

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Crecimiento e Incremento en Volumen y Área Basal en Sitios Permanentes de
Cuatro Poblaciones de Manglar en Tecomán, Colima

Por:

LUIS FRANCISCO AGUILAR CUETO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Crecimiento e Incremento en Volumen y Área Basal en Sitios Permanentes de
Cuatro Poblaciones de Manglar en Tecomán, Colima

Por:

LUIS FRANCISCO AGUILAR CUETO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DEPARTAMENTO FORESTAL

Dr. Celestino Flores López
Asesor principal

M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor

M.C. José Aniseto Díaz Balderas
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2016

Esta tesis fue apoyada por el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 38.111.3613.2192, como responsable el Dr. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

Dedicado especialmente a mis padre José Luis Aguilar Alfaro y María Magdalena Cueto Sandoval a ellos por ser los mejores amigos y seres humanos que más aprecio en esta vida muchas gracias por sus valiosos consejos y por su sudor derramado para que todo esto fuera posible nunca tendré como agradecerse los, también doy gracias a mi padre supremo por ponérmelos en mi camino como un claro ejemplo de lucha y valentía ante situaciones difíciles, sinceramente gracias por su gran humildad en todo momento los AMO.

A mis hermanas Fátima del Carmen Aguilar Cueto †, Cecilia Elizabeth Aguilar Cueto, Adriana Guadalupe Aguilar Cueto y Fátima del Rocío Aguilar Cueto por aquellos momentos inolvidables que vivimos juntos además gracias por su respaldo en todo momento con palabras de motivación y aliento siempre se los agradeceré.

A mis sobrinos Anthony Oswaldo Paz Aguilar, Alisson Danae Paz Aguilar, Bryanna Munguía Aguilar por ser las personas que sacan alegrías en mi corazón estimulándome a luchar cada día más.

A mis abuelos Emilio Cueto Luego † y María del Carmen Sandoval Barajas (maternos), Pablo Aguilar Suarez † y Cecilia Alfaro Ramírez † (paternos) por ser mis segundos padres y que en todo momento donde quiera que se encuentren están al pendiente de mí orando para mi bienestar y tranquilidad, especialmente a mi abuela materna por sus preocupaciones y en cada momento estar al pendiente de mí.

A mis tíos Carlos Aguilar, Guillermina Aguilar, Francisco Javier Aguilar, German Aguilar, Raquel Aguilar, Raúl Aguilar y Juan Pablo Aguilar además a Antonio Cueto, María del Refugio Cueto, Laura Cueto, Luz del Carmen Cueto, Delia Macaria Cueto, Bertha Alicia Cueto y María Guadalupe Cueto por todo el apoyo desde que inicié mis estudios fuera de casa confiando siempre en mí, gracias por su grandes consejos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser el espíritu que me ha protegido y acompañado durante mi formación como profesionista permitiéndome superar aquellos momentos de adversidad, además por bendecir cada momento de mi vida donde sus acciones han generado paz y tranquilidad para mis seres queridos.

A mi *Alma Mater* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme lograr mi formación como Ingeniero Forestal siendo este uno de mis primeros retos superados en mi vida además por demostrarme la importancia de valorar cada momento dentro y fuera de casa.

Al Departamento Forestal y cada uno de mis profesores por ser la herramienta más importante del conocimiento actual de los recursos forestales logrando transmitir su sabiduría e inculcando el valor profesional para lograr una competencia sana y educada a favor de la naturaleza.

Al Dr. Celestino Flores López por lograr que este proyecto fuese realizado aportando todo su conocimiento y asesoría desde sus primeras etapas de desarrollo hasta la obtención de los resultados, además por la contribución con su valioso tiempo que fue justo y necesario para concluir este ciclo.

Al M.C. José Armando Nájera Castro por el apoyo en la revisión de este documento cuyas aportaciones contribuyeron a una mejor calidad del proyecto.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas por su valiosa dedicación y cooperación para una mejora del mismo.

Al M.C. Gerardo Sánchez Martínez por ser considerado uno de mis grandes amigos que he conocido durante mi formación en esta institución, gracias por sus sabios consejos y palabras de apoyo en todo momento siempre estaré agradecido con su amistad y el cual pueda perdurar.

A Rosario Gómez Canseco, Eduardo Núñez Álvarez, Luis Enrique Jiménez García, Javier Alejandro Gonzales y aquellas personas que colaboraron con su valioso tiempo y esfuerzo en la captura de información de campo, pudiendo ser posible la integración del documento a tiempo y forma.

A mis amigos de generación CXXI Luis Omar Hernández Flores, Adilene Bonilla Ramírez, Rosario Gómez Canseco y Lourdes Zendejas Juan por formar parte de mi vida, además por soportar mi carácter personal, y el sin fin de consejos en aquellos momentos de mayor necesidad, muchas gracias por su amistad espero y esto perdure por el resto de nuestras vidas.

A mis compañeros Miguel Castillo, Miguel Calvario, Diego Antonio Hernández, Emir del Billar, Librado Castillo, Rigoberto Castillo, Juan Jesús Ricardo, Humberto Ávila, Sabas Hernández, Javier Alejandro Gonzales y especialmente a Juvenal Rodríguez, por darme la oportunidad de integrarme al dormitorio Palomar 3 Cuarto 7 donde muchos de mis días fueron de plena felicidad cuyos recuerdos durarán hasta el último momento de vida, en verdad de todo corazón muchísimas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo General.....	3
1.2 Objetivos Específicos	4
1.2.1 Hipótesis.....	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Distribución de los manglares en México	5
2.1.1 Distribución de manglar dentro del estado de Colima	5
2.2 Concepto, características adaptativas y descripción de especies de mangle en México	5
2.3 Tipos de Manglar	7
2.4 Aspectos ecológicos de manglar	8
2.5 Usos y beneficios directos de los manglares.....	9
2.6 Monitoreo de poblaciones.....	9
2.7 Metodologías para la evaluación de crecimientos e incrementos de rodales	10
2.7.1 Sitios permanentes	10
2.7.2 Análisis Troncal	11
2.7.3 Determinación del incremento mediante virutas	12
2.8 Declive de las poblaciones de manglares en América Latina.....	13
2.9 Legislación y Programas de desarrollo nacionales para la conservación de manglar.....	13
2.10 Estudios afines	15
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Localización del área de estudio	19
3.2 Aspectos ecológicos	20

3.3	Diseño de muestreo, evaluación y establecimiento de los sitios permanentes.....	20
3.4	VARIABLES EVALUADAS	22
3.5	Cálculos de probabilidades para cambios de categorías diamétricas	22
3.6	Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas.....	24
3.7	Cálculo de incremento corriente anual en área basal y volumen por hectárea por poblaciones	26
3.8	Comparación de incremento corriente anual en área basal y volumen entre poblaciones	27
4	RESULTADOS	29
4.1	Estructura y Probabilidades de cambio de categorías diamétricas por especie y población	29
4.1.1	Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Chupadero, Tecomán, Colima.....	29
4.1.2	Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.....	30
4.1.3	Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.....	31
4.1.4	Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Tecuanillo, Tecomán, Colima	31
4.2	Mortalidad e incremento corriente anual en Área Basal y Volumen por especie y población	32
4.2.1	Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población del Chupadero Tecomán, Colima	32
4.2.2	Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población de Boca de Pascuales, Tecomán, Colima	36
4.2.3	Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población Las Margaritas en Tecomán, Colima.....	37

4.2.4	Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población del Tecuanillo, Tecomán, Colima	37
4.3	Comparación de incremento en área basal y volumen entre poblaciones....	38
5	DISCUSIÓN.....	40
5.1	Estructura y probabilidad de cambio en categorías diamétricas.....	40
5.2	Mortalidad e incremento en área basal y volumen.....	42
6	CONCLUSIONES	44
7	RECOMENDACIONES.....	45
8	LITERATURA CITADA	46
9	ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Usos y beneficios directos del manglar.	9
Cuadro 2. Factores de decadencia sobre vegetación de manglar en América Latina.	14
Cuadro 3. Tratados internacionales para la conservación de manglar.	15
Cuadro 4. Organizaciones y programas para la conservación de manglar en México.	16
Cuadro 5. Estudios afines en crecimiento e incremento en manglar.	18
Cuadro 6. Puntos centrales de referencia de las poblaciones de manglar.	19
Cuadro 7. Distribución de sitios en las poblaciones y periodos de evaluación.	21
Cuadro 8. Modelo para estimar el crecimiento en altura.	23
Cuadro 9. Cálculo de probabilidades de cambios en categorías diamétricas	24
Cuadro 10. Ecuación de predicción de volumen sin ramas de tres especies de mangles de Barra de Tecoañapa, Marquelia, Guerrero.	25
Cuadro 11. Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas. ...	28
Cuadro 13. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.	30
Cuadro 14. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.	31
Cuadro 15. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Tecuanillo, Tecomán, Colima.	32
Cuadro 16. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Chupadero, Tecomán, Colima.	36
Cuadro 17. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.	36
Cuadro 18. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.	37
Cuadro 19. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Tecuanillo, Tecomán, Colima.	38
Cuadro 20. Comparación de diferencias de cuadrados mínimos entre poblaciones para la variable de área basal por hectárea.	38

Cuadro 21. Comparación de diferencias de cuadrados mínimos entre poblaciones para la variable de volumen por hectárea.	39
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación de puntos centrales de referencia de las poblaciones de manglar en Tecomán, Colima.	19
Figura 2. Número de individuos de acuerdo a su estructura diamétrica actual, mortalidad y probabilidades de cambios para cada población y especie.	35

RESUMEN

Las comunidades de manglar forman parte de los ecosistemas con mayor importancia ya que cumplen con funciones ecológicas y reguladoras que deriva en la obtención y producción de bienes y servicios, que muchos de ellos son aprovechados de manera directa o indirecta, principalmente de las especies de *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* encontrándose en el estatus de especies amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El presente estudio tiene como objetivo conocer la dinámica de crecimiento e incremento en área basal y volumen por hectárea así como su incorporación y mortalidad de las especies de mangle a través de sitios permanentes en un periodo de siete años de haberse establecido para cuatro poblaciones en Tecomán, Colima. Se evaluaron un total de 23 sitios permanentes de muestreo, censando cada individuo del estrato arbóreo y midiendo las diferentes variables dasométricas (Altura, diámetro normal y grosor de corteza). Como resultado se obtuvo que el crecimiento en diámetro para las poblaciones de Chupadero, Las Margaritas y Tecuanillo las tres especies de manglar su mayor porcentaje se concentró sin cambios en sus estructuras diamétricas para ser reclutados a una nueva categoría, por lo contrario la localidad de Boca de Pascuales *L. racemosa* presentó el índice mayor (16.67 %) de cambio en sus categorías diamétricas, en cuanto al incremento corriente anual (ICA) en área basal y volumen; *L. racemosa* obtuvo un ICA para las poblaciones de Boca de Pascuales de $0.064 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $0.048 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, Chupadero de $0.588 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $3.504 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para Tecuanillo de $0.176 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $2.777 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ mientras que Las Margaritas presentó un decremento de $-0.202 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $-3.866 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; *R. mangle* en Chupadero registró una pérdida de $-0.057 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $-0.091 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y en Tecuanillo sin cambios en el ICA de sus variables, para *A. germinans*, Tecuanillo presentó un ICA negativo para área basal y volumen de $-0.08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $-0.322 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente; en cuanto a la mortalidad de los individuos *L. racemosa* en Boca de Pascuales mostró un 70 %, seguido de Tecuanillo con 37.45 %, Las Margaritas de 29.28 % y Chupadero con 19.32 %; en *R. mangle* Chupadero fue 29.81 % y Tecuanillo un 0 %, para *A. germinans* presentó el 50 % de mortalidad.

Palabras clave: crecimiento, incremento, mortalidad, manglar, parcelas permanentes.

Abstract

Mangrove communities are part of ecosystems more importance because they meet environmental and regulatory functions derive in the obtaining and production of belongings and services, many of them are exploited directly or indirectly, in species of *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicennia germinans* species that are conservations status in NOM-059-SEMARNAT-2010. In order to understand the dynamics of growth and increment in basal area and volume per hectare, its incorporation and mortality of mangroves species through permanent plots over a period of seven years It has been established in four populations Tecomán, Colima a total of 23 permanent plots were evaluated, tree census of the arboreal stratum and measuring the different variables (height, normal diameter and thickness of bark). As a result it was found that the diameter growth for the populations of Chupadero, Margaritas and Tecuanillo the three species of mangrove their highest percentage concentrated unchanged in its diameter to be recruited to a new category structures, otherwise the population Boca Pascuales *L. racemosa* presents the highest rate (16.67 %) of change in their diameter clases, in regarding the current anual increment (ICA) in basal area and volume; *L. racemosa* obtained an ICA for in population of Boca de Pascuales of $0.064 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $0.048 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, Chupadero of $0.588 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $3.504 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ for Tecuanillo of $0.176 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $2.777 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ while Las Margaritas decrease of $-0.202 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $3.866 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$; *R. mangle* in Chupadero recorded a loss of $-0.057 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $-0.091 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ and Tecuanillo unchanged in ICA its variables, for *A. germinans*, Tecuanillo it has ICA negative to basal area and volume $-0.08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and $-0.322 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ respectively; regarding the mortality of *L. racemosa* individuals in Boca de Pascuales he showed 70 %, followed by Tecuanillo with 37.45 % and 29.28 % Las Margaritas while Chupadero with 19.32 %; in *R. mangle* Chupadero was 29.81 % and 0 % Tecuanillo for *A. germinans* 50 % mortality.

Keywords: growth, increment, mortality, mangrove, permanent plots.

Correo electronico; Luis Francisco Aguilar Cueto, lfraguilar@hotmail.com

1 INTRODUCCIÓN

Los manglares son plantas leñosas que crecen en la interface entre la tierra y el mar en latitudes tropicales y subtropicales. Estas plantas y la asociación de microorganismos, hongos y animales, constituyen las comunidades de bosques de mangle o manglar, desarrollando características morfológicas, biológicas, ecológicas y fisiológicas para su rápida adaptación a condiciones extremas (Kathiresan and Bingham, 2001); prosperando principalmente en las orillas de las lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos, donde existe la influencia de agua de mar (Rzedowski, 2006).

