

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL



Estructura Arbórea de Manglares en Barra de Tecoanapa, Guerrero, México

Por:

**MARÍA MAGDALENA COLÓN ALARCÓN**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Estructura Arbórea de Manglares en Barra de Tecoaapa, Guerrero, México

Por:

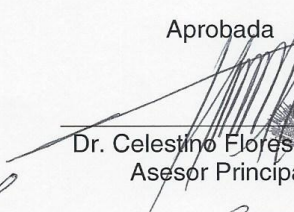
**MARÍA MAGDALENA COLÓN ALARCÓN**

TESIS

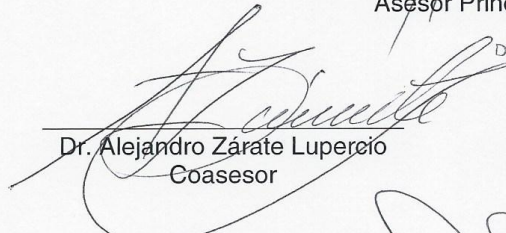
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

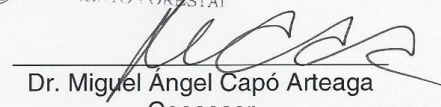
**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada

  
Dr. Celestino Flores Lopez  
Asesor Principal

DEPARTAMENTO FORESTAL

  
Dr. Alejandro Zárate Lupercio  
Coasesor

  
Dr. Miguel Angel Capó Arteaga  
Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2014

Esta tesis ha sido apoyada por el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave No. 38-111-3613-2192. Proyecto que pertenece al Departamento Forestal, a cargo del profesor investigador Dr. Celestino Flores López.

## DEDICATORIAS

A Dios por darme vida, salud y la capacidad para concluir un logro más en mi vida “Mi Carrera Profesional”.

A mis padres y hermanos con el amor y respeto que se merecen, por darme todo cuanto han podido para que este logro se realizara, gracias por brindarme el apoyo que necesite para alcanzar una meta más en la vida.

A mi Madre Guadalupe Alarcón Álvarez por enseñarme el valor de la vida, por motivarme a seguir luchado aun en la adversidad, por darme cariño y motivación para lograr la que me he propuesto, gracias Madre por tus sabios consejos.

A mi padre Mario Colón Sandoval por enseñarme con su ejemplo que para lograr algo siempre hay que esforzarse, gracias Padre.

A mis hermanos:

Carlos Colón Alarcón por estar siempre ahí cuando más lo he necesitado, porque a pesar de la distancia nunca has dejado que me sienta sola, gracias hermano por todo tu apoyo incondicional.

Ignacio Cristóbal Colón Alarcón por tu apoyo y buenos ejemplos para lograr las metas propuestas.

Belia Colón Alarcón por tus buenos ejemplos y consejos para luchar por lo que se desea.

A mi tío Ignacio Colón Sandoval por la herencia más valiosa que pudiera recibir, fruto del inmenso apoyo y confianza que en mi depósito.

A mi tía Lucila Colón Sandoval por el apoyo y aliento de superación para continuar con mis estudios profesionales, gracias tía por tus sabios consejos.

Adin Helber Velázquez Pérez por su apoyo incondicional para lograr este proyecto de vida, gracias amor por estar ahí cuando más lo he necesitado.

## AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Terra Mater* por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en el ámbito forestal.

A mis profesores del Departamento Forestal por todos los conocimientos aportados para mi formación profesional.

Al M.C. Andrés Nájera Díaz por sus sabios consejos para seguir adelante en carrera profesional.

Al Dr. Celestino Flores López por sus consejos, asesoría y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio por su aportación y revisión al presente trabajo de investigación.

Al Dr. Miguel Ángel Capo Arteaga por el tiempo y empeño depositado a la revisión del presente trabajo.

A la Familia Gutiérrez Noyola por su estancia, alimentación y apoyo durante la toma de datos de campo, gracias a ustedes por darnos la confianza de habitar en su hogar.

A Carlos Colón Alarcón, Ing. Adin Velázquez Pérez, Pastor Gutiérrez, Francisco Javier Gutiérrez Noyola, Ing. Aníbal Prestegui Santos, Ing. Jorge Yair Palma Zarate Ubaldo Acevedo Prestegui, y al Dr. Celestino Flórez López, por su apoyo para la obtención de datos de campo.

A la Familia Gómez Estrada por su cariño y aprecio, gracias a ustedes por el apoyo brindado.

A mis amigos y compañeros por los momentos compartidos, por luchar juntos para concluir la carrera profesional, por formar parte de mi familia en mi estancia en mi "Alma Mater": Olga Gómez Morales, Migdalia Yerandi Barrios Guzmán, Beatriz

Adriana Constantino Díaz, Martha Elena Ramos, Ana Abel Martínez Guevara,  
Edelmira Chaparro, Armando Abisai Mis Euan, Emilio Martínez.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Hipótesis .....	3
1.2 Objetivos Generales .....	3
1.2.1 Objetivos Específicos .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Descripción y clasificación de los manglares .....	4
2.2 Los manglares en México .....	5
2.3 Importancia de los manglares en México.....	7
2.4 Estructura del manglar .....	7
2.5 Importancia de la estructura del manglar .....	8
2.6 Evaluación de la estructura del manglar .....	8
2.7 Estudios realizados en México .....	8
3.1 Descripción del área de estudio Barra de Tecoaapa, Guerrero.....	11
3.1.1 Localización .....	11
3.1.2 Clima .....	12
3.1.3 Vegetación .....	12
3.2 Descripción del área de estudio Soto la Marina Tamaulipas. ....	13
3.2.1 Localización .....	13
3.2.2 Edafología .....	13
Cuadro 2. Clasificación de poblaciones por tipo de suelo.....	14
3.2.3 Clima .....	14
3.2.4 Vegetación .....	14
3.3 Procedimiento de estudio .....	15
3.3.1 Tamaulipas.....	15
3.3.2 Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.....	16

3.3.3 Variables a medir .....	16
3.4 Estructura de poblaciones .....	17
3.4.1. Índice de valor de importancia (IVI).....	17
3.4.2 Índice de esbeltez .....	19
3.4.3 Índice de Pretzsch.....	19
3.4.5 Análisis de Cluster.....	19
3.4.5.1 Índice de Bray-Curtis.....	19
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Estructura de poblaciones .....	21
4.1.1 Estructura horizontal .....	21
4.1.1.1 Abundancia de población y especie .....	21
4.1.1.2 Dominancia por población y por especie.....	23
4.1.1.3 Abundancia de acuerdo a la distribución diamétrica por especie.....	26
4.1.2 Estructura vertical de las poblaciones. ....	30
4.1.3 Distribución de la regeneración .....	31
4.2 Índice de Esbeltez .....	33
4.3 Análisis de Cluster.....	35
5 CONCLUSIÓN .....	38
6 RECOMENDACIONES .....	39
7 LITERATURA CITADA .....	40
APÉNDICE .....	46



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Datos geográficos de las poblaciones de manglar de Soto la Marina, Tamaulipas.....	13
Cuadro 2. Clasificación de poblaciones por tipo de suelo.....	14
Cuadro 3. Distribución de parámetros de las especies de Barra de Tecoaapa, Guerrero.....	24
Cuadro 4. Distribución de parámetros de las especies de Soto la Marina, Tamaulipas (Mendoza modificado 2014).....	25
Cuadro 5. Distribución vertical de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal en la población de Barra de Tecoaapa, Guerrero.....	30
Cuadro 6. Distribución vertical de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal en la población de Soto la Marina, Tamaulipas.....	31
Cuadro 7. Similitud entre las poblaciones de Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio en Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.....	11
Figura 2. Diagrama ombrotérmico de las normales climatológicas (temperatura y precipitación) de la estación Marquelia, Guerrero, periodo 1981-2010...	12
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971-2000) de las estaciones meteorológicas de La Pesca, Soto La Marina estado de Tamaulipas (Conagua, 2000a).....	15
Figura 4. Abundancia de especies por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar de las especies más importantes, Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.....	28
Figura 4. Abundancia de especies por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar de las especies más importantes, Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas (Continuación).....	29
Figura 5. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis en las poblaciones de Barra de Tecoaapa, Río Soto la Marina y Barra de Tecoaapa.....	36

## RESUMEN

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes de México por su valor biológico y socioeconómico, de gran relevancia científica y cultural. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la estructura horizontal y vertical del manglar en Barra de Tecoaapa, Guerrero para compararlas con las poblaciones de Río Soto la Marina y Laguna de Morales Tamaulipas.

Se establecieron 32 sitios de muestreo permanentes en Barra de Tecoaapa Guerrero y 19 sitios para la población de Soto la Marina Tamaulipas, midiendo los árboles de igual o mayor a 2.5cm de diámetro normal. Se determinó el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) obteniéndose a partir del área basal, dominancia y frecuencia ( $I.V.I. = Dr + Domr + Fr$ ), calculándose además el Índice de Esbeltez (I.E) a partir del diámetro promedio y altura promedio por especie ( $I.E = h\%/DN\%$ ).

El I.V.I fue mayor para la especie de *Rhizophora mangle* con un índice de 174.45 en la población de Laguna de Morales, mientras que para la población de Río Soto la Marina de igual manera predominó *Rhizophora mangle* (I.V.I=148.48), en la población de Barra de Tecoaapa la especie con mayor importancia fue *Laguncularia racemosa* (I.V.I=141.35).

De acuerdo al I.E. las especie con mayor índice es *Laguncularia racemosa* 90.93 y 86.44 I.E en las poblaciones de Barra de Tecoaapa (manglar ribereño) y Río Soto la Marina (manglar ribereño) respectivamente. Mientras que para la población de Laguna de Morales (manglar de borde) el mayor índice lo presentó *Avicennia germinans* (I.E=65.29) mostrando con ello los cambios que presenta la vegetación de acuerdo al tipo de manglar.

Palabras claves: Manglar, Estructura, Índice de Valor de Importancia, Índice de Esbeltez, Tipo de manglar.

## ABSTRACT

The mangroves constitute one of the most important coastal ecosystems of Mexico for his biological and socioeconomic value, of great scientific and cultural relevancy. The present study has as aim evaluate the horizontal and vertical structure of the mangrove in Barra de Tecoanapa, Guerrero to compare them with the populations of Río Soto la Marina and Laguna de Morales, Tamaulipas.

They were established 32 permanent sites of sampling in Barra de Tecoanapa Guerrero and 19 sites for the population of Río Soto la Marina Tamaulipas, measuring the trees of equally or more to 2.5cm of normal diameter. There decided the Index of Value of Importance (I.V.I) being obtained from the basal area, dominancia and frequency ( $I.V.I. = D_r + D_{omr} + F_r$ ), the Index of Slenderness being calculated in addition (I.E) from the average diameter and average height for species ( $I.E = h\%/DN\%$ ).

The I.V.I was major for the species of *Rhizophora mangle* with an index of 174.45 in the population of Laguna de Morales, whereas for the population of Río Soto la Marina of equal way predominant *Rhizophora mangle* (I.V.I=148.48), in the population of Barra de Tecoanapa the species with more importance was *Laguncularia racemosa* (I.V.I=141.35).

In agreement to I.E spice them with more index it is *Laguncularia racemosa* 90.93 and 86.44 I.E in the populations of Barra de Tecoanapa (riverside mangrove) y Río Soto la Marina (riverside mangrove) respectively. Whereas for the population of Laguna de Morales (edge mangrove) the more index presented it *Avicennia germinans* (I.E=65.29) showing with it the changes that the vegetation of agreement presents to the type of mangrove.

Key words: Mangrove, Structure, Index of Value of Importance, Index of Slenderness, Mangrove type.

## 1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la convención RAMSAR (2006) los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales constituyen uno de los ecosistemas existentes dentro del territorio nacional y entre ellos los manglares, que son humedales costeros, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan; su importante papel ecológico ha sido reconocido internacionalmente (CONABIO, 2008).

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes de México por su valor biológico y socioeconómico, de gran relevancia científica y cultural (Yáñez y Lara, 1999; Martínez-Zacarías *et al.*, 2012). Valdez (2004) menciona que los manglares son los ecosistemas costeros más importantes del mundo. A nivel global, los manglares juegan un papel esencial en el mantenimiento de los bienes y servicios de valor ecológico, social y económico (Requena-Pavón *et al.*, 2012).

Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, un árbol o arbusto con ramas descendentes que llegan al suelo y arraigan en él, y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua. Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o los bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado. En México predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* L. (mangle blanco), *Avicennia germinans* L. (mangle negro, madre de sal) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo) (CONABIO, 2008).

Los manglares sin duda pueden utilizarse como agentes de remediación, son biofiltros naturales en sitios contaminados con metales pesados, retención y procesamiento de algunos contaminantes utilizados en la agricultura; filtración de agua y abastecimiento de mantos freáticos (Foroughbakhch *et al.*, 2004; CONABIO, 2009).

Foroughbakhch *et al.*, (2004) sin embargo los manglares son ecosistemas naturales valiosos que enfrentan alteraciones severas, como la contaminación por descarga de aguas residuales y la sobreexplotación de productos derivados de dichos ecosistemas, que afectan su estructura, funcionamiento y existencia, sufriendo cambios negativos por influencia de la actividad petrolera, el aumento de la población, la tala clandestina y la caza furtiva. Al ser un gran reservorio de recursos naturales, la gente acude a él para obtener materiales y alimentos ante la falta de dinero (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2012).

La leña de mangle es demandada y consumida en 43% de los hogares en la zona costera aledaña al manglar. Esto genera problemas porque la mayoría de la gente considera al manglar como un recurso de uso común. Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y generan una gran cantidad de servicios ambientales (Elorza-Martínez *et al.*, 2012).

La compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves. Además, sobre las ramas de los manglares viven varias especies de iguanas consideradas en la categoría de Especies Amenazadas (CONABIO, 2009).

CONABIO (2009) señala que los manglares en México a pesar que están constituidos por pocas especies dominantes debido al factor fuertemente limitante de la salinidad, existe una gran variabilidad en su composición, estructura y función. La sobreexplotación de algunas especies altera sustancialmente la composición, estructura y función de este ecosistema.

En el Estado de Guerrero la extensión de manglar en el año 1979 era de 16,348 ha, con 0 ha perturbadas, para el año 2010 la extensión era de 8,123 ha, con 303 ha perturbadas, lo que demuestra la carencia de áreas naturales protegidas, ya que en este estado no se cuenta con áreas protegidas en manglares, o manglares en sitios RAMSAR (CONABIO, 2008).

Distintos estudios a nivel internacional señalan que recuperar un manglar que ha sido severamente dañado puede tomar muchos años cuando ello es posible; en muchas ocasiones la pérdida es total e irreversible (CONABIO, 2008).

Mientras tanto el sitio evaluado Barra de Tecoanapa, se encuentra dentro de los sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica (Rodríguez-Zúñiga *et al*, 2013).

