

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Incremento y Crecimiento en Volumen de Dos Especies de Mangle en  
Barra de Tecoaapa, Guerrero

Por:

**DEISY MARIEL GUTIÉRREZ NOYOLA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Incremento y Crecimiento en Volumen de Dos Especies de Mangle en  
Barra de Tecoaapa, Guerrero

Por:

**DEISY MARIEL GUTIÉRREZ NOYOLA**

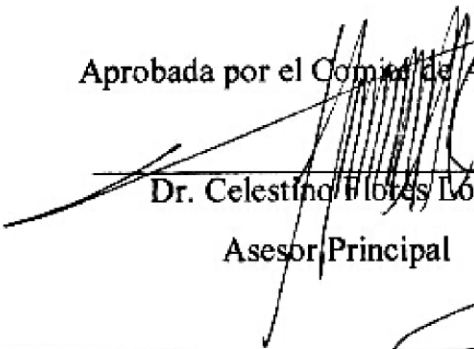
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría:




  
Dr. Celestino Flores López

Asesor Principal



M.C. José Aniseto Díaz Balderas

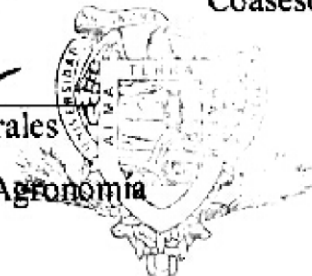
Coasesor

  
Dr. Jorge Méndez González

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Coordinación

Junio de 2018

Este proyecto de tesis ha sido financiado y apoyado por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro titulado “Diversidad y estructura de bosques tropicales en el occidente y sureste de México” con clave 30-38111-425103001-2175 a cargo del profesor investigador Dr. Celestino Flores López.

## DEDICATORIA

A ti **DIOS** que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mis padres

**Pastor Gutiérrez Medina y Marcela Noyola Marín** que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá, por darme la mejor herencia que es el estudio, para mi futuro y por creer en mí, gracias por ser ese motor que me impulsa día a día para no rendirme, aunque hubo momentos difíciles siempre han estado para apoyarme y brindarme su amor, por todo eso y más les agradezco de todo corazón el que estén a mi lado. Los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos

Antonio Abad, José Leonardo, Apolinar, Wilber, María Flocela, Margarito, Francisco Javier, Indira Guadalupe, Diana Karely y Perla Marina, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mis **sobrinos** que, aunque no puedo nombrarlos a todos, ninguno queda fuera, ustedes que con sus travesuras y sus sonrisas han sido una de mis inspiraciones para terminar con éxito este proyecto.

A Carlos Mario Ventura Ramos, por ser una de las personas que me inspiran a seguir haciendo las cosas bien, por el apoyo, el amor y la amistad que me das.

## AGRADECIMIENTOS

### **A Dios**

Gracias padre eterno por concederme salud, por no dejarme caer y por sostener mi mano siempre, gracias por tu infinita bondad y amor.

### **A mi Alma Terra Mater**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO gracias por ser una excelente casa de estudios, por darme la oportunidad y el privilegio de estar estos cinco años de mi vida en sus aulas y brindarme un sinfín de oportunidades, gracias por formarme como una profesional.

### **A mis padres**

Gracias por darme el mejor ejemplo, gracias por su amor incondicional, por sus consejos, por su apoyo económico en todo momento que, aunque hubo momentos difíciles nunca desistieron, gracias por decirme siempre las palabras perfectas para no abandonar mis sueños, espero ser yo de ahora en adelante la que les ayude.

Al **Dr. Celestino Flores López** por su tiempo, consejos y apoyo necesario para que este trabajo se terminara satisfactoriamente, gracias por ser unos de los mejores profesores que hasta hoy he conocido, gracias por todo el apoyo brindado en toda mi formación profesional usted que me dio apoyo y consejos desde que llegué por primera vez.

**A mis coasesores** el Dr. Jorge Méndez González y al M.C José Aniseto Díaz Balderas, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

**A todos los profesores del departamento forestal:** Dr. Celestino Flores López, M.C. Jorge David Flores Flores, Dr. Jorge Méndez González, Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga, Ing. José Antonio Ramírez Díaz, Dr. Alejandro Zarate Lupercio, M. C. José Armando Nájera Castro, M. C. José Aniceto Díaz Balderas, Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo, M. C. Salvador Valencia Manzo, Dra. Gabriela Ramírez Fuentes, Ing. Sergio Braham Sabag, M. C. Andrés Nájera Díaz, M. C. Héctor Darío González López, Ing. Gil Cabrera, quienes me instruyeron durante los cinco años de estudio, brindando todo su conocimiento ayudando a terminar una meta más en mi vida, gracias por sus sabios consejos y por su amistad.

**A mis amigos:** Julio Ramírez Vargas, Alejandro Sánchez García, Alejandro Gómez Gutiérrez, Gerardo Ezequiel Pérez Méndez, Luis Reinaldo Montoya Jiménez, Jesús Pérez Díaz, Elí Isaías Calvo Vásquez, Reina de Jesús Arredondo Delgado, Adrián Rodríguez Moctezuma, Francisco Pérez Celis, Jonathan Sánchez Torres, Jazmín Martínez, Yorléndi Escobedo, Miguel Ángel Avendaño Pérez, gracias por su amistad por su apoyo, por sus consejos, por todos esos momentos compartidos, siempre los recordare, los quiero mucho.

A los compañeros de generación y amigos que compartieron buenos momentos conmigo, gracias. Así como también a las personas que no se mencionan en este escrito pero que me ofrecieron su amistad y apoyo durante estos años de universidad, gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT .....	VI
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo General .....	4
1.2 Objetivos Específicos .....	4
1.3 Hipótesis .....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1 Características generales de los manglares .....	5
2.2 Importancia de los manglares .....	5
2.3 Descripción de especies de mangle más comunes en México. ....	6
2.4 Tipos de manglares .....	8
2.5 Monitoreo de poblaciones .....	9
2.6 Metodología para la evaluación de crecimiento e incremento en rodales en sitios permanentes .....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1 Descripción del área de estudio .....	11
3.1.1 Localización .....	11
3.1.2 Clima .....	11
3.1.3 Edafología .....	11
3.1.4 Vegetación .....	13
3.2 Diseño de muestreo, evaluación y establecimiento de los sitios permanentes .....	13
3.3 variables evaluadas .....	14
3.4 Cálculo de probabilidades para cambios de categorías diamétricas .....	15
3.5 Cálculo de incremento corriente anual para categorías diamétricas, en volumen por hectárea en las especies .....	16
3.6 Comparación de incremento corriente anual en volumen entre las especies .....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21

4.1 Diagnóstico del incremento corriente anual en volumen por especie. ....	21
4.1 Estructura, probabilidades de cambio de categorías diamétricas, mortalidad e incremento medio anual en volumen por especie. ....	21
4.3 Comparación de incremento en volumen entre especies.....	25
5. CONCLUSIONES .....	28
6. RECOMENDACIONES .....	29
7. LITERATURA CITADA.....	30
ANEXOS.....	34



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Modelo para estimar el crecimiento en altura. ....	15
Cuadro 2. Cálculo de probabilidades de cambios en categorías diamétricas. ....	17
Cuadro 3. Ecuaciones de predicción para volumen total de las especies evaluadas. ....	17
Cuadro 4. Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas. ....	19
Cuadro 5. Volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) promedio de pérdidas e incrementos registrados, del 2012 al 2015, para las dos especies de mangle en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. ....	21
Cuadro 6. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio en <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Rhizophora mangle</i> , para la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. ...	22
Cuadro 7. Condición del arbolado por categoría diamétrica para la especie <i>Laguncularia racemosa</i> en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. ....	24
Cuadro 8. Condición del arbolado por categoría diamétrica para la especie <i>Rhizophora mangle</i> en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. ....	25
Cuadro 9. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en volumen para las especies de estudio de la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. ....	25
Cuadro 10. Comparación de las medias entre los valores de Incremento Corriente Anual en volumen por hectárea para las especies de <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Rhizophora mangle</i> , de la población de Barra de Tecoaapa. ....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del área de estudio y la distribución de los sitios de muestreo.....	12
Figura 2. Diagrama ombrométrico de las normales climatológica (temperatura y precipitación) de la estación 12173 Marquelia, Guerrero, en el periodo 1981-2010.....	13

## RESUMEN

Los manglares forman parte de los ecosistemas con mayor importancia en el mundo debido a que cumplen con funciones ecológicas y reguladoras que se derivan en la obtención y producción de bienes y servicios, que son aprovechados de manera directa o indirecta, dos de las principales especies que los componen son *Laguncularia racemosa*, y *Rhizophora mangle*, encontrándose en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estatus de especies amenazadas. El presente estudio tuvo como objetivo conocer la dinámica de crecimiento e incremento en volumen, así como su incorporación y mortalidad de las especies de mangle (*Rhizophora mangle* L. y *Laguncularia racemosa* Gaertn) a través de sitios permanentes de muestreo en un periodo de tres años de haberse establecido para la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. Se evaluaron un total de 32 sitios permanentes de muestreo, censando cada individuo del estrato arbóreo y midiendo las variables dasométricas de altura y diámetro normal. Como resultado se obtuvo que el crecimiento en diámetro para las especies, el mayor porcentaje se concentró en la condición con cambios de  $\pm 5$  cm en sus estructuras diamétricas, donde *Laguncularia racemosa* tuvo el 60.30 % y *Rhizophora mangle* el 60 %. En cuanto al incremento corriente anual (ICA) en volumen, *Laguncularia racemosa* promedió  $4.24 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  y *Rhizophora mangle*  $6.65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; la especie que presentó pérdidas mayores en volumen fue *Laguncularia racemosa* con  $55.53 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  seguida de *Rhizophora mangle* con  $13.99 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; la mortalidad de individuos de *Laguncularia racemosa* fue de 30.64 % y *Rhizophora mangle* 32.60 %. En análisis de comparación de las medias de los incrementos en volumen por hectárea, resultó que no hay diferencias significativas entre las especies.