Este tipo de vegetación forma parte del grupo de los humedales, los cuales constituyen una amplia variedad de hábitats como pantanos, llanuras de inundaciones, ríos y lagos, siendo ecosistemas muy diversos y con una gran cantidad de servicios ambientales (RAMSAR, 2006; CONABIO, 2008); en México las comunidades de manglar que predominan están compuestas por *Rhizophora mangle* L., *Languncularia recemosa* Gaertn., *Avicennia germinans* (L.) L. (Pennington y Sarukhán, 1968); considerando a *Conocarpus erectus* L., dentro de este agrupación por ser una especie tradicionalmente ligada a ellas, por lo que comúnmente es conocida como falso mangle o botoncillo (Lugo and Snedaker, 1974; Trejo-Torres, 2009) en las últimas décadas se han encontrado individuos de *Rhizophora harrisonii* L. (Rico-Gray, 1981) y *Avicennia bicolor* S. (Tovilla, 2006) para las costas de Chiapas, sin embargo la fuerte incidencia y deterioro de su hábitat a colocado que sus especies se encuentren en el estatus de conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como amenazadas (SEMARNAT, 2010).

Generalmente, los ecosistemas de manglar se distribuyen de acuerdo a las características del clima y fisiografía de las costas, encontrándose en áreas donde la temperatura ambiental no es menor a los 20 °C y la oscilación de ésta no es mayor a 5°C, este tipo de condiciones favorecen la distribución de sus poblaciones, ya que en América Latina se estima un área total de cobertura aproximadamente de 40000 km² a lo largo de las líneas costeras, siendo más del 70 % de área cubierta por las costas

del Atlántico y Caribe, mientras que la vertiente del Pacífico tiene una distribución más restringida, estos factores inciden en los manglares de México, ya que para la costa noroccidental y del Caribe son menos extensos y desarrollados que los del Golfo de México y la costa sudoccidental (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999; Agráz-Hernández *et al.*, 2006).

México cuenta con una superficie de manglar que se distribuye sobre las vertientes del Océano Pacífico y el Golfo de México, estimando una cobertura total de 770057 ha, de las cuales el 53.7 % se encuentra dentro de las áreas naturales protegidas federales y estatales (CONABIO, 2009; CONANP, 2010); de acuerdo a CONABIO (2008) se homologaron en 5 regiones las comunidades de manglar por sus aspectos ecológicos, estructurales y funcionales; Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz y Tabasco); Pacífico Centro (Jalisco, Colima y Michoacán); Pacífico Norte (Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit); Pacífico Sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas); y Península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo).

Este tipo de ecosistema y comunidades cumplen una importante función en la obtención de beneficios para el hombre que pueden ser económicamente cuantificables, u originando algún tipo de servicio ambiental como es la regulación de agua, formación de suelos, tratamiento de desechos y producción alimenticia (Calderón y Ezcurra, 2009). Por otra parte la fauna asociada a estos manglares es muy variada, el dosel está ocupado por una gran variedad de insectos, aves y reptiles. La avifauna de estos bosques incluyen más de 160 especies, de las cuales aproximadamente el 25 % de ellas son migratorias (Jiménez, 1999a)

Sin embargo la cobertura forestal en México ha presentado una tendencia negativa, entre los años de 1976 a 2007, donde se deforestaron 16575924 hectáreas, lo que en promedio es una pérdida de vegetación de 534707 ha al año (Rosete-Vargas *et al.*, 2014); a pesar del amplio conocimiento de los beneficios directos e indirectos que aportan los ecosistemas, las comunidades de manglar anualmente tienden a disminuir su superficie, estimando una tasa de pérdida nacional para este tipo de vegetación calculada en un 2.5 % (INE-SEMARNAT, 2005).

La constante interacción de los diversos factores sobre los manglares trae consigo cambios en el ecosistema que llegan a determinar entre otras características, su distribución espacial y temporal, por lo que el constante monitoreo permitirá determinar el estado y tendencias de cambio (pérdida, deterioro o recuperación) así como las amenazas existentes y latentes, con el fin de definir acciones para su conservación (CONABIO, 2005).

Debido a la incesante presión sobre este tipo de ecosistemas para la producción y obtención de beneficios, es indispensable estimar el crecimiento en las comunidades de manglar, dado a la adecuada importancia y necesidad de elaborar a cabo planes de manejo que permitan la conservación de estos por medio del uso sabio y ordenado, con la finalidad de formular estrategias y ejecutar programas de manejo forestal para el aprovechamiento sostenido de madera (Valdez, 2004); para ello los sitios permanentes forman una parte importante en la investigación forestal; su establecimiento tiene la finalidad de monitorear a través del tiempo los cambios en el desarrollo de las especies forestales bajo condiciones naturales o controladas, con el objetivo de generar información sobre la evolución del efecto de las prácticas silvícolas sobre la dinámica del bosque (Olvera-Vargas *et al.*, 1996).

La trascendencia del presente trabajo, se concentra en diagnosticar el crecimiento e incremento corriente anual por medio de sitios permanentes mediante el monitoreo de sus poblaciones tras un periodo de siete años, así como la posible incorporación y mortalidad de las especies de manglar, con la finalidad de llevar a cabo recomendaciones en un corto plazo para la conservación de este tipo de vegetación evitando la decadencia de estas importantes comunidades por los diferentes factores intrínsecos y extrínsecos.

1.1 Objetivo General

- Estimar el incremento corriente anual en un periodo de siete años para las variables dasométricas de área basal y en volumen por hectárea para las especies *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* en las poblaciones de Boca de Pascuales, Chupadero, Las Margarita y Tecuanillo.

1.2 Objetivos Específicos

- Conocer mediante la secuela de cálculo por categorías diamétricas, los posibles cambios en su estructura diamétrica para las diferentes especies de manglar.
- Diagnosticar el incremento corriente anual en área basal y volumen por hectárea para las especies de mangle, así como el grado de incorporación y mortalidad de los individuos dentro de sus poblaciones.
- Comparar el incremento corriente anual para la especie *Laguncularia racemosa* en área basal y volumen por hectárea estimado dentro de sus poblaciones.

1.2.1 Hipótesis

Ho: El incremento corriente anual en área basal por hectárea y volumen por hectárea no es diferente entre sus poblaciones para la especie dominante de mangle con respecto a las evaluaciones a través del tiempo.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Distribución de los manglares en México

2.1.1 Distribución de manglar dentro del estado de Colima

Las comunidades de manglar se distribuyen al sureste de la entidad con la influencia de un clima cálido, subhúmedo representando una superficie de 2631.3 hectáreas correspondiente al 0.34 % de la superficie nacional, distribuida entre los municipios de Manzanillo con 70.65 %, Armería con 26.99 % y Tecomán con 2.36 % de acuerdo a la superficie estatal, la estructura del ecosistema está formado por vegetación primaria 73 % y dos sucesivas secundarias 26 %, y arbustivas 1 %, por lo que se considera un ecosistema en buen estado de conservación debido a que 73 % de la superficie se mantiene su condición primaria (CONAFOR, 2013); encontrándose una superficie de cinco hectáreas perturbadas y una extensión lineal de costa que abarca una cantidad de 159 kilómetros, teniendo dentro del estado tres sitios Ramsar (convención sobre los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas) de manglar y dos sitios prioritarios de manglar para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2013).

2.2 Concepto, características adaptativas y descripción de especies de mangle en México

Alongi (2008) especifica que los árboles y bosques de manglar presentan similitudes muy obvias en sus características morfológicas y fisiológicas haciendo de estas comunidades únicas en su funcionamiento, y la cuales desarrollan algunos atributos en los que se pueden mencionar: raíces aéreas, embriones vivíparos, dispersión de propágulos por marea, mecanismos altamente eficientes para la retención de nutrientes y mecanismos fisiológicos de tolerar la sal; algunas de las especies que conforman las comunidades de manglar se describen a continuación.

Rhizophora mangle es un árbol perennifolio de hasta 25 m de alto y 30 cm de diámetro, con abundante raíces zancudas grandes y aplanadas, con enormes lenticelas, y neumatóforos muy abundantes; corteza de color rojiza al rasparse; fruto

presenta una sola semilla en su interior produciendo una radícula gruesa y verde que llega a tener hasta 40 cm para posteriormente caer del árbol madre y establecerse independientemente (Miranda, 1952; Pennington y Sarukhán, 1968). Esta especie forman comunidades puras siendo esta las más sumergidas y más expuestas a cambios de nivel de agua y salinidad (Rzedowski, 2006).

Rhizophora harrisonii es considerado un supuesto híbrido de *R. mangle* y *R. racemosa* (Duke, 2006); Su inflorescencia es considerada más larga y laxa que la de *R. racemosa*. Los botones florales son más puntiagudos y las bractéolas en las bifurcaciones de la inflorescencia, siendo significativamente más largas que en *R. racemosa*. Las inflorescencias de *R. mangle* son de pocas flores (dos a cuatro), y los botones florales muestran formas cuadradas, en cambio *R. harrisonii* y *R. racemosa* son multifloreadas con números variables de flores por inflorescencia (Jiménez, 1999a).

Languncularia racemosa son individuo de hoja perenne que generalmente se encuentra en asociación con *A. germinans* y *R. mangle* puede alcanzar alturas hasta de 12.2 m; sus hojas son simples y opuestas de 2.54 a 7.62 cm de largo, el haz y envés son de color verde; una de sus características muy distintivas es la presencia de dos glándulas en el peciolo debajo de la base de la hoja, donde se excreta el exceso de sal (Andreu *et al.*, 2010).

Avicennia germinans sus árboles llegan a medir hasta 20 m y un diámetro que puede alcanzar hasta 40 cm, frecuentemente presenta neumatóforos; corteza externa fisurada, ligeramente escamosa morena muy oscura; frutos con capsulas de 2 x 1.5 cm ovoides y ligeramente aplastadas, contiene una semilla ovoide, con una radícula de 1.5 cm de largo generalmente esta germina frecuentemente dentro del fruto cuando éste aún se encuentra adherido al árbol (Pennington y Sarukhán, 1968).

Avicennia bicolor estos árboles son muy parecido *A. germinans* su corteza es blanquecina o café-grisáceo claro; sus hojas son más grandes y anchas que *A. germinans* de forma elíptica, de haz brillantes y totalmente sin pelos. El envés si es algo vellosa y generalmente está cubierto por cristales de sal; la inflorescencia es

una panícula terminal o axilar de flores blancas sin pelos; fruto una capsula y lisa, más pequeña que *A. germinans* (Tribaldos, 2008).

Conocarpus erectus generalmente se desarrollan como árboles o arbustos de 10 m y DAP (Diámetro a la altura del pecho, diámetro de referencia a 1.30 m) de hasta 80 cm; corteza externa fisurada; fruto nuececillas aladas de 4 mm, agregadas en cabezuelas globosas, de 1 a 1.3 cm de diámetro (Pennington y Sarukhán, 1968). Ocupa los lugares aún menos afectados por la sumersión en agua salada, aunque a veces constituye agrupaciones sobre suelos permanentes anegados, pero con un contenido de cloruros mucho menos elevados (Rzedowski, 2006).

2.3 Tipos de Manglar

Los manglares se presentan dentro de cinco grupos básicos de ambientes costeros, dependiendo de la geología, regímenes de precipitación pluvial, patrones y amplitud de las mareas además de la turbidez y fuerza del oleaje (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998), Lugo and Snedaker (1974) propusieron una clasificación.

Manglar de franja o borde. Este tipo de manglar se da a lo largo de las líneas costeras, lagunas costeras e islas aledañas recibiendo diariamente la influencia de la marea. La producción de estos bosques es elevada debido al gran aporte de nutrientes que ingresa al área con los flujos de agua (Lugo and Snedaker, 1974; Douglas *et al.*, 1974).

Manglar ribereño o de rivera. Se encuentran ubicados a lo largo de los márgenes de los ríos costeros, donde el agua salada se mezcla con el agua dulce por ello la salinidad es mucho menor que la del mar, reciben una gran cantidad de nutrientes y minerales por lo que se traduce en una mayor producción de biomasa y altura (Lugo and Snedaker 1974; Douglas *et al.*, 1974; Boderó y Robadue, 1995).

Manglares de cuenca. Se hallan en el interior de las islas y alrededor de los salitrales del continente y reciben las aguas de las mareas altas en periodos bastante espaciados, la salinidad es más elevada y la tasa de crecimiento es menor que en el mangle de ribera (Boderó y Robadue, 1995).

Manglar enano. Este tipo de manglar existen severas limitaciones para el crecimiento y desarrollo, rara vez pasan de 1.5 m típicamente forman una comunidad escasa y dispersa en forma de matorrales, se localizan en ambientes con carbonatos y zonas áridas, formando agrupaciones con pequeños petenes (islas circulares donde predominan especies de manglar o selváticas, o bien una mezcla entre ambas), también existen asociaciones de tasistes (vegetación integrada prácticamente por masas puras de palmas pequeñas de 3 a 4 m de altura) (CATHALAC, 2007; Elizondo, 2011).

Manglar de islotes. Se distinguen por ser aquellos manglares que crecen en los bajos de arena, por lo que toda la hojarasca producida no se descompone en el sitio sino es trasportada por las aguas (Lugo and Snedaker, 1974).

2.4 Aspectos ecológicos de manglar

Generalmente el clima en el que se encuentran distribuidos los manglares pertenecen a climas cálidos con época de seca corta (Am) y época de seca larga (Aw) con lluvias en verano principalmente, además algunas especies son característicos de clima seco cálido y subcálido (Bsh) (Miranda, 1952).

Sus suelos dominantes son muy variables de acuerdo a su origen, que pueden ser de tipo autóctono (suelo formado por la alteración de la roca) y de origen alóctono (suelos formados por material proveniente de lugares separados), los principales tipos de suelo que predominan en las comunidades de manglar son: Arenosol, Histosol. Solonchak, Cambiosol, Gleysol, Fluvisol (Hernández-Trejo *et al.*, 2006); suelos arcillosos o arenosos profundos, oscuros, ricos en materia orgánica con altas concentraciones de sales y con un buen drenaje (Miranda y Hernández s/f; López-Mendoza, 1980).

Principalmente su vegetación es de formación leñosa, densa, arbustiva o arborescente, de 2 a 25 m de altura, compuesta de una o de cuantas especies fanerógamas, prácticamente sin plantas herbáceas y sin trepadoras, rara vez con algunas epifitas o parasitas. Las principales especies que se asocian son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Languncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Bravaisia integerrima*, *Phitecellobium lanceolatum*, *Proposhis juliflora*,

Guazuma ulmiflora, *Leucaena sp*, *Acacia aflatensis* (Miranda y Hernández s/f; Blanco y Correa *et al.*, 2011).

2.5 Usos y beneficios directos de los manglares

Los diferentes tipos de comunidades que conforman estos ecosistemas proporcionan una variedad de servicios importantes para la sociedad humana principalmente los manglares, donde se obtienen importantes fuentes de ingreso que van desde el uso recreativo y beneficios estéticos de la flora y fauna, así como bienes de autoconsumo (Dixon and Lal, 1994; Turner *et al.*, 2000; Sanjurjo-Rivera y Welsh-Casas, 2005); en el Cuadro 1 se describen algunos de los usos y beneficios directos de manglar.