### 1.1 Hipótesis

- Ho: La estructura del manglar de Barra de Tecoanapa, Guerrero no es diferente a la estructura de los manglares del norte del País.
- Ha: La estructura del manglar de Barra de Tecoanapa Guerrero es diferente a la estructura de los manglares del norte del País.

### 1.2 Objetivos Generales

Evaluar la estructura horizontal y vertical del manglar en Barra de Tecoanapa, Guerrero.

#### 1.2.1 Objetivos Específicos

Evaluar la estructura horizontal, área basal, número de árboles por hectárea, la frecuencia de la especie por sitio.

Evaluar la estructura vertical, área basal, número de árboles por hectárea, la frecuencia de la especie por sitio definiendo estratos a partir de la especie más alta.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Descripción y clasificación de los manglares

Los manglares son comunidades florísticamente uniformes, compuestas normalmente por una o dos especies arbóreas o arbustivas, de 3 a 5 m de altura. Los manglares poseen características que, en total, hacen ellos estructuralmente y funcionalmente única. Las características ecofisiológicas y adaptaciones de árboles de mangle son las raíces aéreas, embriones vivíparos, las mareas dispersión de propágulos, el rápido ritmo de producción del dosel (Alongi, 2002). Estos árboles son resistentes a altas temperaturas, precipitaciones, fluctuaciones de salinidad y suelos reducidos (con poca oxigenación), presentando adaptaciones como sus neumatóforos (CONABIO, 2009).

De acuerdo con Alongi (2002) se estima que hay 9 órdenes, 20 familias, 27 géneros y 70 aproximadamente especies de manglares que ocupan una superficie total estimada de 181 000 km<sup>2</sup>.

Tovilla-Hernández *et al.*, (2012) señalan que los manglares se caracterizan porque no presentan una estructura mixta, sino que las distintas especies se ordenan en bandas o zonas definidas.

Los manglares son los únicos bosques situados en la confluencia de la tierra y el mar, en zonas subtropicales del mundo y el trópico. Incluyen alimentos relativamente sencillo, contienen una mezcla de especies marinas y terrestres; zonas de cría y lugares de cría de aves, reptiles y mamíferos (Alongi, 2002).

De acuerdo con la FAO cerca del 80% de la captura mundial de peces marinos se realiza en la franja costera. Además, muchas poblaciones de aves acuáticas utilizan los manglares como zonas de reposo o reproducción.

La distribución, composición y fisonomía de las comunidades de mangle están influidas por los cambios latitudinales, en la temperatura y la precipitación, pero localmente dependen de la geomorfología, el substrato, la salinidad, la inundación y el relieve (López y Ezcurra, 2002). Los manglares tienen diversos mecanismos de eliminación de sales, por ejemplo el género *Avicennia* excreta la sal excedente vía glándulas en las hojas, que se observa como pequeños cristales sobre éstas,



mientras que *Laguncularia* acumula las sales excedentes en las hojas senescentes (Tomlinson, 1986).

De las adaptaciones más notables de los manglares es que en mayor o menor medida una parte importante de su sistema radicular está fuera del suelo, lo que les permite captar gases atmosféricos y transportarlos a las raíces subterráneas que se encuentran en suelos poco oxigenados (Tomlinson, 1986).

El género *Rhizophora* tiene un sistema de raíces aéreas con pequeños poros llamados lenticelas, en tanto que *Avicennia* y en algunas ocasiones *Laguncularia* desarrollan raíces aéreas conocidas como neumatóforos.

Estudios recientes elaborados por el Colegio de la Frontera Sur Unidad Tapachula han ubicado un bosque maduro de *Avicennia bicolor* entre los límites municipales de Tonalá y Pijijiapan, Chiapas, además de encontrar nuevos sitios de distribución de *Rhizophora harrisonii* (Tovilla-Hernández *et al.*, 2012).

## 2.2 Los manglares en México

Los manglares representan un ecosistema altamente productivo, con una gran riqueza biológica y proporcionan una gran diversidad de recursos y servicios ambientales. México se encuentra entre los cuatro países con mayor extensión de este ecosistema a nivel mundial (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

En México las especies de mangle rojo, prieto, blanco y botoncillo están bajo la categoría de amenazadas (NOM-059-SEMARNAT-2010), lo cual indica que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, en caso de que los factores negativos sigan persistiendo y pongan en riesgo su viabilidad, hábitat o disminución directa del tamaño de sus poblaciones (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

En México, a nivel regional, existen diferencias entre los manglares que se distribuyen desde el sur de Chiapas hasta Baja California (este último es el límite norte de los manglares del Pacífico), así como en los manglares del Golfo de México y Caribe que van desde Quintana Roo (18°10'N) hasta Tamaulipas (25°55'N) (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

CONABIO (2009) estima que la superficie de manglar para México fue de 770,057 hectáreas donde predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro, madre de sal) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Del total de la superficie de manglar, el 45.2% (348,065 ha) se encuentra decretada como Área Natural Protegida (ANP) Federal. El 21.4% (164,713 ha) está dentro de sistemas de áreas protegidas estatales. Debido a una sobreposición entre algunas áreas federales y estatales, la superficie total de manglar bajo protección incluyendo ambas modalidades, es de 53.7% (413,749 ha). Por otra parte se señala que el ecosistema de manglar está presente en los 17 estados de la República con litoral, Campeche es el que posee la mayor superficie de manglar del país (25.2%), seguido por Quintana Roo (16.9%), Yucatán (12.9%), Sinaloa (10.5%) y Nayarit (9.3%). Los estados con menor cobertura fueron Michoacán (0.2%), Jalisco (0.3%) y Baja California (0.004%). (CONABIO, 2008).

Pineda-Ovalles *et al.*, (2012) establecen que en el estado de Guerrero se encuentran cuatro especies de manglar, de las seis conocidas en México, las cuales son; *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

El manglar por ser un recurso poco estudiado y por ende mal manejado, está expuesto a un constante disturbio. Particularmente en la costa de Oaxaca las áreas de manglar han sufrido una eliminación muy drástica, debido al auge turístico de la zona, ganadería y la desviación de los cursos de agua para fines agrícolas.

La problemática que presentan estas comunidades vegetales es la deforestación, tala indiscriminada de manglar, sobreexplotación del uso del suelo y rellenos de áreas de humedales para el establecimiento de viviendas, y el cambio de uso de suelo, por lo tanto, es importante la preservación y conservación de estos ecosistemas así como saber los patrones de distribución y la estructura, además, del estado en el que se encuentran actualmente (Pineda-Ovalles *et al.*, 2012).

Otra de las causas son los derrames de petróleo lo cual se refleja una disminución en la biomasa del tallo y de las hojas, así mismo se registró una defoliación y marchitamiento de hojas, en la expansión foliar, durante la permanencia

del petróleo crudo en el agua intersticial y sedimento (Requena-Pavón *et al.*, 2012). Los manglares más fragmentados se ubican en los campos petroleros (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2012). Los humedales en las últimas décadas han cobrado gran importancia dada la función que tienen como almacenes o emisores de carbono (C) a la atmósfera (Martínez-Ortiz *et al.*, 2012). Los ecosistemas de humedales, como los manglares, desempeñan funciones ecológicas fundamentales como el regular la dinámica del ciclo del carbono, relacionado con los procesos de almacén y emisiones de gases de carbono a la atmósfera (Valdez, 2004).

### 2.3 Importancia de los manglares en México

La pesquería del camarón, una de las más importantes de México, existe gracias a la gran cantidad de lagunas costeras que albergan importantes humedales, como áreas de manglar y marismas, en donde se refugian las poslarvas de camarón y se desarrollan durante varios meses hasta alcanzar sus fases juveniles, momento en el cual migran al mar para completar su ciclo de vida. Asimismo, alrededor de los manglares se desarrollan actividades cinegéticas y una creciente industria asociada al ecoturismo: el avistamiento de aves migratorias, su paisaje y la variedad de vida silvestre que albergan, generan corrientes de turistas que son atraídos por la riqueza natural de estos singulares ecosistemas.

### 2.4 Estructura del manglar

Por su ubicación en la línea de costa, sus características estructurales y su aporte de materia orgánica, los manglares desempeñan un papel crucial en el desarrollo de diversas comunidades costeras, actuando como zona de refugio y alimentación para un número significativo de vertebrados, muchos de ellos con valor comercial (Alongi, 2002). La estructura se define como la formación de estratos, se refiere a la organización y distribución de la vegetación. Se presenta por medio de separaciones entre organismos en el espacio ya sea vertical (capas), o bien, horizontalmente (circuitos concéntricos) (Sutton y Harmo, 1995). La estructura vertical, indica el ordenamiento de la vegetación en estratos o doseles; la estructura horizontal, se refiere a la ordenación de los individuos y de las especies en el plano

horizontal o superficie del rodal y la estructura cuantitativa, se puede expresar como densidad, frecuencia, valor de importancia, producción a través de peso seco del material como también volumen o área basal (Flores s/f).

## 2.5 Importancia de la estructura del manglar

La compleja estructura vertical de los manglares es utilizada para descanso y anidación de diversas especies de aves como la garza azul (*Egretta caerulea*), la garza roja (*Egretta rufescens*), la garza morada (*Egretta tricolor*), la garza gris (*Ardea herodias*), el bobo café (*Sula leucogaster*), el cormorán orejudo (*Phalacrocorax auritus*), la fragata (*Fregata magnificens*) y la chocolatera (*Ajaia ajaja*). Algunas especies consideradas en peligro de extinción como la cigüeña jabirú (*Jabiru mycteria*), amenazadas como el flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) y el aguililla negra de manglar (*Buteogallus subtilis*), sujetas a protección especial como el gavilán caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), el loro manglero (*Amazona albifrons*), la cigüeña o garzón (*Mycteria americana*), elvíreo manglero (*Vireo pallens*) y eltecolotito manglero (*Megascops cooperi*), también frecuentan y anidan en el manglar. A demás de especies de aves migratorias, que en los meses de invierno habitan los manglares, como los chipes, entre otras (Rodríguez–Zúñiga *et al.*, 2013).

## 2.6 Evaluación de la estructura del manglar

Los manglares han sido materia de investigación por especialistas en ecosistemas costeros del país. Biólogos, ecólogos, oceanólogos, ingenieros pesqueros y ambientales han estudiado los manglares de México por más de 30 años, a los que se han sumado antropólogos, sociólogos y economistas, entre otros (CONABIO, 2009).

## 2.7 Estudios realizados en México

Corella *et al.*, (2001) estudiaron la estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. Para tal fin se establecieron tres parcelas de 100m<sup>2</sup> realizando la medición de alturas y DN de cada individuo, se realizaron mediciones posteriores a los seis y a los doce meses. Los resultados presentados declaran que *Laguncularia racemosa* presenta decremento en diámetro

en todas las categorías diamétrica. La especie que en general tuvo valor más elevado de área basal promedio fue *L. racemosa* con  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . En cambio el mayor incremento lo tuvo *Avicennia germinans* con  $0.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .

Por otra parte Tovilla y Orihuela (1999) estudiaron la ecología de los bosques de manglares y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de barra de Tecoaapa, Guerrero, México. Fue un estudio integral. Desde junio de 1990 hasta marzo de 1997. Los resultados revelan que en los bosques ribereños maduros de este sistema, el incremento anual del DAP/altura es más rápido en *L. racemosa* sobre *R. mangle* (0.67/43 contra 0.44/35 cm), y los mayores incrementos se registraron en los árboles más gruesos, los jóvenes, al estar ubicados bajo el dosel del bosque presentaron un crecimiento lento. El área basal de los bosques ribereños de esta localidad (3.5 a 47.5  $\text{m}^2/\text{h}$ ) es menor a registros similares obtenidos en Costa Rica y Nayarit.

De igual forma Benítez-Pardo *et al.* (2012) hicieron un estudio de predicción de la madurez estructural de un manglar inducido en el sistema lagunario Huizache-caimanero, Sinaloa. En este trabajo se evaluó el crecimiento en altura y diámetro de planta del bosque joven y del adulto en las dos etapas del muestreo cada dos meses por dos años, se consideró una muestra de 100 plantas del bosque joven y 100 individuos de los que se establecieron de manera natural (testigos), con aproximadamente la misma edad y para el bosque adulto se utilizaron 30 árboles adulto. Se determinó la estructura forestal por el método de cuadrantes. Los resultados fueron en el manglar aledaño al experimento y un área basal de  $32.7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , sin embargo para la zona experimental la densidad es de 28500 fustes  $\text{ha}^{-1}$  y  $7.91 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$

Otro estudio similar lo realizaron Pineda-Ovalles *et al.* (2012) para conocer la dinámica y estructura de una comunidad de manglar en la laguna de Mitla, Guerrero. Para tal fin se realizaron muestreos de la vegetación arbórea en diez unidades de muestreo (UM), a cada individuo de le tomaron medidas de altura total, diámetro a la altura del pecho y área basal. Las mayores densidades relativas y valores de importancia la tienen la especie de *Laguncularia racemosa.*, seguido por *Conocarpus erectus.*, y *Rhizophora mangle*, con valores de importancia que van de los 37.38% a

11.65%. Se presentaron tres tipos de mangle (borde, borde cuenca y ribereño) las principales especies dominantes y con mayor índice de valor de importancia (IVI) son *L. racemosa* (M. blanco) 37,38%, *C. erectus* (M. botoncillo) 26,47% *R. mangle* (M. rojo) 11,65%.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de manglar se llevó a cabo en Barra de Tecoanapa Guerrero y Soto la Marina Tamaulipas. A continuación se presenta la descripción de las áreas de estudio.

#### 3.1 Descripción del área de estudio Barra de Tecoanapa, Guerrero.

##### 3.1.1 Localización

El humedal de Barra de Tecoanapa, está ubicado en la desembocadura del río Quetzala, a los  $98^{\circ} 45' 04''$  W y  $16^{\circ} 30' 02''$  N, entre los Municipios de Azoyu y Cuajinicuilapa Guerrero, cerca del límite con el estado de Oaxaca.

La localidad de Barra de Tecoanapa está situada en el Municipio de Marquelia, Guerrero. Tiene 1,007 habitantes. Barra de Tecoanapa está a 6 m de altitud, en la desembocadura del Río Quetzala. En la Figura 1 se muestra la ubicación de los sitios de muestreo, así como la localización del área evaluada.

