UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Región Poza Rica Tuxpan

Maestría en Ciencias del Ambiente

"Evaluación de la pérdida de superficie de los manglares del municipio de Tamiahua Ver"

Que para obtener el título de
Maestra en Ciencias del Ambiente

Presenta
Marbella Martínez Hernández

Director de Tesis:
M.A. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Co- Director de Tesis

Dra. Maribel Ortiz Domínguez

Tuxpan, Ver. **Junio, 2013**

La presente Tesis titulada: **"Evaluación de la pérdida de superficie de los manglares del municipio de Tamiahua Ver"**, realizada por la C. Marbella Martínez Hernández, bajo la dirección del M.A AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ y asesorías del consejo particular del DRA. MARIBEL ORTIZ DOMÍNGUEZ, ha sido revisada y aprobada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

M.A. AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ

DIRECTOR

DRA. MARIBEL ORTIZ DOMÍNGUEZ

CODIRECTOR

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver. Junio 2013.

Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Maestría en Ciencias del Ambiente

Universidad Veracruzana

Revisión del trabajo recepcional de la Alumna: **Marbella Martínez Hernández**

Nombre	Fecha	Fecha	Dictamen	Firma
Consuelo Domínguez B.	13/VI/13		APROBADO	
Francisco Javier Martínez F.	13/VI/13		APROBADO	
Ascención Capistrán Barradas	30/VIII/13		APROBADO	

En la presente revisión se acordó que el trabajo recepcional denominado "Evaluación de la pérdida de superficie de los manglares del municipio de Tamiahua, Ver." que presenta el sustentante para obtener el Título de Maestra, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

AGRADECIMIENTOS

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

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada durante el periodo febrero de 2012 a enero de 2013, lo que permitió culminar mis estudios de posgrado.

Al Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) por el soporte concedido para realizar los trabajos en campo y procesamiento en gabinete.

Al Doctor Ernesto Rodríguez Luna con respeto y gratitud por alentar siempre la investigación.

Al M. A. Agustín de Jesús Basañez Muñoz por reforzar la inquietud para desarrollar el presente trabajo.

Un agradecimiento especial al Maestro F. Javier Martos Fernández por su apoyo y paciencia brindado en todo momento.

Gracias a los Doctores; Maribel Ortíz Domínguez, Consuelo Domínguez Barradas, Ascensión Capistrán Barradas e Ivette Chamorro Florescano, por su apoyo y acertadas observaciones para mejorar el documento.

Agradezco también por su apoyo y compañía durante la fase de campo a Manuel, Ricardo y Roberto.

A mis compañeros y maestros de posgrado por sus aportes para mejoría de mi formación profesional.

DEDICATORIAS

A mi pequeña Maylid, por ser uno de los motores que impulsa mi vida, gracias por tu amor, comprensión y complicidad.

A mis padres que desde el lugar en que se encuentren, estarán dichosos de que haya logrado una meta más en mi vida.

A mis hermanos Adrian, Julick y Armin, por sus palabras de aliento, su cariño y apoyo.

A todos mis amigos y amigas por su sinceridad y confianza.

INDICE

I.- INTRODUCCIÓN……... 1

II.- ANTECEDENTES……. 4

III.- OBJETIVOS……. 10

IV.- AREA DE ESTUDIO…… 16

4.1.- Descripción de las estaciones de muestreo……. 16

V.- MATERIAL Y METODOS…… 20

5.1.- Estimación de la tasa de Cambio……. 20

5.2.- Parámetros estructurales…….. 22

5.3.- El Índice de Valor de Importancia…….. 23

5.4.- Índice de complejidad de Holdridge 1971…….. 25

5.5.- Áreas de reclutamiento de plántulas de mangle…… 25

VI.- RESULTADOS……..... 26

6.1.- Estimación de la tasa de cambio…… 26

6.2.- Parámetros estructurales…… 34

6.2.1.- Estructura del manglar…… 34

6.2.2.- Parámetros promedio encontrados para cada

transecto…… 38

6.3.- índice de Valor de Importancia e índice de Complejidad……. 44

6.3.1.- índice de Valor de Importancia……. 44

6.3.2.- índice de Complejidad……. 49

6.4.- Áreas de reclutamiento de plántulas de mangle…….. 50

VII.- DISCUSION……..... 57

VIII.- CONCLUSIONES ……. 64

IX.- APLICACIÓN PRACTICA DEL TRABAJO…… 68

9.1.- PROPUESTA DE MANEJO……. 68

X.- BIBLIOGRAFIA…… 69

XI.- ANEXOS…… 81

ANEXOS

ANEXO A.- Recomendaciones para la medición del DAP en los casos de anomalías del terreno o características particulares de los árboles (Tomado de Melo y Vargas, 2003)…… 81