Cuadro 1. Usos y beneficios directos del manglar.

Usos y beneficios directos derivados de ecosistemas de manglar	
Producto	Subproducto
Forrajes	
Carbón	
Taninos y colorantes	
Alimentos, medicamentos y bebidas	
Materiales para construcción	Madera para infraestructura
	Guacales para transporte de fruta
	Durmientes para ferrocarril
	Trampas para pescado
	Tutores para hortalizas
	Cajas para madera
	Celulosa para papel
	Vigas
	Postes

Fuente: Dixon and Lal, 1994; Spaninks and Beukering, 1997; Sanjurjo-Rivera y Welsh-Casas, 2005; FAO, 2005; UNEP, 2011.

2.6 Monitoreo de poblaciones

El monitoreo de las poblaciones comúnmente es usado para diversos objetivos, especialmente para formular estrategias de conservación para la diversidad de especies en su hábitat natural, permitiendo dar seguimientos a atributos biológicos de sus poblaciones y algunas peculiaridades que permitan

evaluar el impacto sobre estas especies (López-Gallego, 2015). Para el manejo forestal, el monitoreo ecológico definirá algunos indicadores claves de la calidad que este está teniendo, con la intención de identificar cambios dentro de sus poblaciones vegetales y animales, estableciendo medidas de mitigación que le permitirá en un futuro reducir o eliminar aquellos impactos negativos producidos por el aprovechamiento, además que el monitoreo permitirá demostrar que, el bosque está creciendo, regenerándose y que sus aprovechamientos son sostenibles (FSC, 1996; Díaz-Santos, 2005).

Para llevar a cabo el monitoreo del crecimiento y rendimiento del bosque se hace normalmente a través de la medición anual de árboles en parcelas permanente de muestreo, obteniendo información del constante crecimiento de las diferentes especies arbóreas, la tasa de mortalidad y la respuesta del bosque bajo el aprovechamiento (Pinelo-Morales, 2000); FSC (1996) establece diez principios estandarizados internacionalmente para cualquier tipo de ecosistema y sistema cultural, los cuales pueden aplicarse en cualquier unidad de gestión con la finalidad de alcanzar los estándares de certificación de producción y actividad forestal para el cumplimiento de los objetivos de un manejo sostenible del bosque.

2.7 Metodologías para la evaluación de crecimientos e incrementos de rodales

2.7.1 Sitios permanentes

Los inventarios forestales en sitios permanentes forman parte de las metodologías para estimar la producción y dinámica de un rodal o bosque natural de manera precisa a través del estudio del crecimiento e incremento de sus árboles individuales o del bosque, en función de un periodo de tiempo normalmente de 3, 5 o 10 años (Imaña y Encinas, 2008).

Para su establecimiento generalmente se seleccionan diferentes condiciones del bosque independientemente de su extensión eligiendo estratos de acuerdo a la especie y condición de interés comúnmente distribuidos sus sitios de manera aleatoria o sistemática (Olvera-Vargas *et al.*, 1996); algunos autores consideran parcelas mínimas de 500 m² como las más eficientes para los inventarios de bosques, pero para incrementar su precisión se recomienda conocer las

características del bosque (Machado-Carcasés y León-Sánchez, 2005); comúnmente se forman parcelas circulares o rectangulares siendo más prácticas para el trazo y levantamiento de información que los polígonos de muchos lados, además es necesario que dentro de estos se formen subparcelas, que permitan el registro de estratos inferiores o de arbolado más pequeños (Leaño, 1998; Groothusen y Alvarado, 2000).

Cada sitio deberá quedar identificado con una estaca de color en el centro, y para aquellas parcelas rectangulares preferentemente colocar cuatro estacas de menor tamaño en dirección a los cuatro puntos cardinales en los límites del sitio, que permanezcan hasta la primera remediación (Olvera-Vargas *et al.*, 1996); la identidad para cada árbol puede ser determinada en la parcela, comúnmente iniciando en sentido de las manecillas del reloj y registrando sus diferentes variables dasométricas para asignarle una etiqueta o marca pintada en el fuste, si un individuo muere nunca debe usarse su número para otro, si se incorpora un árbol nuevo debe asignarse un número nuevo que nunca se haya usado (Olvera-Vargas *et al.*, 1996; Leaño, 1998; Pinelo-Morales, 2000; Groothusen y Alvarado 2000).

2.7.2 Análisis Troncal

El análisis fustal o troncal es una técnica para la determinar el historial de crecimiento e incremento pasado del árbol en forma rápida, permitiendo la reconstrucción de su comportamiento anual en diámetro, área basal, altura y volumen durante sus diferentes etapas de desarrollo mediante el estudio e identificación de los anillos anuales de crecimiento (Klepac, 1983; Imaña y Encinas, 2008). Para la selección y análisis de las muestras cada individuo debe cumplir con algunos criterios entre los que destacan; árboles con diámetros grandes, individuos que en el estrato sean de clase dominantes o codominantes y que se encuentren libres de plagas o alguna enfermedad, desechando aquellos árboles que no cumplan con las características deseadas para el análisis troncal (Forest Productivity Council, 1998).

Para la extracción de las muestras es necesario que el árbol sea derribado, recolectando la primera muestra a la altura del apeo (20-30 cm) y la segunda a la

altura del pecho (1.30 m) posteriormente seccionando el árbol de manera equidistante una de otras (1, 2 o 3 m) si es posible, cada muestra o rodaja deberá ser lo suficiente gruesa para que permanezca intacta durante su manipulación además cada una deberá ser identificada y registrada la altura en la que se hizo el corte, número de árbol y número de sección (Klepac, 1983; Forest Productivity Council, 1998);

Generalmente los incrementos anuales se agrupan por periodos de 5 o 10 años en lugar de medirlo anualmente, la edad se determina, contando los anillos de crecimiento en cada una de las muestras o secciones para la muestra de 0.30 m es indispensable seleccionar unas muestras de brinzales que tengan una altura máxima de 30 cm definiendo su edad y agregándola a la rodaja de 0.30 m con la finalidad de determinar su edad a esa altura, cada uno de los anillos anuales deben coincidir en cada una de su circunferencia para cada rodaja, para el cálculo del número de los anillos puede ser analizada manualmente o mediante software que proporcionan imágenes de alta calidad para su interpretación (Klepac, 1983; Forest Productivity Council, 1998; Imaña y Encinas, 2008).

2.7.3 Determinación del incremento mediante virutas

Para llevar a cabo este método es necesario contar con una barrena o taladro de Pressler, permitiendo extraer las muestras cilíndricas directamente del fuste facilitando el conteo de los anillos de crecimiento del árbol en pie, para poder extraer las muestras, se debe introducir la barrena en el tronco de forma rotativa y perpendicular al eje vertical del árbol, este método es muy utilizado para bosques templados donde el incremento de sus anillos son más visibles ya que para otro tipo de vegetación los anillos no son tan apreciables y el método pierde su importancia (Klepac, 1983; Imaña y Encinas, 2008).

Klepac (1983) recomienda tres procedimientos, los tres es necesario construir un mapa base con líneas rectas paralelas; el primer procedimiento consiste en formar círculos sobre las líneas rectas a un distancia sistemática, barrenando todos los árboles dentro del circulo generalmente de 500 m²; el segundo procedimiento consiste en trazar líneas paralelas sobre el mapa forestal, no se barrenan todos los

árboles que caen sobre la línea recta, si no 10 árboles a cada (n) metros; el tercer procedimiento es igual que el segundo difiriendo en que se barrenan todas las muestras que caen sobre la línea, de los tres procedimientos mencionados, el primero es el digno de confianza.

Elías-Rodríguez (2015) en su trabajo de curvas de crecimiento e incremento de cuatro pináceas en el noreste de México llevo a cabo la recolección de muestras (virutas) mediante la siguiente metodología obteniendo virutas de los árboles a una altura de 1.30 m con ayuda del taladro de Pressler, y pares de muestras a 0.30 m y 1.30 m para determinar la edad base, y a 1.30 m cada viruta fue extraída desde el centro del fuste para obtener la cantidad total de anillos del árbol para posteriormente ser identificadas y marcadas cada una de las muestras con el nombre de la especie, número de árbol, lugar de extracción y fecha de colecta, llevando a cabo el conteo del número total de anillos, así como su medición, y finalmente la medición de los diámetros a cada cinco anillos doblando la medida para obtener su diámetro.

2.8 Declive de las poblaciones de manglares en América Latina

Las comunidades humanas establecidas en las costas tropicales y subtropicales están muy ligadas a la vegetación de manglar y al constante aprovechamiento de sus recursos que estos brindan muchas veces de manera no sostenida con la finalidad de generar ingresos económicos, y en conjunto con los desastres naturales y efectos del cambio climático tienen como consecuencia la fragmentación y pérdida del hábitat disminuyendo de manera considerable la superficie y distribución de sus poblaciones. El Cuadro 2 se muestra los principales acciones antropogénicos y ambientales de algunos países de América Latina que influye en la comunidades de manglar para el deterioro y declive de estas poblaciones.

2.9 Legislación y Programas de desarrollo nacionales para la conservación de manglar.

Actualmente el constante desarrollo y crecimiento económico han sido un factor importante para que comunidades costeras se encuentren en decadencia por lo que se han desarrollado diversas leyes e instrumentos de política ambiental que

regulen la protección y usos de estos recursos naturales avanzando considerablemente el marco jurídico ambiental mexicano en los últimos años.

Las comunidades de manglar están reguladas por la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), haciendo mención en el artículo 60, donde queda prohibida cualquier actividad que tale manglares, así como cualquiera actividad que afecte la integridad

Cuadro 2. Factores de decadencia sobre vegetación de manglar en América Latina.

Principales problemáticas		
Antropogénicas y ambientales	País	Autor
Represamiento de ríos, construcción vial, rellenos de áreas de manglar, extracción de madera, actividad portuaria, contaminación industrial, urbanización, infraestructura hotelera, avance de la frontera agrícola.	Cuba	Menéndez-Carrera (2014)
Contaminación urbana, agrícola e industrial especialmente por herbicidas y petróleo además de obras de ingeniería.	Panamá	D Croz and Kwiecinski (1980)
Camaroneras, urbanización, agricultura, plantaciones, ganadería, salineras.	Ecuador	Bodero y Robadue (1995)
Deforestación para uso industrial, portuario, comercial, urbano, vial, turístico, agrícola, pecuario; receptora de descargas residuales además de los efectos naturales como huracanes y marejadas.	México	López-Portillo y Ezcurra (2002); Díaz-Gaxiola (2011)
Desarrollos urbanísticos, la sobreexplotación de los recursos naturales, los cambios en los usos del suelo y aquellos relacionados con el cambio climático especialmente el aumento del nivel de mar.	Colombia	Uribe-Pérez y Urrego-Giraldo (2009)
Desarrollo urbanístico, industrial, turístico y portuario, salineras, construcción de diques, contaminación por petróleo.	Venezuela	Rodríguez <i>et al.</i> , (2006)

del manglar, su integridad hidrológica y su productividad; exceptuando obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las

áreas de manglar previamente presentadas dentro de un plan de manejo autorizado a través de una UMA (Unidad de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre) y sujetas a la NOM-022-SEMANARNAT-2003 estableciendo las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar (SEMARNAT, s/f). A continuación se muestran los tratados internacionales que México participa para la conservación de manglar, así como algunas organizaciones que desarrollan programas en relación con humedales (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Tratados internacionales para la conservación de manglar.

Tratados internacionales	
Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR)	La Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, el cual sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.
Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB)	CDB tiene tres objetivos principales: la conservación de la biodiversidad; el uso sustentable de los componentes de la diversidad biológica; y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.
Acta Norteamericana para la Conservación de Humedales Programa México	Tiene la finalidad de proteger, restaurar y manejar ecosistemas de humedales y otros hábitats para mantener poblaciones sanas de aves migratorias en toda Norteamérica.

2.10 Estudios afines

Los trabajos que se concentran en el Cuadro 5 son algunos de los estudios referentes a conocer el comportamiento estructural fisionómico de los bosques de manglar a través de diversos factores, siendo muy nulas aquellas investigaciones que describe el crecimiento e incremento de sus rodales mediante metodologías de parcelas de monitoreo. Los países de Latinoamérica cuentan con la mayor cantidad

de información sobre este tipo de vegetación y sus tasas de crecimiento e

Organizaciones Civiles y Programas de Desarrollan para actividades relacionadas con

incremento enfatizando especialmente en la variable de área basal e ignorando el acrecentamiento de volumen, mientras que en el Sur de Camerún se han iniciado estudios para el género de *Rhizophora* que involucra los índices sobre la dinámica de sus poblaciones especialmente haciendo referencia en su volumen, por lo que es importante llevar a cabo iniciativas para el monitoreo exhaustivo sobre este tipo de bosques que dirija a la toma de decisiones de conservación y preservación.

Cuadro 4. Organizaciones y programas para la conservación de manglar en México.

humedales	
PRONATURA México A.C.	Cuenta con un programa nacional de humedales para la conservación, el manejo y el uso sustentable de humedales, asimismo cuentan con un Programa de Gestión Integral de Cuencas Hidrológicas
World Wildlife Fund (WWF) México	Desarrolla el Programa de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, cuyo objetivo es definir, con la participación de los diferentes actores sociales e institucionales, un modelo de manejo de agua que reconozca a los ecosistemas y preserve o restaure su funcionamiento natural, incluyendo los humedales y los acuíferos relacionados, para asegurar el agua y sus servicios ambientales.
Ducks Unlimited de México A.C. (DUMAC)	Desarrollan acciones de conservación, restauración, monitoreo, investigación, asistencia técnica y educación ambiental en humedales para el beneficio de los hábitats de aves acuáticas.
Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C	Desarrolla programas de conservación, manejo y restauración de las áreas naturales protegidas y sus áreas de influencia.
Pro Estero A.C.	Se dedica a la protección y conservación de los humedales costeros de la península de Baja California. Desarrollan diversos proyectos y actividades de investigación, educación ambiental, conservación y desarrollo comunitario.
The Nature Conservancy (TNC)	Esta organización internacional tiene como misión la conservación de tierras y aguas ecológicamente importantes para la gente y para la naturaleza.
The Sonoran Institute	El objetivo final de esta asociación es proteger y restaurar decenas de miles de hectáreas de hábitats ribereños y de humedales de importancia vital.
Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA)	Entre sus áreas de trabajo cuenta con una sección dedicada al agua dulce y otra dedicada a la protección marina. Esta última cuenta con un programa específico dedicado a la protección de manglares y humedales mexicanos.
Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA)	Conducen casos de litigio estratégico para defensa y protección de ecosistemas, incluyendo humedales como el caso del Parque Nacional Cabo Pulmo y áreas de manglar y de corales en el Caribe.
Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. Red Manglar	Tiene como misión financiar y fortalecer a la sociedad para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México y sus servicios ambientales. Su objetivo es la defensa y gestión participativa de los ecosistemas de manglar, marino-costeros e insulares.