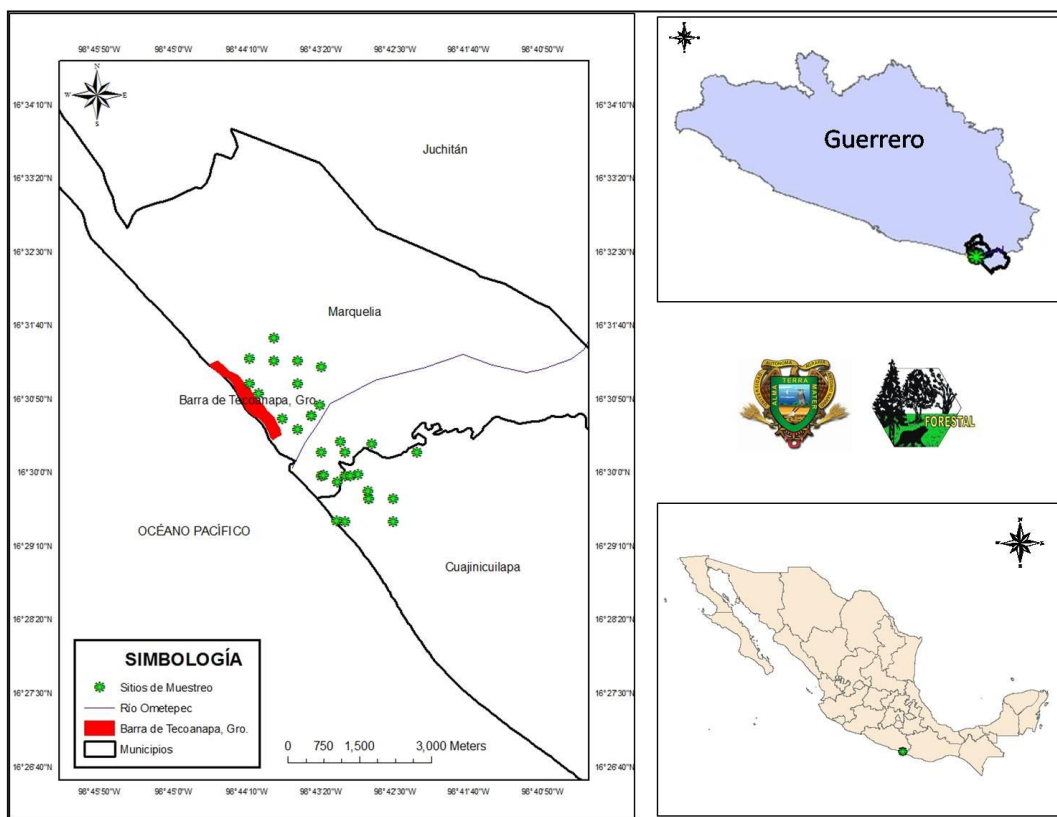


Figura 1. Localización del área de estudio en Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero.

### 3.1.2 Clima

El clima es de tipo Awo cálido semiseco (noviembre a mayo), con dos estaciones al año, y una época de lluvias (junio a octubre). El máximo de precipitación se registra en septiembre (menores a 1100 mm/año). La temporada de secas se ubica de noviembre a mayo. Este sistema cubre una extensión de 2062 hectáreas y es alimentado por el río Quetzala (Tovilla y Orihuela, 1999; Tovilla-Hernández *et al.*, 2009).

La temperatura media anual es de 29.0 °C, con precipitaciones de 1,156 mm anual, donde la máxima precipitación se registra en el mes de septiembre, con registro promedio de 281 mm (Figura 2) (CONAGUA, 2000).

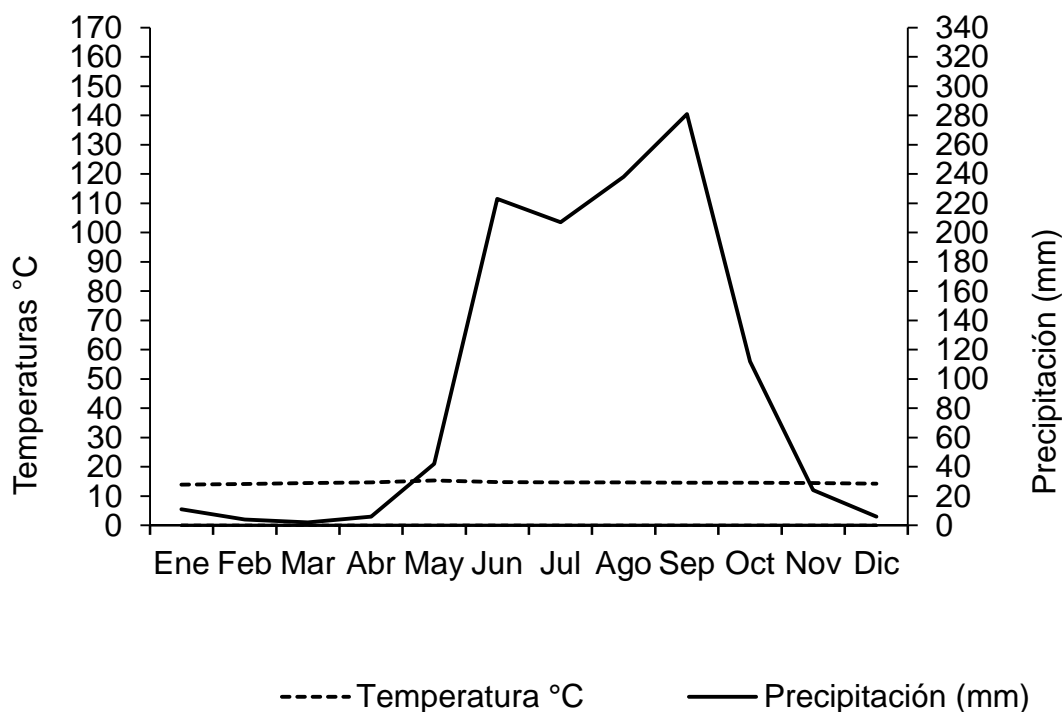


Figura 2. Diagrama ombrotérmico de las normales climatológicas (temperatura y precipitación) de la estación Marquelia, Guerrero, periodo 1981-2010.

### 3.1.3 Vegetación

Existen en el área comunidades vegetales, constituidas por bosques de manglar, vegetación de dunas, vegetación de zonas inundables, palmares y pastizal natural. El manglar es la vegetación más abundante con 915 hectáreas, la cual está



constituida por las cuatro especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) Gaerth), mangle negro (*Avicennia germinans* L.) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Tovilla-Hernández *et al.*, 2009).

### 3.2 Descripción del área de estudio Soto la Marina Tamaulipas.

#### 3.2.1 Localización

Se estudiaron dos poblaciones ubicadas en el ejido la Pesca en el municipio Soto la Marina, Tamaulipas. La primera población abarca el Río Soto la Marina estableciendo 11 sitios permanentes a lo largo de río, la segunda población se encontró en la Laguna Morales en donde se establecieron 8 sitios permanentes véase en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos geográficos de las poblaciones de manglar de Soto la Marina, Tamaulipas.

Población	Altitud (msnm)	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
Laguna Morales	-3	23°44'40.6"	97°45'34.4"
Soto la Marina	-1	23° 46' 24.2"	97°46' 47.7"

msnm= metros sobre el nivel del mar.

#### 3.2.2 Edafología

En el Cuadro 2 se representa los tipos de suelo para las poblaciones de estudio: en el Río Soto la Marina el suelo es Vertisol pélico (Vp) de textura fina y factores químicos como salina-fuertemente sódica, en la parte intermedia de la ubicación de las poblaciones se nos encontramos con Solonchak gléyico (Zg) de textura gruesa. La segunda población es La Laguna Morales zona de borde del mar se está rodeada por Vertisol pélico (Vp) y Regosol éutrico (Re) de textura gruesa y salina-fuertemente sódica (Inifap-Conabio, 1995).

Cuadro 2. Clasificación de poblaciones por tipo de suelo.

Población	Edafología
Río Soto la Marina	Vertisol pélico de textura fina, salina y fuertemente sódica y Solonchak gléyico de textura gruesa.
Laguna Morales	Vertisol pélico y Regosol éutrico (Re) de textura gruesa y salina-fuertemente sódica.

Fuente: Base de metadatos digital. Inifap-Conabio (1995).

### 3.2.3 Clima

El clima de la microrregión de Soto La Marina es de tipo (A) C (wo) semicálido subhúmedo del grupo C. Al nivel regional, hacia la porción norte el clima se clasifica como clima Seco BS1 (h´) hw (el menos seco del grupo de los BS1) conocido también como Semiseco (INEGI-SSP, 1983; García y Conabio, 1998).

Con una temperatura media anual de 28 °C grados y precipitación media anual de 650 mm, representada en la Figura 3 (Conagua, 2000a). Se encuentran dentro de la región hidrológica RH- 25 San Fernando –Soto la Marina, en la cuenca No. 111 Río Soto la Marina y sub-cuenca No. 1259 Bajo Soto la Marina (Conabio, 1998; Conagua, 1998; Conagua, 2007).

### 3.2.4 Vegetación

La vegetación que predomina en nuestra área de estudios son manglares, en las cuales están compuestas por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Con dominancia en el mismo orden. Para ambas poblaciones Río Soto la Marina y Laguna Morales, con un ancho de franja de 20 m aproximadamente.

Y a sus alrededores rodeado por selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva baja perennifolia, subperennifolia y espinosa, pastizal y vegetación halófila y gipsófila (Conabio, 1999).

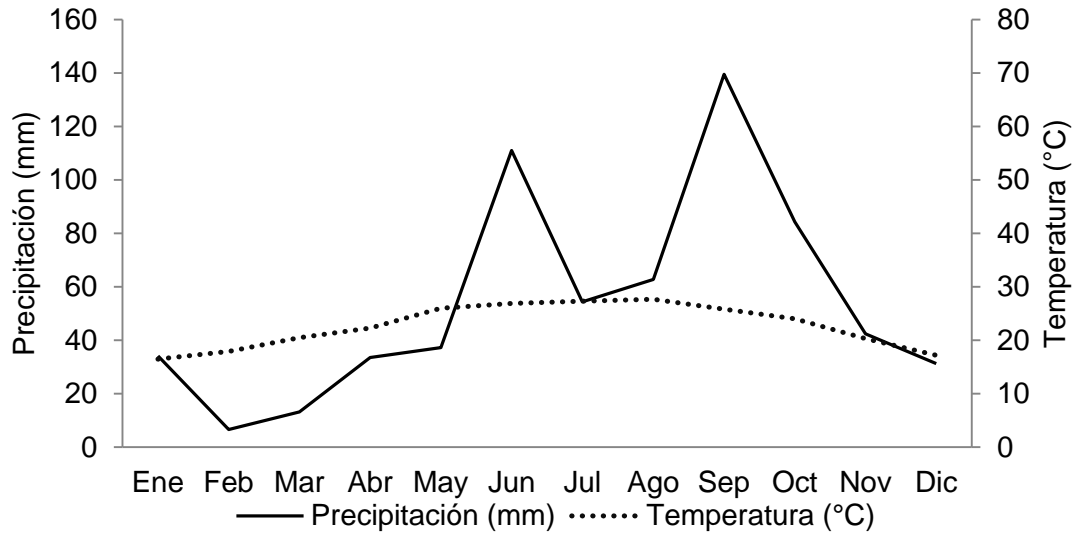


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971-2000) de las estaciones meteorológicas de La Pesca, Soto La Marina estado de Tamaulipas (Conagua, 2000a).

### 3.3 Procedimiento de estudio

#### 3.3.1 Tamaulipas

Mediante recorridos de campo se llevó a cabo un muestreo de tipo selectivo, dada las condiciones estructurales que presenta el manglar, lo cual no permite el fácil acceso (Mendoza, 2012).

Se establecieron un total de 19 sitios permanentes sobre el Río Soto la Marina y Laguna Morales, 11 establecidos durante Marzo y Junio de 2010, y los últimos ocho sitios establecidos en febrero del 2011. Los sitios de muestreo fueron de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m) se usó una cinta métrica de 15 m para delimitar el cuadrado, se colocó una estaca en las cuatro esquinas. Debido a la densidad del manglar no se trazaron cuadrantes dentro del sitio por lo que se procede a medir, marcar, enumerar y tomar los datos. Delimitando en forma perpendicular al borde del cuerpo de agua (Mendoza, 2012, Veliz, 2009).

Los mapas de la distribución de sitios de las poblaciones de Soto la Marina pueden ser consultados en Mendoza, 2012.

### 3.3.2 Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero

En la población de manglar de Barra de Tecoanapa Guerrero se establecieron 32 sitios permanentes, utilizando un muestreo aleatorio-sistemático. Se estableció el primer sitio de manera aleatoria y posteriormente se establecieron sitios con 200 m de distancia entre sitio, distancias que fueron modificadas en campo debido al difícil acceso en el área de estudio.

Se delimitó el sitio con una distancia de 10 x 10 m, se dividió en cuatro cuadrantes con la ayuda de una cinta métrica de 15 m. Una vez dividido el sitio en cuadrantes se procedió a marcar y medir los árboles dentro del sitio delimitado.

Se marcó el centro del sitio con un anillo, el número de sitio y el número 1 al árbol más próximo, posteriormente se enumeraron los árboles restantes, con la ayuda de una Brújula Sunnto se tomó el rumbo Norte para iniciar la enumeración de los árboles en sentido de las manecillas del reloj.

### 3.3.3 Variables a medir

Diámetro normal (DN) fue tomado a una altura de 1.30 m con ayuda de una cinta diamétrica, se midió cada uno de los árboles mayores de 2.5 cm de DN dentro del sitio delimitado, mientras que para *Rhizophora mangle* la medición del DN fue a 0.3 m después de la última raíz.

La altura, se estimó con la ayuda de una Pistola Haga y una cinta métrica, midiendo la longitud del árbol con una cinta métrica en caso de que el árbol se encontrara de forma horizontal. Las alturas no estimadas en campo debido a la gran cantidad de individuos por sitios, fueron estimadas mediante el método de regresión con el modelo de diámetro-altura, con la ayuda del programa SigmaPlot 12.0. Las alturas faltantes se obtuvieron mediante el siguiente modelo para las poblaciones de Soto la Marina Tamaulipas y Barra de Tecoanapa (Apéndice 4 y 5).

$$H=b_0D^{b_1}$$

Dónde:

$H$ = Altura (m)

$D$ = Diámetro a la altura del pecho (cm)

$b_0$  = Intercepción de la línea de regresión en el eje Y.

$b_1$  = Coeficiente de correlación (pendiente de la recta).

Para el registro de la información obtenida en campo se utilizó un formato adecuado donde se registraba: nombre de la población, número de rodal, número de sitio, fecha, coordenadas geográficas utilizando un receptor GPS. Para el caso de las variables a medir, se registró el número de árbol, especie, diámetro normal y la altura (Apéndice 1).

De igual manera se evaluó la regeneración de las especies por sitio, considerando como regeneración los individuos con diámetros menores a 2.5 cm dentro del cuadrante de 100 m<sup>2</sup>, las alturas fueron con rangos entre categorías de cada 0.50 m hasta las últimas categorías de altura encontradas, utilizando un formato especialmente para su evaluación (Apéndice 2).