ANEXO B.- Anexo Fotográfico de las plántulas encontradas en cada estación……. 82

ANEXO B.1.- Plántulas de la Estación Ciénega Tamiahua 1……. 82

ANEXO B.2- Plántulas de la Estación Saladero 2……. 83

ANEXO B.3.- Plántulas de la Estación Isla del Ídolo 3……. 84

ANEXO B.4.- Plántulas de la Estación Zanjita-4…… 86

ANEXO C.- Tablas de coordenadas de los sitios de reclutamiento registrados para la laguna de Tamiahua en las diferentes estaciones consideradas…… 88

ANEXO D.- Propuesta de manejo de los manglares de Tamiahua, Veracruz, México. 91

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficies de manglar encontradas para cada estación de muestreo, de los manglares de Tamiahua, Veracruz, México. en el Tiempo…….…….. 26

Cuadro 2. Estimación de la tasa de cambio de los manglares de Tamiahua en T1, T2, T3 y T4…….…… 32

Cuadro 3. Pérdida de cobertura de superficie de manglar en los diferentes tiempos…….……. 33

Cuadro 4. Tasa de cambio porcentual en diferentes periodos……..……..…… 33

Cuadro 5. Características estructurales por especie del bosque de manglar de la laguna de Tamiahua……..…… 34

Cuadro 6. Parámetros promedio de los árboles de mangle en los sitios de muestreo de Tamiahua, Veracruz, México. ……. 35

Cuadro 7. Valor de Importancia de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México……...……..…….…. 44

Cuadro 8. Valor de Importancia de la Estación Ciénega Tamiahua..……..…… 45

Cuadro 9. Valor de Importancia de la Estación Saladero...…….…….. 46

Cuadro 10. Valor de Importancia de la Estación Isla del Ídolo...……..…….. 46

Cuadro 11. Valor de Importancia de la Estación Zanjita...……..……. 47

Cuadro 12. Parámetros estructurales para el bosque de manglar en cuatro sitios de la Laguna de Tamiahua, Tamiahua Veracruz México……..……...……. 48

Cuadro 13. Índice de Complejidad de Holdridge (1971) de la laguna de Tamiahua, Tamiahua, Veracruz, México……. 49

Cuadro 14.- Tabla comparativa de parámetros estructurales reportados en diferentes zonas de manglar…… 49

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Porción de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Correspondiente al Municipio de Tamiahua y Estaciones de muestreo..... 15

Figura 2. Ubicación del sitio de muestreo Estación Ciénega–Tamiahua, Veracruz, México..... 16

Figura 3. Ubicación del sitio de muestreo Estación Saladero…….…….…. 17

Figura 4. Ubicación del sitio de muestreo Estación Isla del Ídolo……..……. 18

Figura 5. Ubicación del sitio de muestreo Estación Zanjita……..…….. 19

Figura 6. . Comparativo T1 y T2 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua, Veracruz, México……..…… 27

Figura 7. Tiempo 3 Inventario Nacional Forestal 2007 para el municipio de Tamiahua, Veracruz, México…….……. 28

Figura 8. Comparativo T2 y T3 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua, Veracruz, México…….…… 29

Figura 9. Superficie de vegetación de manglar de las estaciones de muestreo del municipio de Tamiahua Inventario Nal. For. 2009……..……. 30

Figura 10. Comparativo T3 y T4 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua, Veracruz, México…….…… 31

Figura 11. Alturas medias de los árboles de mangle en la Laguna de Tamiahua,

Veracruz, México…….…… 36

Figura 12. DAP Medias de los árboles de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México ……..…….. 37

