglares en México debido a la presencia de estas cinco especies de manglares antes mencionados, reportándose además la presencia de *Avicennia bicolor*.

También en este mismo estudio se determinó que la diversidad de los manglares disminuye con el incremento de la salinidad, en sitios menos salinos hay mayor presencia de bosques mixtos, y sin embargo en sitios más salinos son ocupados por bosques de manglar monoespecíficos de *Avicennia germinans*. De modo que para las especies de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* incrementan su desarrollo en sitios de salinidades menores (Romero-Berny y Tovilla-Hernández, 2009).

Respecto a estudios sobre percepción socioambiental, el realizado por Lutz et al. (1999) en donde compararon la percepción y actitudes de individuos adultos de zonas rurales y urbanas canadienses hacia áreas silvestres no cultivadas. Se encontró que la percepción es diferente para cada grupo; los individuos rurales visitan con más frecuencia dichas zonas y los urbanos las utilizan sólo para actividades recreativas. Sin embargo, ambos grupos manifiestan una actitud positiva hacia el uso de estas áreas y una gran preocupación ambiental.

También se ha comprobado que la forma como se percibe el medio natural, influye en las diferencias entre los individuos que reportan en lo verbal y las acciones que realizan de manera voluntaria hacia el medio. En un trabajo realizado con adolescentes alemanes en percepción ambiental se evaluaron las actitudes y conductas de los individuos hacia la naturaleza. Se encontró que los sujetos reportaron verbalmente una acción hacia su medio ambiente (actitud) con más frecuencia que la realización misma de esa acción (conducta). En ese trabajo la única diferencia estadísticamente encontrada fue en el compromiso verbal de los adolescentes rurales; es decir ellos, a diferencia de los urbanos, no tuvieron una mejor predisposición para realizar acciones de manera voluntaria. Se cree que influyo la mejor educación reportada, es decir que la gente con mayor grado de



escolaridad tiene más información en cuanto a los problemas ambientales que aquejan a su comunidad (Bogner y Wiseman, 1997).

El estudio sobre percepción de los servicios ambientales de los manglares en Xcalak- Mahahual realizado por Hiraes (2009), evidencia que los tipos de servicios ambientales (Aprovisionamiento, Cultural, Regulación y Soporte) percibidos por los pobladores dependen de que estos sean tangibles o que tengan valor en el mercado; Además de que pueda ser aprovechado por las personas. Por ejemplo en ambas localidades se concluyó que debido a las regulaciones impuestas por la legislación ambiental vigente que restringe el uso directo del manglar y la condición del lugar como parque nacional, originan que las personas ya no usen el manglar como fuente de aprovisionamiento y en su resultado se reconoció más su valor como de regulación, cultural y de soporte.

## **V. HIPÓTESIS**

Cada especie de manglar responde estructuralmente a condiciones ambientales específicas, por lo tanto se espera que las principales diferencias estructurales (altura y área basal) ocurran entre las distintas especies que componen al manglar.

Las diferencias de diversificación económica entre Cabeza de Toro y Manuel Ávila Camacho influyen en los servicios ambientales del manglar que perciben los pobladores de ambas localidades.

## **VI. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

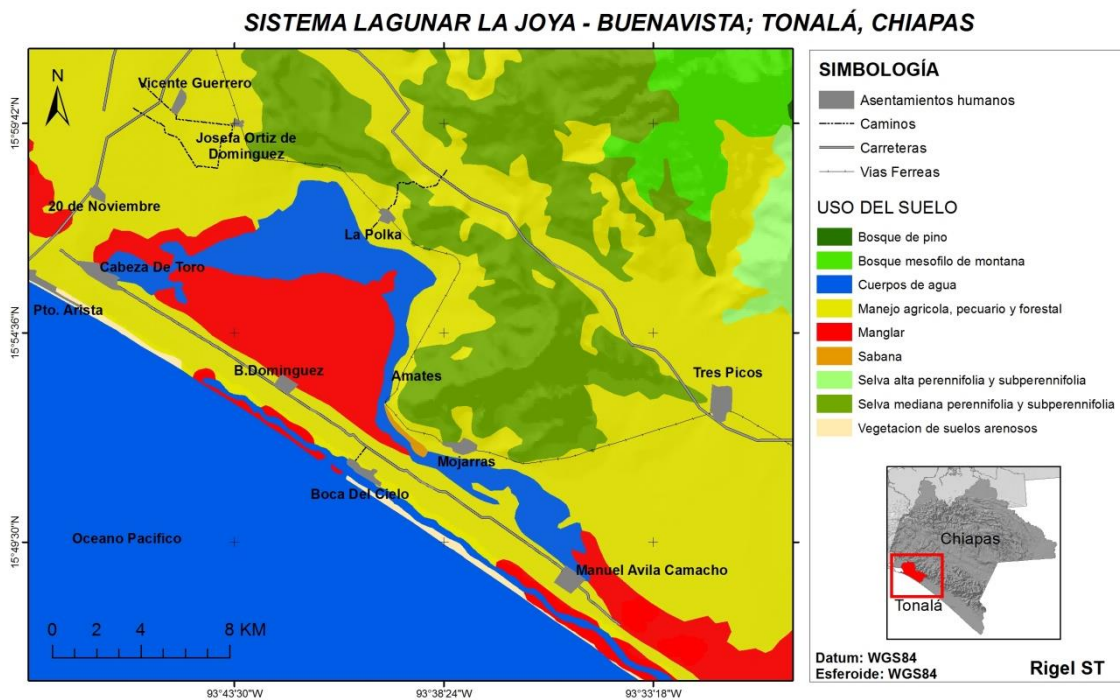
Describir la estructura de los manglares en dos localidades del sistema lagunar La Joya-Buena Vista y evaluar el tipo de servicios ambientales que perciben los pobladores de las localidades Manuel Ávila Camacho y Cabeza de Toro.

### **5.2 Objetivos específicos**

- ❖ Caracterizar la estructura y composición de la vegetación de manglar en el sistema lagunar La Joya-Buena Vista mediante valores relativos de densidad, dominancia, frecuencia y la aplicación de índices ecológicos.
- ❖ Determinar los servicios ambientales que perciben los pobladores de las dos localidades acerca del manglar.
- ❖ Describir diferencias de las percepciones ambientales sobre el manglar entre las dos localidades estudiadas

## VII. AREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar estuarino La Joya- Buenavista se localiza en el municipio de Tonalá, Chiapas, entre las coordenadas 15° 48' - 15° 59' N y 93° 32' - 93° 47' O. El sistema se compone por varios cuerpos lagunares someros interconectados llamados Pampita-Cabeza de Toro, La Joya y Buenavista (Figura 12). Estos presentan conexión permanente con el mar y el estero Boca del Cielo a través del canal artificial de San Marcos (Contreras y Zabalegui, 1991).



**Figura 18.** Localización de área de estudio.

La localidad de Cabeza de Toro se ubica en las coordenadas 15° 55' 58.00'' latitud y 93° 46' 49.00''. Presenta una población de 3413 habitantes, 1724 hombres y 1689 mujeres.

La localidad de Manuel Ávila Camacho (Ponte Duro) se ubica en las coordenadas 15° 48' 46.000'' latitud y 93° 35' 21.0012'', con una población de 1866 habitantes, 917 hombre y 949 mujeres (VIVE MX, 2015). En esta localidad opera el centro

ecoturístico El Madresal, que desarrolla actividades de turismo ecológico y conservación (Grupo ecoturístico El Madresal, 2015).

La hidrología del sistema está influida por el océano Pacífico, el istmo de Tehuantepec y la Sierra Madre de Chiapas, la cual se extiende paralela al mar, a una distancia que varía de 15 a 40 km. Recibe el aporte de los ríos Zanatenco, Ocuilapa, Pedregal y varios arroyos estacionales.

El clima es cálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano y precipitaciones pluviales promedio de 1 600 mm anuales, con temperaturas medias anuales de 29°C (Contreras y Zabalegui, 1991). Durante los meses de invierno la región se ve afectada por vientos dominantes del norte conocidos localmente como “Tehuantepecanos” con rachas que rebasan los 90 km/h (Romero-Centeno et al., 2003; Gellida-Esquinca y Moguel-Viveros, 2007; Ramos-Cruz, 2008).

Los tipos de vegetación presentes en el área son el manglar, pastizal halófito y selva media subperennifolia, marismas (CONABIO, 2013).

Las especies características del área son: tortuga prieta *Chelonia agassizii*, aves acuáticas migratorias, anfibios, cocodrilos y variedad de peces (Ovalle-Estrada y Vásquez-Lule, 2009).

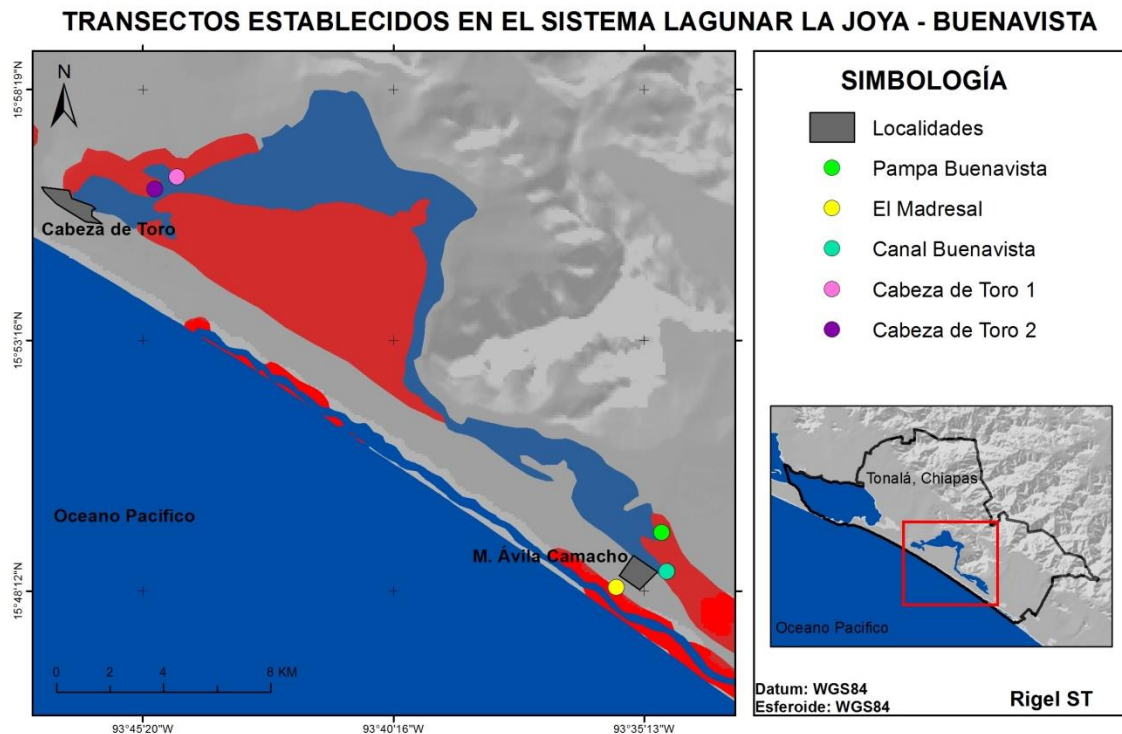
Las principales actividades socioeconómicas que se realizan en el sistema lagunar La Joya-Buenavista son: la pesca, agricultura, cultivo de mango, ganadería bovina extensiva para leche y carne, turismo de playa, aprovechamientos forestales no controlados y acuicultura. Además en este sistema existen 13 cooperativas de producción pesquera con aproximadamente 2444 pescadores. La pesca se enfoca al camarón de estero *Litopenaeus vannamei* y en menor escala a peces como robalos, lisas, mojarra marinas y mojarra de agua dulce (Gellida-Esquinca y Moguel-Viveros, 2007; Ovalle-Estrada y Vásquez-Lule, 2009).

## VIII. MATERIALES Y METODOS

### 8.1 Estructura

Debido a que a nivel mundial se han realizado varias investigaciones sobre estructura de los manglares a partir de la comparación de variables e índices como el de Valor de Importancia y el de Complejidad. Se estableció este mismo método para determinar la estructura del manglar en el sistema lagunar La Joya-Buenavista.

Para caracterizar la estructura, se ubicaron sitios de manglar con mayor cobertura en el sistema La Joya-Buenavista utilizando el software Google Earth.



**Figura 19.** Ubicación de transectos en el sistema lagunar la Joya-Buenavista

Se establecieron 5 transectos, los cuales se describen en el Cuadro 1:

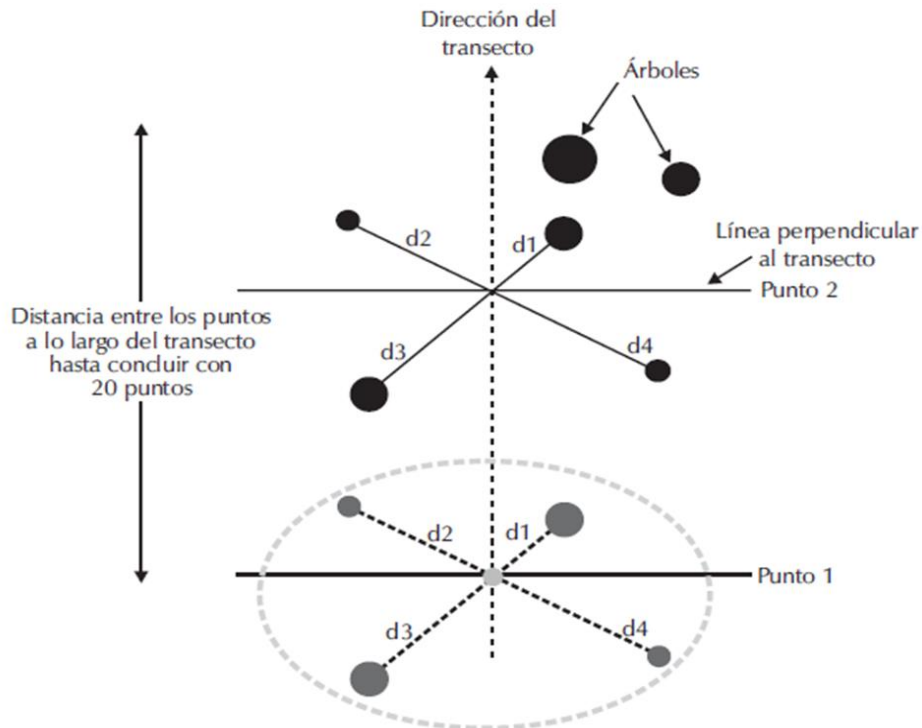
**Cuadro 1.** Localización y longitud de los transectos.