Cuadro 5. Estudios afines en crecimiento e incremento en manglar.

Autor (es)	Título	Año	Lugar
Soto y Jiménez	Análisis fisonómico estructural del manglar del puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica.	1982	Costa Rica
Jiménez <i>et al.</i>	Tree Mortality in mangrove forests.	1985	San Juan, Puerto Rico
Jiménez	The Structure and Function of Dry Weather Mangrove on the Pacific Coast of Central América, with Emphasis on <i>Avicennia bicolor</i> Forest.	1990	Costa del Pacífico
Rodríguez-Ramírez <i>et al.</i>	Características estructurales y funcionales del manglar funcionales del manglar de <i>Avicennia germinans</i> en la Bahía de Chengue, Santa Marta, Colombia.	2004	Santa Marta, Colombia
Barbosa <i>et al.</i>	Desarrollo estructural y relaciones nutricionales de un manglar ribereño bajo climas semi-áridos.	2006	Oeste de Venezuela
Lema-Vélez y Polanía	Estructura y dinámica del manglar del delta de Río Ranchería, Caribe Colombiano.	2007	Colombia
Menéndez-Carrera	El ecosistema de manglar en el archipiélago cubano: bases para su gestión.	2014	Cuba
Eugene <i>et al.</i>	Growth dynamic and mortality rate of <i>Rhizophora spp</i> within the mangrove forest of the Rio Ntem Estuary.	2014	South Cameroon

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se localiza inmersa dentro del municipio de Tecomán que se encuentra a una altitud entre 0 y 1200 m; colinda con los municipios de Armería, Coquimatlán, Colima, Ixtlahuacán y el estado de Michoacán de Ocampo (INEGI, 2009).

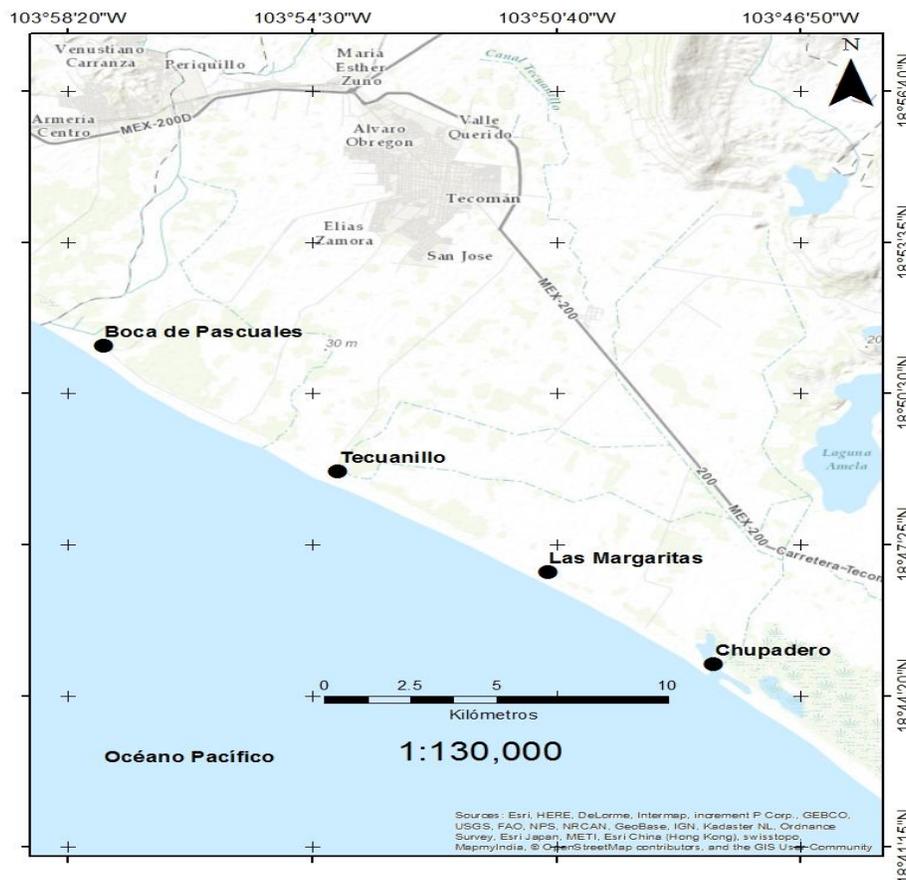


Figura 1. Ubicación de puntos centrales de referencia de las poblaciones de manglar en Tecomán, Colima.

Cuadro 6. Puntos centrales de referencia de las poblaciones de manglar.

Población	Latitud norte	Longitud oeste	Altitud (msnm)
Boca de Pascuales	18°51'27"	103°57'45"	1
Chupadero	18°45'44"	103°49'16"	1
Tecuanillo	18°48'52"	103°54'07"	10

3.2 Aspectos ecológicos

El clima registrado en las poblaciones se comporta de manera uniforme cuya fórmula climática es BS(h')w(w)i clima muy cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor a 22 °C, con lluvias en verano y una precipitación promedio anual de 660.4 mm con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5 % (UNAM-Dirección de Geografía, 1970).

Las localidades evaluadas se ubican en la Región Hidrológica Armería-Coahuayana (RH16), la mayoría de las poblaciones de manglar pertenecen a la cuenca río Coahuayana mientras que la localidad Boca de Pascuales se integra a la cuenca río Armería (INEGI, 1983).

El suelo dominante que presenta la localidad de Chupadero pertenece a Solonchak gleyico en combinación de Gleysol vértico con textura fina y una fase sódica menor del 15 % de saturación de sodio intercambiable, mientras que Tecuanillo muestra un suelo dominante de Solonchak gleyico; por otra parte las poblaciones de Boca de Pascuales y Las Margaritas presentan un tipo de suelo Solonchak óritico con combinación de Feozem calcárico, y junto con Tecuanillo muestran una fase sódica menor del 15 % de sodio intercambiable con una textura gruesa, entretanto la formación de suelo de Chupadero difiere al resto por exhibir suelos de origen lacustre, por el contrario el total de las poblaciones su suelo es de origen aluvión (DETENAL, 1982a; DETENAL, 1982b; INEGI, 1984a; INEGI, 1984b).

La vegetación solo muestra diferencias en Chupadero con presencia de manglar compuesto por especies de *A. germinans*, *C. erectus* *L. racemosa* y *R. mangle* principalmente con dominancia de *L. racemosa* y *R. mangle* mientras que el resto de las poblaciones muestra vegetación de tipo hidrófila asociado con tulares (INEGI, 2011).

3.3 Diseño de muestreo, evaluación y establecimiento de los sitios permanentes

El diseño de muestreo que se utilizó corresponde a un selectivo debido a que varias áreas son inaccesibles y con el objetivo de no ocasionar disturbios en el ecosistema por la apertura de brechas de acceso, se buscó que sus sitios de

muestreo fueran distribuidos en intervalos equidistantes con la finalidad de cubrir el total de la población, estos fueron previamente establecidos para los estudio de diversidad y estructura del manglar en el estero el Chupadero (Partida-Moncada, 2007); y el estudio de diversidad y estructura de los manglares de Colima para las poblaciones de los esteros Boca de Pascuales, Tecuanillo y Las Margaritas (Veliz-Rodríguez, 2009).

Se contabilizaron un total de 23 sitios evaluados y distribuidos en las cuatro poblaciones de manglar censando y remidiendo las diferentes variables dasométricas para cada uno de los individuos, transcurriendo un periodo de siete años desde su primera evaluación con respecto a su reevaluación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución de sitios en las poblaciones y periodos de evaluación.

Población	Número de sitios evaluados	Año de la primera evaluación	Año de la segunda evaluación
Boca de Pascuales	2	2008	2015
Chupadero	13	2007	2014
Las Margaritas	4	2008	2015
Tecuanillo	4	2008	2015

La superficie de los sitios muestreados fue de 100 m² (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 su delimitación se realizó mediante la ayuda de una brújula Sunnto para la identificación de sus rumbos, posteriormente se cercó el perímetro del sitio y se procedió a censar los individuos del estrato arbóreo y la vegetación asociado a este tipo de ecosistemas.

Para cada uno de los cuadrantes se seleccionaron aquellos individuos que durante la primera evaluación fueron censados e identificados remidiendo cada una de sus variables dasométricas además incorporando al registro los individuos que fueron excluidos en la primera evaluación por no haber poseído un diámetro mínimo de 2.5 cm. Los formatos de registro de datos, de las poblaciones fueron aquellos

previamente establecidos en la metodología de diversidad y estructura del manglar en el estero el chupadero y el estudio de diversidad y estructura de los manglares de Colima.

3.4 Variables evaluadas

El grosor de corteza fue registrado para cada uno de los individuos y especies censados en el estrato arbóreo, evaluado a la altura donde fue medido el diámetro del árbol, este se obtuvo mediante un medidor de corteza expresado en una escala milimétrica.

Dentro de los sitios de muestreo y para cada cuadrante el diámetro de las especies de *A. germinans*, y *L. racemosa* se remidió el diámetro a la altura del pecho, enumerándolo e identificándolo, para *R. mangle* su diámetro fue registrado a 30 cm después de la última raíz zancuda, que corresponda al tallo más grueso y principal de la especie.

Dentro de cada sitio de muestreo se seleccionaran 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 *A. germinans* y *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.

En el presente estudio se utilizaron cuatro modelos 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 8 de acuerdo a los autores (Valdez-Lazalde y Lynch, 2000; Montero *et al.*, 2007). Para la selección del modelo se utilizó el coeficiente de determinación ajustada (R^2_{aj}) (Anexo 1, 2, 3 y 4).

3.5 Cálculos 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

Cuadro 8. Modelo para estimar el crecimiento en altura.

No.	Modelo
1	$H=b_0 DAP+b_1 DAP^2$
2	$H=b_0+b_1 \ln(DAP)$
3	$H=b_0(1-e^{-b_1 DAP})$
4	$H=b_0(DAP^{b_1})$

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

probabilidad basada en el total de árboles registrados para cada una de las categoría diamétrica y tipo de especie analizada dentro de cada sitio de la población(Cuadro 9). El procedimiento del cálculo para cada columna del Cuadro 9 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 es obtenido mediante la siguiente fórmula:

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

Cuadro 9. Cálculo de probabilidades de cambios en categorías diamétricas

Especie (1)§	DAP (2008) (2)	DAP (2015) (3)	Nueva categoría diamétrica (4)	Cambio de estructura del rodal, número de árboles						
				Muertos (5)	Sin cambio (6)	Categorías diamétricas				
						1 cm (7)	2 cm (8)	3 cm (9)	4 cm (10)	5 cm (11)
La-ra	12.9	14.7	15				1			
La-ra	13.8	13.95			1					
La-ra	14.5	Muerto		1						
Probabilidades				0.333	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000
Total				1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000

La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth, DAP= diametro a la altura del pecho (1.30 m) en cm y §= número de columna.

3.6 Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas

Para el cálculo de incrementos en las categorías diamétricas fue necesario estimar el volumen individual para cada una de las especies de manglar, dado que en el área de investigación no se encontraron tablas de volumen se utilizaron tres ecuaciones de predicción elaboradas en el estudio tablas de volúmenes para tres especies de manglar en Barra de Tecoaapa Marquelia, Guerrero (Prestegui-Santos, 2014) (Cuadro 10).

Especie	Ecuación de predicción de volumen
<i>Rhizophora mangle</i>	$\text{Log}_{10} \text{VTF} = -3.91847 + 2.09357 * \text{log}_{10} \text{D} + 0.35731 * \text{log}_{10} \text{H}$
<i>Avicennia germinans</i>	$\text{Log}_{10} \text{VTF} = -3.71647 + 1.85502 * \text{log}_{10} \text{D} + 0.49900 * \text{log}_{10} \text{H}$

*Laguncularia
racemosa*

$$\text{Log}_{10} \text{VTF} = -3.68153 + 1.81212 * \text{log}_{10} D + 0.55995 * \text{log}_{10} H$$

Cuadro 10. Ecuación de predicción de volumen sin ramas de tres especies de mangles de Barra de Tecoaapa, Marquelia, Guerrero.

Dónde: log_{10} = logaritmo base 10, D= diámetro (cm), H= altura (m) y VTF=volumen total del fuste.

Posteriormente se lleva a cabo la construcción de la tabla de cálculo de incrementos corriente anual en área basal y 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 11 es elaborado para cada uno de los sitios muestreados. Los procedimientos de área basal y volumen son similares difiriendo solo en la estimación de cada parámetro.

A continuación se describe el proceso del Cuadro 11 para la estimación del incremento en volumen por superficie en relación con el Cuadro 9:

- 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 desarrolladas para cada una de las especies, 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 9.
- 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 (± 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 decremento en el sitio con respecto a los periodos evaluados.

3.7 Cálculo de incremento corriente anual en área basal y volumen por hectárea por poblaciones

Los resultados obtenidos en volumen de la primera evaluación y la segunda 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:

$$ICA = \left(\frac{\sum V2 - \sum V1}{N} \right)$$

Dónde:

ICA= incremento corriente anual.

V2= área basal (m^2) o volumen (m^3) total de la segunda evaluación.

V1= área basal (m^2) o volumen (m^3) total de la primera evaluación.

N= número de años transcurridos entre la primera y segunda evaluación.

3.8 Comparación de incremento corriente anual en área basal y volumen entre poblaciones

Se realizó un análisis de varianza con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 9.0). Se usó un diseño experimental aleatorio con efecto anidado (Kuehl, 2001) debido al desbalance en el número de los sitios muestreado en cada población.

$$Y_{ik} = \mu + p_i + \varepsilon_{ik}$$

Dónde:

Y_{ik} = es el valor de la variable.

μ = es la media poblacional.

p_i = es el efecto de la i -ésima población.

ε_{ik} = es el error experimental.

.

Cuadro 11. Cálculo de incremento corriente anual para las categorías diamétricas.

Especie (1)§	CD (2)	No. De Árboles en 100 m ² (3)	Volumen por árbol (m ³) (4)	Probabilidad													Predicción número de árboles en 100 m ² (19)	Volumen (v2) en 100 m ² (20)	Volumen (v1) en 100 m ² (21)		
				Categoría del Diámetro									Número de árboles/100 m ²								
				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	35	0	0.5486									0	0	0	0	0	0	0	2	1.0973	0.0000
La-ra	30	2	0.4599					1				0	0	0	0	2	0	0	0	0.0000	0.9198
La-ra	25	0	0.0000									0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000
La-ra	20	1	0.1431									0	1	0	0	0	0	0	1	0.1431	0.1431
La-ra	15	3	0.0876	0.3333	0.3333		0.3333					1	1	0	1	0	0	0	2	0.1752	0.2628
La-ra	10	0	0.0000									0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000
Total																				1.4156	1.3257

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth, CD= categoría diamétrica, v1= volumen obtenido en la primera evaluación, v2= Volumen obtenido en la segunda evaluación y §= número de columna.