### 3.4 Estructura de poblaciones

#### 3.4.1. Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un indicador de la importancia fitosociológica de una *especie*, dentro de una comunidad. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Lozada, 2010):

$$IVI = Dr + Domr + Fr$$

Dónde:

Dr= densidad relativa

Domr= dominancia relativa

Fr= frecuencia relativa

Estos valores se calcularon usando las siguientes formulas:

Densidad relativa (Dr)

$$Dr = \frac{\text{Densidad por especies} * 100}{\text{Densidad de todas las especies}}$$

Dominancia relativa (Domr)

$$Domr = \frac{\text{Dominancia por especies} * 100}{\text{Dominancia de todas las especies}}$$

Frecuencia relativa (Fr)

$$Fr = \frac{\text{Unidad de muestreo de la especie} * 100}{\text{Total de unidades de muestreo}}$$

a) Abundancia (Ind ha<sup>-1</sup>)

La abundancia expresada por número de árboles por hectárea, considerando el número de individuos por especie y la determinación del área basal por especies proyectada en hectáreas (ha).

$$d = \frac{x(10000)}{z}$$

Dónde:

d= Número de árboles

x= Número de árboles ubicados en la población

z=Dimensión de la población muestreada

10000= constante 1 ha

b) Dominancia (ab ha<sup>-1</sup>)

La dominancia fue determinada a través del diámetro basal que ocupan los árboles en m<sup>2</sup> para cada especie proyectado en hectáreas, lo cual se muestra a continuación. El diámetro fue medido a 1.30 m en las especies de *Avicennia germinas* y *Laguncularia racemosa*, para el caso de *Rhizophora mangle* se tomó a 0.3 m.

$$Dom = \frac{\pi}{4(DN)^2}$$

Dónde:

Dom= Dominancia m<sup>2</sup>

DN= 1.30 m

π= 3.1416

### 3.4.2 Índice de esbeltez

El índice de esbeltez presenta la relación entre altura y diámetro, el cual es estimado de la siguiente manera.

$$I.E= H/D$$

Dónde:

I.E= Índice de esbeltez

H= Altura promedio (m)

D= Diámetro promedio (m)

### 3.4.3 Índice de Pretzsch

El índice de Pretzsch utiliza diferentes zonas de altura para la detección de cambios en la diversidad arbórea en los diferentes estratos del bosque, con el objetivo de aportar información básica sobre la dinámica del rodal.

El índice A de Pretzsch es una modificación del índice Shannon, en que tres estratos son representados de acuerdo a la altura máxima registrada. El estrato I comprende las alturas con un rango de 80 a 100%, donde el árbol más alto constituye 100%, y a partir del cual se definen las proporciones de los árboles subsiguientes; el estrato II comprende las alturas con 50%-80% de la altura total registrada, y el estrato III va de 0 a 50% (Rubio *et al.*, 2014).

### 3.4.5 Análisis de Cluster

El análisis Cluster es un conjunto de técnicas multivariantes utilizadas para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos.

#### 3.4.5.1 Índice de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis que se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente. La agrupación se realiza mediante un proceso con fases de agrupación o desagrupación sucesivas. El resultado final es una jerarquía de unión completa en la que cada grupo se une o separa en una determinada fase (Argumedo y Siqueiros, 2008).

Para realizar el análisis de Cluster se utilizara el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) conforme a esta variable se medirá la similitud entre las poblaciones. Para la realización de grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí.



## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Estructura de poblaciones

Los manglares se desarrollan en tres tipos de zonas intermareales, con rasgos propios en la estructura, de acuerdo a las especificaciones de Bodero y Robadue (1995) en la población de Barra de Tecoanapa Guerrero se considera un bosque de manglar de tipo ribereño debido a que este se encuentra distribuido a orillas del río Quetzala el cual se encuentra en ocasiones combinado de agua salada debido a la marea alta que presenta el mar.

En Tamaulipas encontramos el manglar tipo ribereño para el Río Soto la Marina debido a que su característica estructural concuerda con inundaciones de agua dulce proveniente de ríos (inundado por corrientes de abundante lluvia y escorrentía) y manglar de tipo Borde para la Laguna Morales ya que se encuentra a lo largo de los litorales inclinados de tierra firme e islas grandes, las velocidades de flujo son tan pequeñas con el movimiento de mareas en un patrón de entrantes y salientes (Mendoza, 2012).

Los manglares presentan estas características estructurales debido a que son consecuencia de la topografía, salinidad e inundaciones, que son garantizadas por la marea, sin embargo cualquier zonación está sujeta a la topografía local la cual determina los patrones de escorrentía (agua salina y dulce), y por la composición y estabilidad del sedimento, radiación solar, temperatura y precipitación (Bodero y Robadue, 1995; Rico-Gray, 1979 y Palacios-Ríos, 1996; Travieso, s/f).

Mientras tanto cuando el nivel de salinidad es muy alta, el manglar alcanza menor altura y presenta una menor riqueza y diversidad de especies (Travieso s/f).

#### 4.1.1 Estructura horizontal

##### 4.1.1.1 Abundancia de población y especie

La población Laguna de Morales fue la que presentó mayor abundancia con 8,287 individuos por hectárea siendo un 70.74% de *Rhizophora mangle*, posteriormente Río Soto la Marina (7,190 ind ha<sup>-1</sup>) con abundancia del 63.08% de *R. mangle* (Cuadro 4).

Mientras tanto la abundancia de especies estimada para la población de Barra de Tecoanapa fue menor a las poblaciones anteriores, presentando 2,531 ind ha<sup>-1</sup> siendo un 65.68% de *Laguncularia racemosa* (Cuadro 3).

Las poblaciones de Río Soto la Marina y Laguna de Morales (manglar de tipo ribereño y de borde, respectivamente) presentaron un total de tres especies las cuales presentaron la densidad mejor representada por *Rhizophora mangle* con 4,536 ind ha<sup>-1</sup> para la población de Río Soto la Marina y 5,862 ind ha<sup>-1</sup> para la población de Laguna de Morales. Las siguientes dos especies presentaron una abundancia muy variada entre las dos poblaciones, para el caso de Río Soto la Marina *Laguncularia racemosa* presento 1809 ind ha<sup>-1</sup> y *Avicennia germinans* 845 ind ha<sup>-1</sup>, mientras que para la población de Laguna de Morales *Avicennia germinans* presento 2212 ind ha<sup>-1</sup> y *Laguncularia racemosa* 212 ind ha<sup>-1</sup> (Cuadro 4).

Por el contrario la población Barra de Tecoanapa (manglar tipo ribereño) resulto tener especies y abundancia con valores diferentes, dicha población agrupa a nueve especies siendo *Laguncularia racemosa* la mejor representada con 1,662 ind ha<sup>-1</sup>, seguida por *Avicennia germinans* (521 ind ha<sup>-1</sup>), *Rhizophora mangle* (243 ind ha<sup>-1</sup>) especies más representativas de la población (Cuadro 3).

La sal e inundación, ha causado un efecto de achaparramiento de *R. mangle* en Laguna Morales pero ganando más abundancia debido al poco desagüe de agua dulce, similar al Río Soto la Marina en donde la abundancia es mayor también para *R. mangle* favoreciendo a diferentes especies en ambas poblaciones para Laguna Morales *A. germinans*, este comportamiento se ve más afectado por la latitud norte y la temperatura baja de -3°C y - 11°C siendo su límite, y favorecida por la sal debido a que no existe suficiente fluidez, contrario a lo que pasa en el Río Soto la Marina haciendo evidente que *L. racemosa* es más abundante que *A. germinans* pero no con rangos tan amplios como es el caso de Laguna Morales (Travieso, s/f).

Al comparar los resultados se encontró diferencias sobre el Golfo de México domina claramente *R. mangle* en cualquier tipo de manglar entre latitudes de 20° a 27°, a lo contrario en El Pacífico con la densidad mayor para *L. racemosa* entre latitudes de 18° y 20° la cual domina en la mayoría de las zonas de estudio a excepción de Jalisco donde *R. mangle* domina al igual que Veracruz ambas con 20°

por esa razón nos lleva a pensar que la latitud es importante para la densidad de las especies y también la salinidad que tenga el tipo de estructura en el que este el sitio del manglar, ya que el cambio que presenta Jalisco es totalmente diferente a los demás encontrados en el Pacífico (Rico-Gray, 1979; Jiménez-Quiroz y González, 1996).

#### 4.1.1.2 Dominancia por población y por especie

De acuerdo con los datos obtenidos se observa en el Cuadro 3 demuestra que la mejor dominancia fue para la población de Barra de Tecoanapa con  $37.76 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguida de Laguna Morales con  $17 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  y por ultimo Río Soto la Marina con  $16.01 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Además de observar su comportamiento diferente entre los valores de la mejor especie con respecto a la abundancia de la dominancia. Por tal razón se observa que en Tamaulipas sobresale *Pithecellobium timuchil* con el diámetro y por lo tanto también en área basal, con  $24.28 \text{ cm}$ , no teniendo comparativo con las especies presentes en las poblaciones de Tamaulipas debido a que esta especie asociada al manglar no se presentó en dichas poblaciones, sin embargo tomando en cuenta a *Avicennia germinans* con  $23.06 \text{ cm}$  para Barra de Tecoanapa es la especie de manglar que sobresale en diámetro y área basal en las poblaciones estudiadas.

El Río Soto la Marina (Cuadro 4) presenta una dominancia en la especie de *Rhizophora mangle* con  $12.8660 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguida de *Laguncularia racemosa* ( $13.8703 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), y por ultimo *Avicennia germinans* ( $16.01 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ).

Para la población de Laguna Morales la dominancia de la especie con el valor mayor fue para *Rhizophora mangle*  $8.39 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguida de *Avicennia germinans* con  $8.07 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , y *Laguncularia racemosa*  $0.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (Cuadro 4).

Para la población de Barra de Tecoanapa el comportamiento de la dominancia es distinto debido a la diversidad de especies que presenta, obteniendo la mayor dominancia *Avicennia germinans* con  $16.54 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , seguida de *Laguncularia racemosa* ( $15.44 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), y *Rhizophora mangle* ( $4.42 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), especies de más representativas de la población (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de parámetros de las especies de Barra de Tecoanapa, Guerrero.

Población	Especies	N ha-1	N ha-1 %	g ha-1	g %	Frec.	Frec. %	DN	H	I.V.I	I.E
Barra de Tecoanapa	La-ra	1662.50	65.68	15.44	40.89	24	34.78	11.97	10.88	141.35	90.93
	Av-ge	521.88	20.62	16.54	43.81	21	30.43	23.06	10.73	94.86	46.53
	Rh-ma	243.75	9.63	4.42	11.71	15	21.74	11.55	8.38	43.08	72.58
	Morfosp1	34.38	1.36	0.14	0.37	3	4.35	6.04	6.21	6.08	102.85
	Pi-ti	21.88	0.86	0.51	1.34	2	2.90	24.28	7.02	5.10	28.89
	Co-er	18.75	0.74	0.54	1.44	1	1.45	17.77	10.07	3.63	56.68
	Morfosp2	15.63	0.62	0.06	0.15	1	1.45	6.46	7.90	2.21	122.29
	Ch-ic	9.38	0.37	0.06	0.15	1	1.45	8.73	7.47	1.97	85.50
	Bu-ve	3.13	0.12	0.05	0.14	1	1.45	14.80	7.25	1.72	48.99
	TOTAL	2531.25	100	37.76	100	69	100	13.85	8.43		

N ha-1= Abundancia expresada en número de árboles por hectárea; N ha-1 %= abundancia relativa expresada en número de árboles por hectárea; Frec.= Frecuencia; Frec. %= Frecuencia relativa; g ha<sup>-1</sup>= dominancia expresada en área basal por hectárea; g %= dominancia relativa expresada por área basal por hectárea; DN= diámetro normal promedio; h= altura total promedio; I.V.I.= índice de valor de importancia (100%); I.E= Índice de esbeltez; Rh-ma= *Rhizophora mangle* (L.); Av-ge= *Avicennia germinans* (L.); La-ra= *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.; Co-er= *Conocarpus erectus* (L.); Pi-ti= *Pithecellobium timuchil*; Ch-ic= *Chrysobalanus icaco* (L.); Bu-ve= *Bursera vejar-vazquezii* (Miranda) Morfosp1 = Morfoespecie 1; Morfosp2 = Morfoespecie 2.

Cuadro 4. Distribución de parámetros de las especies de Soto la Marina, Tamaulipas (Mendoza modificado 2014).

Población	Especies	N ha-1	N ha-1 %	g ha-1	g %	Frec.	Frec. %	DN	h	I.V.I	I.E
Río Soto la Marina	Rh-ma	4536.36	63.08	7.67	47.89	9	37.50	4.45	3.39	148.48	76.23
	La-ra	1809.09	25.16	4.68	29.25	9	37.50	5.07	4.38	91.90	86.44
	Av-ge	845.45	11.76	3.66	22.86	6	25	12.50	5.68	59.62	45.43
	TOTAL	7190.91	100	16.01	100	24	100	7.34	4.48		
Laguna Morales	Av-ge	2212.50	26.70	8.07	26.70	5	33.33	6.21	4.06	108.46	65.29
	La-ra	212.50	2.56	0.20	2.56	2	13.33	4.02	2.27	17.09	56.47
	Rh-ma	5862.50	70.74	8.39	70.74	8	53.33	4.27	2.50	174.45	58.49
	TOTAL	8287.50	100	16.66	100	15	100	4.83	2.94		

N ha-1= Abundancia expresada en número de árboles por hectárea; N ha-1 %= abundancia relativa expresada en número de árboles por hectárea; Frec.= Frecuencia; Frec. %= Frecuencia relativa; g ha<sup>-1</sup>= dominancia expresada en área basal por hectárea; g %= dominancia relativa expresada por área basal por hectárea; DN= diámetro normal promedio; h= altura total promedio; I.V.I.= índice de valor de importancia (100%); I.E= Índice de esbeltez; Rh-ma= *Rhizophora mangle* (L.); Av-ge= *Avicennia germinans* (L.); La-ra= *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.

Entre las tres poblaciones estudiadas Barra de Tecoanapa obtuvo mayor área basal por *A. germinans* quien posee mayor dominancia y en Laguna de Morales la dominancia con respecto a la abundancia continua dominando en las tres poblaciones, debido a que *R. mangle* está mejor distribuido, sin embargo presenta diámetros menores, haciendo evidente su adaptación por los lugares húmedos dando lugar a la competencia entre la especie, por lo cual presenta esta abundancia. La especie *A. germinans* es la poseedora de la mayor dominancia de los manglares tipo ribereño en Guerrero y Jalisco, por lo que se piensa que en este caso influye la latitud y da preferencia a la salinidad que es removida con agua dulce proveniente de los ríos que define el tipo de estructura (Sandeker y Getter, 1985).

#### 4.1.1.3 Abundancia de acuerdo a la distribución diamétrica por especie

En las Figuras 4 se presentan las tres especies principales de las áreas de estudio de Guerrero y Tamaulipas, de las cuales de manera general se observa que entre menor categoría diamétrica (CD) mayor abundancia y viceversa. Presentando mejor diámetro normal (DN) promedio en el siguiente orden; *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*.