Figura 13. Área basal en los árboles del manglar en las cuatro diferentes sitios…….…..……. 38

Figura 14. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Ciénega Tamiahua…….……. 39

Figura 15. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Saladero…… 39

Figura 16. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Isla del Ídolo..……..……. 40

Figura 17. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Zanjita..…….…… 41

Figura 18. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Ciénega Tamiahua….…….… 41

Figura 19. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Saladero…….…..…… 42

Figura 20. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Isla del Ídolo……. 42

Figura 21. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Zanjita 4……... 43

Figura 22. Áreas de reclutamiento observadas en Ciénega Tamiahua…….. 53

Figura 23. Áreas de reclutamiento observadas en Saladero……..…….. 54

Figura 24. Áreas de reclutamiento observadas en Isla del Ídolo……..…… 55

Figura 25. Áreas de reclutamiento observadas en Zanjita…….…….. 56

Figura 26. Recomendaciones para la medición del DAP en los casos de anomalías del terreno o características particulares de los árboles…… 81

RESUMEN

Los cambios que ha sufrido la cobertura del manglar en las últimas décadas son alarmantes, evidentemente el mayor impacto es ocasionado por las actividades humanas principalmente el cambio de uso del suelo. Aunado a ello a pesar de que existe información oficial disponible es necesario realizar evaluaciones específicas que permitan una aproximación de la superficie perdida. Así también evaluar la estructura de las franjas de bosque que aún prevalecen. En la Laguna de Tamiahua se identificaron cuatro tiempos (1992, 2000, 2007 y 2009) que registran las áreas de manglar para determinar los cambios de superficie a través del tiempo. Se encontró una pérdida de un 49% en un lapso de 17 años. La tasa de cambio calculada en el mismo periodo fue de 2.53%. Otro aspecto importante y complementario que abordó el presente trabajo fue la estructura actual de los manglares de Tamiahua para ello se distinguen cuatro estaciones de muestreo Cienega, Saladero, Idolo y Zanjita. La densidad más alta está dada por *Avicennia germinans* (1,135.70 árboles/ha), así también el área basal (16.30 m²/ha). Sin embargo la mayor altura corresponde a *Rhizophora mangle* (5.99 m). Se requirió aplicar una prueba no paramétrica (Kruskall Wallis) en virtud de que los datos no se ajustan a la distribución normal. Con ella se constató que las localidades son significativamente diferentes en alturas, áreas basales y diámetros. El índice de Valor de importancia estuvo dado en su mayoría por *Avicennia germinans;* el Índice de complejidad tuvo un valor de 5.47. Asociado a estos datos se georeferenciaron 25 puntos en los que se ubicaron plántulas de *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* en los manglares de Tamiahua.

I.- INTRODUCCION

Los manglares son hábitats de transición entre los ecosistemas terrestres y los ambientes marinos que los circundan. Se desarrollan en lagunas costeras, zonas estuarinas y desembocaduras de ríos (CONABIO, 2009). Son una fuente muy importante de bienes y servicios ambientales, entre los cuales podemos destacar retención de sedimentos, barreras contra nortes y huracanes, zonas de resguardo de especies de importancia económica, por lo menos en alguno de sus estadios. Por otro lado, hacen la función de filtros biológicos al remover nutrientes y toxinas, como alimento, combustible, amortiguadores de radiación solar, son una fuente de productos madereros, taninos, leña, entre otros (Calderón *et al.,* 2009).

En México hay cinco especies de manglar: el mangle rojo *Rhizophora mangle*, el mangle negro *Avicennia germinans*, el mangle blanco *Laguncularia racemosa*, el mangle botoncillo *Conocarpus erectus* (Pennington y Sarukhán, 1969) y una especie de mangle rojo que sólo ha sido registrada en las costas de Chiapas, *Rhizophora harrissoni* (Rico-Gray, 1981). Otra especie que ha sido reportada recientemente para la costa de Chiapas es *Avicennia bicolor* (Tovilla-Hernández *et al.,* 2010). En la Península de Yucatán, se reporta una variedad de mangle botoncillo, *Conocarpus erectus sericeus* (Agráz-Hernández *et al*., 2006); esta ha sido registrada también para el municipio de Tuxpan, Veracruz (Basáñez *et al*., 2003).