4 RESULTADOS

Se evaluaron 23 parcelas permanentes de monitoreo con vegetación de manglar distribuidas sobre cuatro poblaciones (Boca de Pascuales, Chupadero, Las Margaritas y Tecuanillo) en Tecomán, Colima; donde *L. racemosa* estuvo presente en el total de sus poblaciones, mientras que *R. mangle* fue registrada solo para dos localidades (Chupadero y Tecuanillo) y *A. germinans* muestreada en un sitio de Tecuanillo. A continuación se describen los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros evaluados, especies y poblaciones;

4.1 Estructura y Probabilidades de cambio de categorías diamétricas por especie y población

4.1.1 Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Chupadero, Tecomán, Colima

Dentro de esta población *L. racemosa* se presentó como la especie con mayor dominancia en un promedio de 1282 ind ha⁻¹ (individuos/por hectárea) (80.67 %) con un diámetro superior de 40 cm y una categoría diamétrica inferior de 5 cm, teniendo la mayor densidad agrupada dentro la categoría diamétrica de 15 cm con un promedio de 292 árboles ha⁻¹ (22.75 %), y de acuerdo Falla-Ramírez, (1970) los individuos se encuentran en una etapa en desarrollo de latizal (5.1 y 15 cm de diámetro) (Figura 2a); con respecto a su estructura diamétrica durante ambos periodos de evaluación sus categorías no presentaron cambios (54.59 %) para un reclutamiento inmediato a una nueva categoría inmediata (Cuadro 12); mientras que *Rhizophora mangle* obtuvo un promedio de 208 individuos ha⁻¹ (70.37 %), sumando un total de 77.78 % de individuos registrados dentro de una etapa de desarrollo de latizal (Figura 2e), mientras que los cambios de probabilidad en su estructura en diámetro para esta especie fue nula (57.14 %) ya que el valor mayor se concentró sin cambio alguno (Cuadro 12).

Cuadro 12. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Chupadero, Tecomán, Colima.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
Mortalidad (%)	19.32	22.86
Sin cambios en su estructura (%)	54.59	57.14
Con cambio en 5 cm (%)	25.60	20.00
Con cambios en 10 cm (%)	0.48	0.00
Total	100	100

4.1.2 Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima

En cuanto a los resultados para este tipo de población *L. racemosa* es la especie única de manglar presente, con una cantidad promedio de 450 árboles ha⁻¹ (30 %), teniendo para esta localidad las categorías diamétricas más concurrente con arbolado registrado en 10 y 15 cm con un total de 300 individuos ha⁻¹ (66.77 %) por lo que se clasifica como un rodal en etapa de desarrollo de latizal (Figura 2b), así mismo esta población manifestó presenciar un mayor porcentaje de susceptibilidad de cambio entre sus categoría diamétricas (16.33 %) superando las proporciones obtenidas para la condición de sin en la estructura horizontal con un 13.33 % (Cuadro 13).

Cuadro 12. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>
Mortalidad (%)	70.00
Sin cambios en su estructura (%)	13.33
Con cambio en 5 cm (%)	16.67
Con cambios en 10 cm (%)	0.00
Total	100

4.1.3 Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Las Margaritas, Tecomán, Colima

De igual manera que la población antes descrita *L. racemosa* se presentó como la especie con mayor densidad, en un promedio de 3200 individuos ha⁻¹ (70.72 %) teniendo sus categorías diamétricas distribuidas de forma escalonada con una categoría inferior de 5 y una superior de 25 cm, donde 1075 árboles ha⁻¹ (33.59 %) se concentraron para la categoría de menor rango (33.44 %) disminuyendo gradualmente el número de sus individuos por superficie para cada una de sus categorías diamétricas (Figura 2c), por lo que este tipo de población se clasifica en una etapa de desarrollo de latizal con un 91.41 % (5.1 a 15 cm de diámetro), mientras su estructura horizontal el porcentaje mayor con respecto a su probabilidad de cambio entre los periodos monitoreados se mantuvieron sin desplazamiento, siendo la población con los mayores índices (49.17 %) sin movimiento dentro de sus categorías diamétricas (Cuadro 14).

Cuadro 13. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>
Mortalidad (%)	29.28
Sin cambios en su estructura (%)	49.17
Con cambio en 5 cm (%)	21.55
Con cambios en 10 cm (%)	0.00
Total	100

4.1.4 Estructura y probabilidad de cambio de categorías por especie en la población Tecuanillo, Tecomán, Colima

Esta localidad y única de las antes mencionadas se diferenció por la presencia de tres tipos de especies de manglar en la cual *L. racemosa* se caracterizó por mostrar el promedio más elevado en su densidad con 3765 individuos ha⁻¹ (62.56 %) siendo el 65.99 % de árboles reclutados en las categorías diamétricas de 5 y 10 cm (Figura 2d), seguido de *A. germinans* con una cantidad de 75 árboles ha⁻¹ mientras

que *R. mangle* con un total de 50 individuos ha⁻¹ ambas especies agrupando el total de sus individuos dentro las categorías diamétricas de 5 cm, así mismo ambas especies solo fueron registradas en un solo sitio de muestreo pero incluidas en el promedio total; con respecto a la distribución de sus individuos las tres especies de manglar se consolidaron entre los diámetros de 5 y 15 cm, por lo que esta población se encuentra en una fase de desarrollo de latizal; en cuanto a la probabilidad de cambio en su estructura diamétrica las especies de manglar su porcentaje mayor se encuentra sin cambios en sus diferentes categorías diamétricas (Cuadro 15).

Cuadro 14. Porcentaje promedio de probabilidad de cambio para la población Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Condición	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i>
Mortalidad (%)	37.44	0.00	50.00
Sin cambios en su estructura (%)	38.30	100.00	50.00
Con cambio en 5 cm (%)	23.83	0.00	0.00
Con cambios en 10 cm (%)	0.43	0.00	0.00
Total	100	100	100

4.2 Mortalidad e incremento corriente anual en Área Basal y Volumen por especie y población

4.2.1 Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población del Chupadero Tecomán, Colima

En lo que respecta esta población *L. racemosa* logró la mayor cantidad promedio de incremento corriente anual para las variables de área basal con 0.588 m² ha⁻¹ año⁻¹ y en volumen con una ganancia promedio de 3.504 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 16) (Anexo 19) ya que la mayoría de sus sitios obtuvieron incremento corriente anual positivos por hectárea (Anexo 5 y 12) además de estar influenciado por presentar los menores índices de mortalidad entre ambos periodos de evaluación, registrando un promedio de 308 individuos ha⁻¹ (19.33 %), concentrándose el mayor número de árboles muertos para la categoría diamétrica de 5 cm (Figura 2a); mientras que *R. mangle* presentó un incremento corriente anual

negativo para área basal con $-0.057 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y un volumen promedio de $-0.091 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Anexo 9 y 16), en cuanto a la mortalidad se obtuvo un promedio de 62 individuos ha^{-1} (22.86 %) (Cuadro 16) donde sus mayores índices de mortalidad fue para las categorías diamétricas de 5 y 15 cm (37.5 %) y aunado a la cantidad de arbolado sin cambio en su estructura diamétrica (57.14 %) influyeron para que el incremento corriente anual se comportara de manera negativa.

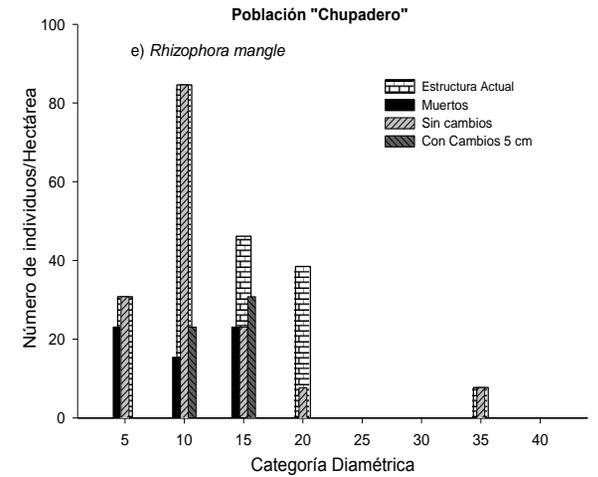
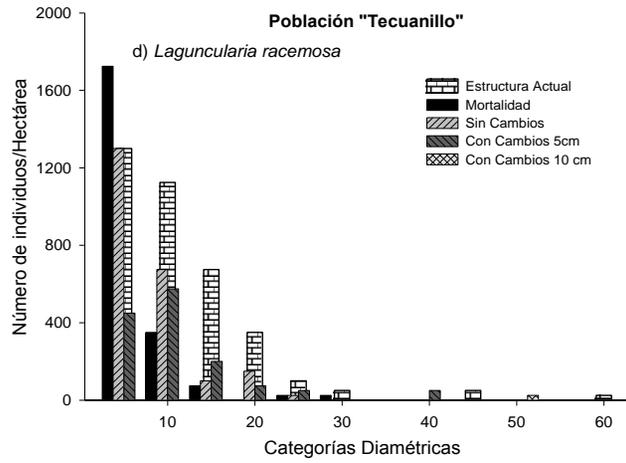
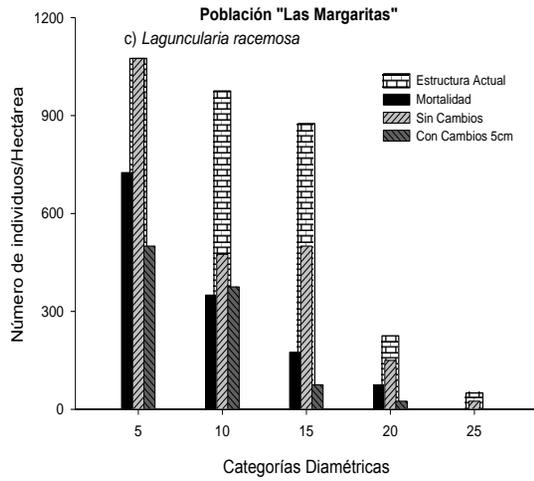
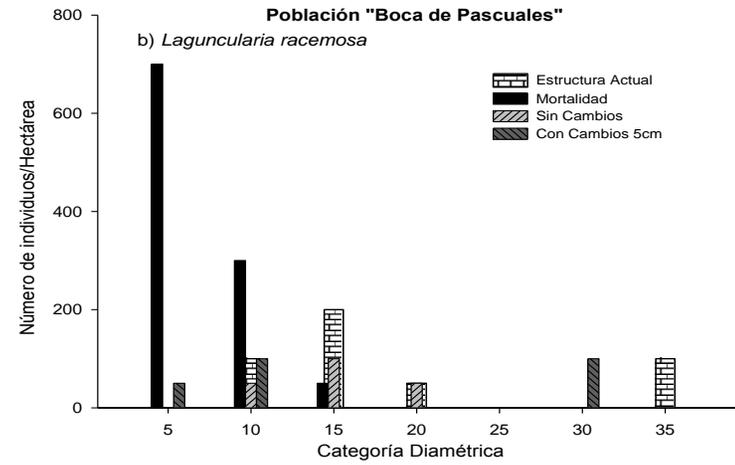
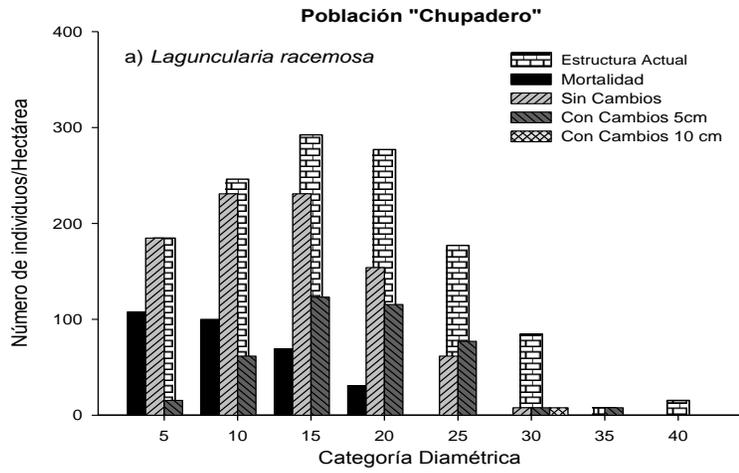


Figura 2. Número de individuos de acuerdo a su estructura diamétrica actual, mortalidad y probabilidades de cambios para cada población y especie.

Cuadro 15. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Chupadero, Tecomán, Colima.

Especie	Número árboles (ind ha ⁻¹)	Mortalidad (ind ha ⁻¹)	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)
<i>Laguncularia racemosa</i>	1285	308	0.588	3.504
<i>Rhizophora mangle</i>	208	62	-0.057	-0.091

4.2.2 Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población de Boca de Pascuales, Tecomán, Colima

El área basal para *L. racemosa* presentó un promedio de 0.064 m² ha⁻¹ año⁻¹ y en volumen un incremento corriente anual promedio de 0.048 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 17) a pesar de evidenciar que esta localidad obtuvo el mayor porcentaje de individuos muertos (70 %) principalmente en sus categorías diamétricas de 5 y 10 cm (95 %) (Figura 2b), ambos parámetros dasométricos se comportaron de manera positiva, ya que un sitio con mayor incremento equilibró al sitio con decremento (Anexo 6 y 13) coordinado con el mayor porcentaje de probabilidad de cambio para esta localidad, sin embargo se muestran los intervalos de confianza (Anexo 19) para cada una de las variables de área basal y volumen pudiendo obtener valores negativos y positivos respectivamente el en incremento corriente anual para la población. Durante la etapa de muestreo se pudo observar que la mayoría de los individuos muertos se encontraban en estado de pudrición (Anexo 20).

Cuadro 16. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.

Especie	Número árboles (ind ha ⁻¹)	Mortalidad (ind ha ⁻¹)	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)
<i>Laguncularia racemosa</i>	450	1050	0.064	0.048

4.2.3 Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población Las Margaritas en Tecomán, Colima

Con respecto al total de las poblaciones evaluadas Las Margaritas registró un incremento corriente anual negativo para ambas variables analizadas, un área basal promedio de $-0.202 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ mientras que para volumen se obtuvo un promedio de $-3.866 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 18) siendo atribuida a la cantidad de arbolado muerto (29.28 %) principalmente dentro de la categoría diamétrica de 5 cm (55 %) (Figura 2c) y a los nulos cambios estructurales dentro de su localidad, al respecto en cuanto a su mortalidad el principal factor que fue detectado por observación corresponde principalmente a la tala del arbolado haciendo incapaz su pronta recuperación, aletargando e influyendo en el incremento corriente anual a través del tiempo, dada la variabilidad de los valores obtenidos en campo (Anexo 7 y 14) se muestran los intervalos de confianza para ambos atributos (Anexo 19).