Palabras clave: *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, crecimiento, incremento, mortalidad.

## ABSTRACT

Mangroves are part of the most important ecosystems in the world because they comply with ecological and regulatory functions that result in the procurement and production of goods and services, which are used directly or indirectly, two of the main species that they are composed of *Laguncularia racemosa*, and *Rhizophora mangle*, found in NOM-059-SEMARNAT-2010 in the status of endangered species. The objective of this study was to determine the dynamics of growth and increment in volume, as well as its incorporation and mortality of mangrove species (*Rhizophora mangle* L. and *Laguncularia racemosa* Gaertn) through permanent sampling sites over a period of three years. It was established for the population of Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. A total of 32 permanent sampling sites were evaluated, counting each individual of the tree stratum and measuring the dasometric variables of height and normal diameter. As a result it was obtained that the growth in diameter for the species, the greater percentage was concentrated in the condition with changes of  $\pm 5$  cm in its diametric structures, where *Laguncularia racemosa* had 60.30% and *Rhizophora mangle* 60 %. Regarding the annual current increment (ICA) in volume, *Laguncularia racemosa* averaged  $4.24 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and *Rhizophora mangle*  $6.65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; the species that presented greater losses in volume was *Laguncularia racemosa* with  $55.53 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  followed by *Rhizophora mangle* with  $13.99 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; the mortality of individuals of *Laguncularia racemosa* was 30.64 % and *Rhizophora mangle* 32.60 %. In comparison analysis of the means of the increment in volume per hectare, it turned out that there are no significant differences between the species.

Keywords: *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, growth, increment, mortality.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los humedales se consideran regiones cubiertas por agua durante periodos prolongados alterando con ello suelos, microorganismos y comunidades de flora y fauna, por este motivo el suelo no forma el hábitat principal ya sea acuático o terrestre, debido a esto las dos principales características de los humedales es la abundancia de agua y la alta diversidad de aves acuáticas (Gopal, 2003). Entre los humedales encontramos a ecosistemas como manglares, arrecifes de coral, pastos marinos entre otros.

Se le conoce como manglar a una comunidad vegetal que se distribuye en litorales de regiones calientes de nuestro planeta, principalmente se desarrolla en las orillas de las lagunas costeras, de bahías protegidas y desembocaduras de ríos, en donde el agua del mar es la que tiene mayor influencia o mejor dicho en zonas de transición entre los ecosistemas marinos y terrestres (Rzedowski, 2006; CONABIO, 2013), así mismo Rzedowski (2006), clasificó a los manglares dentro de la vegetación acuática y subacuática. Normalmente se relacionan a arrecifes de coral, pastos marinos y fangos, entre otros donde abundan los sedimentos y nutrientes arrastrados por ríos (ANAM-ARAP, 2013).

En el mundo los manglares ocupan el 1 % de todos los bosques tropicales, distribuyéndose en 123 naciones, territorios tropicales y subtropicales, ocupando el 5 % de la superficie mundial; de todos los países que cuentan con superficie de manglar el 50 % lo ocupan países como: México, Indonesia, Brasil, Nigeria, Australia y Malasia (UNEP-WCMC, 2014). De acuerdo a CONABIO (2013) de la superficie total con la que México cuenta, los manglares ocupan el 0.4 % de la misma, lo que coloca a nuestro país en el cuarto lugar con este tipo de ecosistema, aunado de su posición geográfica este es otro dato más para decir que México es un país con una gran diversidad biológica.

Los manglares tienen una importancia ecológica incomparable, albergan a diferentes especies de peces, moluscos y crustáceos durante sus etapas de vida juveniles, antes de que estos emigren al océano, así como también sirven como defensa a poblados aledaños de tormentas tropicales, vientos, huracanes, marejadas y tsunamis, se comportan como una barrera natural y son nuestra primera línea de defensa, son muchos los beneficios que estos brindan entre los cuales también destacan: la significativa cantidad de carbono que acumulan en sus raíces, troncos, ramas y hojas, sirven como filtros de agua, por su gran belleza y alta diversidad son un atractivo turístico,

tienen usos medicinales, y su madera también es utilizada para construcción, producción de carbón, taninos y artesanías, el néctar de sus flores es utilizado por las abejas para producir miel de alta calidad (Giri *et al.*, 2008; ANAM-ARAP, 2013; CONABIO, 2013; Rodríguez *et al.*, 2015).

Son aproximadamente 54 especies de mangle que se reportan en el mundo, México registra seis especies, de las cuales cuatro son las más comunes: mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* Gaertn), mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mientras que en las costas de Chiapas se registran otras dos especies *Rhizophora harrisonii* Leech. y *Avicennia bicolor* (López-Portillo y Ezcurra, 2002).

México cuenta con una superficie de 770,057 ha de manglar, el 53.7 % de la superficie total se encuentra decretada como áreas protegidas federales y estatales, los estados con menor protección de estos ecosistemas son Colima y Guerrero. En 2009 se registraron 5 regiones que contaban con superficie de mangle, en donde la Península de Yucatán presenta el 55 %, el Golfo de México 11 %, Pacífico norte 24.5 %, Pacífico sur 8.6 % y no menos importante, pero con menor superficie se encuentra el pacífico centro con 0.9 % (CONABIO 2013).

En Guerrero se reportan 7,537 ha de manglar de los cuales representan 524 km de la línea costera, aunque no tiene áreas bajo protección ya sea federal o estatal, presenta 7 sitios prioritarios establecidos por la CONABIO.

El presente estudio se realizó en un ejido ubicado en las costas del Estado de Guerrero, registrado por CONABIO (2009) como un sitio con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, el identificador del sitio es PS17 y lleva por nombre Barra de Tecoanapa (desembocadura río Ometepe), el 41 % del sitio se encuentra en la región marina prioritaria Cópala - Punta Maldonado. Esta población de manglar es uno de los que han sido poco estudiados donde no se tiene un conocimiento amplio del mismo y que está siendo fuertemente perturbado por los habitantes del mismo, debido al desconocimiento de la importancia y el beneficio que este ecosistema proporciona a la población humana que ahí se encuentra.

Desafortunadamente este tipo de ecosistemas está en peligro de desaparecer y la principal causa es la población humana ya que está destruyendo este ecosistema, deforestando, fragmentando y contaminando cada vez más, sin percatarse que es un ecosistema muy sensible, aunque también es importante mencionar que el aumento de desastres naturales los hace aún más vulnerables

(ANAM-ARAP, 2013; CONABIO, 2013). Por esta razón estas especies en México se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT 2010 registradas en la categoría de especies amenazadas (SEMARNAT, 2010).

Debido a que las especies de estudio se encuentran amenazadas, y a que en sus poblaciones solo se aprovechan los servicios ambientales que estos ofrecen, los inventarios de sitios permanentes es una buena metodología, que ayuda a estimar la producción y la calidad a través del estudio en incremento y crecimiento tanto del bosque como de especies individuales, estos estudios normalmente se realizan en periodos de 3, 5 y 10 años (Imaña y Encinas, 2008). Es importante realizar monitoreos periódicos para estimar de manera cuantitativa o cualitativa, los cambios que el bosque ha presentado, los sitios permanentes tienen como objetivo principal establecer una base de datos confiable para que esta sea una herramienta para realizar un manejo sostenible o medidas de conservación adecuadas que permitan la pronta recuperación del mismo (Olvera-Vargas *et al.*, 1996).

Para tener un mejor entendimiento, planificación y tomar acciones eficientes para la conservación y manejo adaptativo de los manglares, es importante tener información actualizada de los cambios que se puedan presentar, ya que este ecosistema presenta constantes interacciones que llegan a determinar características tanto en su distribución espacial y temporal, por esta razón existe la necesidad de realizar monitoreo que ayude a identificar estos cambios y a entender su dinámica.

La finalidad de este trabajo es realizar un diagnóstico del crecimiento e incremento corriente anual para *Rhizophora mangle* L. y *Laguncularia racemosa* Gaertn. por medio de sitios permanentes mediante el monitoreo de tres años, de igual manera estimar la incorporación y mortalidad que se presenta en esta población de manglar, para así aportar recomendaciones a corto y mediano plazo para la conservación de este tipo de ecosistema y evitar que el mismo siga en decadencia.

### 1.1 Objetivo General

- Estimar el crecimiento e incremento corriente anual en volumen por hectárea para el periodo del 2012 al 2015 en las especies *Rhizophora mangle* L., y *Languncularia racemosa* Gaertn. en Barra de Tecoaapa, Guerrero.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el incremento corriente anual en volumen por hectárea para las especies de mangle, así como el grado de incorporación y mortalidad de los individuos dentro de su población.
- Comparar el incremento corriente anual en volumen para la especie *L. racemosa* y *R. mangle* en volumen por hectárea.

### 1.3 Hipótesis

- Ho: El incremento corriente anual en volumen por hectárea no es diferente entre las especies *Laguncularia racemosa* Gaertn y *Rhizophora mangle* L. con respecto a las evaluaciones a través del tiempo.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Características generales de los manglares

Los manglares son característicos de los humedales costeros, de zonas tropicales y de bosques inundables, estos presentan raíces modificadas para absorber agua y aire, las cuales en las diferentes especies de mangle se conocen como raíces adventicias, neumatóforos, raíces aéreas y lenticelas, de igual forma estos tienen características excretoras de sales en sus hojas, son las únicas plantas que poseen verdaderamente la característica de viviparidad, esto quiere decir que las semillas germinan antes de caer de la planta madre. Debido a que estos ecosistemas se mantienen inundados la mayor parte del año, debemos recordar que son árboles perennes y marcan la transición entre el mar y la tierra (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

Son ecosistemas desarrollados en deltas importantes que desembocan en el mar, por tal razón las acumulaciones de fango como sustrato son altas, son los únicos árboles del mundo que pueden vivir en condiciones de falta de oxígeno y de salinidad, por esto sus principales factores abióticos son: la mezcla constante de agua dulce y salada, lluvias elevadas y temperaturas altas poco variables, una humedad ambiental considerable, variaciones en la salinidad y la acumulación de fango en las fajas costeras y ribera de los ríos (Menéndez-Carrera, 2013).