No obstante la importancia ecológica y socioeconómica que representan estos humedales son sujetos de una degradación y destrucción sistemática y acelerada por

contaminación, cambio de uso del suelo, deficientes obras hidráulicas y tala inmoderada (Valdez-Hernández, 2004).

En México, los manglares se distribuyen a lo largo de las costas del océano Pacífico, Golfo de México y el Mar Caribe, en 17 estados de la república con litoral (CONABIO, 2009). En 1991, se realizó un inventario forestal que indicó que la tasa de deforestación de manglar fue de aproximadamente 60% durante los últimos 20 años (Moreno-Casasola, *et al*., 2002). La sobreexplotación del mangle y su conversión a otros usos, contribuye a su degradación (Herrera-Silveira y Ceballos, 1998).

En la actualidad existe una amplia divergencia entre las distintas estimaciones de la extensión del manglar en el país debido a la variedad de métodos y escalas de análisis utilizadas, lo que hace complicado estimar la pérdida-ganancia real de los manglares del país. Los datos más completos reportados por Núñez Farfán en 1997, fluctúan en el rango de 12 a 20 millones de hectáreas (anteriores al Inventario Nacional de la CONABIO, 2009). Sin embargo, la disposición de información a una escala semidetallada continúa siendo una necesidad imperiosa para que los tomadores de decisiones garanticen su conservación y diseñen programas de restauración, entre otros (Hernández-Trejo, *et al*., 2010).

A nivel estatal, existen algunos análisis de fotografías e imágenes satelitales o vectoriales para determinar cobertura de manglar a una escala 1:50,000. No sucede así en el caso de los municipios que cuentan con estos ecosistemas por lo que es

importante generar una línea de conocimiento base que además tenga un soporte con datos obtenidos en campo. Un problema que se ha detectado, es que existe inexactitud al cotejar fotos, imágenes satelitales o archivos vectoriales con las superficies existentes en campo (Moreno-Casasola, *et al*., 2002). Por lo tanto, es evidente la necesidad de diagnósticos locales (López-Portillo, 2006). Otro aspecto de interés básico es el estado actual de su estructura y evaluar el nivel de perturbación humana (Núñez Farfán, 1997).

El presente estudio pretende contribuir a la evaluación de la tasa de cambio de los manglares de Tamiahua desde 1992 a 2009, empleando el método de comparación de polígonos en virtud de que se cuenta con información oficial del Inventario Nacional Forestal y la CONABIO. Asociado a lo anterior, resulta necesario corroborar la presencia de mangle en las franjas reportadas para 2009 y analizar cuál es la estructura actual de manglar, que especie es dominante y la complejidad del bosque.

Otro aspecto que reviste importancia es identificar cuáles son las principales áreas de reclutamiento de plántulas de manglar, ya que esta información nos da una idea de la dinámica del bosque además de conformar la línea base para futuros trabajos y proyectos.

II.- ANTECEDENTES

Muchas áreas de manglar en México han sido deforestadas para dar paso a la agricultura, ganadería, acuicultura y desarrollo turístico entre otros, situación que genera cambios importantes en la superficie de dichos ecosistemas (FAO, 2007).

En relación a la superficie total que ocupan estos bosques en México, Flores y colaboradores (1971) calcularon, con base en fotografías aéreas y estudios de campo, 14 200 km² (0.7% del territorio nacional). Según el Inventario Nacional Forestal realizado por INEGI en el año 2000, el Manglar ocupa una superficie de 942,097 has de las cuales Veracruz está representado con el 4.9% (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009).

Existen diferentes metodologías que permiten determinar la tasa de pérdida de superficies de manglar en México. El Instituto Nacional de Ecología, en 2005, realizó una evaluación preliminar mediante la comparación bibliográfica y a través de la comparación de polígonos en diferentes años, en este último caso los Sistemas de información geográfica son un apoyo fundamental.