Nombre del transecto	Localización (UTM)				Longitud (m)
	Inicio		Termino		
<b>El Madresal</b>	436158.00	1747425.00	436086.70	1747526.69	125
<b>Cabeza de Toro 1</b>	420384.2	1762750.1	420516.35	1762831.6	150
<b>Cabeza de Toro 2</b>	419585.34	1762298.07	419505.6	1762345.45	125
<b>Canal Buenavista</b>	437973.75	1748015.55	438095.17	174835.32	150
<b>Pampa Buenavista</b>	437795.16	1749470.78	437967.49	1749571.01	200

- Se utilizó el método de puntos centrados en cuadrantes (Ramos-Durón et al., 2004), método que permite una mejor caracterización cualitativa y cuantitativa de la distribución de las especies y resulta menos costoso en términos de tiempo y disponibilidad de personal (Tello-Espinoza et al., 2006). Se trazaron los puntos de muestreo sobre el transecto a equidistancias de 25 m. Cada punto sobre el transecto se dividió de forma imaginaria en cuatro cuadrantes (Figura 13).
- En cada cuadrante se midió la distancia en metros del árbol más cercano al centro del cuadrante. Las especies de mangle fueron identificadas *in situ* utilizando la guía de campo de Agraz-Hernández et al. (2006).
- Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) de cada árbol con una cinta diamétrica, considerando en el muestreo únicamente a aquellos con un  $DAP \geq 2.5$  cm. En *R. mangle* el DAP se tomó sobre el fuste encima de las raíces aéreas, y para *A. germinans*, *L. racemosa*, *C. erectus* y especies asociadas a 1.3 m del suelo.
- Se midió la altura de los árboles. En el transecto 1 la altura fue medida con un clinómetro casero tomando lectura del ángulo y posteriormente

calculando la altura mediante relación trigonométrica. Para el resto de los transectos se contó con un clinómetro marca Suntoo.

- En cada punto se midió la salinidad del agua (superficial o intersticial) con un multiparámetro YSI y la microtopografía (altura con respecto al nivel del suelo) con un nivel de manguera



**Figura 20.** Método de puntos centrados en cuadrantes. Cuatro distancias son medidas, uno por cada punto cardinal de la cruceta. Estas distancias serán de los árboles que se encuentren más cerca del punto central de la cruceta y de cada árbol es medido su diámetro (cm), identificado la especie y altura (m). Los árboles medidos no son tomados para la siguiente determinación (punto) (Tomado de Agraz- Hernández et al., 2006).



- Se calculó el área basal en m<sup>2</sup> ha con la siguiente fórmula (Ramos-Durón et al., 2004):

$$\text{Área basal} = \pi / 4 (10\ 000) (\text{DAP})^2$$

En donde:

$$\pi = 3.1416$$

DAP = Diámetro a la altura del pecho en cm

- Se estimó la densidad de arbolado mediante las siguientes fórmulas (Cottam y Curtis, 1956):

$$\text{Densidad absoluta (árboles por hectárea)} = 10\ 000 / \text{Área media}$$

$$\text{Área media} = (\Sigma \text{Distancias de todos los árboles} / \text{Número de árboles})^2$$

- La información estructural se clasificó en categorías diamétricas de 5 cm de amplitud y se utilizó el siguiente criterio para representarlo en gráficas:

**Cuadro 2.** Clasificación de categorías diamétricas con amplitud de 5 cm.

<b>Categoría diamétrica</b>	<b>Diámetro (cm)</b>
<b>1</b>	<b>2.5-7.5</b>
<b>2</b>	<b>7.6-12.6</b>
<b>3</b>	<b>12.7-17.7</b>
<b>4</b>	<b>17.8-22.8</b>
<b>5</b>	<b>22.9-27.9</b>
<b>6</b>	<b>28-33</b>
<b>7</b>	<b>33.1-38.1</b>
<b>8</b>	<b>38.2-43.2</b>
<b>9</b>	<b>43.3-48.3</b>
<b>10</b>	<b>&gt;48.4</b>

- Para conocer la importancia ecológica de cada especie se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) con la siguiente fórmula (Curtis y MacIntosh, 1951):

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

En donde (Ramos-Durón et al., 2004):

Frecuencia relativa = (Número de veces en los que ocurre una especie / Número total de ocurrencias de todas las especies) x 100

Densidad relativa = (Número de árboles de una especie / Número total de árboles de todas las especies) x 100

Dominancia relativa = (Área basal total de una especie / Área basal total de todas las especies) x 100

- Se estimó el Índice de Complejidad (IC), el cual se utiliza como una medida indirecta del grado de conservación de un manglar, mediante la siguiente fórmula (Holdridge, 1967):

$$IC = (H \times AB \times D \times S) / 1000$$

En donde:

H = Altura promedio del total de árboles

AB = Área basal promedio para 0.1 ha

D = Densidad de árboles para 0.1 ha

S = Número de especies

- Se compararon los valores estructurales de cada especie entre transectos mediante análisis de varianza no paramétricos de Kruskal-Wallis.

- Se realizó una clasificación del grado de madurez del bosque de manglar basada en Valdéz-Hernández (2004) a partir del número de árboles por categoría diamétrica y considerando el criterio de mayor a 60% de arbolado:

**Cuadro 3.** Criterio utilizado para determinar el grado de madurez del bosque de manglar a partir de número de árboles por categoría diamétrica.

<b>Estadío</b>	<b>% de arbolado</b>	<b>DAP (cm)</b>
Juvenil	=>60	2.5-17.7
Juvenil-maduro	=>60	17.8-33
Maduro	=>60	33.1-43.2
Senil	=>60	>43.3

## 8.2 Evaluación de servicios ambientales

Para conocer la percepción de los habitantes acerca de los servicios ambientales que reciben del manglar, se aplicó una encuesta semiestructurada a 50 habitantes de las localidades Cabeza de Toro y Manuel Ávila Camacho. El muestreo se basó en Hiraes (2009) y consistió en el método “Bola de nieve” (Berg, 1986), en el cual se localizó y consultó a un informante clave que cumpliera con el criterio principal de ser nativo de la localidad o con un tiempo de residencia mayor a 10 años. Posteriormente se solicitó al informante que recomendara a otras personas, ya sea pescadores o usuarios directos del manglar, que pudiesen participar con la encuesta. De este modo se obtiene un tamaño de muestra teórico con informantes clave. Los servicios ambientales percibidos por los pobladores se agruparon en categorías de acuerdo a la clasificación de MEA (2003). Se compararon los servicios percibidos entre las dos localidades con una prueba de chi-cuadrada.

Los estadísticos descriptivos se realizaron el software Excel 2013. Las pruebas estadísticas fueron realizadas con el software PAST 3.01 (Hammer et al., 2001).

## IX. RESULTADOS

### 9.1 Estructura general de la vegetación del manglar

Para los manglares del sistema lagunar La Joya-Buenvista se estimó un promedio de  $931 \pm 342.06$  árboles /ha. Las áreas de manglar que comprenden las comunidades de Manuel Ávila Camacho y Cabeza de Toro se componen por cuatro especies de mangles: *R. mangle*, *L. racemosa*, *C. erectus* y *A. germinans*, registrándose un árbol de la familia Fabaceae como especie asociada al manglar. Por especie, la que presentó un mayor Valor de Importancia para todo el sistema fue *A. germinans* (IVI: 104.3, Densidad:  $1188.3 \pm 1026.3$  árboles/ ha), seguida de *R. mangle* (IVI: 99.1, Densidad:  $896 \pm 166.5$  árboles/ ha), *L. racemosa* (IVI: 58.3, Densidad:  $1739 \pm 751$  árboles/ha), *C. erectus* (IVI: 33.9, Densidad:  $396.3 \pm 231.9$  árboles/ha) y finalmente la Fabaceae (IVI: 4.4, Densidad: 891 árboles/ha) (Cuadro 4).

Del total de alturas estimadas por especie, la que presentó un mayor valor promedio fue *R. mangle* ( $10.4 \pm 1.3$  m), seguida de *A. germinans* ( $8 \pm 0.4$  m), *L. racemosa* ( $7.6 \pm 1$  m) y *C. erectus* ( $4.4 \pm 1.5$ ).

Para el DAP, la especie que presento un mayor diámetro promedio fue *C. erectus* ( $16.6 \pm 10.8$  cm), seguido de *R. mangle* ( $16.5 \pm 5.3$  cm), *L. racemosa* ( $16.1 \pm 6.5$  cm) y *A. germinans* ( $13.2 \pm 3.5$  cm).

Se estimó el área basal total para cada especie, presentándose el mayor valor para *R. mangle* ( $20.8 \pm 17$  m<sup>2</sup> /ha), seguido de *A. germinans* ( $7.5 \pm 5.1$  m<sup>2</sup> /ha), *L. racemosa* ( $6.9 \pm 6.2$  m<sup>2</sup> /ha) y *C. erectus* ( $1.5 \pm 1.1$  m<sup>2</sup> /ha).

**Cuadro 4.** Índice de Valor de Importancia (IVI) para cinco transectos de manglar del Sistema Lagunar la Joya-Buenavista. Frec. %: Frecuencia relativa; Den %: Densidad relativa; Dom. %: Dominancia relativa.

Índice de Valor de Importancia					
Especie	Frec %	Den %	Dom %	IVI	IVI %
Ag	36.4	36.4	31.41	104.3	34.8
Rm	36.4	36.4	26.22	99.1	33
Lr	19.5	19.5	19.35	58.3	19.4
Ce	5.9	5.9	22.01	33.9	11.3
Fabaceae	1.7	1.7	1.02	4.4	1.5
				<b>300</b>	<b>100</b>

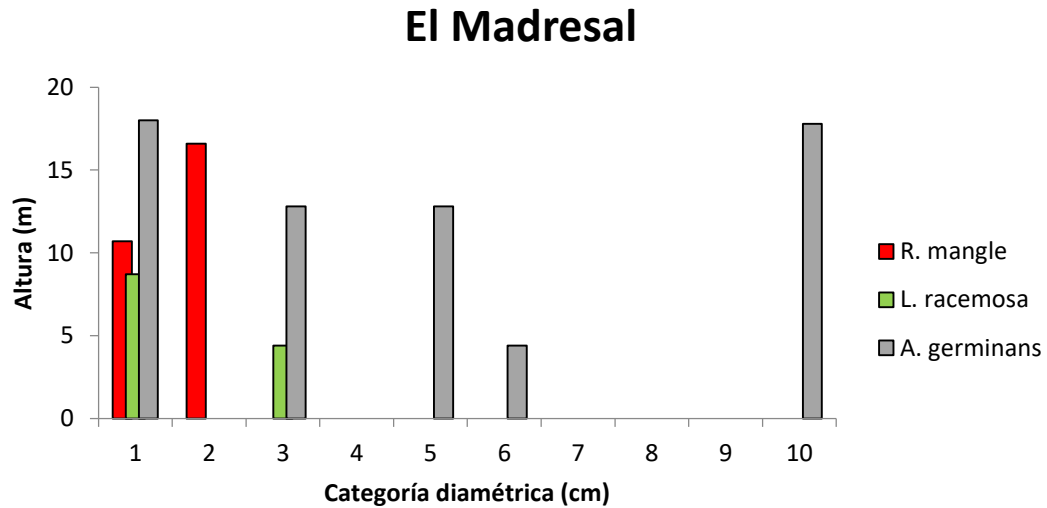
## 9.2 Estructura de la vegetación del manglar por transecto

Se estimaron las características estructurales por transecto que se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro5.** Características estructurales de manglar por transecto. Rm: *Rhizophora mangle*, Lr: *Laguncularia racemosa*, Ce: *Conocarpus erectus* Ag: *Avicennia germinans*, Fa: Fabaceae. A: Altura (m±DE); AB: área basal (m<sup>2</sup> ha. ± DE); D: Densidad; IVI: Índice de Valor de Importancia; IC: Índice de Complejidad.