La diferencia que existe entre los bosques pluviales tropicales y los bosques de manglares es un sistema abierto que importa y exporta materiales; por eso es que tienen aspectos que le dan al manglar una importancia ecológica elevada como son su alta productividad y alta tasa de exportación. Estos constituyen ecosistemas altamente especializados que mueren repentinamente cuando uno de los parámetros de su entorno se modifica, es por eso que son en las costas tropicales donde se detectan variaciones del régimen hídrico (Menéndez *et al.*, 2006).

### 2.2 Importancia de los manglares

Los manglares tienen una importancia relevante, ya que proporcionan un gran número de beneficios tanto ecológicos como económicos, a continuación, se presentan los de mayor relevancia.

Los ecosistemas de manglar tienen una gran riqueza, debido a que en ellos residen de manera permanente o temporal especies de moluscos, cangrejos, jaibas, langostinos, camarones, erizos, insectos, peces, aves, mamíferos, bromelias, orquídeas, bejucos y otras especies más, de

igual manera es un ecosistema altamente productivo porque genera una enorme cantidad de nutrientes que son exportados a las aguas marinas donde son aprovechados por las distintas especies que habitan en el mar. En el proceso de vida de las aves migratorias los manglares desarrollan un papel importante, ya que les ofrecen refugio para que así puedan reproducirse de manera favorable, sirven también como barreras naturales sobre los fenómenos naturales como las tormentas tropicales, huracanes, tsunamis entre otros (Giri *et al.*, 2008; CONABIO, 2013).

Por sus grandes beneficios que aportan al hombre, se consideran a los manglares muy importantes en la economía ya que son la incubadora perfecta para cientos de especies en su etapas de post-larva, una de las especies más importantes es el camarón que se desarrolla durante varios meses hasta alcanzar sus fases juveniles, por otro lado la madera de los manglares sirve para la construcción de viviendas y puntales de las cimbras para pesca, así como también son importantes para la producción de leña y carbón en comunidades rurales. Los manglares pueden aportar a la economía a través del ecoturismo, avistamiento de aves migratorias, vida silvestre y paisajes (Giri *et al.*, 2008; CONABIO, 2013).

### 2.3 Descripción de especies de mangle más comunes en México

*Rhizophora mangle* (mangle rojo o candelillo) es un árbol o arbusto que nunca se queda sin hojas (perennifolios), su tronco es delgado, con una corteza externa con fisuras, de color gris claro y el color bajo la corteza del árbol, va de rosa a rojo. De sus tallos se originan raíces aéreas con forma de zancos (fúlcreas), pueden alcanzar los cinco metros por encima de la base y de las que frecuentemente sale otra raíz. Este sistema radicular les permite funcionar como redes de retención de hojas, troncos, animales muertos, etc., y como zona de protección para otros habitantes del manglar como peces, camarones, formando así una isla vegetal, de igual manera ayuda a sostener a la planta en un suelo muy fangoso. Sobre las raíces se pueden observar muchos pequeños poros que se llaman lenticelas y ayudan a la planta a respirar. Las hojas miden de 6 a 10 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, de color verde brillante en la cara superior y verde más amarillento en la inferior, con bordes lisos, terminando en punta y son algo duras, aparentemente carnosas, las flores brotan de dos a cuatro, juntas, sobre un tallito verdoso en forma de horqueta con cuatro sépalos angostos de más o menos un centímetro de largo, de color amarillo-verdoso, con cuatro pétalos blancos de unos dos centímetros de largo, que con el tiempo se vuelven café claro y lanosos por dentro. Florecen y fructifican durante todo el año, aunque principalmente en la primavera y en la época

lluviosa entre junio y octubre, su fruto es ovoide de color café oscuro con una sola semilla. La semilla germina en la planta, dentro del fruto, cuando está unido aún a la planta, y ahí mismo el tallo embrionario (hipocótilo) comienza a crecer, son arrastradas y así dispersadas por el agua principalmente (Pennington y Sarukhán, 2005; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

*Laguncularia racemosa* (mangle blanco) es un árbol o arbusto, dioico (sexos separados) o hermafrodita (ambos sexos), tronco poco o abundantemente ramificado; corteza fisurada, rugosa de color grisácea-café; el tallo y pecíolo son de color rojizos, presenta un sistema radicular conformado por neumatóforos con lenticelas, copa redondeada y densa, hojas simples opuestas, elípticas y redondeada, presenta una inflorescencia espigada, arregladas en panículas terminales, de color blanco-verdosas, los frutos es una drupa, sedosos y carnosos. Las semillas germinan dentro del fruto cuando este se encuentra adherido al árbol, cuando caen son transportadas por el agua, aproximadamente permanecen a flote por cuatro semanas. Su tolerancia a la sal es menor que en el mangle rojo, su reproducción vegetativa es exitosa, por esta razón se utiliza en cercos vivos, aunque su madera es poco durable, para trabajo manual es difícil de trabajar ya que tiende a rajarse y a deformarse (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

*Avicennia germinans* (mangle negro) es un árbol de entre 10 y 30 metros de altura y en su tronco un diámetro de 10 a 50 cm. Su copa forma una sombrilla, tiene un follaje muy disperso. Presenta un color más cenizo que el mangle rojo por lo que se tiene rápida identificación en los paisajes, su tronco es recto y cilíndrico, corteza externa negra, con fisuras que forman placas rectangulares, en esta especie se presenta un sistema radicular abundante, formado por neumatóforos, estos son fundamentales para que el árbol pueda obtener oxígeno cuando el nivel del agua sube y queda inundado, están llenos de lenticelas que ayudan a mantener una buena respiración. Tiene hojas simples, en las opuestos del tallo, de color verde opaco, con el envés verde-grisáceo cubierto de glándulas secretoras de sal, sus flores son blancas y amarillo en la parte central, florecen y fructifican de manera abundante en los meses de lluvia, el fruto que presenta es una capsula en forma de elipse de cuatro centímetros, la germinación se da cuando el fruto aún permanece en el árbol progenitor, es la especie de mangle más tolerante a la sal (Pennington y Sarukhán, 2005; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

*Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) es un árbol o arbusto perennifolio que no lo consideran como mangle, de 6 metros de alto, con un diámetro del tronco de 30 a 50 cm., su corteza

es de color gris o café, rugosa y fisurada, sus hojas se presentan de forma alternas sobre la rama y tiene forma de elipse, las flores femeninas y masculinas están en árboles distintos (hermafroditas), están agrupadas sobre estructuras en forma de cabezas redondeadas al final de las ramas, su semilla presenta pequeñas alas, florecen más aparentemente en los meses de lluvia (Pennington y Sarukhán, 2005; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2016).

## 2.4 Tipos de manglares

De acuerdo a Moreno-Casasola e Infante-Mata (2016) existen cuatro tipos de manglares estos en función de las características geomorfológicas, y de esta manera ayudan a entender mucho mejor como se distribuyen las especies de mangles, estos tipos se presentan a continuación:

### a) Manglares de borde

Este tipo de bosque se desarrolla a lo largo de las orillas de canales, ríos y estuarios. Presentan salinidad de medias a altas ya que están expuestos al régimen de mareas diario. Tienden a acumular materia orgánica debido al oleaje de baja energía y al desarrollo denso de raíces zancudas. En este tipo de bosque la especie dominante es el mangle rojo debido a que sus raíces permiten que estén en suelos inestables, aunque se pueden encontrar todas las especies. La dinámica del lavado diario no permite un desarrollo denso; la altura máxima de los árboles puede ser hasta de 15 metros. Los mangles de borde son de gran importancia por su producción y exportación de materia orgánica, y por la protección que brindan a la costa.

### b) Manglares ribereños

En este tipo de bosque el agua dulce es abundante y constante, se desarrolla a lo largo de las márgenes de los ríos, esteros y canales. En este ambiente, los flujos de agua son intensos y ricos en nutrientes, lo cual provoca que el desarrollo de los árboles sea alto, por tanto, son los más productivos y alcanzan las mayores alturas y grosores del tronco.

### c) Manglares de cuenca

Se encuentran en pequeñas cuencas, alejadas de la influencia estuarina y lagunar, por atrás de las comunidades de bosques ribereños o de borde. En estas depresiones la renovación de las aguas ocurre lentamente durante la época de lluvias. Las mareas altas son el lugar perfecto para el desarrollo de estos bosques. Debido a las condiciones de estancamiento del agua y el escaso flujo

de aguas por efecto de la marea, los suelos tienden a tener concentraciones de sal más alta y menores concentraciones de oxígeno. Generalmente están dominados por mangles negros y blancos, y el suelo de este tipo de bosque está cubierto de neumatóforos.

#### d) Manglares arbustivos o enanos

Estos bosques se encuentran en condiciones con características extremas como son: altas salinidades, suelos pobres, vientos e inundación constantes, por lo que su desarrollo se ve limitado por factores estresantes. Cuando existen perturbaciones, por ejemplo por tormentas tropicales o huracanes, la recuperación es lenta, dadas las condiciones en que se encuentran. Las especies que predominan son especies achaparradas de mangle rojo y mangle negro.

### 2.5 Monitoreo de poblaciones

En la actualidad los ecosistemas forestales han sido afectados de una manera alarmante, siendo estos degradados por la deforestación, colocándolos en una elevada amenaza a la biodiversidad, por ello el monitoreo de poblaciones es una herramienta principal para crear una estrategia para mejorar las prácticas de conservación que intentan asegurar la viabilidad de especies y ecosistemas a largo plazo (López-Gallego, 2015). El monitoreo de poblaciones permite garantizar que por medio de una buena planeación de conservación pueda existir: permanencia, bienestar y equilibrio en los ecosistemas naturales, el monitoreo biológico es la evaluación de un componente específico para conocer la forma en que cambia a lo largo del tiempo o del espacio como consecuencia de factores conocidos así como también la influencia humana, y así conocer cambios no deseados y adoptar un adecuado manejo en sentido general el monitoreo de poblaciones es para conocer el estado en el que se encuentra una población y a partir de ahí conocer si está disminuyendo con el tiempo o si está en buenas condiciones (Chediack, 2009).