Cuadro 17. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.

Especie	Número árboles (ind ha ⁻¹)	Mortalidad (ind ha ⁻¹)	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)
<i>Laguncularia racemosa</i>	3200	1325	-0.202	-3.866

4.2.4 Mortalidad e incremento en Área Basal y Volumen para la población del Tecuanillo, Tecomán, Colima

Como resultado para esta población *L. racemosa* mostró un incremento corriente anual promedio en área basal de $0.176 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y en volumen de $2.777 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Anexo 8 y 15) mientras que *R. mangle* no presentó cambio alguno en el promedio del incremento de sus parámetros (Anexo 10 y 17) ya que sus categorías diamétricas se mantuvieron sin cambios en su estructura (Cuadro 15); por lo contrario en *A. germinans* presentó un decremento promedio con respecto a ambos periodos evaluado (Anexo 11 y 18) con un área basal de $-0.08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y un volumen de $-0.322 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 19), con respecto a la mortalidad entre los periodos evaluados *L. racemosa* tiene la mayor cantidad de arbolado muerto con

2200 individuos ha⁻¹ (37.44 %) con mayor densidad de mortalidad para la categoría diamétrica de 5 cm (78 %) considerándose la causa principal mediante la observación *in situ* por perturbación antropogénica (Anexo 20), por otra parte *R. mangle* no mostró mortalidad en su estructura mientras que *A. germinans* se tuvo 75 árboles ha⁻¹.

Cuadro 18. Mortalidad e incremento corriente anual promedio en área basal y volumen para la población Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número árboles (ind ha ⁻¹)	Mortalidad (ind ha ⁻¹)	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)
<i>Laguncularia racemosa</i>	3675	2200	0.176	2.777
<i>Rhizophora mangle</i>	50*	0*	0*	0*
<i>Avicennia germinans</i>	75*	75*	-0.08*	-0.322*

*Datos obtenidos de un solo sitio de muestreo.

4.3 Comparación de incremento en área basal y volumen entre poblaciones

En base al análisis de varianza realizado en el programa SAS (Statistical Analysis System versión 9.0) entre la comparación de incrementos en área basal (Cuadro 20) y volumen (Cuadro 21) para ambos periodos de evaluación arrojó que no existe diferencia significativa en el incremento corriente anual para ambas variables dasométricas estudiadas por lo que se acepta la hipótesis nula estudiada para la especie de *L. racemosa* mientras que para *R. mangle* y *A. germinans*, no fue posible realizar el análisis de varianza ya que no se encontró en el total de las poblaciones y sitios estudiados. Dado a que no se encontró diferencia entre las poblaciones no fue necesario realizar una prueba de comparación de medias.

Cuadro 19. Comparación de diferencias de cuadrados mínimos entre poblaciones para la variable de área basal por hectárea.

Poblaciones	_Poblaciones	Error estándar	GL	Valor t	Pr> t
Chupadero	Boca de Pascuales	1.0172	13	0.84	0.4174
Chupadero	Las Margaritas	0.871	13	0.91	0.3814
Chupadero	Tecuanillo	0.7879	13	0.52	0.6104

Boca de Pascuales	Las Margaritas	1.1745	13	-0.05	0.9583
Boca de Pascuales	Tecuanillo	1.1142	13	-0.40	0.6990
Las Margaritas	Tecuanillo	0.9827	13	-0.38	0.7068

Dónde: GL= grados de Libertad y Pr> t= valor de t.

Cuadro 20. Comparación de diferencias de cuadrados mínimos entre poblaciones para la variable de volumen por hectárea.

Poblaciones	_Poblaciones	Error estándar	GL	Valor t	Pr> t
Chupadero	Boca de Pascuales	5.69	13	0.61	0.5540
Chupadero	Las Margaritas	4.8726	13	1.51	0.1543
Chupadero	Tecuanillo	4.4075	13	0.17	0.8714
Boca de Pascuales	Las Margaritas	6.5703	13	0.60	0.5616
Boca de Pascuales	Tecuanillo	6.2331	13	-0.44	0.6687
Las Margaritas	Tecuanillo	5.4971	13	-1.21	0.2484

Dónde: GL= grados de libertad y Pr> t= valor de t.

5 DISCUSIÓN

5.1 Estructura y probabilidad de cambio en categorías diamétricas

Los valores obtenidos entre los estudios de las poblaciones del presente trabajo están fuertemente influenciados por lo mencionado por Menéndez *et al.*, (2006), Jiménez (1990) y Jiménez (1999b) donde especifican que las tasas de crecimiento de los bosques de manglar y sus variaciones de un sitio a otro está vinculada 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 Soto y Jiménez (1982) mencionan que los gradientes de salinidad en el suelo presentan una estrecha relación con la distribución de las especies de mangle.

Rodríguez-Ramírez *et al.*, (2004) en su estudio de características estructurales y funcionales del manglar de *A. germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe Colombiano) en tres parcelas de monitoreo evaluadas para los periodos de junio de 1995 y julio de 1996 obtuvo como resultado un promedio de 16.3 individuos en 0.01 ha⁻¹ donde el diámetro promedio registrado para esta población fue de 11.3 cm, con una tasa de crecimiento en promedio es de 0.6 cm año⁻¹ con un alto porcentaje de árboles que presentaron aumentó entre el 88.9 % y 93.3 % y por sus bajos porcentajes de individuos que no aumentaron, el presente estudio para la especie de *A. germinans* utilizando la misma superficie en los sitios este tipo de manglar presentó un número promedio menor de individuos 75 individuos ha⁻¹, donde los

mayores porcentajes no presentaron cambios en su estructura diamétrica para esta especie, comportándose de manera similar para el resto de las poblaciones y especies, solo haciendo diferencia para la población de Boca de Pascuales que registró el mayor porcentaje de cambio (16.67 %) del arbolado para *L. racemosa*.

Lema-Vélez y Polanía (2007) para su trabajo de estructura y dinámica del manglar del delta del Río Ranchería, Caribe colombiano. Establecieron siete corredores sobre manglar de cuenca y ribereño, cinco sobre el brazo Valle de los Cangrejo (VC) y dos en el brazo Riito (RT) en un periodo de dos años (mayo del 2000 a mayo 2002) tuvieron un valor promedio en individuos para el delta del Río Ranchería en *A. germinans* una cantidad de 798.26 ind ha⁻¹ (52.9 %) seguido de *L. racemosa* con 609.6 ind ha⁻¹ (46.5 %) mientras que para *R. mangle* 57.34 ind ha⁻¹, por otra parte el crecimiento en diámetro mostrado únicamente para el brazo Riito arroja que *A. germinans* es la especie con mayor crecimiento en diámetro de 0.6 cm a⁻¹ luego *L. racemosa* con 0.4 cm a⁻¹ y finalmente *R. mangle* con 0.2 cm a⁻¹, caso contrario al tipo de estructura presentado para las poblaciones estudiadas donde *L. racemosa* se encuentra como la especie en mayor densidad de individuos por hectárea, en lo que respecta en el crecimiento en diámetro en el manglar asociado sobre los márgenes del río Armería que pertenece a la localidad de Boca de Pascuales para los intervalos monitoreados el mayor porcentaje se concentró con cambio en su diámetro.

Eugene *et al.*, (2014) evaluaron 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 transeptos para periodos sucesivos 2007, 2010 y 2014. Donde los resultados de estructura reflejan una densidad absoluta para el año 2007 de 9050 individuos ha⁻¹, durante la etapa del 2010 se registró una cantidad de 8950 individuos ha⁻¹, mientras que para el 2014 el número de árboles continúa con un descenso llegando a una cantidad de 8417 individuos ha⁻¹. El presente estudio difiere al de Eugene *et al.*, (2014) ya que ellos encontraron un valor mayor de número de individuos por superficie (hectárea) que al encontrado en las cuatro poblaciones evaluadas tanto para las especie de *L. racemosa*, *R. mangle* y *A. germinans*, donde

la localidad con mayor número de árboles se concentró en Tecuanillo con 3675 ind ha⁻¹, esto atribuido a lo antes mencionado por Menéndez *et al.* (2006), Jiménez (1990) y Jiménez (1999b).

La distribución del crecimiento anual en diámetro muestra que para el periodo 2007-2014 es de 0.058-0.11 cm año⁻¹ para el T₁-T₂ (transecto) durante este periodo evaluado por Eugene *et al.*, (2014) no se presentaron cambios en su estructura a semejando a los mayores porcentajes obtenidos en las poblaciones evaluadas del presente trabajo, haciendo excepción de la población de Boca de Pascuales donde se obtuvo el mayor porcentaje de cambio en sus categorías diamétricas para un periodo similar de 7 años.

5.2 Mortalidad e incremento en área basal y volumen

Los trabajos de investigación encontrados fueron muy pocos aquellos que se incorporaban el volumen como parámetro en sus resultados, y solo se comparó aquellos resultados que fueron posibles junto a los obtenidos en el presente estudio.

Barbosa *et al.*, (2006) y Menéndez-Carrera (2014) en sus trabajo de investigación ponen en manifiesto que la influencia de una alta elevación de salinidad repercute en el desarrollo estructural del bosque por lo que para el manejo de este tipo de vegetación es importante tener en cuenta que el área basal será mayor en aquellos humedales con mayor cantidad de agua dulce por ejemplo los localizados en desembocaduras de ríos, esto como consecuencia de la alteración del metabolismo de las especies, ya que su energía la concentran en eliminar el exceso de sal que utilizarla en acumulación de biomasa. Al respecto Lugo and Snedaker (1974) sostiene el criterio de que un alto contenido de macronutrientes en el suelo permite el mantenimiento de una alta productividad en el ecosistema de manglar a pesar de las bajas tasas de transpiración causadas por elevadas concentraciones de sal en el agua de mar y donde la disponibilidad de nutrientes orgánicos estará determinada, en gran medida, por la intensidad del lavado del suelo por las mareas o por las corrientes.

Jiménez (1990) para su estudio estableció parcelas de una hectárea (50 x 200 m) con subparcelas de 10 x 10 m se midieron todas las plantas de más de 50 cm de

altura y diámetros a la altura del pecho mayores a 3.5 cm, seleccionándose 52 parcelas al azar, evaluadas periódicamente de durante 31 meses (diciembre 1984 a julio 1987) donde encontró una tasa de crecimiento en área basal de $0.38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ a diferencia del presente estudio donde en el total de sus poblaciones se tuvieron valores muy bajos para este parámetro únicamente sobresaliendo la población de Chupadero con $0.588 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ especialmente para *L. racemosa* ya que el resto de las especies tuvieron decremento o se mantuvieron sin cambio.

Rodríguez-Ramírez *et al.*, (2004) en su estudio de características estructurales y funcionales del manglar de *A. germinans* en la Bahía de Chengue (Caribe Colombiano) en tres parcelas de monitoreo evaluadas para los periodos de junio de 1995 y julio de 1996 con una superficie de 100 m^2 se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de $2.9 \text{ cm}^2 \text{ año}^{-1}$ ($0.00029 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) mientras que la mortalidad promedio para la población fue 0.7 ind año^{-1} (70 ind ha^{-1}) principalmente originada por insectos xilófagos (hormigas y termitas); en el presente trabajo el área basal para las poblaciones evaluadas registraron un incremento corriente anual mayor especialmente en *L. racemosa*, en cuanto a la tasa de mortalidad el número de individuos es menor a los encontrados en el presente trabajo por causas descritas anteriormente.

Eugene *et al.* (2014) para su estudio determinaron que el crecimiento anual de las áreas basales muestra una tasa de crecimiento anual en área basal del T_1 $0.020 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ mientras que el T_2 $0.005 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en cuanto al crecimiento en volumen para el T_1 $0.20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ contra $0.07 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante el periodos 2007-2014, la mortalidad para este mismo periodo es de 484 individuos ha^{-1} para el T_1 y con 150 individuos ha^{-1} para el T_2 teniendo diferencias no significativas en el incremento de estos parámetros, mientras para este estudio la especie de *R. mangle* no presentó cambio alguno en la población de Tecuanillo mientras que en Chupadero se obtuvo un decremento aunado a la mortalidad y nulo crecimiento, en cuanto el resto de las especies los valores obtenidos en este trabajo son mayores a los presentados por Eugene *et al.* (2014).

Jiménez *et al.*, (1985) basados en informes mundiales segregan el concepto de mortalidad de los manglares en dos fases: la mortalidad normal donde mencionan que este tipo de mortalidad se da por procesos naturales o de competencia, ya 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 indirectas (inundaciones, erosión y sedimentación), además hacen mención 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 el presente estudio la principal población con mayor mortalidad se concentró por pudrición atribuida posiblemente a causas antes mencionadas por Jiménez *et al.*, (1985); mientras que Las Margaritas y Tecuanillo fue originado principalmente a la presión antropogénica.

6 CONCLUSIONES

Las probabilidades de cambios en diámetro para las tres especies de manglar presentó el porcentaje mayor sin cambios en sus categorías diamétricas en la mayoría de las poblaciones estudiadas, a excepción *Laguncularia racemosa* en la población de Boca de Pascuales mostró un porcentaje superior de cambio en su estructura horizontal principalmente en categorías inferiores.

Laguncularia racemosa fue la única especie de manglar con un incremento corriente anual positivo para las variables estudiadas en tres poblaciones muestreadas, difiriendo de la localidad Las Margaritas cuya especie de manglar mostró el mayor índice en decremento anual para los parámetros de área basal y volumen por hectárea.

Para la especie de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* no existió un incremento corriente anual en área basal y volumen por hectárea para la población de Tecuanillo, mientras que *Rhizophora mangle* en Chupadero las dos variables evaluados arrojaron pérdidas por lo que el incremento corriente anual se vio mermado durante los periodos de evaluación.

Se acepta la hipótesis nula (H_0) ya que no existen diferencias significativas en el incremento corriente anual para área basal y volumen por hectárea en *Laguncularia racemosa*, resultando ser la más abundante y monoespecífica.

7 RECOMENDACIONES

Es importante que para cada una de las localidades se realice el ejercicio de estratificación y clasificación de los tipos de comunidades de manglar tratando de minimizar la variabilidad y homogenizar aquellos factores *in situ* que influyen en los resultados de la dinámica de crecimiento e incremento de este tipo de vegetación de manglar.

Elaborar tablas de volúmenes locales para obtener valores más adecuados a la calidad de sitio disminuyendo la variación de las formas en los mangles generadas por las diversas condiciones ambientales y efectos estructurales que son propios de cada localidad y área de estudio.