Transecto	A	AB	D	IVI					IC
				Rm	Ag	Lr	Ce	Fa	
El Madresal	12.631 ±9.28	1.43 ±3.32	1315	82.3	148.1	69.6	-	-	7.13
Cabeza de Toro 2	8.02 ± 3.54	0.96 ± 0.68	1080	78.9	57.6	142.8	20.7	-	3.33
Cabeza de Toro 1	10.50 ± 4.38	1.10 ± 1.13	1096	262.2	-	37.8	-	-	2.52
Pampa	8.13 ± 4.54	0.90 ± 1.02	462	89.9	121.9	38.5	36.9	12.9	1.70
Canal	8.17 ± 3.07	0.51 ± 0.62	703	19.9	261	-	18.9	-	0.88
<b>PROMEDIO</b>	<b>9.5±2</b>	<b>0.98±0.33</b>							<b>3.11±2.42</b>

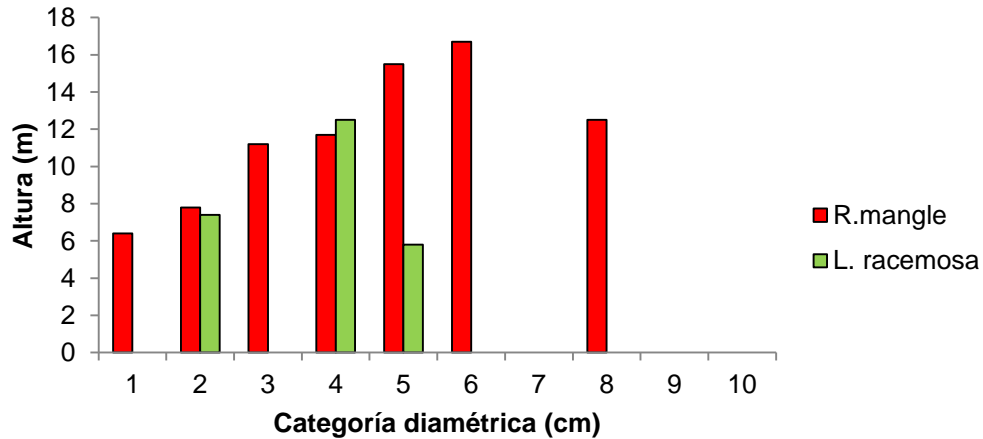
Se presentan las alturas de los arboles por categoría diamétrica y especie para cada transecto en las siguientes Figuras 20-24.



**Figura 21.** Alturas por categoría diamétrica en el transecto El Madresal

En El Madresal (Figura 21) se observa la presencia de tres especies; *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*. *R. mangle* se encontró en las categorías diamétricas 1 y 2 (2.5-7.5cm y 7.6-12.6 cm respectivamente), con un promedio en altura de 13.6 m. *L. racemosa* se presentó en las categorías 1 y 3 (2.5-7.5 cm y 12.7-17.7cm) con un promedio de altura de 6.5 m. Y la especie que tuvo más presencia fue *A. germinans* en las categorías 1, 3, 5,6 y 10 con promedio en altura de 13.16 m.

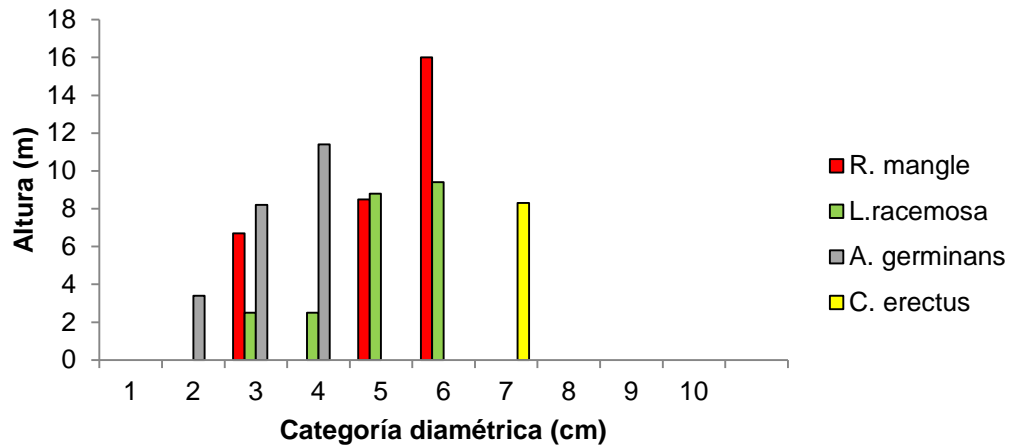
## Cabezade Toro1



**Figura 22.** Alturas por categoría diamétrica en el transecto Cabeza de Toro 1

En Cabeza de Toro 1, (Figura 22) se observa a 2 especies: *R. mangle* y *L. racemosa*. La especie con mayor presencia fue *R. mangle* en las categorías 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8 (2.5- 43.2 cm) y con altura promedio de 11.6 m, *L. racemosa* en las categorías 2, 4 y 5 (12.6-27.9 cm) con promedio de altura de 8.5 m.

## Cabeza deToro 2

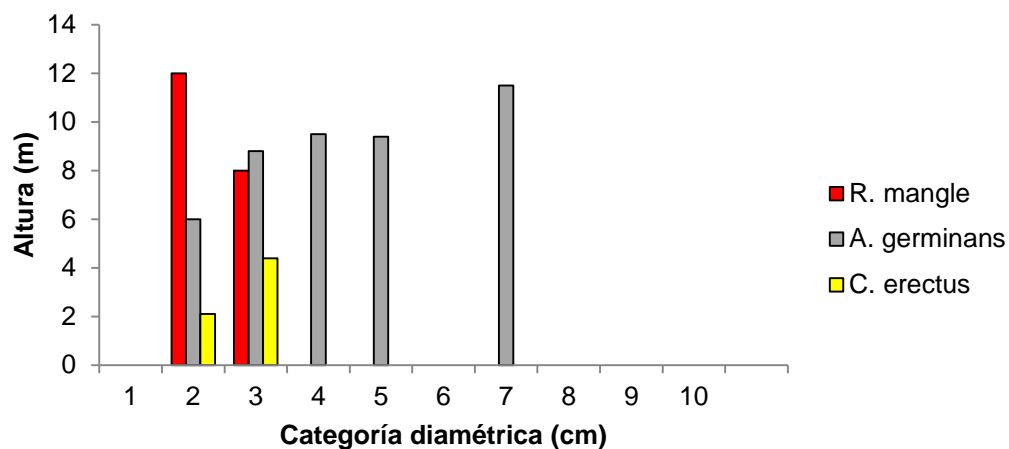


**Figura 23.** Gráfica que representa las alturas por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Cabeza de Toro 2.

En Cabeza de Toro 2 (Figura 23) se observa cuatro especies: *R. mangle*, con altura promedio de 10.4 m en las categorías 3, 5 y 6; *L. racemosa*, con promedio de altura 5.8 m en las categorías 3, 4, y 6, *A. germinans* con promedio de 7.7 m en las categorías 2, 3 y 4 y *C. erectus* con promedio de 8.3 m en la categoría 7.



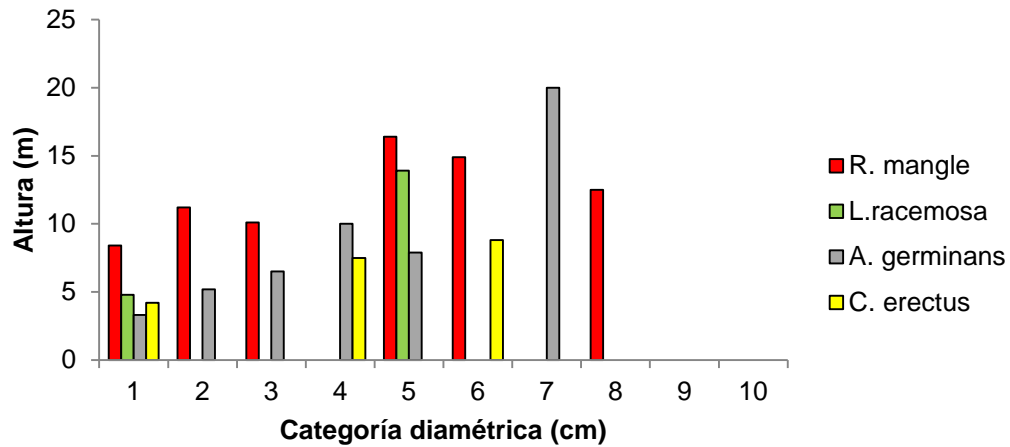
## Canal Buenavista



**Figura 24.** Alturas por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Canal Buenavista.

En el Canal Buenavista (Figura 24) se observa a las especies *A. germinans* presente en las categorías 2, 3, 4, 5 y 7 con un promedio de alturas de 9.04 m, *R. mangle* y *C. erectus* solo se encontraron en las categorías 2 y 3 con una altura promedio de 10 y 3.2 m respectivamente.

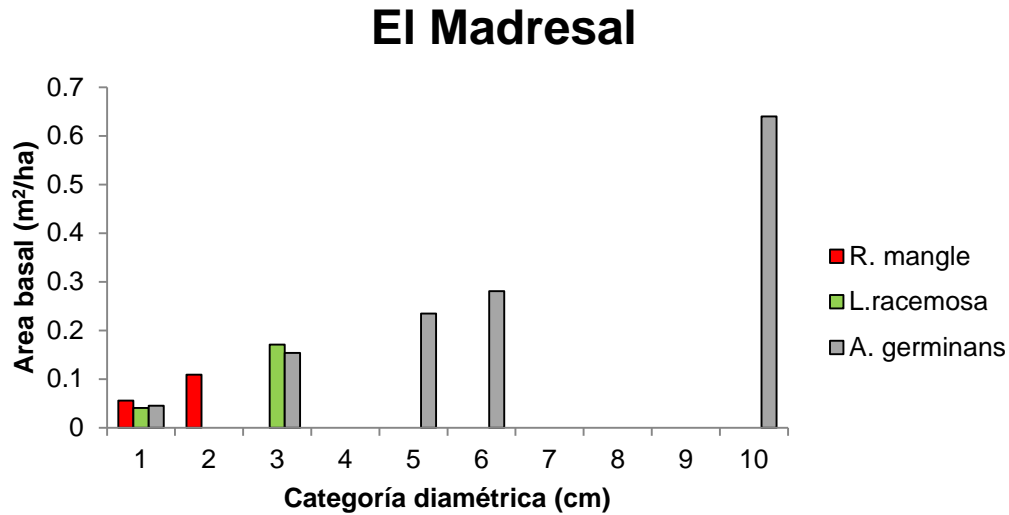
## Pampa Buenavista



**Figura 25.** Gráfica que representa las alturas por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Pampa Buenavista.

En la Pampa Buenavista (Figura 25) se observa la presencia de las cuatro especies, todas presentes en la categoría diamétrica 1. *R. mangle* se encontró en las categorías 1,2, 3,5, 6 y 8 con altura promedio de 12.2 m, *L. racemosa* se presentó en las categorías 1 y 5 con altura promedio de 9.4 m, *A. germinans* en las categorías 1, 2, 3, 4, 5 y 7 con altura promedio de 8.8 m y *C. erectus* en las categorías 1,4 y 6 con altura promedio de 6.8 m.

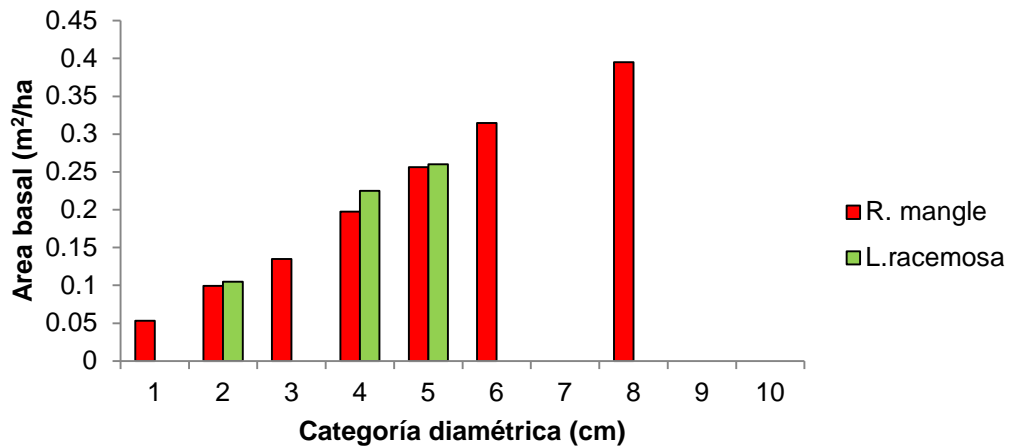
Se presenta el área basal de los arboles por categoría diamétrica y especie para cada transecto en las siguientes Figuras 26-30.



**Figura 26.** Gráfica que representa el área basal por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto El Madresal

En El Madresal (Figura 26) se estimó el área basal para tres especies: *R. mangle* presente en las categorías 1 y 2 con promedio de área basal  $0.082 \text{ m}^2/\text{ha}$ , *L. racemosa* presente en las categorías 1 y 3 con promedio de AB de  $0.105 \text{ m}^2/\text{ha}$  y *A. germinans* presente en las categorías 1, 3, 5, 6 y 10 con promedio de AB de  $0.178 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

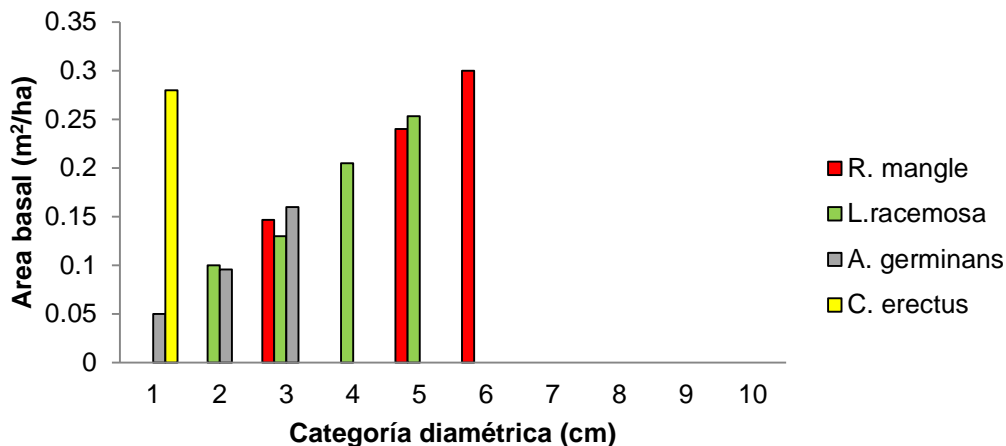
## Cabeza de Toro 1



**Figura 27.** Gráfica que representa el área basal por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Cabeza de Toro 1

En Cabeza de Toro 1(Figura 27) se tuvo el área basal para las especies de *R. mangle* con un promedio de 0.21 m<sup>2</sup>/ha y con presencia en las categorías 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 8; *L. racemosa* tuvo un promedio de 0.20 m<sup>2</sup>/ha y se presentó en las categorías 2, 4, y 5.