A través de la medición de árboles anualmente en sitios permanentes, se realiza un monitoreo de acuerdo al crecimiento y rendimiento del bosque, con ello se obtiene información constante del crecimiento en las diferentes especies arbóreas, la tasa de mortalidad y la respuesta del bosque bajo aprovechamiento (Pinelo-Morales, 2000).

### 2.6 Metodología para la evaluación de crecimiento e incremento en rodales en sitios permanentes

De acuerdo a Imaña y Encinas (2008), los inventarios forestales en sitios permanentes se encuentran dentro de las metodologías para definir el crecimiento y comportamiento de un rodal o

bosque natural de manera precisa a través del estudio del crecimiento e incremento de sus árboles individuales o del bosque, esto se realiza normalmente en un periodo de tiempo de 3, 5 o 10 años.

Generalmente para su establecimiento se eligen diferentes condiciones del bosque, para la distribución de los sitios se toma en cuenta los estratos de acuerdo a la especie y condición de interés, usando una distribución de los sitios ya sea aleatoria o sistemática, para algunos autores la superficie mínima a considerar es de 500 m<sup>2</sup> siendo para ellos la más eficiente para los inventarios forestales, aunque cuando se trata de bosques de manglar estos se recomiendan de 100 m<sup>2</sup>, dada la alta densidad de especies que se pueden encontrar en una superficie como ésta, comúnmente las parcelas circulares, cuadradas y rectangulares son las más prácticas para el trazo y levantamiento de los datos (Olvera-Vargas *et al.*, 1996; BOLFOR-PROMABOSQUE, 1999; Machado-Carcasés y León-Sánchez, 2005).

Cada sitio permanente debe estar debidamente bien identificado en su centro con un color este para sitios circulares, en el caso de sitios cuadrados o rectangulares se recomienda que se coloquen señales de menor tamaño en dirección a los cuatro puntos cardinales en los límites del sitio, preferentemente que estos sean durables hasta su primera remediación, para la medición de cada árbol comúnmente se inicia en sentido de las manecillas del reloj, y de acuerdo al formato establecido se registran las diferentes variables dasométricas al mismo tiempo marcando la etiqueta al árbol, para la primera remediación no debe usarse el número de un individuo muerto, de igual forma si un individuo se incorpora debe asignársele un nuevo número consecutivo a los que están presentes (BOLFOR-PROMABOSQUE, 1999; Pinelo-Morales, 2000).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

##### 3.1.1 Localización

El presente trabajo se realizó dentro de las coordenadas geográficas 16° 30' 15.68" latitud Norte y 98° 43' 5.13" longitud Oeste, el área de estudio se encuentra ubicada en el ejido de Barra de Tecoanapa municipio de Marquelia y en el ejido de Punta Maldonado municipio de Cuajinicuilapa ambas ubicadas en la región Costa Chica en el estado de Guerrero. En la desembocadura del Río Quetzala, con una altitud de 6 msnm (Figura 1) (INEGI, 2017).

##### 3.1.2 Clima

En el área de estudio predomina el clima Aw0 cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22°C y la temperatura del mes más frío mayor de 18° C, cuenta con dos estaciones al año: época de lluvia, junio-octubre y época de secas, noviembre-mayo (Tovilla-Hernández y Orihuela-Belmonte, 2002).

De acuerdo al registro meteorológico realizado por la CONAGUA (2010), se reportó una temperatura media anual de 28.1 °C, con una precipitación anual de 1, 416 mm donde el mes de septiembre registró la precipitación máxima con 281 mm (Figura 2).

##### 3.1.3 Edafología

Predominan dos tipos de suelos: con un 58.15% de la superficie total lo ocupa el fluvisol con textura gruesa, se caracterizan por ser suelos acarreados por agua, medianamente profundos y con estructura débil o suelta y tienen gran importancia agrícola, con un porcentaje de 41.85 se encuentra el cambisol, son suelos con un horizonte A y B rojizo o gris oscuro con textura media, usualmente de rico a muy rico en nutrientes (INIFAP-CONABIO, 1995).

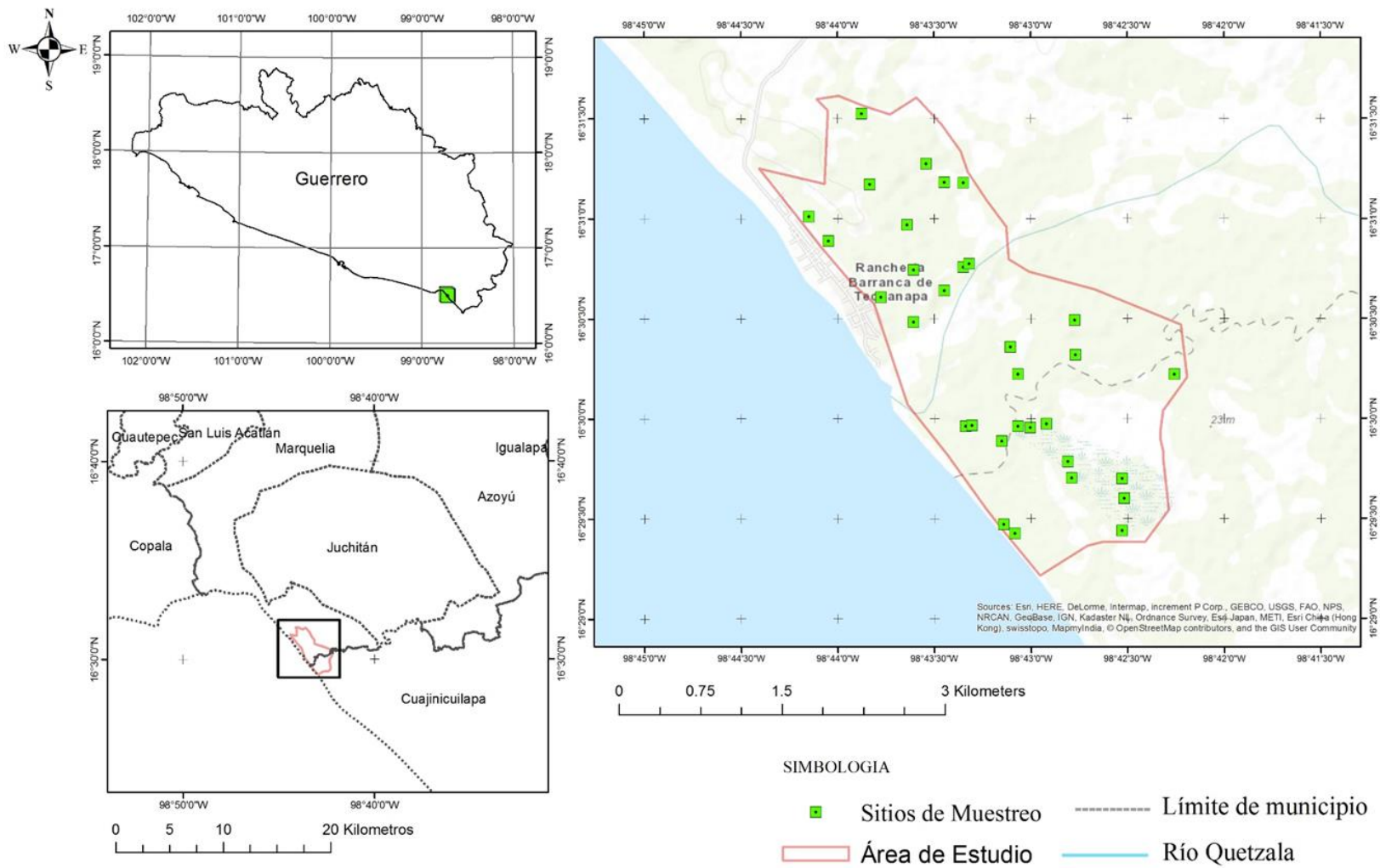


Figura 1. Ubicación del área de estudio y la distribución de los sitios de muestreo.



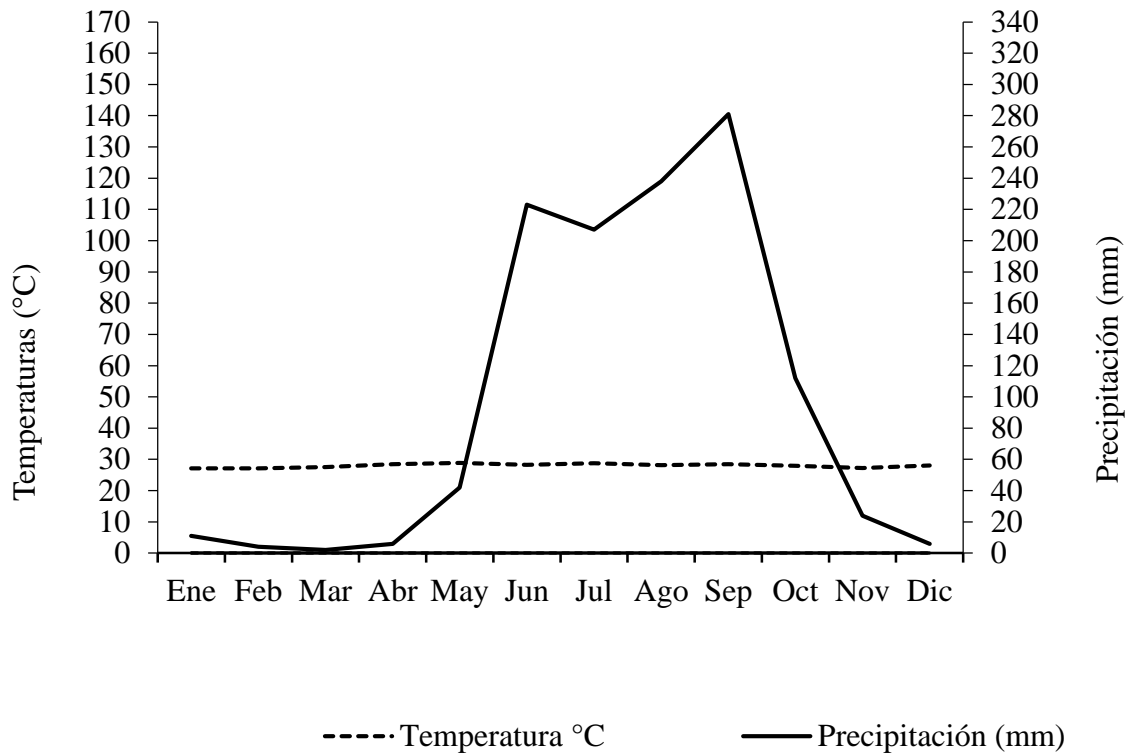


Figura 2. Diagrama ombrométrico de las normales climatológicas (temperatura y precipitación) de la estación 12173 Marquelia, Guerrero, en el periodo 1981-2010.