*Avicennia germinans* tiene mayor abundancia en la CD de 5 cm con 1,600 ind ha<sup>1</sup> en Laguna Morales (Figura 4a) estrechamente separado del número de individuos de Río Soto la Marina (718 ind ha<sup>1</sup>) en la CD de 5 cm y de Barra de Tecoanapa (206 ind ha<sup>1</sup>) variando en los valores de la CD de 10 cm, presentando Laguna de Morales 562 ind ha<sup>1</sup>, Barra de Tecoanapa (103 ind ha<sup>1</sup>) y Río Soto la Marina (63.6 ind ha<sup>1</sup>). A partir de la CD de 15 cm el comportamiento del número de ind ha<sup>1</sup> cambia totalmente, en este caso Barra de Tecoanapa domina con 68.8 ind ha<sup>1</sup>, Laguna de Morales (50 ind ha<sup>1</sup>) y Río Soto la Marina (18.2 ind ha<sup>1</sup>), a partir de esta CD Laguna de Morales ya no presenta individuos en las CD. El diámetro normal promedio esta especie es de 23.06 cm en la población de Barra de Tecoanapa diámetro normal promedio mayor de las demás poblaciones y por especie.

La especie de *Rhizophora mangle* tiene la mayor abundancia en las categorías de 5 cm (Figura 4b) con 5,763 ind ha<sup>-1</sup> en Laguna Morales y en el Río Soto la Marina con 4,354 ind ha<sup>-1</sup>, sin embargo para el caso de Barra de Tecoanapa presenta 106 ind

ha<sup>-1</sup>, para la categoría de 10 cm se presenta la mayor abundancia en Río Soto la Marina con 318 ind ha<sup>-1</sup>, Laguna de Morales (87 ind ha<sup>-1</sup>) y Barra de Tecoanapa (34 ind ha<sup>-1</sup>), la categoría de 15 cm ya no es representada por Laguna de Morales esto se debe al tipo de manglar (manglar de borde) que esta población presenta, mientras que para las otras dos poblaciones la categoría 15 cm predomina la población de Barra de Tecoanapa con 40 ind ha<sup>-1</sup> y Río Soto la Marina con 9 ind ha<sup>-1</sup>, sin embargo a partir de esta categoría la población de Río Soto la Marina ya no presenta ningún individuo.

*Laguncularia racemosa* es tercero en ambas poblaciones con un DN promedio de 11.97 cm (Barra de Tecoanapa) 5.07 cm (Río Soto la Marina) y 4.02 cm (Laguna Morales) (Cuadro 3 y 4). La abundancia para la primera población resultó ser de 981 ind ha<sup>-1</sup> en la CD de 5 cm siendo la población que presenta individuos de hasta 60 cm de diámetro, para la segunda población la abundancia en la categoría de 5 cm es de 1,509 ind ha<sup>-1</sup> además de tener pocos individuos en las categorías de 10 y 15 cm (263 y 36 ind ha<sup>-1</sup>), mientras que para L. Morales la única categoría con 212 ind ha<sup>-1</sup> es de 5 cm (Figura 4c).

Para la población de Barra de Tecoanapa se presentan seis especies asociadas al manglar, entre ellas *Conocarpus erectus* presentando un diámetro promedio de 17.77 cm y con categorías diamétricas que van de 10-30 cm (Figura 4d, Cuadro 3, Apéndice 3).

De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que las tres especies de manglar tienen mayor abundancia en las categorías de 5 cm y conforme la categoría aumenta los números de individuos disminuyen, pero el área basal aumenta como resultado del diámetro normal promedio en orden de importancia *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa*. Comparado con el trabajo de Corella *et al.* (2001) la categoría que tuvo mayor abundancia fue 5 y 10 cm con las mismas tres especies por lo que se piensa que presenta una con una clase diamétrica mejor desarrollada al presentarse los números de la tendencia positiva y siendo similar a Tamaulipas, siendo también en Tabasco *R. mangle* la más abundante del cual las dos son manglares tipos ribereños y que concuerdan con el comportamiento mostrado.

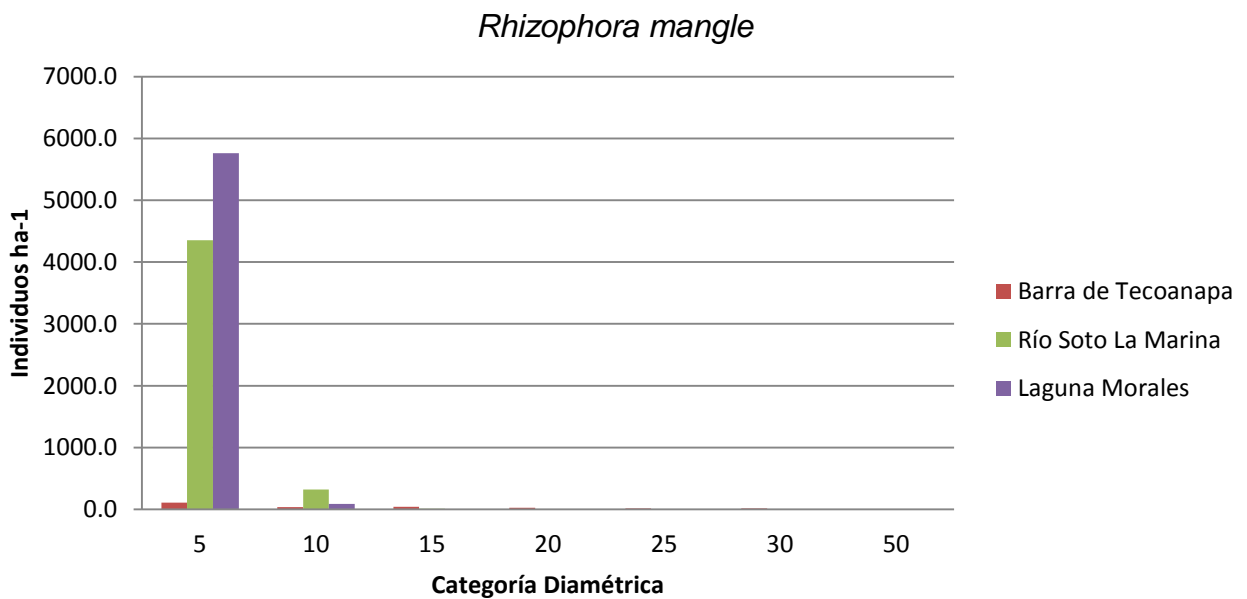
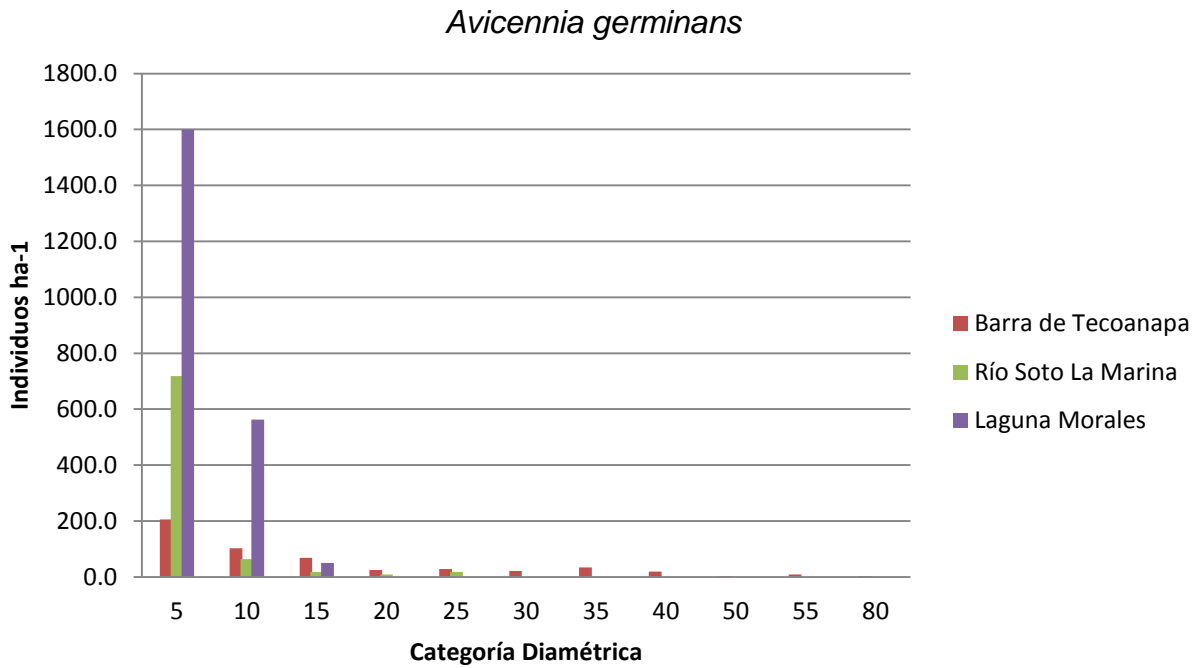


Figura 4. Abundancia de especies por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar de las especies más importantes, Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.



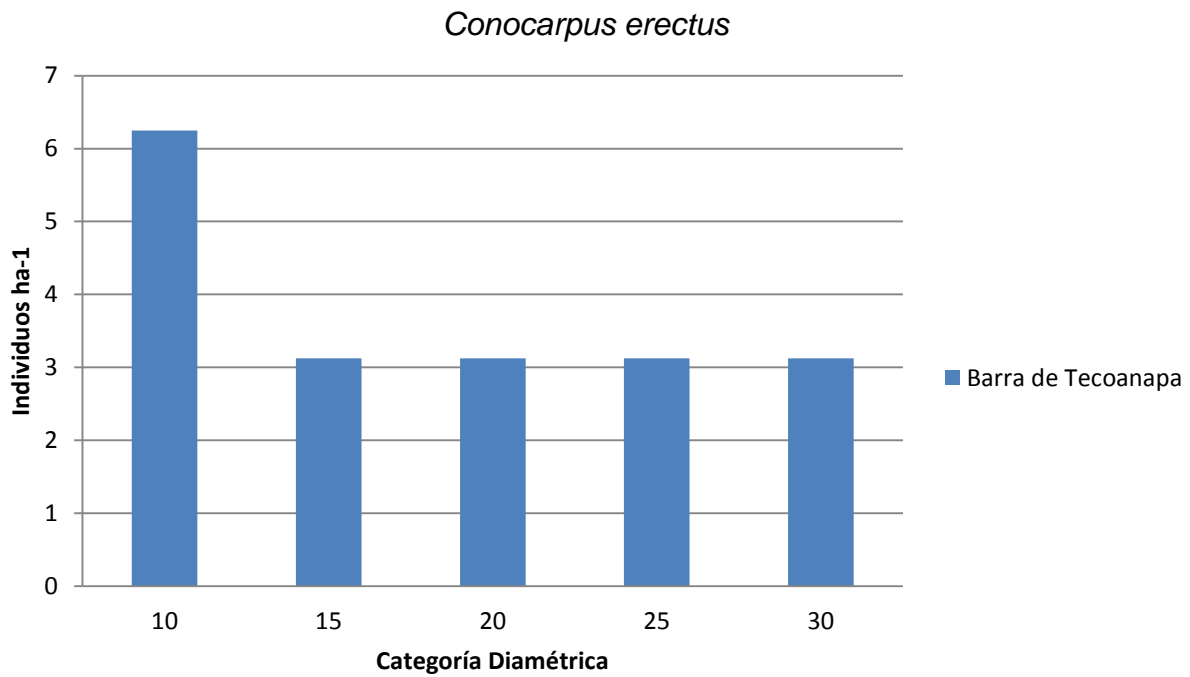
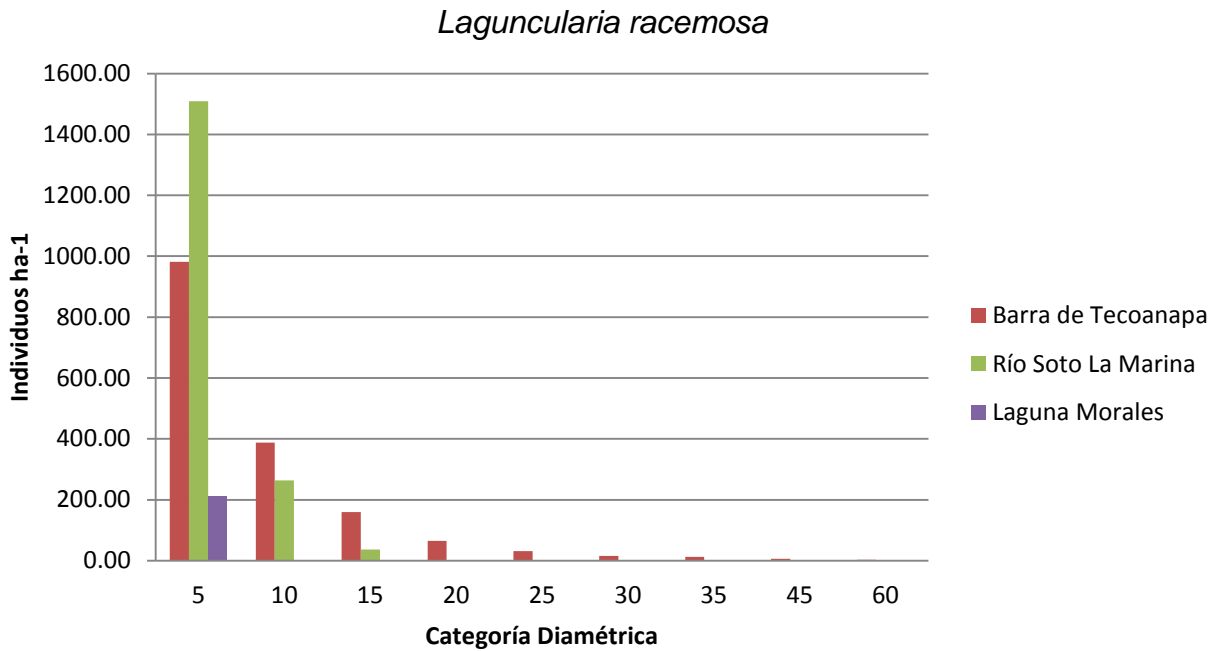


Figura 5. Abundancia de especies por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar de las especies más importantes, Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas (Continuación).

#### 4.1.2 Estructura vertical de las poblaciones.

La altura promedio de cada especie se presenta en el Cuadro 3 y 4, la altura máxima encontrada entre poblaciones fue para *Laguncularia racemosa* con 30 m (Barra de Tecoanapa) todas las alturas de esta población fueron superiores con respecto a la Río Soto la Marina y Laguna Morales en dichas poblaciones la altura máxima fue de 14.20 m *Laguncularia racemosa* y 6.4 m *Avicennia germinans* respectivamente (Cuadro 5).