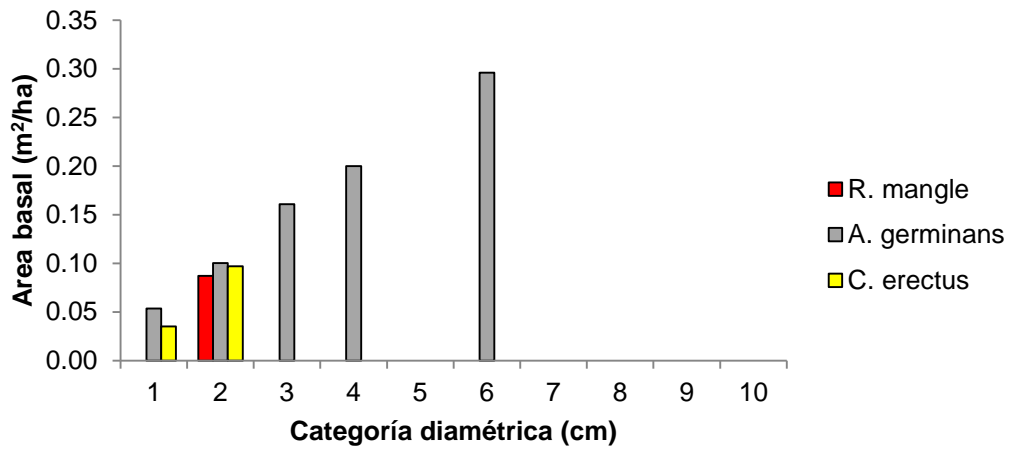
## Cabeza de Toro 2



**Figura 28.** Gráfica que representa el área basal por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Cabeza de Toro 2

En el transecto Cabeza de Toro 2 (Figura 28) se encontraron cuatro especies con los siguientes datos: *R. mangle* con un promedio en AB de 0.23 m<sup>2</sup>/ha, y presente en categorías 3, 5 y 6; *L. racemosa* con un promedio en AB de 0.17 m<sup>2</sup>/ha, y presente en las categorías 2, 3, 4 y 5; *A. germinans* con un promedio en AB de 0.10 m<sup>2</sup>/ha, presente en categorías 1, 2 y 3; y *C. erectus* con un promedio en AB de 0.28 m<sup>2</sup>/ha en la categoría 1.

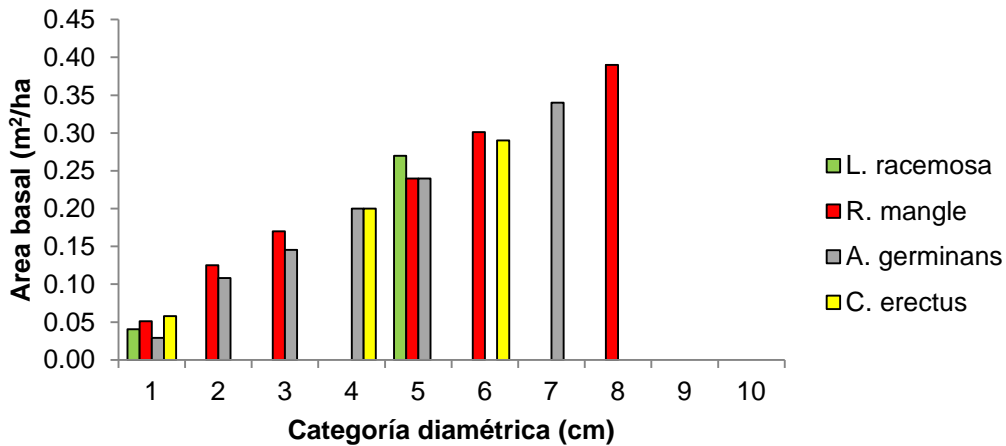
## Canal Buenavista



**Figura 29.** Gráfica que representa el área basal por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Canal Buenavista

En el Canal Buenavista (Figura 29) se encontraron 3 especies con los siguientes datos: *R. mangle* con un promedio en AB de 0.09 m<sup>2</sup>/ha presente únicamente en la categoría 2; *A. germinans* con un promedio en AB de 0.16 m<sup>2</sup>/ha, en las categorías 1, 2, 3, 4 y 6 y *C. erectus* con un promedio en AB de 0.07 m<sup>2</sup>/ha y presente en las categorías 1 y 2.

## Pampa Buenavista

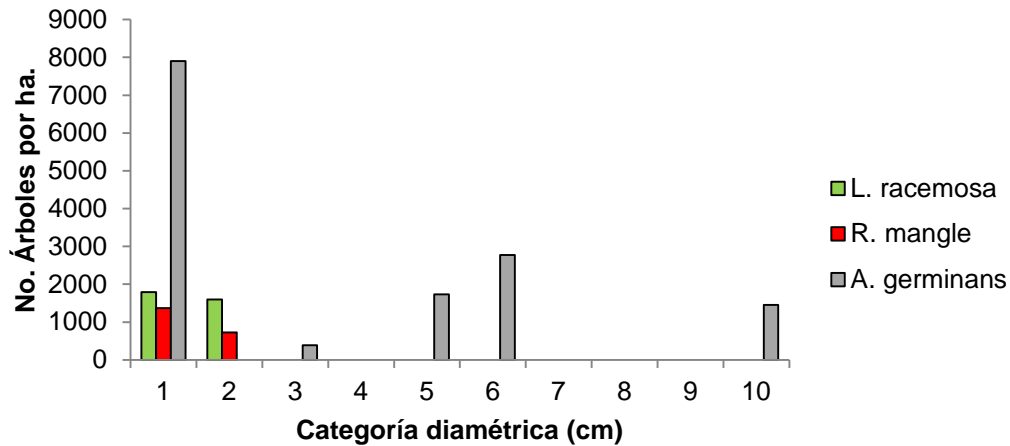


**Figura 30.** Gráfica que representa el área basal por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Pampa Buenavista

En el transecto la Pampa Buenavista (Figura 30) se muestra más variabilidad de especies con los siguientes datos: *L. racemosa* con un promedio en AB de 0.16 m<sup>2</sup>/ha, presente en las categorías 1 y 5. *R. mangle* con un promedio en AB de 0.21 m<sup>2</sup>/ha en las categorías 1, 2, 3, 5, 6 y 8. *A. germinans* con un promedio de 0.17 m<sup>2</sup>/ha en las categorías 1, 2, 3, 4, 5 y 7. Y *C. erectus* con un mayor promedio de AB 0.18 m<sup>2</sup>/ha presente en las categorías 1, 4 y 6

Se presenta la densidad de árboles por especie y por categoría diamétrica para cada transecto en las figuras 31-35

## El Madresal

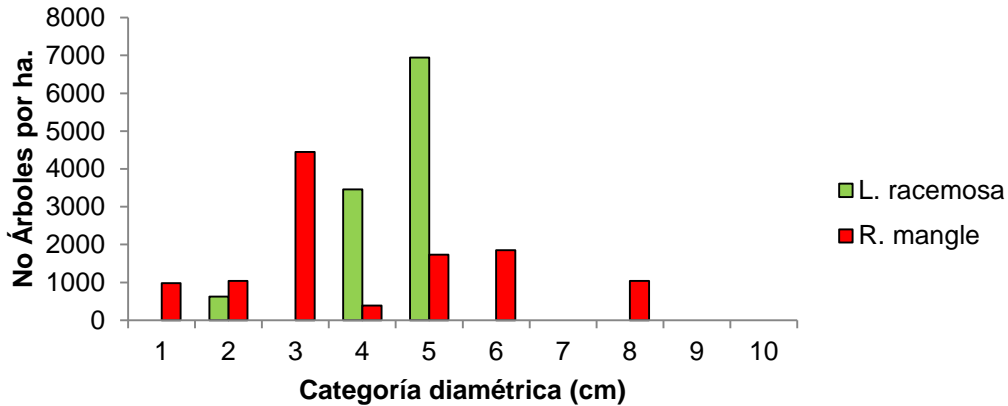


**Figura 31.** Gráfica que representa la densidad de árboles por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto El Madresal.

Para el transecto El Madresal (Figura 31) se estimaron las densidades de tres especies presentes: *L. racemosa* con una densidad promedio de 1694.70 árboles/ha. Con presencia en las categorías 1 y 2; *R. mangle* con una densidad promedio de 1049.53 árboles/ha. Con presencia en las categorías 1 y 2. Y *A. germinans* con mayor densidad promedio de 3197.97árboles/ha y presente en las categorías 1, 3, 5, 6 y 10.



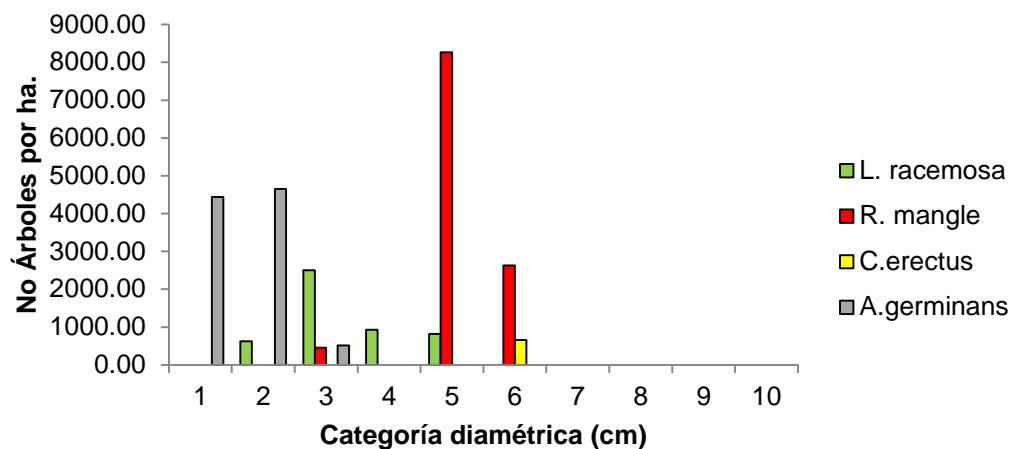
## Cabeza de Toro 1



**Figura 32.** Gráfica que representa la densidad de árboles por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Cabeza de Toro 1.

Las densidades estimadas en cabeza de Toro 1 (Figura 32) para dos especies tuvieron los siguientes resultados: *L. racemosa* con una mayor densidad promedio de 3676.55 con presencia en las categorías 2, 4 y 5. Y *R. mangle* con una densidad promedio de 1638.95 presente en las categorías del 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8.

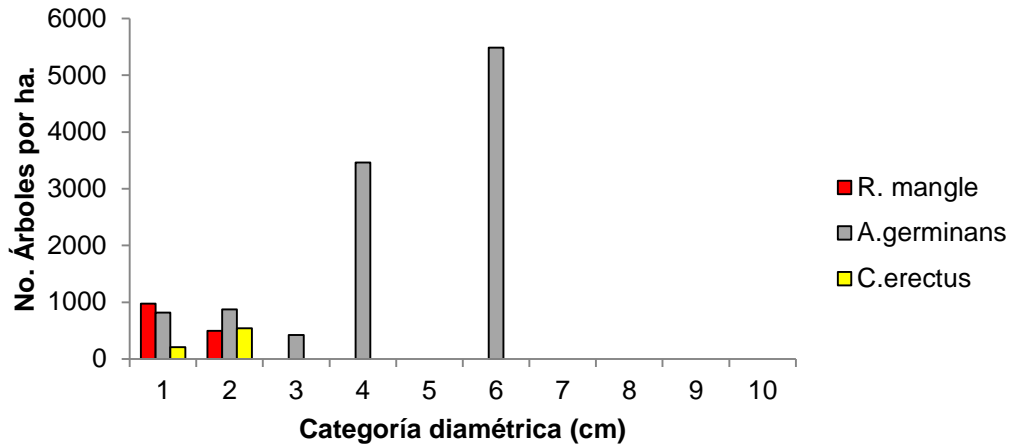
## Cabeza de Toro 2



**Figura 33.** Gráfica que representa la densidad de árboles por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Cabeza de Toro 2.

En el transecto Cabeza de Toro 2 (Figura 33) muestra las densidades estimadas de las siguientes especies; *L. racemosa* con una densidad promedio de 1218.42 árboles/ha, con presencia en las categorías 2, 3, 4 y 5; *R. mangle* con la mayor densidad promedio de 3784.5 árboles/ha y dentro de las categorías 3, 5 y 6. *C. erectus* con densidad promedio de 657.46 árboles/ha y presente en la categoría 6 y, *A. germinans* con una densidad promedio de 3203.24 árboles/ha y presente en las categorías 1, 2 y 3.

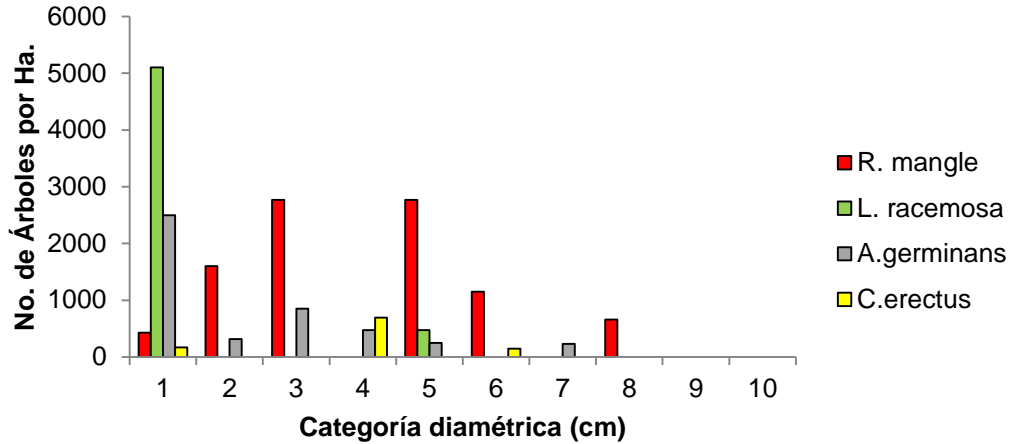
## Canal Buenavista



**Figura 34.** Gráfica que representa la densidad de árboles por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Canal Buenavista.