### 3.1.4 Vegetación

La vegetación principal y más abundante en el área de estudio es de bosque de manglar que está constituido por cuatro especies presentes: *R. mangle*, *A. germinans*, *L. racemosa*, y *C. erectus*, el área también se compone por tulares, pastizal cultivado, palmares y en menor cantidad vegetación de dunas costeras, así como también se presenta pequeños polígonos de agricultura de temporal anual y permanente (INEGI, 2013).

### 3.2 Diseño de muestreo, evaluación y establecimiento de los sitios permanentes

El diseño de muestreo utilizado corresponde a un muestreo aleatorio-sistemático donde el primer sitio se estableció de forma aleatoria y los demás se establecieron con una distancia de 200 m entre sitio, aunque debido al difícil acceso de algunas áreas, los sitios fueron ligeramente modificados, estos se establecieron previamente para los estudios de estructura arbórea de

manglares en Barra de Tecoanapa (Colon-Alarcón, 2014) y diversidad de especies arbóreas en manglares de Barra de Tecoanapa (Guerrero), Tecomán (Colima) y Soto la Marina (Tamaulipas) (Palma-Zárate, 2014).

Se establecieron un total de 32 sitios, para el presente estudio se censaron y remidieron las diferentes variables dasométricas el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura por cada uno de los individuos encontrados en cada sitio, esto transcurridos 3 años después del establecimiento de los sitios, en la segunda evaluación, debido a los cambios del delta y a cambios ocasionados por los fuertes vientos y lluvia, no se encontraron 5 sitios, por tanto en la segunda evaluación se levantaron 27 sitios, los cuales no volvieron a establecerse debido a que en el presente estudio se estimó el cambio existente de una evaluación a otra.

La superficie de los sitios evaluados fue de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), dividido en cuatro cuadrantes enumerados en sentido de las manecillas del reloj y con rumbos francos (norte, sur, este y oeste); para la delimitación e identificación de sus rumbos, se utilizó una brújula Sunnto, posteriormente se delimitó el perímetro del sitio y se procedió a medir las variables dasométricas (DAP y altura) de los individuos del estrato arbóreo y la vegetación asociado a este tipo de ecosistemas.

Para cada uno de los sitios establecidos en la primera evaluación se seleccionaron aquellos individuos que fueron medidos e identificados remidiendo cada una de sus variables dasométricas, así mismo incorporando al registro los individuos que no lograron alcanzar la categoría requerida debido a que tenían un diámetro mínimo de 2.5 cm.

### 3.3 Variables evaluadas

Dentro de los sitios de muestreo y para cada cuadrante se remidió el diámetro a la altura del pecho de la especie *L. racemosa*, para *R. mangle* su diámetro fue registrado a 30 cm después de la última raíz aérea, que corresponda al tallo más grueso y principal de la especie, esta medición se realizó con la cinta diamétrica.

Se seleccionaron los individuos dominantes para cada especie y categoría diamétrica para la medición de su altura, en *R. mangle*, esta correspondió desde la última raíz zancuda hasta la culminación de la copa, en cambio en *L. racemosa* se calculó desde la base del fuste, posteriormente

mediante una regresión de ajuste se estimaron las alturas para cada individuo y categorías restantes. Para su medición se llevó a cabo mediante un hipsómetro Haga.

Para el estudio se utilizaron cuatro modelos para *R. mangle* y cinco para *L. racemosa* esto para estimar la altura de aquellos individuos y categorías diamétricas no registradas donde la variable dependiente fue el diámetro a la altura del pecho de los individuos observados, los modelos aplicados se concentran en el Cuadro 1 de acuerdo a los autores (Valdez-Lazalde y Lynch, 2000; Montero *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2015). Para la selección del modelo se utilizó el coeficiente de determinación ajustada ( $R^2_{aj}$ ) (Anexo 2 y 3).

Cuadro 1. Modelos para estimar el crecimiento en altura.

No.	Modelo
1	$H=b_0DAP+b_1DAP^2$
2	$H=b_0+b_1\ln(DAP)$
3	$H=b_0(1-e^{-b_1DAP})$
4	$H=b_0(DAP^{b_1})$
5	$H=1.3+b_0HD^{b_1e^{-b_2/DAP}}$

Donde: H= altura (m), DAP= diámetro a la altura del pecho (cm), HD= altura media dominante (m) ln= logaritmo natural, e= función exponencial,  $b_0$ ,  $b_1$  y  $b_2$ = parámetros de regresión.

El formato utilizado para el registro de los datos contiene datos como nombre de la población, número del sitio, fecha, coordenadas geográficas las cuales fueron tomadas con un receptor GPS, y para las variables medidas, se registró el número de árbol, especie, diámetro normal y altura.

Para el registro de la regeneración de las especies por sitio, se contabilizaron individuos dentro de un metro cuadrado, con diámetro a altura de pecho (DAP) menor a 2.5 cm y categorías de alturas que van a cada 0.50 m.

### 3.4 Cálculo de probabilidades para cambios de categorías diamétricas

El procedimiento para construir la tabla de proyección de crecimiento en volumen se basó principalmente en la metodología creada por Avery and Harould (2002) quienes siguieron dos pasos: el primero consiste en elaborar una tabla de probabilidades donde se registran el número de

árboles que hayan presentado cambios de categoría diamétrica inmediata, así también incluyendo aquellos que no presentaron cambios o en su caso que hayan muerto y finalmente se calcula una probabilidad basada en el total de árboles registrados para cada una de las categorías diamétricas y tipo de especie analizada dentro de cada sitio de la población (Cuadro 2). El procedimiento del cálculo para cada columna del Cuadro 2 es la siguiente:

- En la columna 1. Se escribe la especie que se está evaluando.
- En la columna 2. Se registra el diámetro normal que tuvo cada árbol durante la primera evaluación de los sitios permanentes.
- En la columna 3. Se registra el diámetro normal obtenido durante el segundo periodo de evaluación o su posible muerte.
- En la columna 4. Se anota la categoría inmediata del diámetro que el individuo registró durante la segunda evaluación.
- En las columnas 7, 8, 9, 10 y 11. Son resultado de observar la columna 2 y 4, en cuanto al cambio que hubo entre categorías durante la primera evaluación y la nueva categoría a la que fue susceptible de cambio anotándolo en su respectiva columna del valor en cm de acuerdo a las escalas proporcionadas, en caso de que el árbol haya muerto o no sufrido cambio se registra en la columna 5 y 6 para posteriormente obtener su probabilidad.
- Las probabilidades de cambio son obtenidas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{Número de árboles con cambios en su estructura}}{\text{Número total de árboles presentes en el sitio}}$$

### 3.5 Cálculo de incremento corriente anual para categorías diamétricas, en volumen por hectárea en las especies

Para el cálculo de incrementos en las categorías diamétricas fue necesario estimar el Volumen individual para cada una de las especies de manglar, se utilizaron las tablas de volumen elaboradas en el estudio tablas de volúmenes para tres especies de manglar en Barra de Tecoanapa Marquelia, Guerrero (Prestegui-Santos, 2014). A continuación, en el Cuadro 3 se muestran las ecuaciones utilizadas para cada especie:

Cuadro 2. Cálculo de probabilidades de cambios en categorías diamétricas.

Especie	DAP (2008)	DAP (2015)	Nueva categoría diamétrica	Cambio de estructura del rodal, número de árboles						
				Muertos	Sin cambio	Categorías diamétricas				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	1 cm (7)	2 cm (8)	3 cm (9)	4 cm (10)	5 cm (11)
La-ra	3.20	M		1						
La-ra	4.10	7						1		
La-ra	4.40	M		1						
La-ra	4.50	4.8			1					
La-ra	5.30	5			1					
La-ra	5.80	6			1					
La-ra	5.90	5.8			1					
La-ra	10.20	13.5	15					1		
La-ra	13.50	13.4			1					
Probabilidades				0.222	0.556	0.000	0.000	0.222	0.000	0.000
Total				2	5	0	0	2	0	0

La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth, DAP= diámetro a la altura del pecho (1.30 m) en cm

Cuadro 3. Ecuaciones de predicción para volumen total de las especies evaluadas.

Especie	Ecuación de predicción de volumen
<i>Rhizophora mangle</i>	$\text{Log}_{10}\text{VTA} = -3.87984 + 2.24256 * \log_{10}\text{D} + 0.21063 * \log_{10}\text{H}$
<i>Laguncularia racemosa</i>	$\text{Log}_{10}\text{VTA} = -3.65909 + 1.89133 * \log_{10}\text{D} + 0.49916 * \log_{10}\text{H}$

Donde: D= diámetro (m) a 0.30 m para *R. mangle* y 1.30 m en el caso de *L. racemosa*; H= altura total (m); Log10= logaritmo de base diez, VTA= volumen total árbol (m<sup>3</sup>)

Posteriormente se lleva a cabo la construcción de la tabla de cálculo de incrementos corriente anual en volumen para las categorías diamétricas por especie, en la cual proporcionará las predicciones de comportamiento de los individuos y sus categorías diamétricas además de estimar el volumen para cada uno de los periodos evaluados; el Cuadro 4 es elaborado para cada uno de los sitios muestreados.