Realizar análisis de fertilidad de suelos para obtener los contenidos de nutrientes y macronutrientes así como los contenidos de salinidad dentro del agua y suelo los cuales tienen un efecto sobre las tasas de crecimiento e incremento de los manglares para cada sitio.

Evaluar la variabilidad de la información obtenida para cada uno de los sitios y estimar el tamaño óptimo de muestras que sean necesarias para las

poblaciones obteniendo valores representativos en la dinámica de crecimiento e incremento de las especies de manglar.

Para tener una mejor representatividad en la estimación de la regeneración natural para cada una de las poblaciones es importante que la evaluación se lleve a cabo durante los diferentes periodos del año con el propósito de conocer sus etapas de mayor colonización así como el efecto de la mortalidad a través del tiempo.

Es importante hacer hincapié en la necesidad de establecer medidas de conservación locales para continuar la subsistencia de este tipo de vegetación especialmente en Tecuanillo y Las Margaritas que presentó la mayor mortalidad por tala ilegal evitando perder las condiciones idóneas de regeneración de manglar.

8 LITERATURA CITADA

- Agráz-Hernández, C., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F. Flores-Verdugo y J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo: identificación de los manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Alongi D.A. 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change, *Estuarine, coastal and shelf science* 76:1-13.
- Andreu, M., M. Friedman, M. Mckenzie y H. Quintanilla. 2010. *Laguncularia racemosa*, white mangrove. Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida. 1-2 p. [En línea]. [Citado el: 29 de enero de 2016.] Disponible en Web <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/FR/FR32500.pdf>
- Avery, T. E., and Harould E. 2002. Forest measurements. Mc Graw-Sill. 5th (ed). Boston Burr Ridge. 45 p.
- Barbosa, F., M.B. Barreto, V. Figueroa, M. Francisco, A. González, L. Lucena, K. Y. Mata, E. Narváez, E. Ochoa, L. Parra, D. Romero, J. Sánchez, M. N. Soto, A. J. Vera, A.L. Villarreal, S.C. Yabroudi, E. Medina. 2006. Desarrollo estructural

y relaciones nutricionales de un manglar ribereño bajo clima semi-árido. *Ecotrópicos* 1:13-29.

Blanco y Correa, M., F. Flores, M. Ortiz, G. Lanza, J. López, I. Valdés, C. Agráz, S. Czitrom, E. Rivera, A. Orozco, G. Jiménez, D. Benítez, J. Gómez, A. González, M. Soria, G. Otis, E. Jacobo, G. López, H. Blanco, y R. Blanco. 2011. Diagnóstico funcional de Marismas Nacionales. Informe final de los convenios de coordinación entre la Universidad Autónoma de Nayarit y la Comisión Nacional Forestal con el patrocinio del gobierno del Reino Unido, Tepic, Nayarit. 190 p.

Bodero, A. y D. Robadue. 1995. Estrategias para el manejo del ecosistema de manglar en el Ecuador. Fundación Pedro Vicente Maldonado. Guayaquil, Ecuador. 306 p.

Calderón C. y E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. *Biodiversitas*. 82: 1-6.

CATHALAC. 2007. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en Panamá. Centro de Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. Primer informe. Panamá, Panamá. 46 p.

CONABIO. 2005. Sistema de Monitoreo de Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2 p. [En línea]. [Citado el: 29 de enero de 2016.] Disponible en Web <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/smmm.html>

CONABIO.2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 35 p.

CONABIO.2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p. [En línea]. [Citado el: 25 de febrero de 2016.] Disponible en Web http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_de_Mexico_Extension_y_distribucion.pdf

CONAFOR. 2013. Inventario Estatal y de Suelos-Colima. Comisión Nacional Forestal. 131 p.

CONANP. 2010. Mantiene el gobierno federal política de protección absoluta al manglar. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2 p. [En línea].

- [Citado el: 30 de enero de 2016.] Disponible en Web http://www.conanp.gob.mx/difusion/pdf.php?id_subcontenido=141
- D Cruz L., y B. Kwiecinski. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de Bahía de Panamá. *Revista de Biología Tropical*. 1: 13-29.
- DETENAL. 1982a. Carta Edafológica. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. E13B54. Escala 1:50 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/>
- DETENAL.1982b. Carta Edafológica. Dirección de Estudios del Territorio Nacional. E13B64. Escala 1:50 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/edafologia/>
- Díaz-Gaxiola J., M. 2011. Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema Lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*. 3: 255-369.
- Díaz-Santos, F. 2005. Evaluación del estado actual de las poblaciones de 23 especies forestales en bosque naturales en el municipio de El Castillo, Rio San Juan, Nicaragua. Tesis de maestría en manejo y conservación de bosques y biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 67 p.
- Dixon J.A., y P. Lal. 1994. The management of coastal wetlands: economic analysis of combined ecologic-economic systems. *The Environment and Emerging Development Issues*. Oxford University. 2: 399-424.
- Douglas J., S. Snedaker and A. Lugo. 1974. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México, and Costa Rica. *Biotropica*. 9: 195-212.
- Duke, N., and J. Allen. 2006. *Rhizophora mangle*, *R. samoensis*, *R. racemosa*, *R. harrisonii* (Atlantic-East Pacific red mangrove). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*. 18 p.

- Elías-Rodríguez, J., L. A. 2015. Curvas de crecimiento e incremento de cuatro pináceas en el Noreste de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 77 p.
- Elizondo, C., E. Barba, M. Castillo, H. Hernández, D. Hoil, H. López, D. López, M. Humberto, J. Mendoza, J. Novelo, C. Tovilla y G. Velázquez. 2011. Estudio para caracterización y diagnóstico de humedades en Puerto Morelos. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 64 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.
- Falla-Ramírez A. 1970. Definición de términos silviculturales. Proy. INDERENA/PNUD-FE/FAO/COL. Boletín Técnico. 1: 1-20.
- FAO. 2005. The world's mangroves 1980-2005. Informes nacionales. Forestry paper 153. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 77 p.
- Forest Productivity Council. 1998. Minimum standards and stem analysis. B.C. Ministry of Forest. 7 p.
- FSC. 1996. FSC principles and criteria for forest stewardship. Forest Stewardship Council. 13 p. [Citado el: 20 de febrero del 2016]. Disponible en Web <https://es.fsc.org/es-es/certificacin/los-principios-y-criterios-del-fsc>
- Groothusen, C. y C. Alvarado. 2000. Las parcelas de muestreo permanente: bases para estudios de crecimiento y rendimiento en bosques de pino en Honduras. Programa de manejo de los recursos naturales renovables de la cuenca El Cajón. COHDEFOR, ESCANACIFOR. 84 p.
- Hernández-Trejo H. A., Priego-Santander, J. López-Portillo, y E. Isunza-Vera. 2006. Los paisajes físicos-geográficos de los manglares de la laguna de la Mancha, Veracruz, México. Interciencia. 31. 211-219.

- Imaña, E. J. y O. Encinas. 2008. Epidimetría forestal. Universidad de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 68 p.
- INEGI. 1983. Región Hidrológica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. E13-6. Escala 1: 250 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/hidrologia/default.aspx>
- INEGI. 1984a. Carta Geológica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. E13B64. Escala 1:50 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/geologia/default.aspx>
- INEGI. 1984b. Carta Geológica Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. E13B54. Escala 1:50 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/geologia/default.aspx>
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tecomán, Colima. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Clave geoestadística 06009. 9 p. [En línea]. [Citado el: 1 de marzo de 2015.] Disponible en Web <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datosgeograficos/06/06009.pdf>
- INEGI. 2011. Carta de usos del suelo y vegetación. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. E13-6-9. Escala 1: 250 000. [En línea]. [Citado el: 10 de abril de 2015]. Disponible en Web <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reconat/usosuelo/Default.aspx>
- INE-SEMARNAT. 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Dirección general de investigación de ordenamiento ecológico y conservación de los ecosistemas. México, D.F. 21 p. [En línea].

- [Citado el: 10 de abril de 2015.] Disponible en Web http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/informe_manglar.pdf
- Jiménez J. A. 1990. Th 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. 1999a. Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centro América: Contrastes Climáticos. 51-70
- Jiménez J. A. 1999b. El manejo de los manglares en el pacífico de Centroamérica. Usos tradicionales y potenciales. Jiménez, J. A., 1999. El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales, en: A. Yáñez Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.). *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología. México, UICN/ORMA, Costa Rica. pp 275-290.
- Jiménez J.A., A. E. Lugo, and G. Cintron. 1985. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica* 3: 117-185.
- Kathiresan, K., and B. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. Annamalai University. *Advances in marine biology*. 40: 81-251.
- Klepac, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2ª. (ed). Universidad Autónoma de Chapingo, México. 279 p.
- Kuehl, R. O. 2001. Diseño de experimento, principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2ª. (ed). Thomson Learning. México, D.F. 66 p.
- Leaño, C. 1998. Monitoreo de parcelas permanentes de medición en el bosque Chimanes. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 24 p.
- Lema-Vélez, L. F., y J. Polanía. 2007. Estructura y dinámica del manglar del delta del Río Ranchería, Caribe colombiano. *Biología Tropical*. 1: 11-21.
- LGVS.2000. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación 13 de julio del 2000. Última reforma en el Diario Oficial de la Federación 26 de enero del 2015. 68 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-Mendoza, R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía I. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. 121 p.
- López-Portillo J., y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. Madera y Bosques. Número especial. 27-51.
- Lugo A.E., and S. Snedaker. 1974. The ecology of mangrove. Annual review of ecology and systematics. 5: 39-64.
- 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. pp 58-70.
- Menéndez-Carrera, L., M. 2014. El ecosistema de manglar en El Archipiélago Cubano: bases para su gestión. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 167 p.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. 2ª (ed). Departamento de prensa y turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 426 p.
- Miranda, F., y E. Hernández. s/f. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Instituto de biología de la UNAM. 178 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.
- Olvera-Vargas, M., S., Moreno G., y B. Figueroa. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Manual para su establecimiento. 1^{era} (ed). Universidad de Guadalajara. 57 p.

- Partida-Moncada, J., A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero el Chupadero, Tecomán, Colima. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 68 p.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. FAO. 413 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. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 75 p.
- RAMSAR. 2006. Manual de la Convención de Ramsar. Guía a la convención sobre los humedales. 4ª ed. Secretaria de la Convención de Ramsar, Gland Suiza. 121 p. [En línea]. [Citado el: 25 de febrero de 2016.] Disponible en Web http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf
- Rico-Gray V. 1981. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae) un nuevo registro para las costas de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 7: 163-165.
- Rodríguez, L., L. Menéndez, J. M. Guzmán, A.V. González y R. Gómez. 2006. Los manglares del Archipiélago Cubano: Estado de conservación actual. En Archipiélago Cubano: estudios y experiencias enfocadas a su gestión. Academia. pp 37-45.
- Rodríguez-Ramírez A., J. Nivia-Ruíz y J. Garzón-Ferreira. 2004. Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la Bahía de Chengue, Santa Marta, Colombia. Boletín de investigaciones marinas y costeras. 33: 223-244.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., C. Troche-Souza, A.D. Vázquez-Lule, J.D. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, M.I. Cruz-López, R. Ressler, A. Uribe-Martínez, S. Cerdeira-Estrada, J.

- Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, R. Jiménez-Rosenberg, L. Fueyo-MacDonald y C. Galindo-Leal. 2013. Manglares de México/Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.128 p.
- Rosete-Vargas F., J. Pérez-Damián, M. Villalobos-Delgado, E. Navarro-Salas, E. Salinas-Chávez y R. Remond-Noa. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques*. 20: 21-35.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 p. [En línea]. [Citado el: 26 de Mayo de 2016.] Disponible en Web http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Content.pdf
- Sanjurjo-Rivera R., y S. Welsh-Casas. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta ecológica* 74: 55-68.
- 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.
- SEMARNAT. s/f. Política Nacional de Humedales. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 253 p. [En línea]. [Citado el: 28 de febrero de 2016.] Disponible en Web http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/PNH_SEMARNAT.pdf
- 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.
- Spaninks, F., and P. van Beukering. 1997. Economic valuation of mangrove ecosystems potential and limitations. University Amsterdam. 54 p.
- Tovilla, H. C. 2006. Propuesta para la conservación, manejo y restauración en los manglares de la costa de Chiapas. Laboratorio de ecología de manglares y zona costera, El colegio de la Frontera Sur, unidad Tapachula y Consejo de

- ciencia y tecnología del estado de Chiapas. Tapachula, Chiapas México. 148 p.
- Trejo-Torres, J. 2009. Un mangle de Plata: El Botoncillo (*Conocarpus erectus*). Posgrado en Ciencias Biológicas, Unidad de Recursos Naturales. CICY 1: 21-22. [En línea]. [Citado el: 29 de enero de 2016.] Disponible en Web http://www.cicy.mx/SITIOS/desde_herbario/2009/julio/un-mangle-de-plata-el-botoncillo-conocarpus-erectus
- Tribaldos, A. 2008. Guía de identificación de mangles del humedal Bahía de Panamá. Proyecto de biomonitorio Participativo en el Humedal Bahía de Panamá. Sociedad Audubon de Panamá, Panamá. 19 p.
- Turner R., J. van den Bergh, T. derqvist, A. Barendregt, J. van der Straaten, E. Maltby, E. van Ierland. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics*. 35: 7-23.
- UNAM-Dirección de Geografía. 1970. Carta de climas. Clasificación de climas según Köppen modificado por Enriqueta García, isoterma e isoyetas medias anuales Colima 13Q-VI 1:500 000.
- UNEP. 2011. Economic Analysis of Mangrove Forests. A case study in Bazi Bay, Kenia. United Nations Environment Programme. 42 p.
- Uribe-Pérez J., y L., E. Urrego-Giraldo. 2009. Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar. *Gestión y Ambiente*. 2: 57-72.
- Valdez J. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. *Maderas y Bosque*. 10: 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.
- Veliz-Rodríguez, J., L. 2009. Diversidad y estructura de los manglares de Tecomán, Colima. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 57 p.
- Yáñez-Arancibia A., R. Twilley, y A. Lara-Domínguez. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático. *Madera y Bosque*. 4: 3-19.

Yáñez-Arancibia, A., y A. Lara-Domínguez. 1999. Ecosistemas de manglar en América tropical. Instituto de Ecología: 380 p.