Para el Canal Buenavista (Figura 34) las densidades estimadas fueron las siguientes: *R. mangle* con una densidad promedio de 735.19 presente en las categorías 1 y 2; *A. germinans* con una mayor densidad promedio de 2211.63 árboles/ha, presente en las categorías 1, 2, 3, 4 y 6; y *C. erectus* con una densidad promedio de 375.44 árboles/ha, presente en las categorías 1 y 2.

## Pampa Buenavista



**Figura 35.** Gráfica que representa la densidad de árboles por categoría diamétrica de las especies encontradas en el transecto Pampa Buenavista.

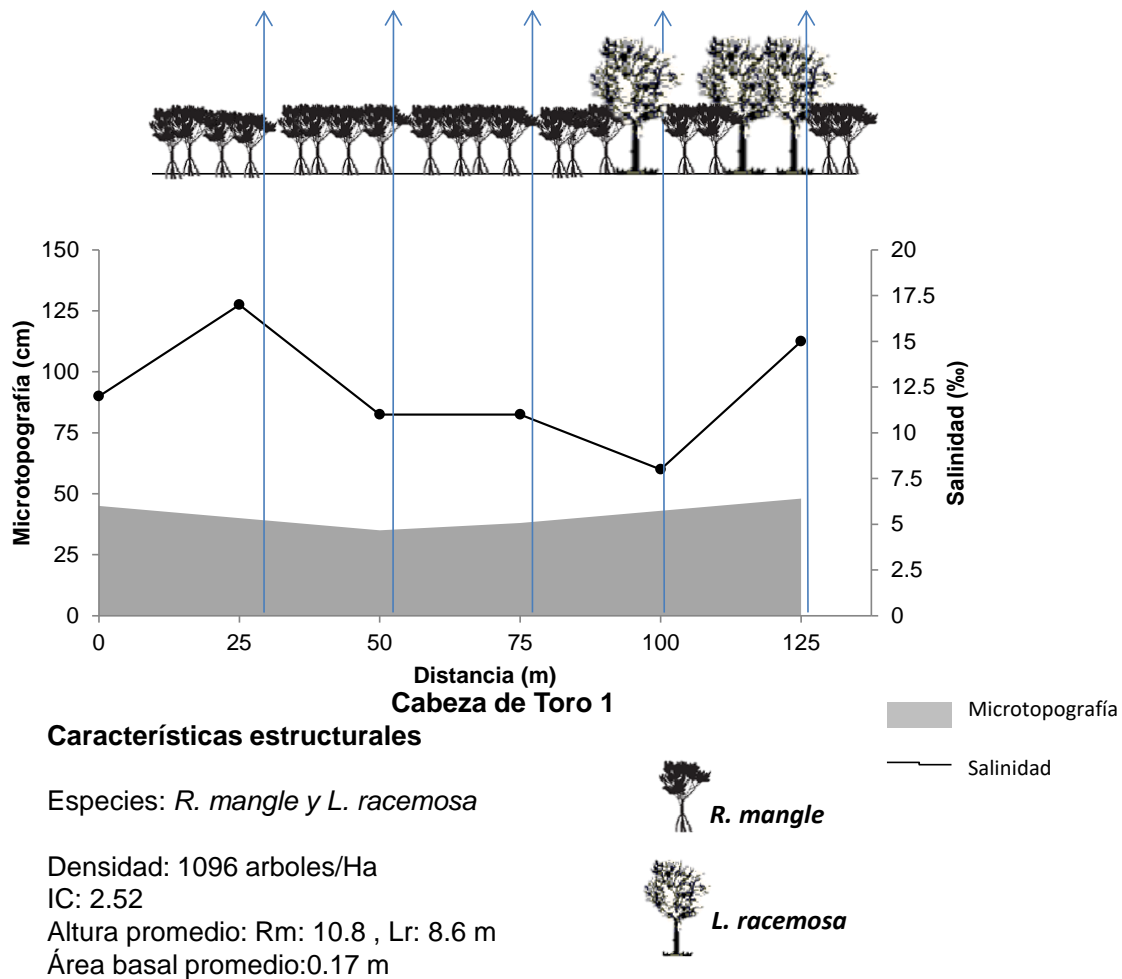
En la Pampa Buenavista (Figura 35) se encontraron cuatro especies: *R. mangle* con una densidad promedio de 1561.97 árboles/ha, presente en las categorías 1, 2, 3, 5 y 8; *L. racemosa* con una mayor densidad promedio de 2787.32 árboles/ha y presente en las categorías 1 y 5; *A. germinans* con una densidad promedio de 769.84 árboles/ha, presente en las categorías 1, 2, 3, 4, 5 y 7 y, *C. erectus* con una densidad promedio de 336.18 árboles/ha, y presente en las categorías 1, 4 y 6.

**Cuadro 6.** Grado de Madurez del bosque en base al número estimado de árboles por categoría diamétrica.

<b>Transecto</b>	<b>Especie</b>	<b>% Densidad</b>	<b>Categoría (cm)</b>	<b>Estadío</b>
<b>Cabeza de Toro 1</b>	<i>L. racemosa</i> <i>R. mangle</i>	>60	12-27.9	Juvenil- Maduro
<b>Cabeza de Toro 2</b>	<i>R. mangle</i> <i>L. racemosa</i> <i>A. germinans</i> <i>C. erectus</i>	>63	2.5-12.6	Juvenil
<b>Canal Buenavista</b>	<i>R. mangle</i> <i>A. germinans</i> <i>C. erectus</i>	>80	17.8-33	Maduro
<b>Pampa Buenavista</b>	<i>R. mangle</i> <i>A. germinans</i> <i>L. racemosa</i> <i>C. erectus</i>	>60	2.5-22.8	Juvenil
<b>El Madresal</b>	<i>R. mangle</i> <i>L. racemosa</i> <i>A. germinans</i>	>80	2.5-33	Juvenil- Maduro

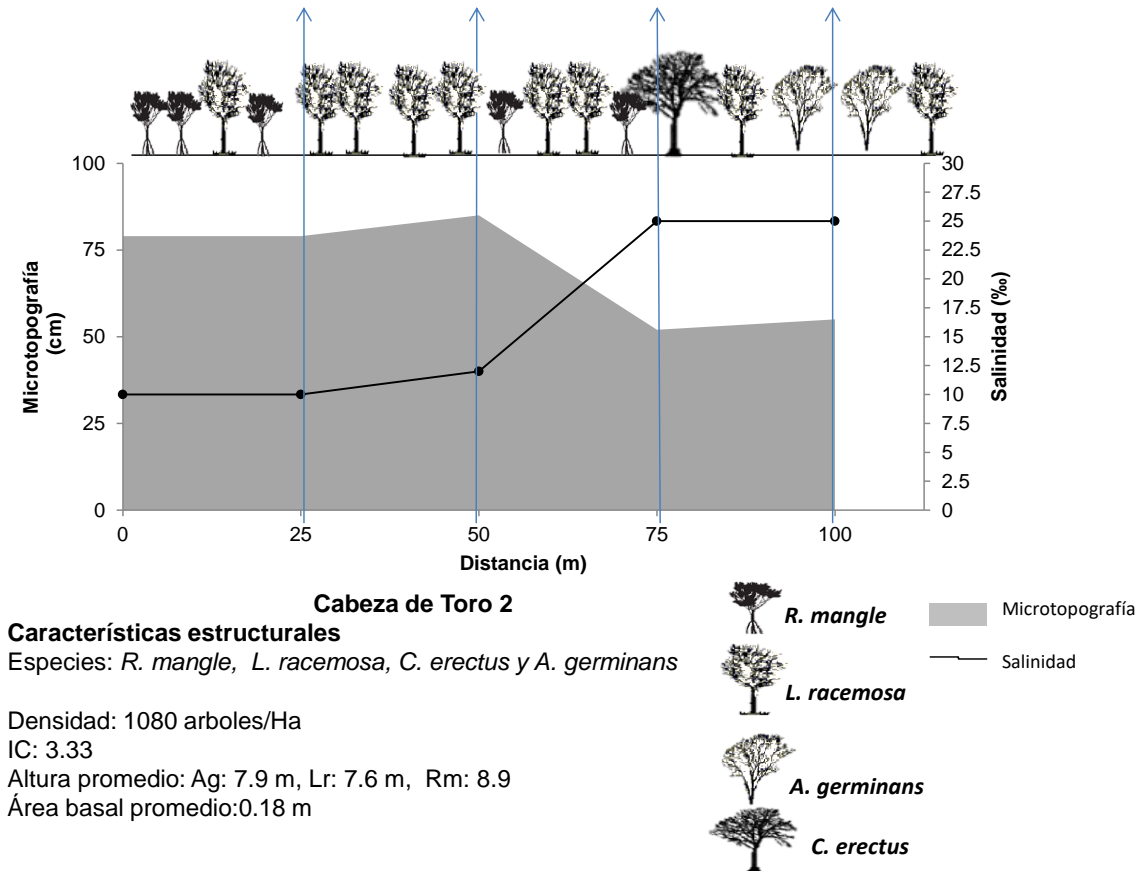
Referente al grado de madurez de los bosques de manglar (Cuadro 6), más del 60% de los árboles en Cabeza de Toro1 se encuentran entre las categorías diamétricas de 12 - 27.9 cm, lo cual da indicios de que se trata de un bosque juvenil-maduro. En Cabeza de Toro 2 más del 63% de los árboles corresponden a las categorías de 2.5-12.6 cm, lo que indica un bosque juvenil. En el Canal Buenavista más del 80% de los árboles se encuentran en las categorías de 17.8-33 cm, tratándose de un bosque maduro. En la Pampa Buenavista más del 60% de árboles se encontraron en las categorías de 2.5-22.8 cm, clasificándose como un bosque juvenil. En el caso de El Madresal, más del 80% de árboles se encuentran entre las categorías diamétricas de 2.5-33 cm esto indica la presencia de un bosque juvenil-maduro.

El transecto Cabeza de Toro1 tuvo una longitud de 125 m con 6 puntos centrados de muestreo. Presentó variaciones microtopográficas de 45 a 48 cm. La especie dominante fue *R. mangle* (Dominancia: 87.15%) seguida de *L. racemosa* con Dominancia de: 12.84 %. La salinidad se presentó de 12 a 17 ups entre los puntos 1 y 2 (0a 25 cm), mientras que en los puntos 3 y 4 la salinidad disminuye manteniéndose en un valor de 11ups. En el punto 5 se observó una disminución (5 ups) y en el punto 6 aumentó a 15 ups (Figura 36).



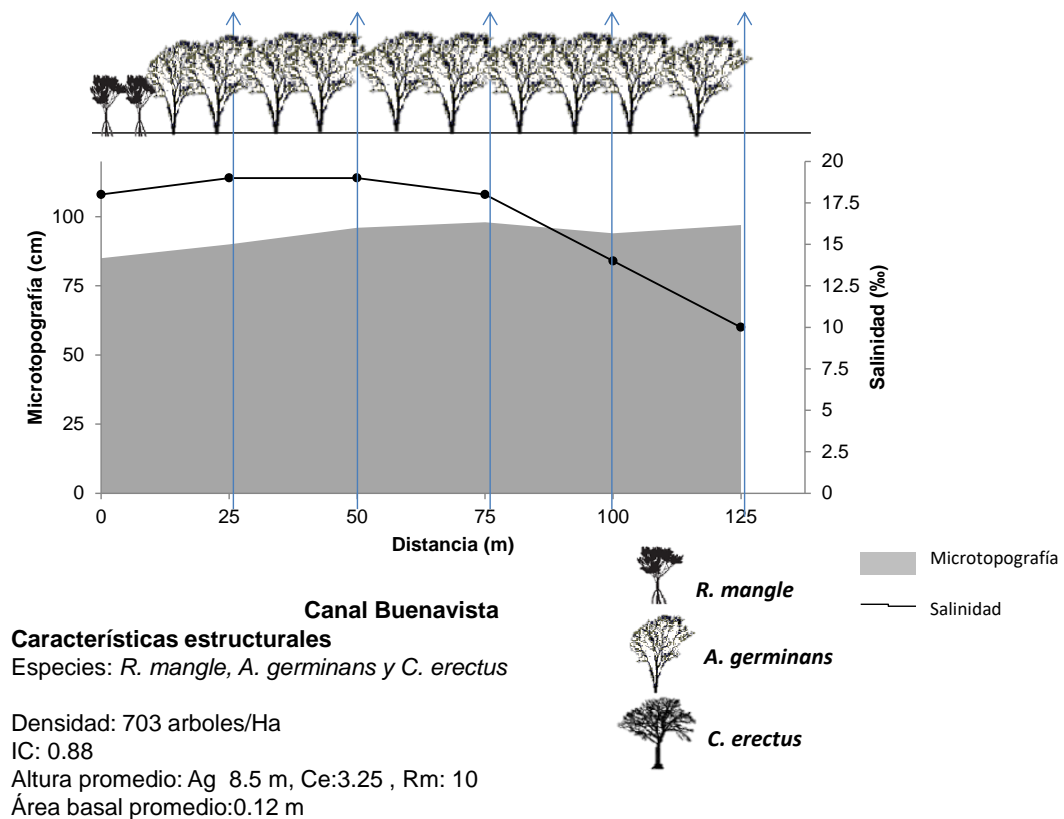
**Figura 36.** Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Cabeza de Toro 1 con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por *R. mangle*. IC: índice de complejidad.