A continuación, se describe el proceso del Cuadro 4 para la estimación del incremento en volumen por superficie en relación con el Cuadro 2:

- Columna 1. Se registra la especie evaluada.
- Columna 2. Categorías diamétricas presentes en el sitio ordenados de forma descendente.
- Columna 3. Se anota el número total de árboles observados dentro de cada categoría diamétrica con respecto a la primera evaluación.
- Columna 4. El volumen unitario para cada categoría diamétrica es obtenido mediante las ecuaciones volumétricas para cada una de las especies (Cuadro 3), promediando el volumen total presente en el sitio para la categoría diamétrica entre el número total de individuos observados para la categoría analizada.
- Columna 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11. Es el resultado de las probabilidades de cambio de estructura arrojadas en el Cuadro 2.
- Columna 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18. Se obtienen mediante la multiplicación de cada una de las probabilidades de las columnas anteriores por el número total de árboles observados (Columna 3) este procedimiento es ejecutado para cada una de las categorías diamétricas presentes en el sitio.
- Columna 19. Es el resultado de sumar el número de árboles obtenidos de las columnas del paso anterior de acuerdo a los cambios presentes en la estructura del sitio, observando que dicha suma corresponda a cada uno de los intervalos para cada categoría diamétrica ( $\pm 2.5$  cm), si el número de árboles no se encuentra en los rangos establecidos para su incorporación en una categoría, es colocado en la categoría diamétrica que corresponda.
- Columna 20. El volumen de la segunda evaluación se obtiene de la multiplicación de la predicción de número de árboles (Columna 19) y el volumen unitario del árbol para la categoría diamétrica (Columna 4).
- Columna 21. El volumen para la primera evaluación consiste en multiplicar número de árboles totales (Columna 3) y el Volumen unitario del árbol para su categoría diamétrica (Columna 4), la diferencia entre los volúmenes es el incremento o pérdida en el sitio con respecto a los periodos evaluados.

Cuadro 4. Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas.

Especie	CD	No. de árboles en 100 m <sup>2</sup>	Volumen por árbol (m <sup>3</sup> )	Probabilidad									Número de árboles/100 m <sup>2</sup>					Predicción número de árboles en 100 m <sup>2</sup> (19)	volumen (v <sub>2</sub> ) en 100 m <sup>2</sup> (20)	volumen (v <sub>1</sub> ) en 100 m <sup>2</sup> (21)
				Categoría del Diámetro									Categoría del diámetro							
(1)	(2)	(3)	(4)	Mortalidad (5)	Sin Cambio (6)	1 cm (7)	2 cm (8)	3 cm (9)	4 cm (10)	5 cm (11)	Muerto (12)	Sin cambios (13)	1 cm (14)	2 cm (15)	3 cm (16)	4 cm (17)	5 cm (18)			
La-ra	20	4	0.4977	0.5			0.25	0.25			2	0	0	1	1	0	0	5	2.6604	1.9910
La-ra	15	16	0.3927	0.5	0.06		0.32				8	1	0	5	2	0	0	4	1.6427	6.2826
La-ra	10	17	0.2638	0.77		0.18	0.06				13	0	3	1	0	0	0	5	1.5302	4.4839
La-ra	5	2	0.1860	0.50				0.5			1	0	0	0	1	0	0	1	0.1821	0.3720
Total																			6.0154	13.1295

Donde: La-ra= *L. racemosa* CD= categoría diamétrica, v<sub>1</sub>= volumen obtenido en la primera evaluación, v<sub>2</sub>= volumen obtenido en la segunda evaluación.

Los resultados obtenidos en volumen de la primera y la segunda evaluación para cada uno de los sitios son proyectados a superficie por hectárea, para posteriormente determinar el incremento corriente anual en área basal o volumen por superficie utilizando la fórmula que a continuación se presenta:

$$ICA = \left( \frac{\sum v_2 - \sum v_1}{t} \right)$$

Donde:

ICA= incremento corriente anual.

$v_1$ = área basal ( $m^2$ ) o volumen ( $m^3$ ) total de la primera evaluación.

$v_2$ = área basal ( $m^2$ ) o volumen ( $m^3$ ) total de la segunda evaluación.

$t$ = años transcurridos entre la primera y segunda evaluación.

### 3.6 Comparación de incremento corriente anual en volumen entre las especies

Se realizó la comparación de medias en el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Se usó la prueba  $t$  de Student para muestras independientes, asumiendo que para esta se realizó la prueba de Levene de igualdad de varianzas para saber si las varianzas eran diferentes significativamente (Zar-Jerrold, 2010), para realizar la comparación los datos utilizados solo fueron los de incrementos, a los datos que tenían signo negativo se les registró como cero, el modelo utilizado se muestra a continuación:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

Donde:

$t$ = Prueba  $t$  de Student para muestras independientes

$\bar{X}_1$  = Media de la primera muestra

$\bar{X}_2$  = Media de la segunda muestra

$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$  = Error estandarizado de la diferencia de medias



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 32 parcelas permanentes de monitoreo con vegetación de manglar distribuidas en la población de Barra de Tecoaapa, donde *L. racemosa* estuvo presente en 24 sitios, y *R. mangle* se registró solo en 14 sitios. A continuación se describen los resultados obtenidos de volumen para cada especie estudiada en esta población.

### 4.1 Diagnóstico del incremento corriente anual en volumen por especie

El diagnóstico encontrado en este estudio arroja que *L. racemosa* presenta un incremento bajo, teniendo 2.42 m<sup>3</sup> menor que *R. mangle*, y una pérdida de volumen de 39.62 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, cuando la segunda especie presentó una pérdida de volumen de 13.99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

Cuadro 5. Volumen (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) promedio de pérdidas e incrementos registrados, del 2012 al 2015, para las dos especies de mangle en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) (2012)	525.240	173.660
volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) (2015)	419.090	151.630
Incremento	4.236	6.654
Pérdida	-39.619	-13.996

Donde: m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> = metros cúbicos por hectárea.

### 4.1 Estructura, probabilidades de cambio de categorías diamétricas, mortalidad e incremento medio anual en volumen por especie

Dentro de la población la especie que tuvo mayor dominancia fue *L. racemosa* que presentó un promedio de 2628 ind ha<sup>-1</sup> (93.71 %) con un diámetro inferior a 20 cm, teniendo la mayor densidad agrupada dentro de la categoría diamétrica de 5 cm con un promedio de 1771 árboles ha<sup>-1</sup>, con respecto a su estructura diamétrica, durante ambos periodos de evaluación la condición de no presentaron cambio, obtuvo un 9.06 % (238 árboles ha<sup>-1</sup>), por el contrario se registró un cambio en  $\pm 5$  cm de un 60.30 % (1584 árboles ha<sup>-1</sup>) presentándose este cambio frecuentemente en categorías diamétricas menores, presentando una mortalidad del 30.64 % (805 árboles ha<sup>-1</sup>)

(Cuadro 6 y 7); mientras que *R. mangle* obtuvo un promedio de 679 ind ha<sup>-1</sup> registrando una mortalidad de 32.60 % (221 árboles ha<sup>-1</sup>), con un 7.40 % (50 árboles ha<sup>-1</sup>) de individuos que no presentaron cambio en su categoría diamétrica, por otra parte los que si presentaron cambio se encontraron en un 60.00 % (407 árboles ha<sup>-1</sup>) (Cuadro 8 y 9).

Cuadro 6. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio en *L. racemosa* y *R. mangle*, para la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora Mangle</i>
Mortalidad (%)	30.64	32.60
Sin cambios en su estructura (%)	09.06	07.40
Con cambio en $\pm 5$ cm (%)	60.30	60.00
Total	100	100

Los valores obtenidos en el Cuadro 6 del presente trabajo están fuertemente relacionados con lo mencionan Menéndez *et al.* (2006) y Jiménez (1990), donde especifican que la tasa de crecimiento de los bosques de manglar y sus variaciones de un sitio a otro están vinculadas con diversos factores, asociados con condiciones de inundación, sustrato, composición florística, climáticas y los patrones de escurrimiento a los que se encuentra sometida este tipo de vegetación, perjudicando considerablemente el desarrollo de su estructura, además que los gradientes de salinidad en el suelo presentan una estrecha relación con la distribución de las especies de mangle (Soto y Jiménez 1982).

De igual manera los porcentajes obtenidos donde *L. racemosa* fue la especie dominante con 79.5 % y *R. mangle* presentó un 20.5%. Estos resultados tienen similitud con el estudio de datos preliminares de estructura y la formación de comunidades de manglar en Zipolite, Oaxaca, realizado por López-Enríquez *et al.* (2015), donde se establecieron 14 sitios en tres zonas y se monitoreó en el periodo de lluvia y de secas, encontrándose que la especie dominante en esas zonas fue *L. racemosa* con 80.7 %, *C. erectus* 13.7 %, *A. germinans* 3.4 % y *R. mangle* 2.1 %. Esto se debió a la forma en que están distribuidas las especies, ya que en el Zipolite, Oaxaca la especie pionera es *L. racemosa*.