La población mejor representada fue Barra de Tecoanapa, se observó un estrato I (superior) bien definido, con valores de abundancia y dominancia mayores para *Laguncularia racemosa* (25 N ha<sup>-1</sup> y 1.79 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), mientras tanto Río Soto la Marina *Laguncularia racemosa* (63.64 N ha<sup>-1</sup> y 0.64 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) y *Rhizophora mangle* (9.09 N ha<sup>-1</sup> y 0.19 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) estuvieron representando este estrato, el estrato II (Medio) estuvo bien definido por la población de Barra de Tecoanapa donde todas las especies estuvieron representando el estrato, mientras que para Río Soto la Marina solo *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* estuvieron presentes, en este estrato la población de Río Soto la Marina estuvo representada por *Rhizophora mangle* (9 N ha<sup>-1</sup> y 0.19 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), el estrato III (bajo) es en donde las tres poblaciones tuvieron la mayor concentración de especies (Cuadro 5 y 6, Apéndice 7).

Cuadro 5. Distribución vertical de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal en la población de Barra de Tecoanapa, Guerrero.

Población	Especie	Estrato							
		I		II		III		Total	
		N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>	N ha <sup>-1</sup>	G ha <sup>-1</sup>
Barra de Tecoanapa	La-ra	25	1.79	140.63	4.70	1496.88	8.95	1662.50	15.44
	Av-ge			43.75	6.15	478.13	10.40	521.88	16.54
	Rh-ma			15.63	0.54	228.13	3.88	243.75	4.42
	Co-er			3.13	0.22	15.63	0.32	18.75	0.54
	Total	25.00	1.79	203.125	11.60	2218.75	23.55375	2446.88	36.95

N ha<sup>-1</sup>= Abundancia expresada en número de árboles por hectárea; G ha<sup>-1</sup>= dominancia expresada en área basal por hectárea; Estrato I= 24.3 – 30 m (81-100%); Estrato II= 15.3 – 24.2 m (51-80%); Estrato III= 0 – 15.2 m (0-50%); Rh-ma= *Rhizophora mangle* Linneo; Av-ge= *Avicennia germinans* L.; La-ra= *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.; Co.er = *Conocarpus erectus* L.

Cuadro 6. Distribución vertical de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal en la población de Soto la Marina, Tamaulipas.

Población	Especie	Estrato							
		I		II		III		Total	
		N ha-1	G ha-1	N ha-1	G ha-1	N ha-1	G ha-1	N ha-1	G ha-1
Soto la Marina	La-ra	63.64	0.64	236.36	1.30	1445.45	2.69	1745.45	4.63
	Av-ge					845.45	3.66	845.45	3.66
	Rh-ma	9.09	0.19	27.27	0.19	4500	7.285	4536.36	8.29
	Total			27.27	0.19	6790.91	13.64	7127.27	16.59
Laguna Morales	La-ra					212.5	0.20	212.5	0.20
	Av-ge					2212.5	8.07	2212.5	8.07
	Rh-ma					5862.5	8.39	5862.5	8.39
	Total					8287.5	16.66	8287.5	16.66

N ha-1= Abundancia expresada en número de árboles por hectárea; G ha<sup>-1</sup>= dominancia expresada en área basal por hectárea; Estrato I= 11.6 – 14.2 m (81-100%); Estrato II= 7.3 - 11.5 m (51-80%); Estrato III= 0 - 7.24 m (0-50%); Rh-ma= *Rhizophora mangle* Linneo; Av-ge= *Avicennia germinans* L.; La-ra= *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.

#### 4.1.3 Distribución de la regeneración

La regeneración de las especies de manglar está presente en la tres poblaciones estudiadas, la cual está mejor distribuida en Soto la Marina donde de las tres especies ubicadas en la población predominó *Rhizophora mangle*, en apéndice 6 se presentan las gráficas con categorías de altura (rangos de 0.50 m) expresadas en individuos por hectárea.

*Rhizophora mangle* es la especie que tuvo mayor regeneración en el Río Soto la Marina con 26,063 ind ha<sup>-1</sup>, con 22,112 ind ha<sup>-1</sup> en la Laguna Morales y 240 ind ha<sup>-1</sup> en Barra de Tecoaapa, encontrándose regeneración de hasta 4 m de altura para el caso de Río Soto la Marina y de 3 m para la población de Laguna de Morales, mientras que para Barra de Tecoaapa la mayor altura que presentó la regeneración de esta especie fue de 0.5m (Apéndice 6a).

La segunda especie con mayor regeneración es *Avicennia germinans* con 678 ind ha<sup>-1</sup> para Río Soto la Marina, 3,962 ind ha<sup>-1</sup> para la población de Laguna de Morales, por último 1,221 ind ha<sup>-1</sup> para la población de Barra de Tecoaapa, presentando la mayor concentración de regeneración en la categoría de <0.5m de

altura, después de esta categoría los individuos van disminuyendo gradualmente según aumenta la altura, presentando alturas de hasta 4m en Río Soto la Marina, 2.5m de altura en Barra de Tecoaapa y para Laguna de Morales la altura mayor fue 1m.

Por último *Laguncularia racemosa* es la especie que muestra menor cantidad de regeneración para las tres poblaciones, dominando Barra de Tecoaapa con 3816 ind ha<sup>-1</sup>, seguida de Río Soto la Marina con 2263 ind ha<sup>-1</sup> y presentando 1750 ind ha<sup>-1</sup> en Laguna de Morales, con categorías de alturas de hasta 4.5m para Río Soto la Marina, 3m en Barra de Tecoaapa y 2.5m para la población de Laguna de Morales, la mayor concentración de individuos se presenta en la categoría de <0.5m de altura.

En la población de Barra de Tecoaapa se presentó regeneración de una cuarta especie, *Pithecellobium timuchil* especie asociada al manglar con una regeneración muy baja, presentando tan solo 25 ind ha<sup>-1</sup>, esto debido a la baja distribución de la especie.

La mayor concentración de individuos para las cuatro especies antes mencionadas estuvo en la categoría de <0.5m de altura, esto debe a que a medida que la plata crece la competencia se hace presente y con ello la regeneración muere, siendo influenciados por factores biológicos, con la presencia de lluvia y marea alta la regeneración que no está bien establecida como son las categorías menores tienden a morir por inundación.

Hernández (1999) reporta en el inventario forestal de manglar de la comunidad de Tilapa densidades de regeneración de 60,000 plantas/ha aceptable; de 120,000 plantas ha<sup>-1</sup> en el estrato de mangle blanco; de 80,000 plantas ha<sup>-1</sup> de mangle rojo se clasifican como satisfactoria, por lo cual se determina que las poblaciones estudiadas presentan una regeneración muy baja.

Delgado *et al.* (2001) observaron que la distribución limitada de *Laguncularia* en la zona intermareal alta, estaba relacionada con la dispersión restringida de propágulos y la depredación selectiva e intensiva por cangrejos, la cual incrementa ampliamente la mortalidad.

## 4.2 Índice de Esbeltez

El mayor índice de esbeltez se presentó en la población de Barra de Tecoanapa, donde la especie que predominó fue las especies asociadas en el manglar (Cuadro 3), sin embargo para las especies de manglar el mayor índice en esta población lo presentó *Laguncularia racemosa* con un 90.93 I.E., de igual manera para la población de Río Soto la Marina predominó *Laguncularia racemosa* (I.E=86.44), sin embargo para la población de Laguna de Morales el mayor índice lo presentó *Avicennia germinans* (I.E=65.29).

La segunda especie que presentó índice mayor fue *Rhizophora mangle* para las tres poblaciones, Río Soto la Marina (I.E=76.23), Barra de Tecoanapa (I.E=72.58), Laguna de Morales (I.E=58.49).

La tercera especie con el índice fue para Barra de Tecoanapa y Río Soto la Marina *Avicennia germinans* con I.E=46.53 y 45.43 respectivamente, sin embargo para la población de Laguna de Morales la tercera especie fue *Laguncularia racemosa* (I.E=56.47) (Cuadro 4).

La diferencia que presentan las poblaciones en base al índice se debe al tipo de manglar que presentan las poblaciones Barra de Tecoanapa y Río Soto la Marina (Manglar de ribera), poblaciones donde el grado de salinidad cambia cuando se presentan mareas altas (Bodero y Rebadue, 1995, Travieso, s/f), lo cual da lugar a un mejor establecimiento y desarrollo de *Laguncularia racemosa* la cual suele establecerse en suelos pantanosos, además de ser influenciada por la competencia que presenta dicha especie, al encontrarse en manchones muy cerrados lo cual propicia el crecimiento de la especie en busca de luz solar. Sin embargo, la población de Laguna de Morales presenta un tipo de manglar distinto (Manglar de borde) los cuales son estuarios inundados con agua salada durante cada marea alta (Bodero y Rebadue, 1995) propiciando un mejor desarrollo en *Avicennia germinans* debido a que esta especie soporta altos grados de salinidad.

## 4.3 Índice de valor de importancia (IVI)

En la población de Barra de Tecoanapa el mayor IVI y abundancia lo obtuvo *Laguncularia racemosa* con 65.68% en abundancia y 40.89% de dominancia. En

segundo lugar *Avicennia germinans* con 20.62% de abundancia y 43.81% en dominancia (Cuadro 3).

*Laguncularia racemosa* presentó el mayor IVI de la especie con 141.35% en Barra de Tecoaapa, en abundancia relativa tiene el valor 65.68 más elevado tomando el segundo lugar en dominancia (Cuadro 3).

*Avicennia germinans* ocupa el segundo lugar en IVI en Barra de Tecoaapa con 94.86%, de igual manera en abundancia relativa, en dominancia esta especie ocupa el primer lugar.

*Rhizophora mangle* es la tercera especie por el valor de su IVI con valor para Barra de Tecoaapa con 43.08%, comportándose de la misma manera en cuanto a abundancia relativa y dominancia.

Las especie asociadas al manglar presentan un IVI muy bajo, debido a que su abundancia es muy mínima en la población de Barra de Tecoaapa.

Para las dos poblaciones de Tamaulipas la especie de *Rhizophora mangle* fue la que obtuvo el mayor IVI y abundancia (Río Soto la Marina con 63.08% y Laguna Morales con 70.74%) y la dominancia con valores de 47.89% en el Río Soto la Marina y Laguna Morales con 50.38%. En segundo lugar a *Avicennia germinans* con una abundancia relativa de 26.7% en Laguna de Morales con una dominancia relativa de 48.43%, siendo para Río Soto la Marina *Laguncularia racemosa* la segunda especie una abundancia relativa de 25.16% y con 29.25% (Cuadro 4).

*Rhizophora mangle* presentó el mayor IVI de la especie con 174.45% en Laguna de Morales y 148.48% en el Río Soto la Marina, en abundancia relativa tiene el valor más elevado de igual manera en dominancia (Cuadro 4).

*Avicennia germinans* ocupa el segundo lugar en IVI en la Laguna Morales (108.46%), mientras que para Río Soto la Marina ocupa el tercer lugar (59.62%). La abundancia relativa muestra el mismo.

*Laguncularia racemosa* es la tercera especie por el valor de su IVI con valor para Laguna morales de 17.09%, en cuanto a Río Soto la Marina esta especie ocupa el segundo lugar con un índice de 91.90%.

La especie más importante en los manglares de Soto la Marina fue *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, el mismo orden de importancia de las primeras dos especies

encontró Pool *et al.* (1977) en Florida (manglar tipo ribereño) y en Centla, Tabasco (Corella *et al.*, 2001) *R. mangle* también tuvo la mayor importancia siendo un manglar tipo ribereño. Lo cual fue diferente para Veracruz un manglar de tipo cuenca donde la importancia va de *A. germinans*, *R. mangle* y *L. racemosa* que al igual que en Florida (Pool *et al.*, 1977) en la población tipo cuenca tiene el mismo orden.

De acuerdo con estudios realizados los manglares tipo borde como el estero el Conchalito en Bahía de la Paz, Baja California Sur el IVI mayor fue para *L. racemosa* como más importante sobre *R. mangle* y *A. germinans* (Félix *et al.*, 2006). Lo cual para el caso de Agua Brava, Nayarit (Valdez, 2004) que solo se presentaron dos especies en el sitio 1 (Palmar de Cuatla) siendo el más importante *A. germinans* y *C. erectus*, y en el sitio 7 (Puerta de Palapares) se presentaron con IVI de mayor a menor en el siguiente orden *C. erectus*, *A. germinans* y *L. racemosa*, lo cual es muy similar a Barra de Tecoanapa la cual *L. racemosa* es la que posee mayor IVI en los sitios seguidas de *A. germinans*, *R. mangle* y *C. erectus*.

De acuerdo con los autores el análisis hecho entre los tipos de manglares dan el mismo orden en la especies en el valor de importancia para el caso del manglar tipo ribereño y borde. Analizando la idea que las aguas dulces que corren sobre el Río sea el causante de una diferencia en la importancia de las especies en la Laguna Agua Brava en el manglar tipo Borde.

#### 4.3 Análisis de Cluster

El análisis de Cluster se realizó mediante el índice de Bray-Curtis, utilizando el Índice de Valor de Importancia de las especies presentes en las poblaciones estudiadas.

Con el análisis realizado se pudo apreciar la similitud que existe entre la población de Río Soto la Marina y Laguna de Morales, las cuales presentan una similitud de 75.06%, mientras que la población de Barra de Tecoanapa y Laguna de Morales tienen una similitud de 53.52% (Cuadro 7).