El transecto Cabeza de Toro 2 tuvo una longitud de 100 m con 5 puntos centrados de muestreo. Presentó variaciones microtopográficas de 52 a 85 cm. La especie dominante fue *L. racemosa* (Dominancia: 52.8%) seguida de *R. mangle* (Dominancia: 28.9%). La salinidad se mantuvo en 11 ups entre los puntos 1 y 2 (0a 25 cm), en los puntos 3 y 4 (50 a 75 m) presenta un aumento de 12 a 25 ups y en el punto 5 mantuvo el valor de 25 ups (Figura 37).



**Figura 37.** Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Cabeza de Toro 2 con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por *L. racemosa*. IC: índice de complejidad.

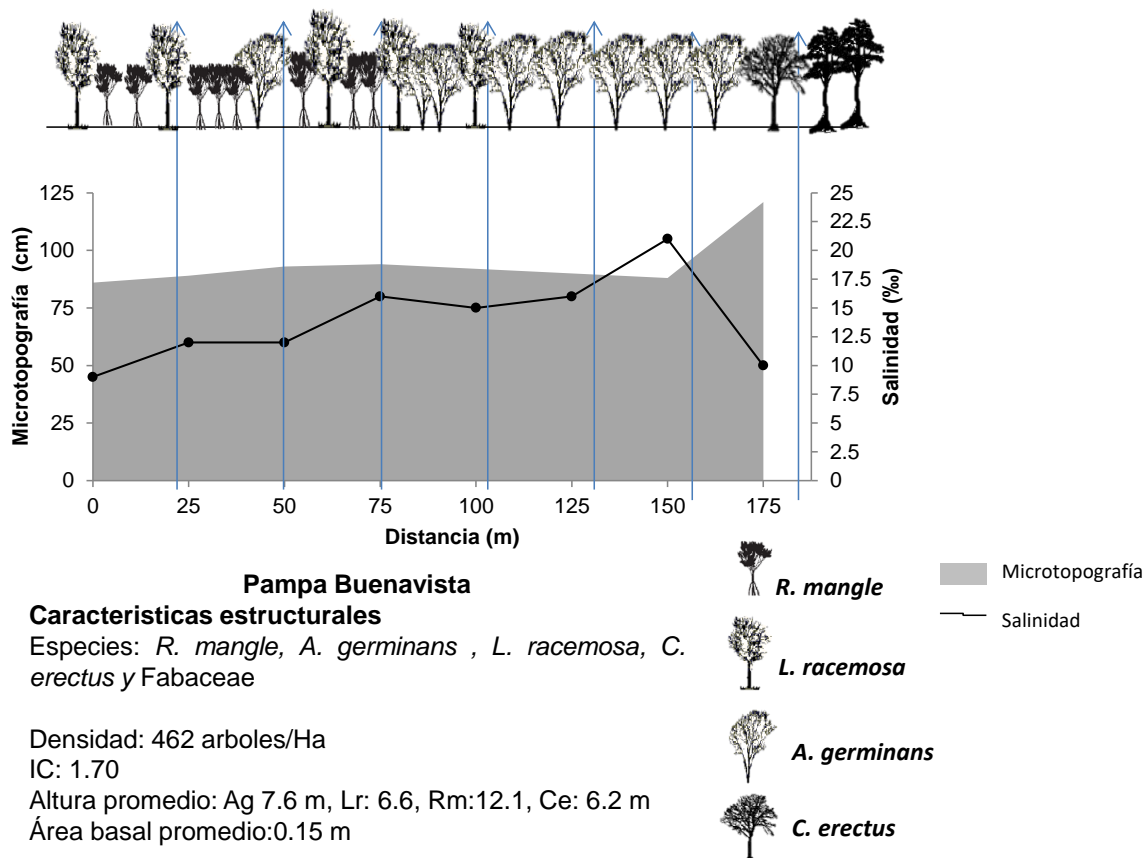
El transecto Canal Buenavista tuvo una longitud de 125 m con 6 puntos centrados de muestreo. Presentó variaciones microtopográficas de 85 a 98 cm. La especie dominante fue *A. germinans* (Dominancia: 94.4%). En los puntos 1 y 2 se tuvo una salinidad de 18 y 19 ups (0 a 25 m), en los puntos 3 y 4 se mantuvo entre 19 y 18 ups (50 a 75 m) y en los puntos 5 y 6 disminuyó a 14 y 10 ups (Figura 38).



**Figura 38.** Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Canal Buenavista con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque dominado por *A. germinans*. IC: índice de complejidad.

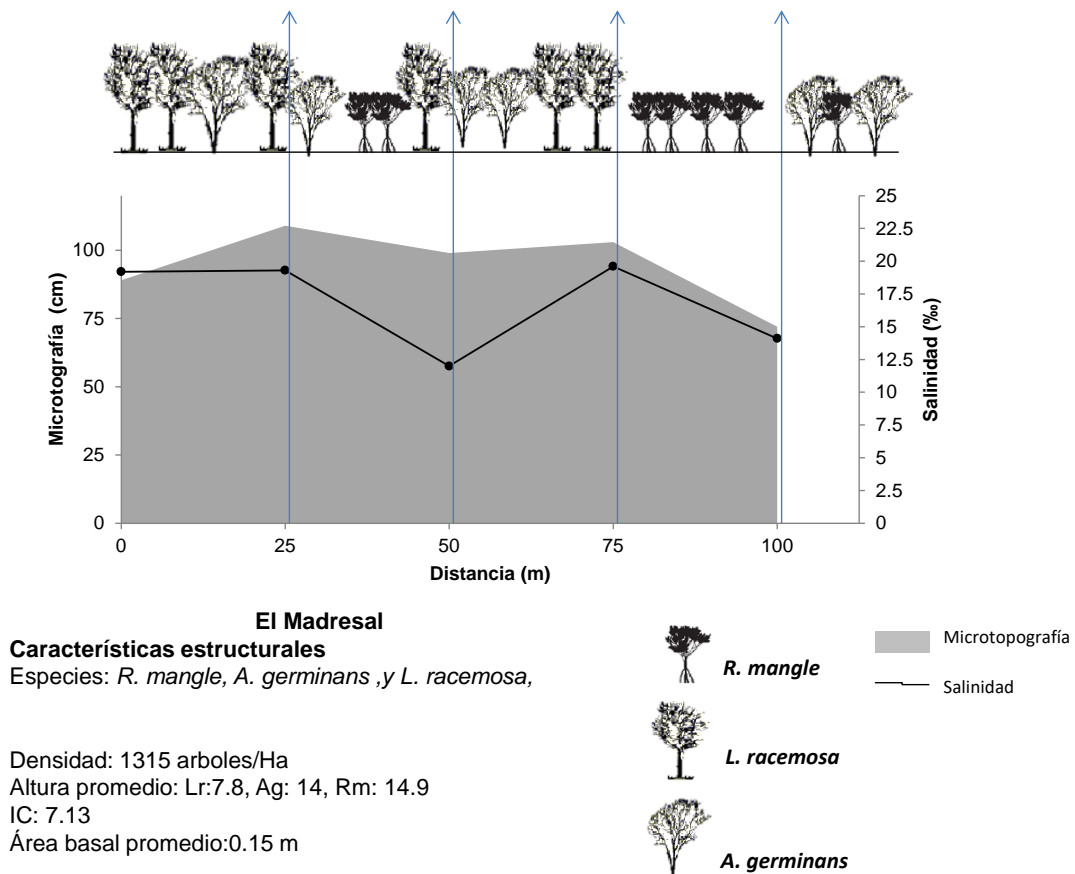


El transecto Pampa Buenavista tuvo una longitud de 175 m con 8 puntos centrados de muestreo. Presentó variaciones microtopográficas de 86 a 121 cm. La especie dominante fue *A. germinans* (Dominancia: 40.7%), seguida de *R. mangle* (Dominancia: 39.9%). En los puntos 1 y 2 se tuvo una salinidad de 9 y 12 ups (0 a 25 m), en los puntos 3 y 4 se mantuvo en 12 y 16 ups (50 a 75 m), en los puntos 5 y 6 se mantuvo en 15 y 16 ups y en los puntos 7 y 8 asciende a 21 ups y disminuye a 10 ups (Figura 39).



**Figura 39.** Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto Pampa Buenavista con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque mixto de *R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans*, *C. erectus*. IC: índice de complejidad.

El transecto El Madresal tuvo una longitud de 100 m con 5 puntos centrados de muestreo. Presentó variaciones en su altura con respecto al nivel del suelo de 72 a 109 cm. La especie dominante fue *A. germinans* (Dominancia: 92.5%). En los puntos 1 y 2 se tuvo una salinidad de 19.2 y 19.3 ups (0 a 25 m), en los puntos 3 y 4 descendió a 12 y aumentó a 19.6 ups (50 a 75 m), y en el punto 5 disminuyó a 14.1 ups (Figura 40).



**Figura 40.** Diagrama que muestra la distribución de la vegetación en el transecto El Madresal con respecto a la microtopografía y salinidad del sitio. Se muestra un bosque mixto de *L. racemosa*, *A. germinans* y *R. mangle*. IC: índice de complejidad.

**Cuadro 7.** Valores medios de Área basal (AB) y Altura (A).Cabeza de Toro 1(CT1), Cabeza de Toro 2 (CT2). Valor H estadístico con la prueba Krukal-Wallis.\*: Diferencias significativas:  $p \leq 0.05$ .

Especie	VARIABLES	CT1	CT2	Canal	Pampa	Madresal	(H Kruskal Wallis)
Rm	AB	0.172	0.196	0.087	0.204	0.094	31.72*
	A	10.77	8.9	10	12.1	4.2	36.2*
Lr	AB	0.20	0.20	-	0.09	0.06	12.19*
	A	8.57	7.57	-	6.6	3.47	9.73*
Ag	AB	-	0.10	0.13	0.17	0.39	19.01*
	A	-	7.90	8.48	7.6	16.08	22.67*
Ce	AB	-	0.28	0.07	0.15	-	4.55
	A	-	3.90	3.25	6.15	-	5.8*

Respecto a los valores medios de Área basal y altura, por especie en los cinco transectos, existen diferencias significativas, en todos los transectos a excepción del área basal en *C. erectus*. Esto muestra una diferencia en estructura en una misma especie por condiciones ambientales (Cuadro 7).

### 9.3 Percepción de servicios ambientales

Los encuestados de las dos localidades reconocieron ocho servicios ambientales provistos por los manglares (Cuadro 8). El servicio más mencionado en M. Ávila Camacho y Cabeza de Toro fue “Protección a la costa” (158 y 151 veces mencionado respectivamente), mientras que el menos mencionado fue el de “Leña” (2 y 7 veces mencionado respectivamente) en ambas localidades. Con respecto a los tipos de servicios más reconocidos, la mayoría corresponde a los de “Aprovisionamiento”. El servicio de “Madera y derivados” fue más frecuentemente mencionado en Cabeza de Toro (14 veces mencionado) que en M. Ávila Camacho (11 veces mencionado), existiendo diferencias significativas entre ambas localidades. Con respecto a los servicios “Importancia para el turismo” y “Paisaje y recreación” estos fueron más mencionados en M. Ávila Camacho (69 y 44 veces mencionados respectivamente) que en Cabeza de Toro (56 y 27 veces mencionados respectivamente) existiendo diferencias significativas en ambas localidades. Para el servicio de “Mantenimiento de la calidad ambiental” fue más frecuentemente mencionado en M. Ávila Camacho (59 veces mencionado) que en Cabeza de Toro (35 veces mencionado) mostrándose también diferencias significativas.

**Cuadro 8.** Encuestas semiestructuradas sobre percepción de servicios ambientales. Prueba estadística sobre diferencias significativas entre ambas localidades con la prueba  $\chi^2$ , MAC: Manuel Ávila Camacho; CT: Cabeza de Toro. Negritas: diferencias significativas

Tipo de servicio	Descripción del servicio	MAC	CT	Chi <sup>2</sup>	p
Aprovisionamiento	Caza	9	15	2.423	0.119
	Pesca	80	98	3.966	0.137
	Leña	2	7	3.666	0.0555
	Madera y derivados	11	14	<b>4.1</b>	<b>0.0428*</b>
Cultural	Importancia para el turismo	69	56	<b>7.251</b>	<b>0.0070*</b>
	Paisaje y recreación	44	27	<b>18.26</b>	<b>1.93E-05*</b>
Regulación	Protección a la costa	158	151	1.497	0.473
	Mantenimiento de la calidad ambiental	59	35	<b>28.204</b>	<b>1.09E-07*</b>

## X. DISCUSIÓN

Las variaciones en los valores estructurales promedio que se han encontrado en diferentes trabajos realizados en el sistema La Joya-Buenavista (Montes-Cartas et al., 1999; Tovilla-Hernandez y Romero-Berny, 2012; CONABIO, 2013), puede deberse a la variación de los métodos de muestreo utilizados. La mayoría de los trabajos realizados en Chiapas utilizan el muestreo por parcelas. Esto puede ocasionar sobreestimación en variables como la densidad cuando los valores son extrapolados para el área total (Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado, 2012).

En este estudio se encontraron cuatro especies de manglares que son comunes en México, a excepción de *R. harrisonii* y *A. bicolor* que también se han reportado para la costa de Chiapas (Rico-Gray, 1981; Agraz-Hernández et al., 2006).