De acuerdo con Eugene *et al.* (2014) en su evaluación de la dinámica de crecimiento y mortalidad de *Rhizophora spp* dentro del bosque de manglar del estuario del Río Ndem al sur de Camerún mediante dos líneas de transectos para periodos sucesivos 2007, 2010 y 2014. Donde los resultados de estructura reflejan una densidad absoluta para el año 2007 de 9050 individuos ha<sup>-1</sup>, durante la etapa del 2010 se registró una cantidad de 8950 individuos ha<sup>-1</sup>, mientras que para el 2014 el número de árboles continúa con un descenso llegando a una cantidad de 8417 individuos ha<sup>-1</sup>. Comparando los resultados de los individuos presentes en la población de Barra de Tecoanapa se encontró que para esta población se registraron un número mínimo de individuos de *R. mangle* los cuales fueron 679 individuos ha<sup>-1</sup>. La diferencia radica en que en la población del estuario del Río Ndem al sur de Camerún la especie que predomina es *R. mangle*, en cambio en la población de Barra de Tecoanapa la especie con dominancia es *L. racemosa*.

En el presente estudio el volumen para *L. racemosa* presentó incrementos y pérdidas que estos a su vez arrojaron un promedio de -35.38 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mientras que para *R. mangle* se presentó -7.34 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Cuadro 9), se puede apreciar claramente que la especie más afectada es *L. racemosa* debido a las pérdidas significantes (Anexo 3 y 4). Durante la etapa de muestreo se observó que la mortalidad en las especies se debe a varios factores entre ellos la tala ilegal de las personas de la población de Barra de Tecoanapa, ya que utilizan la madera de *L. racemosa* para la construcción de palapas en periodos de diciembre-enero y en semana santa, así como también para cercos y leña, cortando para esto, diámetros pequeños que va de 5 cm a 15 cm, en el caso de *R. mangle* es utilizado para la construcción de viviendas, ya que la madera es más duradera, aunque también es utilizada para leña (Anexo 5b y 5e).

Por otra parte, se encontró que la pérdida de volumen es debido al cambio de delta, que en este periodo ocurrió de manera severa por la presencia del ciclón tropical Manuel en septiembre del 2013, con vientos de 120 km hr<sup>-1</sup> y con rachas de 150 km hr<sup>-1</sup> (CONAGUA, 2013); las lluvias presentes y las fuertes rachas ocasionaron que el arbolado cayera (Anexo 5a, 5c y 5d).

Con respecto a la mortalidad y pérdidas observadas en este estudio se encontró que Jiménez *et al.* (1985) basados en informes mundiales consideran que la mortalidad de los manglares se da en dos fases: la mortalidad normal, ya que ésta se da por procesos naturales o de competencia, debido a que un rodal de manglar cumple con cuatro etapas: colonización, desarrollo, madurez y vejez; mientras que la mortalidad excesiva se da por causas directas (huracanes y tsunamis) o por

efectos indirectos (inundaciones, erosión y sedimentación), además mencionan que los seres humanos pueden inclinar la balanza hacia mayores tasas de mortalidad mediante la introducción de factores de estrés crónico que inhiben los mecanismos de regeneración. Para este estudio se observaron y registraron las dos fases que se mencionan, la primera se presenta por procesos naturales y competencia, y la segunda, la cual fue más significativa, la mortalidad excesiva fue a causa del ciclón tropical que se presentó en 2013, además se presenta la fuerte influencia negativa que tienen las personas de la localidad para con las especies, siendo *L. racemosa* la más afectada ya que le dan mayor uso, para la elaboración de palapas, es aquí donde se presenta la tala ilegal; para *R. mangle* esta especie le dan usos para construcción de viviendas debido a lo durable de su madera y para combustible (Anexo 5b, 5d, 5e, 5f y 5g).

Cuadro 7. Condición del arbolado por categoría diamétrica para *L. racemosa* en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

CD	Muertos (arb ha <sup>-1</sup> )	Sin cambio (arb ha <sup>-1</sup> )	± 5 cm (arb ha <sup>-1</sup> )
5	526	159	1086
10	196	40	259
15	43	22	130
20	22	0	35
25	9	4	35
30	4	0	17
35	0	9	9
40	0	4	4
45	0	0	4
50	4	0	0
55	0	0	4
Total	805	238	1584

Donde: CD=Categoría Diamétrica, arb ha<sup>-1</sup>= árboles por hectárea

Cuadro 8. Condición del arbolado por categoría diamétrica para *R. mangle* en la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

CD	Muertos (arb ha <sup>-1</sup> )	Sin cambio (arb ha <sup>-1</sup> )	± 5 cm (arb ha <sup>-1</sup> )
5	100	7	193
10	57	21	43
15	14	0	86
20	29	14	29
25	7	0	29
30	7	7	29
50	7	0	0
Total	221	50	407

Donde: CD=Categoría Diamétrica, arb ha<sup>-1</sup>= árboles por hectárea

Cuadro 9. Mortalidad para las especies de estudio de la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

Especie	Número árboles (ind ha <sup>-1</sup> )	Mortalidad (ind ha <sup>-1</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
<i>Laguncularia racemosa</i>	2628	805	-35.3833
<i>Rhizophora mangle</i>	679	221	-7.3420

Donde: ind ha<sup>-1</sup>=individuos por hectárea y m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>= metros cúbicos por hectárea

#### 4.3 Comparación de incremento en volumen entre especies

Habiendo realizado la prueba de Levene, en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) dio como resultado que se asumen varianzas iguales ya que el resultado estadístico fue mayor de 0.05 (Cuadro 10). Por otra parte, la prueba de comparación de medias entre los incrementos en volumen por hectárea, arrojó que no existen diferencias significativas entre estas; donde el valor de la media para *L. racemosa* fue de 4.24 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mientras que para *R. mangle* fue de 6.65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de las medias entre los valores de incremento corriente anual en volumen por hectárea para las especies de *L. racemosa* y *R. mangle*, de la población de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

Prueba de muestras independientes									
Prueba de Levene para la igualdad de varianzas				Prueba T para la igualdad de medias					
	F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	.417	.523	.760	36	.452	2.4186	3.1811	-4.0329	8.8701
No se han asumido varianzas iguales			.771	28.465	.447	2.4186	3.1388	-4.0062	8.8433

Donde: F=Estadístico de Levene, Sig.= Valor que permite decidir la igualdad de varianzas, T=Valor estadístico t, gl=grados de libertad, Sig. (bilateral)=Valor que permite decidir la aceptación o no de la hipótesis nula.

Lo descrito anteriormente, con respecto a los valores de las medias para cada especie, se encontró que el valor de la media de los incrementos en este estudio, fueron menores con respecto a los reportados por Téllez-García y Valdez-Hernández (2012) en el estero de Palo Verde, Laguna de Cuytlán, Colima, los cuales arrojaron que para *L. racemosa* se registró un promedio de 68.9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> mientras que para *R. mangle* reportaron 44.4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, así como también los resultados de este estudio son menores a los obtenidos por Valdez (2004) en el ejido de San Blas, Nayarit que fue de 86.6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Las diferencias existentes se deben a que en la población de manglar de Barra de Tecuanapa, se presentó el huracán Manuel, esto logró que las existencias en volumen en el periodo estudiado se vieran afectadas.

Por otra parte los resultados de este estudio con respecto a los reportados por Aguilar-Cueto (2016) para cuatro poblaciones de manglar en Tecomán, Colima, resultaron ligeramente más altos, ya que Aguilar-Cueto (2016), reportó incrementos en volumen para la población de Boca de Pascuales de 0.048 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, población de Chupadero 3.504 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, población de Tecuanillo 2.777 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, población de Las Margaritas -3.866 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

## 5. CONCLUSIONES

Las probabilidades de cambios en diámetro a la altura del pecho (DAP) para las dos especies de manglar presentaron un porcentaje mayor en las categorías diamétricas inferiores (5 y 15 cm) arrojando un menor porcentaje para la condición sin cambios, en el caso de mortalidad para *L. racemosa* se encontró en categorías inferiores (5 a 15 cm) y en *R. mangle* en categorías un poco más grandes (15 a 30 cm). Las incorporaciones de individuos en ambas especies fueron de menores al 2 %.

En la especie de *L. racemosa* se registraron pérdidas en volumen mayores, aunque para ambas especies en el periodo evaluado los resultados de volumen por hectárea arrojaron pérdidas, por lo que no solo se presentaron incrementos sino también pérdidas en volumen.

Se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) ya que no existen diferencias significativas entre las medias de los incrementos en volumen para *L. racemosa* y *R. mangle*.



## 6. RECOMENDACIONES

Es importante que en esta población se realicen actividades de plantación, y establecer medidas de conservación locales para mejorar la sobrevivencia de este tipo de vegetación especialmente para la especie de *L. racemosa* ya que presentó mayores pérdidas en su volumen.

Se necesita continuar con el monitoreo de estas especies en esta población para tener el registro de los cambios de estructura que se presentan, y del estado presente en los distintos años, y así llevar un control de las existencias reales que se registran y establecer medidas adecuadas para su conservación, como acciones de inspección y vigilancia.

Realizar análisis de fertilidad de suelos en lugares específicos donde fluye y no fluye el agua, para obtener los contenidos de macro y micro nutrientes, así como también los contenidos de salinidad dentro de agua y suelo y los efectos que tienen sobre las tasas de crecimiento e incremento de las especies de manglar.