Debido a la baja similitud de la población de Barra de Tecoanapa con las Poblaciones de Soto la Marina se forman dos agrupaciones donde Río Soto la Marina y

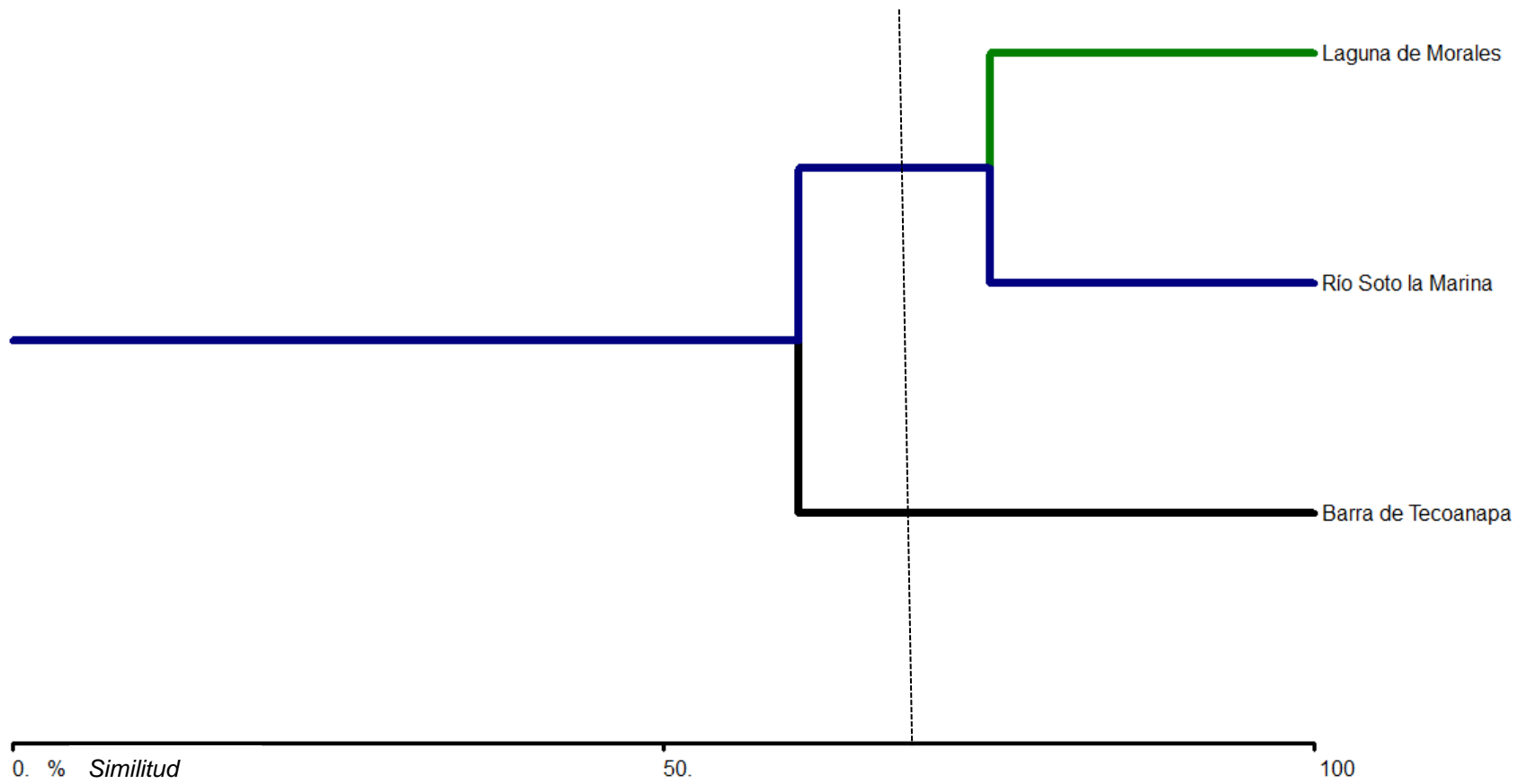


Figura 6. Agrupamiento de similitud de Bray-Curtis en las poblaciones de Barra de Tecoanapa, Río Soto la Marina y Barra de Tecoanapa.



Laguna de Morales se agrupan y Barra de Tecoanapa se ubica en una agrupación distinta, la cual comprueba la diferencia que existe en dichas poblaciones (Figura 5).

Con los resultados obtenidos en el análisis realizado se aprueba la hipótesis alterna (Ha) del presente estudio.

Cuadro 7. Similitud entre las poblaciones de Barra de Tecoanapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.

Población	Barra de Tecoanapa	Río Soto la Marina	Laguna de Morales
Barra de Tecoanapa	-	67.19%	53.52%
Río Soto la Marina	-	-	75.06%

## 5 CONCLUSIÓN

1. *Avicennia germinans* tiene diámetros normales promedio mayores, haciendo evidente la adaptación a lugares menos húmedos, con resistencia al frío durante temporadas cortas en los manglares de Tamaulipas.
2. *Laguncularia racemosa* presentó un altura dominante en Barra de Tecoaapa y en las dos poblaciones de manglar en Tamaulipas.
3. La especie de *Rhizophora mangle* es el más abundante en los manglares de Tamaulipas y en Barra de Tecoaapa *Laguncularia racemosa* presenta la mayor abundancia.
4. El Índice de Valor de Importancia de *Rhizophora mangle* fue mayor para Tamaulipas y en Barra de Tecoaapa fue *Laguncularia racemosa*.
5. De acuerdo a los valores de la estructura vertical y horizontal el manglar de Barra de Tecoaapa (ribereño) es el mejor desarrollado
6. En Soto la Marina, Tamaulipas que presenta latitudes mayores se presentan manglar chaparro y diámetro menores a comparación de Barra de Tecoaapa que presentan latitudes menores que muestra lo contrario con respecto a su manglar.
7. De acuerdo a las diferencia presentadas entre en la estructura horizontal y vertical de las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas y Barra de Tecoaapa, Guerrero, se acepta la Hipótesis alterna (Ha).

## 6 RECOMENDACIONES

1. Realizar futuros estudios sobre el efecto de la salinidad del agua en la estructura del manglar.
2. Determinar si el tamaño de muestra en Soto la Marina, Tamaulipas y Barra de Tecuanapa son suficientes para caracterizar la estructura del manglar.
3. Realizar estudios de perfil de vegetación en la Población de Barra de Tecuanapa para conocer más la distribución del manglar.

## 7 LITERATURA CITADA

- Alongi, D. M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*. 29: 331-349.
- Argumedo H. U. y Siqueiros B., D. A. 2008. Cambios en la estructura de la asociación de diatomeas epifitas de *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. *Acta Botánica Mexicana*. Baja California Sur, México. 82: 43-66
- Benítez-Pardo, D., Rodríguez A., L. E., Serrano H., D. E. y Flores V., F. 2012. Predicción de la madurez estructural de un manglar inducido en el sistema lagunario Huizache-Caimanero, Sinaloa. 54-55. *In: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. 22-26 de octubre de 2012. ISBN En Trámite. Universidad Autónoma del Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.*
- Bodero Q., A. y Robadue, Jr. D. 1995. Estrategia para el Manejo del Ecosistema de Manglar, Ecuador. *In Manejo Costero integrado en Ecuador*. Ochoa, M., editor, Ecuador. Fundación Pedro Vicente Maldonado. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros. pp. 247-306.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). 1998. "Cuencas Hidrológicas". Escala 1: 250 000. México.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). 2000. Normales Climatológicas 1971-2000, Estación: 00028263. [En línea]. Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas. [Fecha de consulta: 19 Noviembre 2014]. Disponible en: < [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)>.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). 2000a. Normales Climatológicas 1971-2000, Estación: 00006023. [En línea]. Tecomán, Colima. [Fecha de consulta: 13 Febrero 2012]. Disponible en: <[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)>.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). Subdirección General Técnica. 2007. "Regiones Hidrológicas. Escala 1: 250 000. República Mexicana". México, D.F.

- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2000. Normales Climatológicas 1981-2010, Estación: 00012173. [En línea]. Marquelia, Guerrero. [Fecha de consulta: 10 octubre 2014]. Disponible en: <[http://smn.cna.gob.mx/climatologia/ Normales 8110/ NORMAL12173.TXT](http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales8110/NORMAL12173.TXT)>.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. Manglares de México. [Fecha de consulta: 23 de febrero de 2013] Disponible en línea: <[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/manglares Mexico.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/manglares_Mexico.pdf)>
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Manglares de México: extensión y distribución. México. [Fecha de consulta: 24 de febrero de 2013] Disponible en: <[http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pdf/Manglares\\_de\\_Mexico\\_Extension\\_y\\_distribucion.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf)>
- Corella F.J, Valdez H., J.I., Cetina A., V.C., González C., F.V., Trinidad S., A. y J.R., Aguirre R. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangles en el Noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México* 26 (90): 73-102.
- Delgado, P., P.F. Hensel, J.A. Jiménez & J.W. Day. 2001. The Importance of Propagule Establishment and Physical Factors in Mangrove Distributional Patterns in a Costa Rican Estuary. *Aquat. Bot.* 71: 157-178.
- Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P. Zavala-Cruz, J. y Pereyra-Alfárez, J. 2012. Estructura forestal y uso de los manglares de Tabasco. 68-69. *In*: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). *Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar*. 22-26 de octubre de 2012. ISBN *En Trámite*. Universidad Autónoma del Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.

- Foroughbakhch P. R., Céspedes C., A. E., Alvarado V. M. A., Núñez G. A. y Badii M. H. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México. *Ciencia UANL*. Vol. VII (2): 203-208.
- Hernández, C. 1999. Inventario forestal de mangle en la comunidad de Tilapa, Ocos, San Marcos. *Ciencia Forestal* 1: 14-15.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).1995. "Edafología". Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.
- INEGI-SSP.1983. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. Dirección General de Geografía.
- Jiménez-Quiroz, C. y F. González H. 1996. Análisis de la estructura del manglar de la laguna de Juluápan Colima, México. INP. SEMARNAP. *Ciencia pesquera* No.12.
- López P., J., Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Maderas y Bosques*. Número especial: 27-51.
- Martínez-Ortiz, J.R., García-Calderón, N.E., Fuentes-Romero, E. y Álvarez-Arteaga, G. 2012. ALMACENES DE CARBONO EN SUELOS DE HUMEDALES DEL PARQUE NACIONAL LAGUNAS DE CHACAHUA, OAXACA, MEXICO. 42-43. *In: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. 22-26 de octubre de 2012. ISBN En Trámite. Universidad Autónoma del Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.*
- Mendoza E., M. R. 2012. Comparación de las Estructuras de Manglares de Soto la Marina, Tamaulipas y Tecomán, Colima. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 120 p.
- Pineda-Ovalles, J. R., Juárez-Agis, A., Toache-Bertolini, G., Benítez-Villasana J. I., y García-Sánchez, S. 2012. Dinámica y estructura de una comunidad de manglar en la laguna de Mitla, Guerrero. 56-57. *In: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. 22-26 de octubre de 2012. ISBN En Trámite. Universidad Autónoma del*

- Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.
- Requena-Pavón, G. C., Agraz-Hernández, C. M., Vázquez-Botello A., Osti-Saénez J., Reyes-Castellanos J. E. y Chan-Keb, C. 2012. Efectos del petróleo en la regeneración natural del bosque de mangle: fase experimental. 38-39. *In: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. 22-26 de octubre de 2012. ISBN En Trámite. Universidad Autónoma del Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.*
- Rico-Gray, V. 1979. El manglar de la laguna de La Mancha, Ver., México. Estructura y productividad neta. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 52 p.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez- Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., FueyoMac Donald, L. y Galindo-Leal, C. 2013. Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
- Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Snedaker, S.C. y Getter, C.D. 1985. Costas. Publicación No.2 sobre Manejo de Costas. Serie de Información sobre Recursos Renovables. Research Planning Institute, Inc. Columbia. South Carolina, USA. 27 p.
- Sutton, D. B. y Harmon, N. P. 1995. Estructura y función de los ecosistemas. 17<sup>a</sup> edición. *In: Sutton, D. B. y Harmon, N. P. Fundamentos de Ecología. Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega editores. México D.F. p. 235-243.*
- Tomlinson, P.B. The Botany of Mangroves. [En línea]. Cambridge Univ. Press, Cambridge. Google books. 1986. [Fecha de consulta: 30 de agosto 2014]. Disponible en:< <http://books.google.com.mx/books?id=uwT6SMY-oNAC&printse>

c=frontcover&dq=tomlinson+p.b&hl=es&sa=X&ei=gWh3VLHKGcqmNvqbgfAK&ved=0CCQQ6AEwAQ#v=onepage&q=tomlinson%20p.b&f=false>.

- Tovilla H., J. C. y Orihuela B., D. E. 1999. Ecología de los bosques de manglares y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de barra de Tecoaapa, Guerrero, México. Un estudio integral. *In* Gaseta Ecología INE-SEMARNAP. México. 53: 45-61p.
- Tovilla-Hernández, C.; S. A. Mora-Corro; J. Rojas-García y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Barra de Tecoaapa (Desembocadura del río Ometepec), en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Tovilla-Hernández, C., Ovalle-Estrada, F., De la Presa-Pérez, J.C. y De la Cruz-Montes, G. 2012. Estructura de los bosques de manglar de *Laguncularia racemosa* en laguna Los naranjos, Oaxaca, México. 62-63. *In*: Amador-del Ángel, L.E., Zaldívar-Jiménez, A., Guevara-Carrió, E.C., Endañú-Huerta, E., Pérez-Ceballos, R. y Brito-Pérez R. (Editores). Memorias del Segundo Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar. 22-26 de octubre de 2012. ISBN *En Trámite*. Universidad Autónoma del Carmen, Centro de Investigación de Ciencias Ambientales. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 220 p.
- Travieso B., A.C. Los manglares. [En línea]. s/f. [Fecha de consulta: 24 de noviembre 2014]. Disponible en: <<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdfs/VOLI/SECCIONII/Manglares.pdf>>.
- Valdez H., J.I.1991. Estructura fisonómica del bosque de mangles de la Laguna de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México, México. 260 p.
- Valdez, H., J. I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. Maderas y bosques. Número especial 2: 93-104.
- Yáñez–Arancibia, A. y A. L. Lara–Domínguez. 1999. Los manglares de América Latina en la encrucijada. *In*: A. Yáñez–Arancibia y A. L. Lara–Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. p. 9-16.



Veliz R., J.L. 2009. Diversidad y estructura de los manglares de Tecoman, Colima, México. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 66 p.

## APÉNDICE



Apéndice 2. Formato para la captura de información de la regeneración en las poblaciones de Barra de Tecoaapa Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.

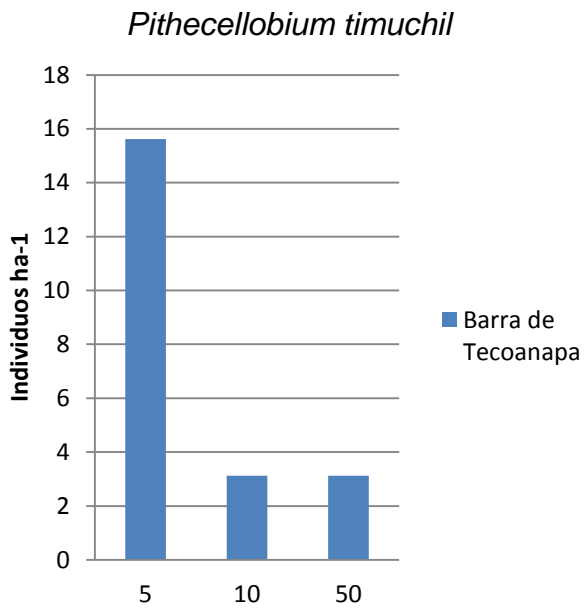
UAAAN – DEPARTAMENTO FORESTAL
REGISTRO DE INFORMACIÓN 100m <sup>2</sup> (cuadrado)

Rodal:
Sitio:
Fecha:

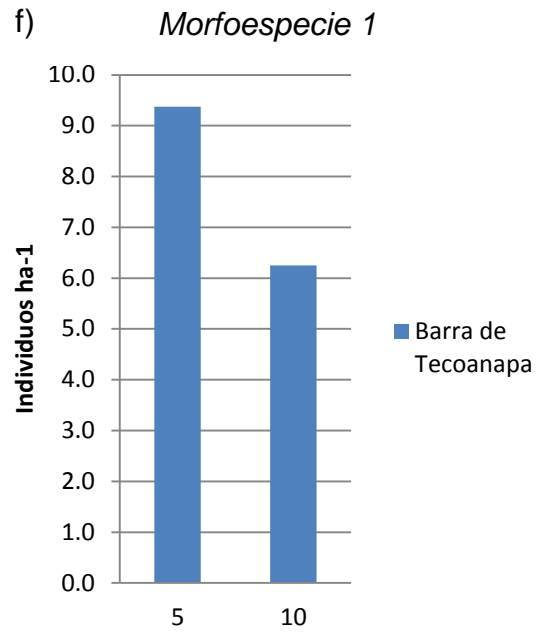
CATEGORIA DE ALTURA	FRECUENCIA Y DAÑOS DE LOS GÉNEROS																							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<0.5																								
0.5																								
1																								
1.5																								
2																								
2.5																								
3																								
3.5																								
4																								
4.5																								
5																								
5.5																								
6																								
6.5																								
7																								
7.5																								
8																								
8.5																								
9																								
9.5																								
10																								
5																								

Apéndice 3. d, f, g, h, i. Abundancia por especie por categoría diamétrica en la población de Barra de Tecoanapa, Guerrero.