La mayoría de los bosques de manglar en este estado se componen por las cuatro especies más comunes (*R. mangle*, *L. racemosa*, *A. germinans* y *C. erectus*), con alturas de entre 25 y 30 m (Flores-Verdugo et al., 1992; López-Portillo y Ezcurra, 2002), a diferencia de sitios del norte del país en donde se ha registrado una composición de bosques monoespecíficos con alturas máximas de 3 y 4 m (Lot-Helgueras et al., 1975; Arreola-Lizarraga et al., 2004; López-Portillo y Ezcurra, 2006). Esto debido a que en esta zona existe mayor aporte pluvial de entre 1,200 mm a 4000 mm y temperaturas medias máxima de 30°C y mínima de 17°C (INEGI, 2017). Mientras que en el norte se presentan temperaturas invernales debajo de 0° y una precipitación anual de 700mm favoreciendo altas concentraciones de salinidad.

Los parámetros de densidad, altura, AB, IVI e IC se discuten a continuación:

- **Densidad**

Para este sistema se encontró una densidad relativamente baja de árboles (931±342.06 árboles/ha); valores contrarios han sido estimados en otras áreas de manglar en Chiapas de similar composición y tipo fisiográfico como ocurre en

áreas del sistema Carretas-Pereyra, en donde se reportan densidades entre 2000 y 2600 árboles/ ha (Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012).

Otros estudios realizados en el sistema lagunar La Joya-Buenavista también han reportado bajas densidades de árboles (1899 árboles/ ha), como mencionan Montes-Cartas et al., (1999), Nettel et al., (2008) y Tovilla-Hernández y Romero-Berny (2012) que encontraron bosques compuestos por arbolado juvenil-maduro de *A. germinans*, ubicados en sitios salinizados y con fuerte extracción de madera.

- **Altura**

Las alturas promedio de manglares registradas en este estudio fueron de  $9.5 \pm 2$  m, siendo *R. mangle* la especie más alta. Esto contrasta con los valores registrados en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, con alturas promedio de 21 m (Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012).

Las bajas alturas en manglares pueden estar asociadas normalmente a su ubicación, sin embargo pueden estar bajo estrés por el limitado aporte de nutrientes que transportan las corrientes de los ríos, los cuales a su vez se han ido debilitando por el limitado aporte de lluvias que ha afectado estos últimos años a la región istmo-costa dando como resultado sitios más salinos. Aunado a esto, los impactos antropogénicos que han provocado cambios en cursos naturales de los ríos pueden contribuir cambio en el proceso natural de aporte de nutrientes (Espinosa, 1992; Montes-Cartas et al., 1999; Ovalle-Estrada y Vázquez-Lule, 2009; Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012).

- **Categoría diamétrica**

En varios transectos de este estudio se encontraron categorías diamétricas con ausencia de individuos, por ejemplo en Cabeza de Toro<sup>1</sup> no se encontraron individuos en las categorías 7, en el Canal Buenavista en las categorías: 5, 7 y en El Madresal no se encontraron individuos en las categorías: 4, 7, 8 y 9. En muchos casos la ausencia de individuos puede deberse a extracción selectiva de

árboles. Rodríguez-Zúñiga et al. (2011) Señala que la mayoría de los arboles aprovechados tienen un DAP >5 cm. Tovilla-Hernández y De Lanza-Espino (1999) encontraron que los mangles con categoría diamétrica de 2-10 cm son aprovechadas para construcción de cercas, las de 10 a 15 cm se han utilizado como material para construcción de techos, de 15.1-20 cm como vigas y como postes 20.1-30 cm. Para el caso de las categorías más grandes (>40 cm) la ausencia de individuos puede deberse principalmente porque los manglares no son muy desarrollados en esta zona y también debido a la mortalidad natural en la etapa de madurez del bosque.

- **Área basal**

El área basal como indicador del desarrollo de la estructura de un bosque muestra que conforme este avanza en edad, posee menos arboles pero logra un área basal mayor (Corella et al., 2001). A este respecto, Tovilla-Hernández y Romero-Berny (2012) han reportado para la zona núcleo de la Encrucijada un bosque con elevado desarrollo estructural, con un área basal de 45m<sup>2</sup>/ha denominándolo como un bosque maduro. Datos contrarios han reportado Téllez-García y Valdez-Hernández (2012) para el estero Palo Verde con 19.1 m<sup>2</sup>/ha considerándolo como un bosque juvenil. En este estudio se ha registrado un área basal mayor en *R. mangle* de 20.82 m<sup>2</sup>/ ha. Esto indica que los manglares del sistema la Joya-Buenavista son considerados, de acuerdo a los resultados de este estudio, como bosques tipo juvenil-maduro.

Esto puede ser causado por diferentes factores como la extracción selectiva de árboles, limitado aporte de nutrientes propiciado por los cambios en el caudal de los ríos o bien por el impacto del huracán Bárbara en la costa de Chiapas en el año 2013, aunque no se encontraron estudios que hayan evaluado la pérdida de estos bosques (Tovilla-Hernández y Orihuela-Belmonte 2004).

- **Salinidad**

La salinidad cumple un papel importante en las diferentes variables estructurales según el gradiente de distanciamiento. Jiménez y Sauter (1991) mencionan que

las mayores variaciones se dan a más de 110 m tierra adentro. A esta distancia hay una disminución del área basal, densidad, altura promedio y biomasa, y a su vez un aumento en el número de especies presentes. Estrada-Duran et al. (2001) registraron en el estero El Salado, Jalisco un rango de salinidad que muestra un patrón de zonación de especies: *R. mangle* se encontró en un rango de 28 ups a 35 ups, *L. racemosa* de 44 ups a 47 ups y *A. germinans* de 53 ups a 70 ups. En este estudio encontramos que la especie *A. germinans* comenzaba a presentarse en los sitios con valores de salinidad más altos.

- **Indice de Complejidad de Holdridge (ICH)**

El ICH se ha utilizado para determinar el grado de madurez, desarrollo y composición de bosques terrestres y para manglares (Janzen 1976; Pool et al., 1977; Cintrón y Schaeffer 1984; 1985). Este índice tiene una escala de 0-100, la cual indica una mayor complejidad de un bosque a medida que este se incrementa. Para el sistema lagunar La Joya-Buenavista el ICH promedio fue de 3.11 para los cinco transectos. Esto indica un grado de desarrollo y complejidad bajo. En comparación, el ICH registrado en los bosques de manglar de Hueyate-Panzacola, Chiapas fue de 41.3 y en contraste el ICH más bajo se registró en el Conchalito, Baja California Sur con 0.2 (González-Zamorano, 2002; Tovilla-Hernández y Romero-Bermy, 2012). Estas diferencias muestran el estrés ambiental y las diferencias de precipitación y aporte de los ríos que prevalecen en cada sitio. En este estudio el transecto que tuvo un mayor ICH fue El Madresal con 7.13 y el menor fue el Canal Buenavista con 0.88.

- **Indice de Valor de Importancia**

Con relación al IVI, Tellez-García y Valdez-Hernández (2012) encontraron en el estero Palo Verde, Colima un valor de importancia de 200.7 para la especie de *L. racemosa*, resultado que coincide con lo reportado por Tovilla-Hernández y Romero-Bermy, (2009) en el sistema lagunar Carretas-Pereyra con un IVI de 162.1 para *L. racemosa* como especie dominante. En este estudio la especie que presentó un mayor valor fue *A. germinans* con 104.3 (34.8%), y *C. erectus* con un



menor valor de 33.9 (11.3%) como se muestra en el Cuadro 2. Esto señala una alta dominancia de *A. germinans* en el sistema lagunar La Joya-Buenavista.

- **Percepción de servicios ambientales**

Con respecto a cómo perciben los servicios ambientales los habitantes de M. Avila Camacho y Cabeza de Toro se encontró ocho servicios percibidos, el más reconocido fue el de “Aprovisionamiento”. En contraste, Hiraes, (2009) encontró 18 tipos percibidos por pobladores de las localidades de Mahahual y Xcalak, en el Caribe Mexicano, siendo los más reconocidos los de “Regulación” y “cultural”. Esto debido a un buen conocimiento de la legislación ambiental vigente que restringe el uso directo del manglar y la condición del lugar como Parque Nacional.

En el caso de Mahahual-Xcalak, el servicio “Paisaje” fue el más reconocido por los pobladores porque a través de este se ofertan servicios turísticos (Hiraes, 2009). En la Joya-Buenavista el servicio más reconocido en ambas localidades fue el de “Protección a la costa” y se presentaron diferencias significativas entre ambas localidades en los servicios de “Madera y derivados”, siendo este más mencionado en Cabeza de Toro que en M. Ávila Camacho. Los servicios de “Importancia para el turismo”, “Paisaje” y “Mantenimiento de la calidad ambiental” fueron más mencionados en M. Ávila Camacho que en Cabeza de Toro. Estas diferencias de percepción se deben principalmente al grado de dependencia de estas localidades hacia los servicios ambientales de los manglares, dependencia que se traduce en necesidad económica. Cabe mencionar que en Manuel Ávila Camacho se ha implementado el programa PET (Programa Empleo Temporal), que les ha permitido a los pobladores tener más conocimiento sobre la importancia de los manglares.

## XI. CONCLUSIONES

Los resultados de la caracterización estructural del manglar muestran que la variación de la estructura en una misma especie se debe a condiciones ambientales distintas entre cada transecto. Por lo tanto la hipótesis planteada sobre la ausencia de diferencias de área basal y altura en una misma especie en diferentes sitios se rechaza.

Con respecto al tipo de servicios ambientales percibidos en ambas localidades, se encontró que aunque todos fueron mencionados en una y otra, hubo claras diferencias en la percepción de estos, particularmente en los de tipo cultural. Por lo tanto la hipótesis que planteaba que las diferencias de diversificación económica entre Cabeza de Toro y Manuel Ávila Camacho influyen en dicha percepción es aceptada.

Las áreas de manglar aledañas a las localidades de cabeza de Toro y Manuel Ávila Camacho están compuestas por cuatro especies de manglares típicas para el Pacífico Mexicano (*Rhizophora mangle*, *Avicennia. germinans*, *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*). Y su caracterización quedo de la siguiente manera:

En general se registró una densidad promedio de  $931 \pm 342.06$  árboles /ha en este estudio, lo cual refleja un bosque en estadio juvenil-maduro.

El transecto que presentó mayor densidad de árboles fue El Madresal. Y la especie más densa fue *A. germinans*.

Las especies que tuvieron mayor frecuencia fueron *A. germinans* y *R. mangle*, ambas en un 36.4%, mientras que la especie que con menor frecuencia fue *C. erectus*.

Del mismo modo las especies con mayor dominancia fueron *A. germinans* y *R. mangle*.

Para el área en estudio, la especie que presentó un mayor índice de valor de importancia fue *A. germinans*, seguida de *R. mangle*.

Por transecto, en Cabeza de Toro 1 *R. mangle* fue la especie más importante, en Cabeza de Toro 2 fue *L. racemosa*, y en los transectos: El Canal, La Pampa y El Madresal la especie con mayor importancia fue *A. germinans*.

Se estimó en general un Índice de Complejidad bajo. El transecto que presentó un valor relativamente mayor de IC fue El Madresal.

La especie que presentó mayor área basal y altura fue *R. mangle*, *C. erectus* presentó el mayor DAP, y *A. germinans* es la especie con mayor valor de importancia.

Respecto a los servicios percibidos por los pobladores de Manuel Ávila Camacho y Cabeza de Toro, se reconocieron ocho servicios ambientales, de los cuales los más reconocidos corresponden a los de tipo "Aprovisionamiento".

Se estimaron diferencias significativas en los siguientes servicios: "Madera y derivados", "Importancia para el turismo", "Paisaje y recreación" y "Mantenimiento de la calidad ambiental". Siendo el primer servicio más mencionado en Cabeza de Toro y los siguientes servicios fueron más mencionados en M. Ávila Camacho.

## **XII. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se sugieren las siguientes recomendaciones:

Establecer un plan de manejo con participación de los habitantes junto con las secretarías encargadas de la conservación de los manglares en el que incluyan:

- ✓ Vigilancia comunitaria de los bosques ante la tala clandestina.
- ✓ Reforestación. Los habitantes pueden hacer viveros a partir de la recolección de semillas presentes en los bosques para posteriormente sembrarlos en las áreas taladas e incluir la participación de las instituciones encargadas para apoyar estos proyectos.
- ✓ Establecer un programa de Monitoreo regular de la estructura forestal, para vigilar el estado ecológico de los manglares en esta zona.
- ✓ Incluir o reforzar la educación ambiental con un enfoque integral de cuencas sobre los manglares a todos los habitantes del sistema lagunar la Joya-Buenavista.
- ✓ Fomentar el conocimiento de los servicios ambientales provistos por los manglares a las localidades y dar a conocer esquemas de manejo alternativo de estos ecosistemas.

Debido a que existen también factores externos (azolvamiento, cambios en el patrón hidrológico, hipersalinidad, erosión de playas, eutrofización y contaminación, desarrollo urbano y turístico) que modifican la estructura de los manglares, es importante evaluar el impacto de estos en el sistema La Joya-Buenavista.

### XIII. BIBLIOGRAFIA

**Acharya G.** 2002. Life at the margins: The social, economic and ecological importance of mangroves. *Madera y Bosques*. 8 (Esp. 1): 53-60.

**Agraz-Hernández C. M.** y F.J Flores-Verdugo. 2005. Diagnóstico del impacto y lineamientos básicos para los programas de mitigación y manejo de humedales. In: Botello A. V., Rendón-Von Osten J., Gold-Bouchot G. y Agraz-Hernández C. M. (Eds.) *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*, EPOMEX-UAC/UNAM/INE/UJAT/UIA. Campeche, Campeche, México. 597-606.p.

**Agráz-Hernández R.** Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo y J.J Jiménez-Zacarías. 2006. *Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México*. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.

**Arreola-Lizárraga J.A.,** F. J. Flores-Verdugo y A. Ortega-Rubio. 2004. Structure and litterfall of an arid mangrove stand of the Gulf of California, México. *Aquatic Botany*. 79: 134-143.

**Berg S.** 1986. Random Contact processes, Snowball sampling and factorial series distributions. *Journal of Applied Probability*. 20: 31-46.