No.	Modelo	b_0	b_1	R_{aj}^2
1	$H=b_0 DAP+b_1 DAP^2$	0.6764	-0.00655	0.47233
2	$H=b_0+b_1 \ln(DAP)$	-0.61732	4.06891	0.67132
3	$H=b_0(1-e^{-b_1 DAP})$	16.2338	-0.06300	0.58990
4	$H=b_0(DAP^{b_1})$	2.9835	0.43980	0.72801

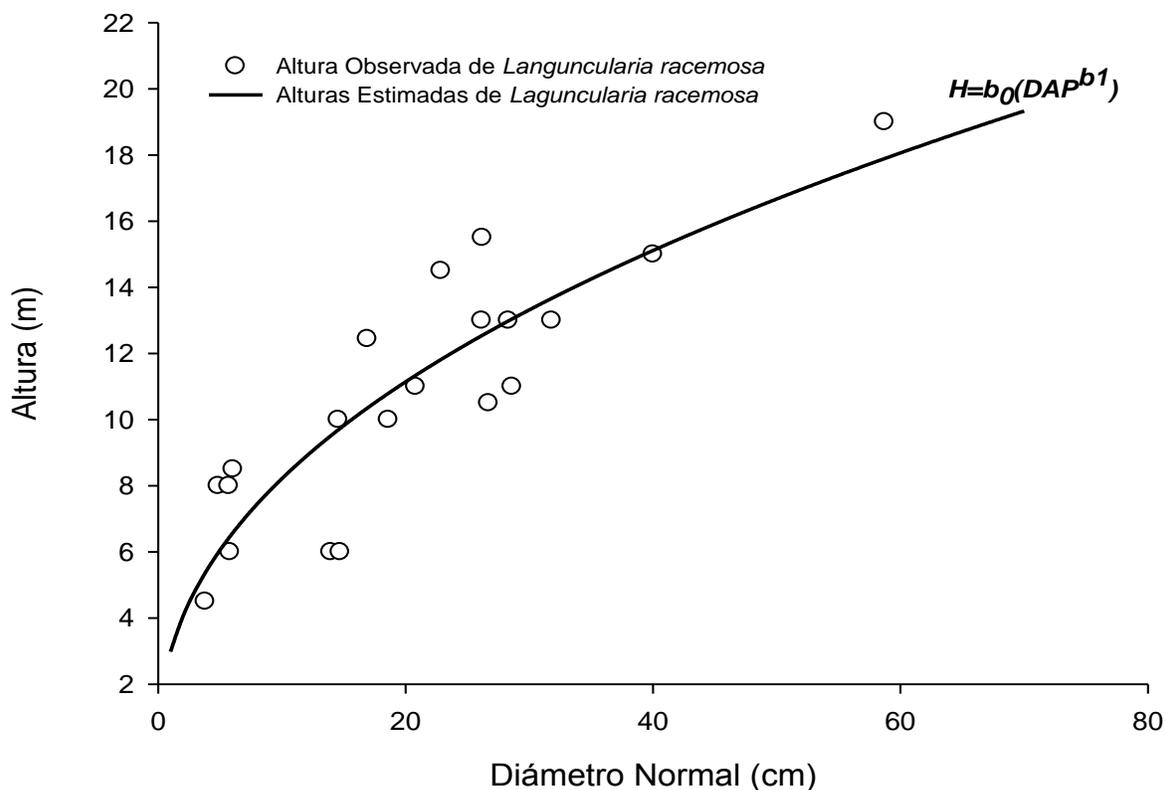
9 ANEXOS

Anexo 1. Valores del Coeficiente de determinación ajustado para *Laguncularia racemosa* Gaertn.

Dónde: 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: Curva de ajuste en altura para *Laguncularia racemosa* Gaertn

No.	Modelo	b_0	b_1	R_{aj}^2
1	$H=b_0 DAP+b_1 DAP^2$	1.1362	-0.0202	0.37753
2	$H=b_0+b_1 \ln(DAP)$	2.84036	3.54674	0.6644
3	$H=b_0(1-e^{-b_1 DAP})$	14.3408	-0.1526	0.59680
4	$H=b_0(DAP^{b_1})$	5.1766	0.3178	0.66088

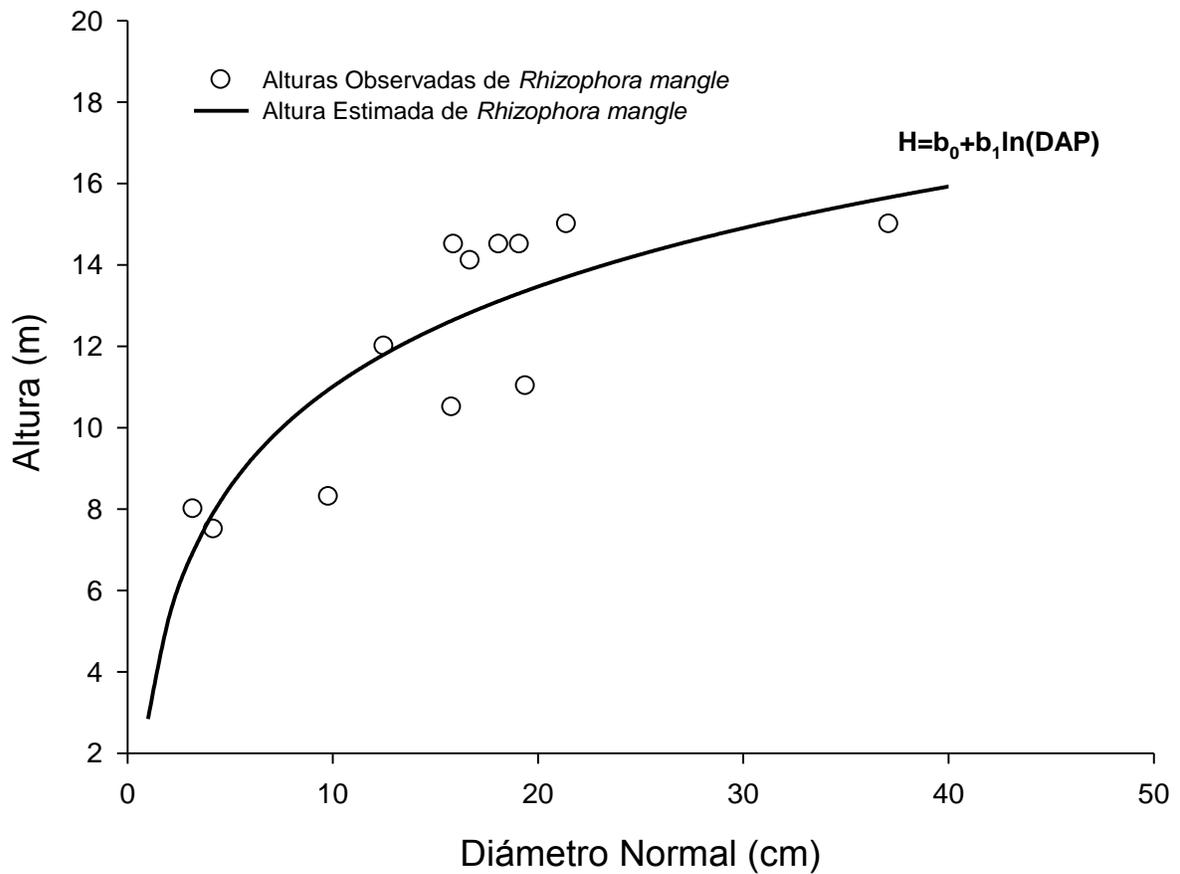


Dónde: H= altura estimada (m), DAP= diámetro a la altura del pecho (cm), y b_0 y b_1 = parámetros de regresión.

Anexo 3. Valores del Coeficiente de determinación ajustado para *Rizophora mangle* L.

Dónde: 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 4: Curva de ajuste en altura para *Rhizophora mangle* L.



Dónde: H= altura estimada (m), DAP= diámetro a la altura del pecho (cm), ln= logaritmo natural, b_0 y b_1 = parámetros de regresión.

Anexo 5. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Chupadero, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2014 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2007 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	39.2016	38.0787	0.1604
La-ra	2	8.9864	9.6393	-0.0933
La-ra	3	42.1194	46.8185	-0.6713
La-ra	4	56.0091	49.1423	0.9810
La-ra	5	92.7881	83.9322	1.2651
La-ra	6	128.3181	120.5115	1.1152
La-ra	7	23.6910	22.5785	0.1589
La-ra	8	77.2563	64.7560	1.7858
Promedio				0.5877

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y AB= área basal.

Anexo 6. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2015 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	23.8119	22.4716	0.1915
La-ra	2	11.1395	11.5839	-0.0635
Promedio				0.0640

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y AB= área basal.

Anexo 7. Incremento en Área Basal por sitio para la población Las Margaritas, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2015 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	38.6675	45.1370	-0.9242
La-ra	2	46.0309	47.0805	-0.1499
La-ra	3	47.0512	43.7637	0.4696
Promedio				-0.2015

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y AB= área basal.

Anexo 8. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2015 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	39.3648	36.2905	0.4392
La-ra	2	27.6567	29.8483	-0.3131
La-ra	3	103.1346	81.9024	3.0332
La-ra	4	80.2689	97.4441	-2.4536
Promedio				0.1764

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y AB= área basal.

Anexo 9. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Chupadero, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2014 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2007 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
Rh-ma	1	1.0632	1.0632	0.0000
Rh-ma	2	0.3444	0.5165	-0.0246
Rh-ma	3	0.3281	0.6561	-0.0469
Rh-ma	4	13.9680	13.9680	0.0000
Rh-ma	5	6.8664	6.4939	0.0532
Rh-ma	6	1.5592	3.1183	-0.2227
Rh-ma	7	0.5150	0.5150	0.0000
Rh-ma	8	4.8870	4.8870	0.0000
Rh-ma	9	13.5100	13.6566	-0.0209
Rh-ma	10	2.8322	4.9624	-0.3043
Promedio				-0.0566

Dónde: Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. y AB= área basal.

Anexo 10. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2015 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
Rh-ma	1	0.4300	0.4300	0.0000
Promedio				0.0000

Dónde: Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. y AB= área basal.

Anexo 11. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	AB 2015 (m ³ ha ⁻¹)	AB 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en AB ha ⁻¹ año ⁻¹
Avi-ger	1	0.9377	1.5003	-0.0804
Promedio				-0.08049

Dónde: Avi-ger= *Avicennia germinans* (L) L. y AB= área basal.

Anexo 12. Incremento en Volumen por sitio para la población de Chupadero, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2014 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2007 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	230.2792	222.1607	1.1598
La-ra	2	52.5643	56.1967	-0.5189
La-ra	3	229.0518	240.6273	-1.6536
La-ra	4	330.6245	286.6786	6.2780
La-ra	5	541.5247	486.9058	7.8027
La-ra	6	782.0406	755.0870	3.8505
La-ra	7	141.2693	141.0430	0.0323
La-ra	8	416.4477	338.8771	11.0815
Promedio				3.5040

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y Vol= volumen.

Anexo 13. Incremento en Volumen por sitio para la población de Boca de Pascuales, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2015 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	141.5603	132.5711	1.2842
La-ra	2	61.6613	69.9809	-1.1885
Promedio				0.0478

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y Vol= volumen.

Anexo 14. Incremento en Volumen por sitio para la población de Las Margaritas, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2015 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	222.9323	257.8490	-4.9881
La-ra	2	387.7798	453.4154	-9.3765
La-ra	3	265.5233	246.1656	2.7654
Promedio				-3.8664

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y Vol= volumen.

Anexo 15. Incremento en Volumen por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2015 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
La-ra	1	219.1568	193.0178	3.7341
La-ra	2	147.0200	174.6700	-3.9500
La-ra	3	586.2806	449.1648	19.5880
La-ra	4	410.9590	468.8212	-8.2660
Promedio				2.7765

Dónde: La-ra= *Laguncularia racemosa* Gaerth y Vol= volumen.

Anexo 16. Incremento en Volumen por sitio para la población de Chupadero, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2014 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2007 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
Rh-ma	1	4.9261	4.9261	0.0000
Rh-ma	2	1.3336	2.0004	-0.0953
Rh-ma	3	1.2505	2.5011	-0.1786
Rh-ma	4	78.3017	78.3017	0.0000
Rh-ma	5	45.2577	30.3926	2.1236
Rh-ma	6	7.5045	15.0090	-1.0721
Rh-ma	7	2.2232	2.2232	0.0000
Rh-ma	8	22.0696	22.0696	0.0000
Rh-ma	9	66.3743	69.7443	-0.4814
Rh-ma	10	12.4681	20.9220	-1.2077
Promedio				-0.0912

Dónde: Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. y Vol= volumen.

Anexo 17. Incremento en Volumen por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2015 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹	Especie
Rh-ma	1		0.7743	0.7743	0
Promedio					0

Dónde: Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. y Vol= volumen.

Anexo 18. Incremento en Área Basal por sitio para la población de Tecuanillo, Tecomán, Colima.

Especie	Número de sitio	Vol 2015 (m ³ ha ⁻¹)	Vol 2008 (m ³ ha ⁻¹)	Incremento en Vol ha ⁻¹ año ⁻¹
Avi-ger	1	3.7605	6.0168	-0.3223
Promedio				-0.3223

Dónde: Avi-ger= *Avicennia germinans* (L) L. y Vol= volumen.

Anexo 19. Intervalo de Confianza al 95 % para los parámetros de área basal y volumen en cada una de las poblaciones muestreadas.

Población	<i>Laguncularia racemosa</i>				<i>Rhizophora mangle</i>				<i>Avicennia germinans</i>	
	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	I.C.	Volumen (m ³ ha ⁻¹)	I.C.	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	I.C.	Volumen (m ³ ha ⁻¹)	I.C.	Área Basal (m ² ha ⁻¹)	Volumen (m ³ ha ⁻¹)
Boca de Pascuales	0.064	±1.620	0.048	±15.709	.	.	.	.	.	.
Chupadero	0.588	±0.688	3.504	±3.792	-0.057	±0.0813	-0.091	±0.645	.	.
Las Margaritas	-0.202	±1.735	-3.866	±15.273	.	.	.	.	.	.
Tecuanillo	0.176	±3.604	2.777	±19.504	0	*	0	*	-0.08*	-0.322*

*Poblaciones sin intervalo de confianza para cada parámetro debido a solo encontrarse en un solo sitio de muestreo y población. I.C. Intervalo de Confianza.

Anexo 20. Fotografías de las poblaciones de manglar en Tecomán, Colima.

Población Chupadero	
Sitio 1 La Maquina	Sitio 3 Callejón de Apiza
	
Sitio 6 La Narro	Sitio 13 La Quebrada
	
Población Boca de Pascuales	
Sitio 1 El Coral	Sitio 1 El Coral
	

Sitio 2 El Retorno	Sitio 2 El Retorno
	
Población Tecuanillo	Población Tecuanillo
Sitio 2 Las Palmeras	Sitio 2 Las Palmeras
	
Sitio 2 Las Palmeras	Sitio 3 Los Gigantes
	
	