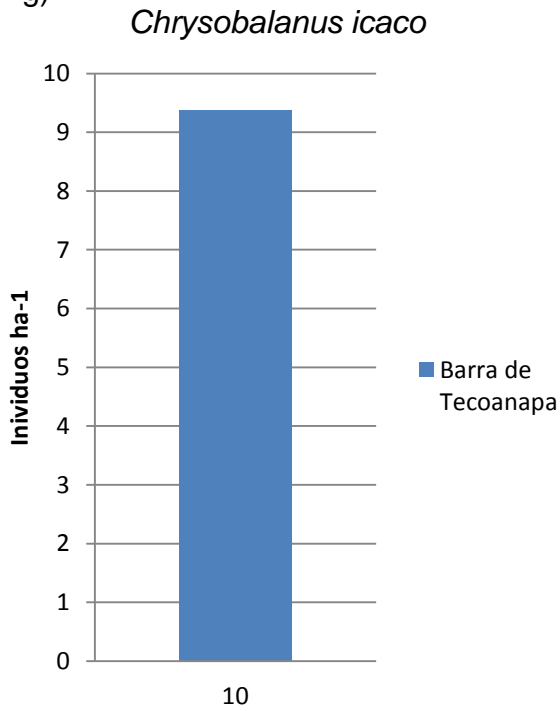
d)



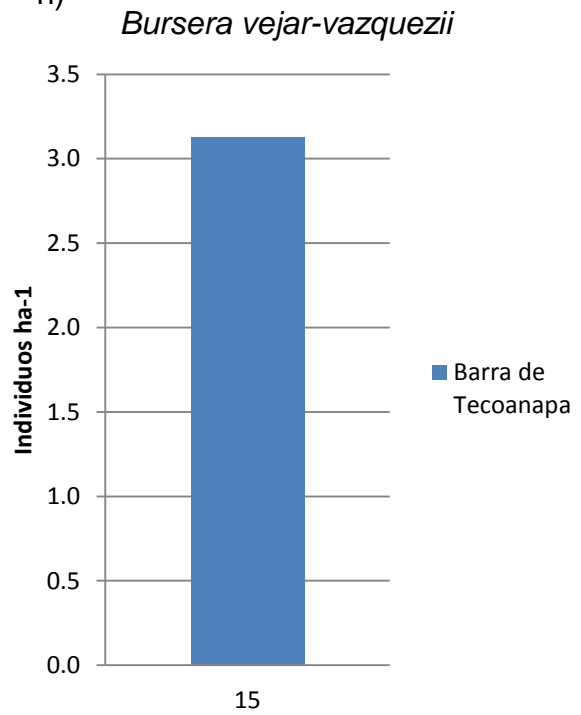
f)

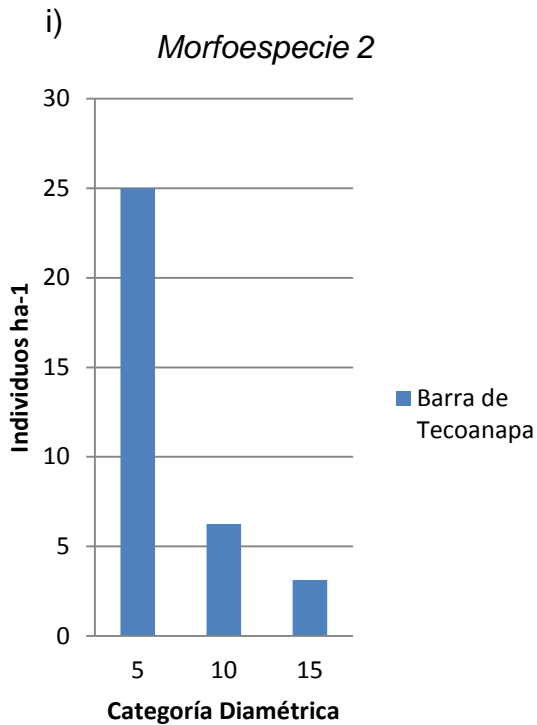


g)



h)





Apéndice 4. Fórmula del modelo de regresión para el cálculo de altura de las especies en cada población para Barra de Tecoanapa y Soto la Marina, Tamaulipas.

Para poder determinar las alturas de las tres poblaciones se utilizó el modelo diámetro-altura simple.

$$H=b_0D^{b_1}$$

Dónde:

H= Altura (m)

D= Diámetro a la altura del pecho (cm)

$B_0$  = Intercepción de la línea de regresión en el eje Y.

$B_1$  = Coeficiente de correlación (pendiente de la recta).

Apéndice 5. Estadísticas y parámetros del modelo ajustado para calcular altura media en función de diámetro y la altura dominante del manglar de Soto la Marina Tamaulipas.

Población Barra de Tecoanapa:

Especie	Formula	CME	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj
<i>Rhizophora mangle</i>	$H=b_0D^{b_1}$	1.0611	0.4738	0.4656
<i>Avicennia germinans</i>	$H=b_0D^{b_1}$	0.7501	0.6037	0.6011
<i>Laguncularia racemosa</i>	$H=b_0D^{b_1}$	0.6061	0.5486	0.5472

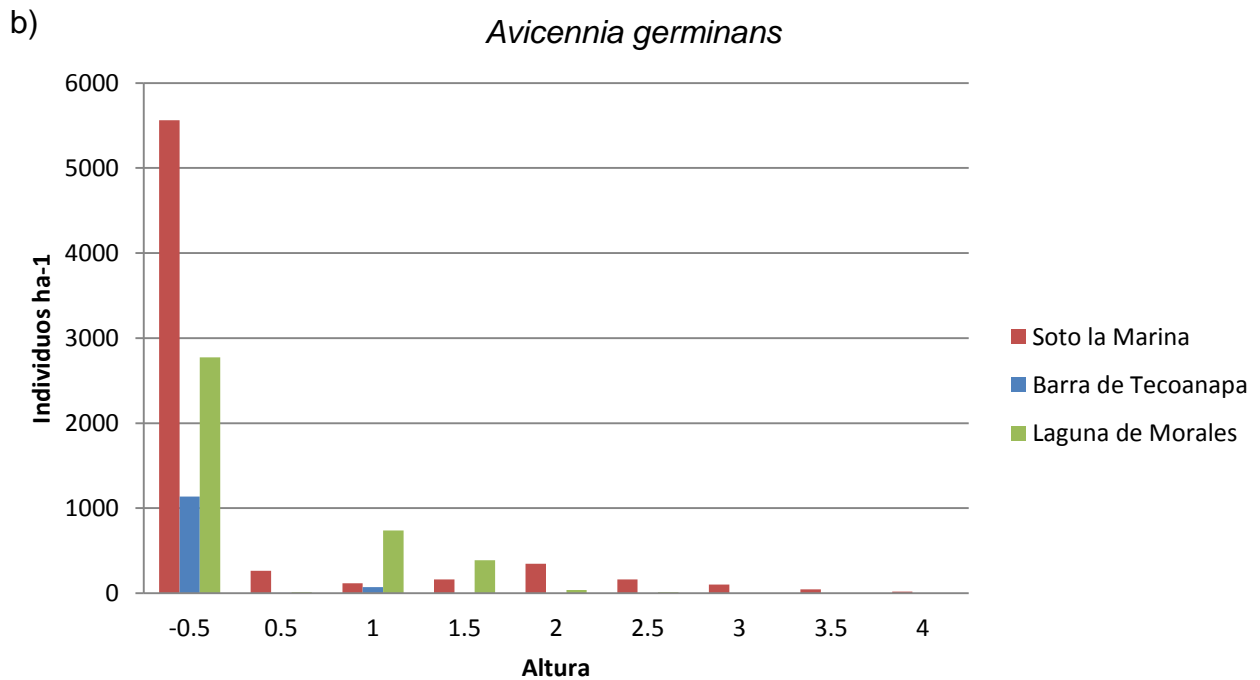
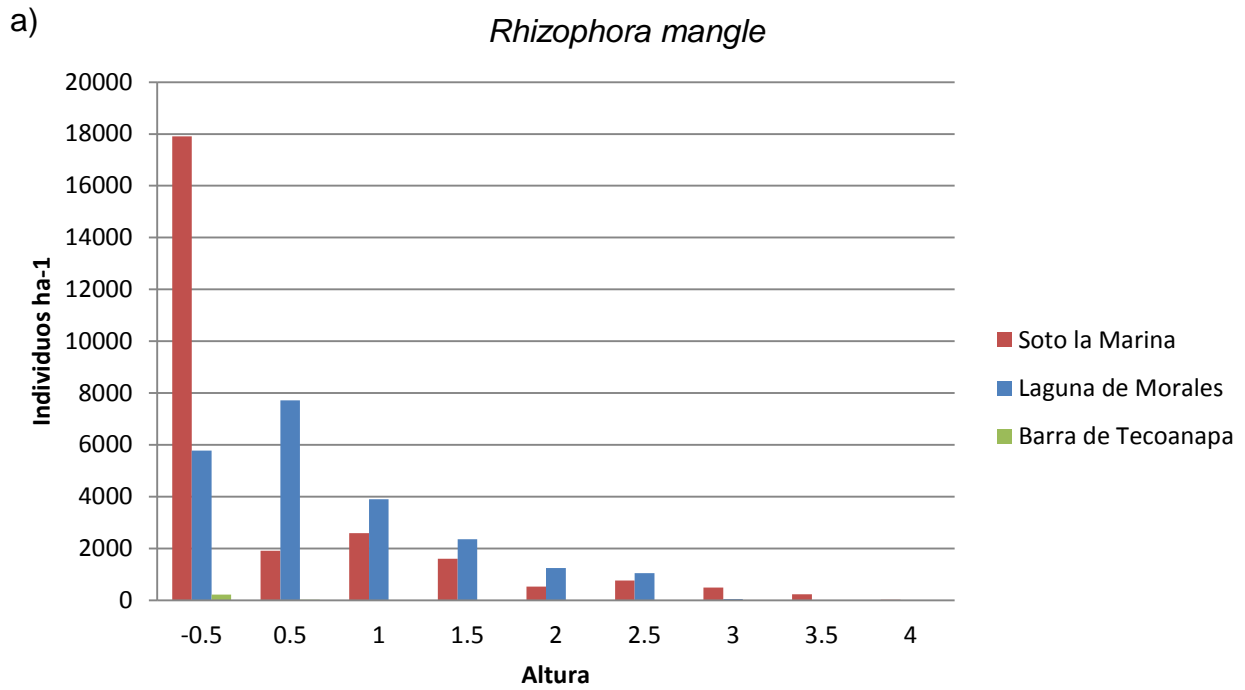
Población Río Soto la Marina:

Especie	Formula	CME	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj
<i>Rhizophora mangle</i>	$H=b_0D^{b_1}$	0.6560	0.6167	0.6151
<i>Avicennia germinans</i>	$H=b_0D^{b_1}$	1.0311	0.5597	0.5556
<i>Laguncularia racemosa</i>	$H=b_0D^{b_1}$	1.0030	0.5862	0.5830

Población Laguna Morales:

Especie	Formula	CME	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> adj
<i>Rhizophora mangle</i>	$H=b_0D^{b_1}$	1.0789	0.4311	0.4286

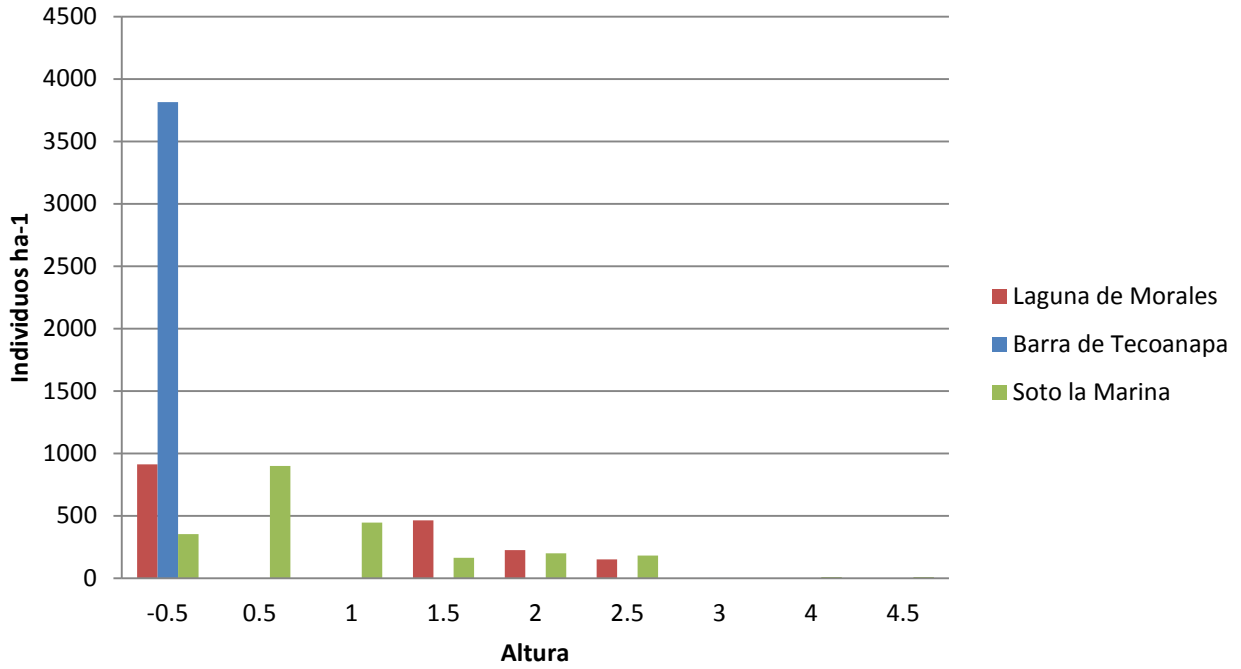
Apéndice 6. a, b, c, d. Regeneración por especie en las poblaciones de manglar, Barra de Tecoaapa, Guerrero y Soto la Marina, Tamaulipas.





c)

*Laguncularia racemosa*



d)

*Pithecellobium timuchil*