**Bogner, F. X.** y M. Wiseman. 1997. Environmental perception of rural and urban pupils. *Journal of Environmental Psychology*. 17: 111-122.

**Cintron, G.** y Y. Shaeffer-Novelli 1984, Methods for studying mangrove structure. En S. C. Snedeker; J.G. Snedeker (eds). *The mangrove ecosystems: research methods*. UNESCO. Paris Francia.

**Cintron**, G. y Y. Shaeffer-Novelli. 1985. Características y desarrollo estructural de los Manglares del Norte y Sur América. *Ciencia interamericana* 25: 4-15.

**Cintrón**, G. y Y. Schaeffer. 1985. *Introducción a la Ecología del manglar*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. 108 p.

**CONABIO**. 2009. *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México D.F

**CONABIO**. 2013. *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

**CONABIO**. 2013. *Manglares del México: extensión, distribución y monitoreo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 127 p.

**Contreras** E. F. y L. M. M. Zabalegui. 1991. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en la laguna La Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 17: 207-215.

**Corella** J. F., H. J. I Valdez., A. V. M Cetina., C. F González., S. A Trinidad., y J. R. Aguirre Rivera. 2001. Estructura forestal de un bosque de manglares en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*. 26(90): 73–102.

**Costanza** R., R. d'Arge., R. de Groot., S. Farberk, S. Grasso., K. Limburg., S. Naeem., V.R. O'Neill., J. Paruelo., G.R. Raskin., P. Suttonk y M. Van den Belt. 1997. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature* 387: 253-260.

**CONAFOR**. 2016. *Sistema de especies forestales*. Comisión Nacional Forestal. México. [http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/especies\\_forestales/detalles.php?tipo\\_especie=11](http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/especies_forestales/detalles.php?tipo_especie=11) (Consulta: 06enero 2016).

**Cottam**, G. y J. T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*. 30(3): 451-460.

**Curtis**, J. y R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*. 32: 476-496.

**Duke** N. C., J. O. Meynecke., S. Dittman., A. M. Ellison., K. Anger., Berger., S. Cannici., K. Diele., K.C. Ewel., C. D. Field., N. Koedam ., S.Y. Lee., C. Marchand., I. Nordhaus y F. Dahdouh-Guebas. 2007. *A world without mangroves?* *Science*. 317: 41-42.

**Estrada-Duran** G., F.G. Cupul-Magaña y A. L. Cupul Magaña. 2001. Aspectos de la estructura y producción de hojarasca del bosque de manglar del Estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. *Ciencia y Mar*. 15: 3-12.

**Flores-Verdugo** F. J., G. De la Lanza-Espino., F. Contreras Espinosa y C.M. Agraz-Hernández. 1992. The tropical pacific coast of México. En: Springer Berlin Heidelberg (Ed). *Coastal marine ecosystems of Latin America*. Departamento de Oceanografía, Universidade do Rio Grande. Marine Science Program, Department of Geological Sciences, and the Belle W. Baruch Institute for Marine and Coastal Research, University of South Carolina. 307-314 p.

**Flores-Verdugo** F. y C. Agraz-Hernández. 2002. Los ecosistemas de manglar: Su importancia económica, ecológica y social. En: Laborda-Navia, A.J. (Ed). *El mar como fuente de moléculas bioactivas*. Universidad de León. Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales. México. 51- 65 p.

**Gellida-Esquinca** C.A y R. Moguel Viveros. 2007. Pesquerías y pescadores artesanales de camarón en el cordón estuárico, la joya, la barra y Buenavista, Chiapas. Territorio, organización y tecnología. *Cuicuilco*. 14 (39):35-78.

**Grupo Ecoturístico El Madre Sal.** 2015. El Madresal. México. [www.elMadresal.com](http://www.elMadresal.com) (Consultado: 06 enero 2016).

**Hammer, O., D. A. Harper y P. D. Ryan.** 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 9.

**Hernández-Trejo H.** 2009. *Efecto de las perturbaciones naturales y antropogénicas en la estructura del manglar de La Mancha, Veracruz*. Tesis Doctoral. Instituto de Ecología A.C. Xalapa Veracruz, México. 107 p.

**Hirales, C.M.** 2009. *Cambios de cobertura y servicios ambientales del manglar en la zona costera Mahahual – Xcalak, Quintana Roo, México*. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo, México. 72 p.

**Holdridge, L. R.** 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 149p.

Instituto Nacional de Ecología. 2010. Adaptaciones. Veracruz Tierra de ciénagas y pantanos 212-287p

**INEGI.** Información por entidad, Chiapas; Clima. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/territorio/clima.aspx?tema=me&e=07> (consulta: 21 marzo 2017)

**Jiménez, J. A. y Sauter, K.** 1991. Structure and Dynamics of Mangrove Forests Along a Flooding Gradient. *Journal of Estuaries and Coast*. 14 (1): 49-56.



**Jiménez**, J. A. 1994. *Los manglares del Pacífico Centroamericano*. Universidad Nacional, Instituto Nacional de Biodiversidad y Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 336 p.

**López-Portillo** J. A. y E. Ezcurra. 1989. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at laguna de Mecoacán, México. *Biotrópica*. 21 (2): 107-114.

**Lopez-Portillo** J.A. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revision. *Madera y Bosques*. 27:27-51.

**Lot** H.A., Y.C Vazquez y F.L Menendez. 1975. Physionogmic and floristic changes near the norththern limit of mangroves in the gulf coast of Mexico. En: Walsh, G.E., Snedaker, S.C, Teas, H.J, (Eds). *Symp. on Biology and Management of Mangroves*. Univ, Florida press. Gainesville, Fla., 52-61 p.

**Lugo**, A. E. y S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.

**MEA**. 2003. *Ecosystems and human Well-being, a framework for assessment*. Island press. Washington, DC., E.U.A., 245 p.

**Meulen**, H. A., G. R. Snoo y G. A. Wossink. 1996. Farmers' Perception of Unsprayed Crop Edges. *Journal of Environmental Management* 47: 241-255.

**Moreno-Casasola**, P. y D. Infante-Mata. 2009. *Manglares y Selvas inundables*. INECOL/CONAFOR/OIMT. Xalapa, Veracruz, México. 150 p.

**Nettel**, H. A., Dodd R.S. Afzal-Rafii Z. y Tovilla-Hernandez C. 2008. Genetic diversity enhanced by ancient introgression and secondary contact in East Pacific black mangroves. *Molecular Ecology* 17: 2680-2690.

**Novelo**, A. y L. Ramos. 2005. Vegetación acuática. En: J. Bueno, F. Álvarez y S. Santiago (Eds.). *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 111-144.

**Ovalle-Estrada**, F. y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar La Joya, En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed). *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México, D.F.

**Diaz-Merlano** J.M. 2007. Deltas y estuarios de Colombia. En: E. Otero-Alvarez, L. Mosquera-Aguirre, G. Silva-Castro, J.C. Guzmán-Victoria (Eds.) *Un exuberante mosaico de vida. Banco de Occidente. Colombia* <http://www.imeditores.com/banocc/deltas/cap8.htm> (Consulta: 10-Febrero 2017)

**Pool**, D. J., S. C. Snedaker., A. E Lugo. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 195-212.

**Ramos-Cruz**, S. 2008. Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Potunidae), en el sistema lagunar LaJoya-Buenavista, Chiapas, México. Julio a diciembre de 2001. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3(3): 259-268.

**Ramos-Durón**, F. J., A. J. Quiróz-Flores, J. P. Ramírez-García y A. Lot-Helgueras. 2004. *Manual de hidrobotánica: Muestreo y análisis de la vegetación acuática*. AGT Editor. México. 158 p.

**Romero-Berny**, E.I y C. Tovilla Hernández. 2009. Estructura del manglar en el sistema lagunar costero de Carretas-Pereyra, reserva de la biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Lacandonia* 3(1): 19-28.

**Romero-Centeno**, R., J. Zavala-Hidalgo, A. Gallegos y J. J. O'Brien. 2003. Isthmus of Tehuantepec: Wind climatology and ENSO signal. *Journal of Climatology* 16 (15): 2628-2639.

**Rzedowski**, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432 p.

**Sanjurjo**, R. E. y S. Welch-Casas. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica* 74: 55-68.

**Tello-Espinoza**, R., R. R. Tuanama., L.A. Macedo Bardales., W. Alegria Muñoz. 2006. *Eficiencia del método de cuadrante, sextante y el método de parcela cuadrada en el inventario de un bosque tropical, Iquitos - Perú*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales [http://www.investigacionfcf.galeon.com/articulos/Articulo\\_16.pdf](http://www.investigacionfcf.galeon.com/articulos/Articulo_16.pdf) (Consulta: 12 enero 2017)

**Téllez-García**, C.P. y Valdez-Hernández, J.I. 2012. Caracterización estructural del manglar en el estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18 (3): 395-408.

**Thom**, B. G, 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology* 55: 301-340.

**Tomlinson**, P. B. 1994. *The Botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.

**Tovilla-Hernández**, C. y Orihuela Belmonte D.E. 2004. Impacto del huracán Rosa sobre los bosques de manglar de la costa norte de Nayarit, México. *Madera y Bosques* 10(2): 63-75

**Tovilla-Hernández, C.** y E. I. Romero-Berny. 2012. Diagnóstico estructural de los manglares de Chiapas y Oaxaca. En: Sánchez-Martínez, A. J., X Chiappa-Carrará y R. Brito-Pérez (Eds.). *Recursos acuáticos costeros del sureste*. UNAM / CONCITEY. Mérida, Yucatán, México. pp. 257-279.

**Travieso-Bello.** 2005. Manglares. En: P. Moreno-Casasola, E. Peres Barbosa – Rojas, A. C. Travieso-Bello (Eds). *Manejo Costero integral: el enfoque municipal*. Instituto de Ecología, A.C.183-204 p.

**UNESCO.** 1985. Percepción ambiental: *Seminario regional para América Latina y el Caribe*. ROSTLAC-UNESCO-MAB. Montevideo, Uruguay. 80 p.

**Valdez- Hernández, J. I.** 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales. Nayarit. *Madera y Bosques* 10 (Es2):93-104.

**Vázquez-Lule, A. D., M. T. Rodríguez-Zúñiga y P. Ramírez-García.**2009. Caracterización del sitio de manglar Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, 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,

**Vive** MX. 2015. Pueblo Cabeza de Toro, Tonalá, Chiapas. [www.vivemx.com/cd/cabeza-de-torohtm](http://www.vivemx.com/cd/cabeza-de-torohtm) (Consulta: 18 febrero 2015).

**Walsh, G.E.** 1974. Mangroves: a review. En: Reimold, R.J. y W.H. Queen (Eds). *Ecology of Halophytes*. Academic Press, Inc. 605 p.

## XIV. ANEXOS

### UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS

#### Cuestionario

#### Servicios ambientales del ecosistema manglar



1.- Frecuentemente se dice que los manglares son importantes por varias razones ¿usted sabe por qué son importantes los manglares?

- a) son refugio para la fauna (aves peces, reptiles e insectos)\_\_\_
- b) son parte de la naturaleza\_\_\_
- c) En el manglar se crían larvas de camarón y peces\_\_\_
- d) Nada\_\_\_
- e) Otro\_\_\_\_\_

2.- En muchos lugares las personas obtienen beneficios directamente del manglar. ¿ Qué beneficios ha recibido usted del manglar?

- a) Leña\_\_\_
- b) Madera para hacer carbón\_\_\_
- c) Madera para construir techos o cercos\_\_\_
- d) Productos medicinales\_\_\_
- e) Peces u otros animales para comer\_\_\_
- f) Otro\_\_\_\_\_
- g) Ninguno\_\_\_

3.- ¿Usted considera que el manglar le brinda una vista o paisaje agradable?

- a) Si \_\_\_
- b) No\_\_\_

4.- ¿usted ha realizado o realiza alguna actividad en los manglares?

- a) Caza\_\_\_
- b) Pesca\_\_\_
- c) Guía de turistas\_\_\_

5.- ¿usted piensa que el manglar es un atractivo para promover el turismo de la localidad?

- a) Si\_\_\_
- b) No\_\_\_

6.- ¿porque el manglar es / no es un atractivo para el turismo? R=

7.-En algunos lugares las personas han usado los manglares para proteger sus embarcaciones de los vientos llamados también “Norte” o huracanes (guardan sus lanchas entre los manglares), ¿usted sabe si en el la localidad se ha utilizado para esto en el manglar?

- a) Si\_\_\_
- b) No\_\_\_

8.- ¿Usted piensa que el manglar le da protección a la costa?

- a) Si\_\_\_
- b) No\_\_\_

9.-Si son así ¿de qué protege el manglar a la costa?

- a) De los huracanes\_\_\_
- b) De los nortes de las inundaciones\_\_\_
- c) Otro\_\_\_

10.- Los manglares realizan importantes funciones en la naturaleza y las personas se benefician de estas funciones. Estos beneficios son llamados servicios de los ecosistemas. A continuación le voy a mencionar algunos de estos servicios y por favor usted me dice si recibe alguno de ellos.

- a) El manglar mantiene al suelo estable porque sus raíces atrapan sedimento\_\_\_
- b) El manglar mantiene el agua limpia porque atrapa los materiales suspendidos en el agua\_\_\_
- c) El manglar ayuda a regular el clima porque absorbe algunos gases del aire\_\_\_
- d) En el manglar viven animales como anfibios, reptiles, aves y mamíferos\_\_\_
- e) En el manglar se crían larvas de camarones y peces\_\_\_

### **Preguntas adicionales**

1.- ¿cuánto tiempo tiene viviendo en la localidad?

1.- ¿Hasta qué año asistió a la escuela?

2.- ¿Algo más que quiera mencionar acerca del manglar que está cerca de su localidad?

**Observaciones:**