## 7. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Cueto, L.F. 2016 Crecimiento e Incremento en Volumen y Área Basal en Sitios Permanentes de Cuatro Poblaciones de Manglar en Tecomán, Colima. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 77 p.
- Agraz-Hernández, C.M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo y J.J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo. Identificación de los manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Autoridad Nacional del Ambiente-Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá (ANAM-ARAP). 2013. Manglares de Panamá: importancia, mejores prácticas y regulaciones vigentes. Autoridad Nacional del Ambiente y Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. Panamá. Editora Novo Art, S.A., 75 p.
- Avery, T. E., and Harould E. 2002. Forest measurements. Mc Graw-Sill. 5<sup>th</sup> (ed). Boston Burr Ridge. 45 p.
- BOLFOPROMABOSQUE. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia. Editora El País, 60 p.
- Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (UNEP-WCMC). 2014, Características, terminología y áreas de la biodiversidad marina: MANGLE. Cambridge, Reino Unido. [En línea]. [Citado el: 5 de octubre de 2017.] Disponible en Web <http://www.biodiversityz.org/content/mangrove--2>
- Chediack E. S. 2009. Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? México. CONABIO 90 p.
- Colon-Alarcón, M.M. 2014. Estructura Arbórea de Manglares en Barra de Tecoaapa, Guerrero. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 65 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2010. Reseña del huracán “Manuel” del Océano Pacífico. México. 9 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) 2013. Normales Climatológicas 1981-2010, estación 00012173. [En línea]. Marquelia, Guerrero. [Fecha de consulta: 30 noviembre 2017]. Disponible

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2009. Caracterización del sitio de manglar Barra de Tecoanapa (Desembocadura del río Ometepe). 1ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 17 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2013. Manglares de México/Extensión, distribución y monitoreo. 1ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 p.
- Eugene E., J. Enone, G. Ajonina, J. Etame, Y. Gah-Muti and D. Ndong. 2014. Growth dynamic and mortality rate of *Rhizophora* spp. within the mangrove forest of the Rio Ntem estuary: Case study-campo (South Cameroon). Research Journal of Agriculture and Environmental Management. 3: 577-586.
- Giri, C., Zhu Z. Tieszen L. Singh A. Gillete S. y Kelmelis J.A. 2008. Mangrove Forest Distributions and Dynamics (1975 – 2005) of the Tsunami – Affected Region of Asia. Journal of Biogeography. 35(3): 519-528.
- Gopal, B. 2003. Perspectives on wetland science, application and policy 10: 1-10.
- Imaña, E. J. y O. Encinas. 2008. Epidometría forestal. Universidad de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 68 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2013. Carta de usos del suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000. [En línea]. [Citado el: 30 de noviembre 2017]. Disponible en Web <http://www.conabio.gob.mx/información/gis/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017. Identificación del conjunto de datos espaciales o producto. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Escala 1: 250 000. [En línea]. [Citado el: 30 de noviembre 2017]. Disponible en Web <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463142683>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (INIFAP-CONABIO). 1995. Edafología, escala 1:25000. Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Jiménez J. A. 1990. The structure and function of dry weather mangroves on the Pacific coast of Central America, with emphasis on *Avicennia bicolor* forest. Estuaries. 2: 182-1992.

- Jiménez J.A., A. E. Lugo, and G. Cintron. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica* 3: 117-185.
- López-Enríquez, J.C., E. Rosas-Alquicira, E. Ramírez-Chávez, A. Cruz-García. 2015. Datos preliminares de la estructura y la formación de las comunidades de manglar en Zipolite *Ciencia y Mar*. Oaxaca. 5 p.
- López-Gallego, C. 2015. Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Universidad de Antioquia. 159 p.
- López-Portillo, J. y Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*, Número especial, 27-51p.
- Machado-Carcasés G., y M. León-Sánchez. 2005. Selección del tamaño de parcelas de muestreo para inventarios de los bosques pluvisilvas en Guantánamo. *Ciencia en su Pc*. 3: 1-10.
- Menéndez, L., J. M. Guzmán, R. T. Capote-Fuentes, R. Gómez y A. Sotillo 2006. Manglares del Archipiélago Cubano: aspectos generales en: L. Menéndez y J.M. Guzmán, (eds). *El ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano*. Academia La Habana. p 1-16.
- Menéndez-Carrera, L., M. 2013. El ecosistema de manglar en El Archipiélago Cubano: bases para su gestión. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 172 p.
- Montero, M. M., H. De los Santos y M: Kanninen. 2007. *Hyeronima alchorneoides*. Ecología y silvicultura en Costa Rica. Serie técnica. Informe técnico/ CATIE; No. 354. 50 p.
- Moreno-Casasola P., y D. M. Infante-Mata. 2016. Conociendo los Manglares y Selvas Inundables y los humedales herbáceos. Instituto de Ecología A. C. CONAFOR y OIMT. Xalapa, Veracruz, México. 128 p.
- Olvera-Vargas, M., S., Moreno G., y B. Figueroa. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Manual para su establecimiento. 1<sup>era</sup> (ed). Universidad de Guadalajara. 57 p.
- Palma-Zárate, J.Y. 2014. Diversidad de Especies Arbóreas en Manglares de Barra de Tecoaapa (Guerrero), Tecomán (Colima) y Soto la Marina (Tamaulipas). Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 60 p.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. FAO. 523 p.

- Pinelo-Morales, G. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. CATIE. Serie técnica, Manual técnico No 40. 52 p.
- Prestegui-Santos, A. 2014. Tablas de volúmenes para tres poblaciones de mangles en Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero. Tesis profesional de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 75 p.
- Rodríguez, M.T., C. Troche. 2015. Manglares de México: diez años de retos en su monitoreo. CONABIO. 120:14-19
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo. D.O.F.30 de diciembre de 2010. México. 77 p.
- Soto R., y J. A. Jiménez 1982. Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Biología Tropical*. 2: 161-168.
- Téllez-García C.P., y Valdez-Hernández J.I. 2012. Caracterización estructural del manglar en el estero Palo Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. *Chapingo*. 3: 395-408.
- Tovilla-Hernández, C. y D.E Orihuela-Belmonte. 2002. Supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques* 8: 89-102.
- Valdez H. J. I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Madera y Bosques*, Número especial 2: 93–104.
- Valdez-Lazalde J.R., y T.B., Lynch. 2000. Merchantable and total volumen equations for thinned natural stand of patula pine. *Agrociencia*. 34: 747-758.
- Zar-Jerrold, H. 2010. Biostatistical analysis. Pearson Prentice Hall. New Jersey. 946 p.

## ANEXOS

Anexo 1. Valores de los coeficientes de regresión y el coeficiente de determinación ajustado para *R. mangle* en Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

No.	Modelo	$b_0$	$b_1$	$R_{aj}^2$
1	$H=b_0+b_1\ln(DAP)$	2.2474	3.3014	0.6054
2	$H=b_0(DAP^{b_1})$	4.9612	0.2903	0.5733
3	$H=b_0DAP+b_1DAP^2$	0.9104	-0.0130	0.1729
4	$H=b_0(1-e^{-b_1DAP})$	13.9140	0.1361	0.6476

Donde: H= altura (m), DAP= diámetro a la altura del pecho (cm), ln= logaritmo natural, e= función exponencial,  $R_{aj}^2$ = coeficiente de determinación ajustado y  $b_0$  y  $b_1$ = parámetros de regresión.

Anexo 2. Valores de los coeficientes de regresión y el Coeficiente de determinación ajustado para *L. racemosa* en Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

No.	Modelo	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R_{aj}^2$
1	$H=b_0+b_1\ln(DAP)$	-0.1307	4.5176	-	0.5227
2	$H=b_0(DAP^{b_1})$	3.9552	0.4024	-	0.8811
3	$H=b_0DAP+b_1DAP^2$	0.1.2052	-0.0227	-	0.4605
4	$H=b_0(1-e^{-b_1DAP})$	14.821	0.1232	-	0.5472
5	$H=1.3+b_0HD^{b_1}e^{-b_2/DAP}$	2.0746	0.7334	0.85845	0.7748

Donde: H= altura (m), DAP= diámetro a la altura del pecho (cm), HD= Altura media dominante, ln= logaritmo natural, e= función exponencial,  $R_{aj}^2$ = coeficiente de determinación ajustado y  $b_0$  y  $b_1$ = parámetros de regresión.

Anexo 3. Incremento en volumen por sitio de *L. racemosa* para la población de Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero.

Sitio	volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		Incremento y pérdidas en vol ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	2015	2012	
1	200.184	145.957	18.076
2	149.671	184.346	-11.558
3	151.199	165.333	-4.711
4	346.592	355.936	-3.114
5	1478.739	1747.801	-89.688
6	0.000	34.269	-11.423
7	534.643	566.438	-10.598
8	80.671	156.047	-25.125
9	553.678	497.518	18.720
10	237.379	416.737	-59.786
11	323.052	310.567	4.162
12	0.000	107.389	-35.796
13	1074.964	957.248	39.239
14	0.000	185.123	-61.708
15	434.298	380.772	17.842
16	621.250	1312.947	-230.566
17	765.652	838.312	-24.220
18	175.183	252.613	-25.810
19	299.197	290.769	2.809
20	1082.521	1749.014	-222.164
21	31.419	74.811	-14.464
22	368.305	514.055	-48.583
23	161.253	158.820	0.811
24	988.325	1202.951	-71.542
Promedio	482.9270	584.7108	-35.3833

Donde: m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>= metros cúbicos por hectárea, vol ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>= volumen por hectárea por año

Anexo 4. Incremento en volumen por sitio de *R. mangle* para la población de Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero.

Sitio	volumen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		Incremento y pérdidas en vol ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
	2015	2012	
1	235.7679	190.2410	15.1756
2	529.9987	614.5086	-28.1700
3	141.2360	62.3554	26.2935
4	228.5216	194.3856	11.3787
5	29.2690	56.8213	-9.1841
6	314.1646	303.6148	3.5166
7	32.4634	30.0101	0.8178
8	161.4442	122.9060	12.8461
9	0.0000	246.0848	-82.0283
10	139.1227	153.8213	-4.8995
11	32.5074	124.7004	-30.7310
12	15.2486	11.5665	1.2274
13	26.5683	149.3786	-40.9368
14	236.5201	170.8034	21.9055
Promedio	151.6309	173.6570	-7.3420

Donde: m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>= metros cúbicos por hectárea, y vol ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>= volumen por hectárea por año



Anexo 5. Fotografías tomadas en el periodo de muestreo en Barra de Tecoanapa, Marquelia, Guerrero.

a) Sitio 15. Inundación y daños mecánicos por el viento.



b) Sitio 26. Daños causados por el hombre.



c) Sitio 21. Daños mecánicos por el viento.



d) Sitio 2. Agua estancada y árboles derribados por el viento.



Anexo 5. Fotografías tomadas en el periodo de muestreo en Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero. Continuación

e) Sitio 22. Tala ilegal.



f) Sitio 20. Tala ilegal, abandono de arbolado.



g) Sitio 13. Pudrición de arbolado.