A causa de lo anterior surge la necesidad de realizar un estudio más detallado sobre la extensión y tendencias de cambio de este ecosistema por ello la CONABIO (2009) mediante el uso de imágenes SPOT y recorridos en campo inicia un Inventario Nacional de Manglares, actualmente cuenta con información completa de 76 sitios de manglar el resto están en revisión de los especialistas.

En Veracruz se cuenta con análisis de datos de cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI, escala 1:50,000 además se vincula con otros factores encontrándose que las capturas pesqueras no dependen exclusivamente de un factor sino que son consecuencia ecológica de procesos costeros más complejos como lo implica el área de una cuenca hidrológica (Moreno-Casassola *et al*., 2002).

Otro trabajo que considera cartografía y fotografías aéreas es el que realizó Hernández Trejo *et al*, 2010 en la laguna de la Mancha, describiendo el desarrollo de la vegetación de acuerdo al tipo de suelo y nivel de inundación.

Con respecto a la dinámica en el bosque de manglar, la mayoría de los trabajos se han centrado principalmente en aspectos físicos y técnicos (Choudhury, 1997), en este sentido la estructura ha sobresalido en los trabajos que constituyen la base de estudios especializados. Este parámetro en los manglares es moldeada por una combinación de factores que incluye principalmente los climáticos, geomorfológicos y ecológicos, (López *et al*., 2011).Además, es un indicador del grado de desarrollo y de las condiciones ambientales en las que se encuentra (Teutli-Hernández, 2008).

Algunos estudios realizados a nivel internacional, sobre la estructura de los manglares muestran cierta similitud, por ejemplo en Colombia (Lema-Veléz y Polanía, 2006; Cadavid, *et al.,* 2011). En Costa Rica refieren datos de estructura forestal y el estado de las plántulas además de la biomasa y productividad (Fonseca, *et al.,* 2007. En Venezuela se ha estudiado la estructura y algunos parámetros físico químicos

(Barboza, *et al.,* 2010); (López, *et al*., 2011). Tovilla-Hernández y Sánchez-Pérez (2010) Así también en Honduras *(*Linares *et al.*, 2011).

Los manglares de México, en particular, se encuentran en el Pacífico, en el Golfo y en el Caribe de México. En el Pacífico, su límite de distribución Norte está en Baja California Sur, a la altura de la Laguna San Ignacio y en el Mar de Cortés en Bahía de los Ángeles (Baja California Norte) y en el Estero del Sargento, en Sonora. En el Golfo de México el límite se ubica en el sur de Tamaulipas Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2009.

En México se han realizado diversos estudios relacionados con la ecología del manglar algunos descriptivos y otros enfocados a determinar los parámetros ecológicos. La amplia distribución geográfica y latitudinal de los manglares en México da como resultado una amplia variación en la estructura y en riqueza de especies entre comunidades (Lot-Helgueras *et al*., 1975).

En la Laguna de Juluapan, Col. México, Jiménez-Quiroz y González (1996), reportan dos especies de mangle: *R. mangle* y *L. racemosa*. La mayor densidad de individuos corresponde a *L. racemosa*, el índice de complejidad fue muy pequeño.

Los manglares muestran diferencias sustanciales en su estructura y funciones, de acuerdo al sitio. Sin embargo, se pueden generalizar algunos patrones evidentes como

el clima, que además de influir en la composición florística y faunística afecta también la estructura y las funciones de los manglares. Por ejemplo, en áreas sujetas a cambios abruptos por una mayor precipitación pluvial se dan mayores áreas basales (Jiménez, 1999).

En Yucatán y Campeche se determinó la estructura del manglar encontrando que la especie dominante en la zona externa fue *R. mangle y Laguncularia racemosa* en la zona interna, con este trabajo se pudo constatar que existen variaciones de los parámetros estructurales de cada una de las especies encontradas de acuerdo a su ubicación con respecto del cuerpo de agua (Zaldívar *et al*., 2004).

Estero el Conchalito en Baja california Sur se estimaron valores promedio de densidad, altura y área basal, encontrándose que la especie de mayor dominancia fue *Laguncularia racemosa*, seguida de *Rhizophora mangle* y finalmente *Avicennia germinans* (Felix-Pico *et al*., 2006).

En México, se han monitoreado los bosques de manglar, para obtener datos estructurales de Marismas Nacionales, Nayarit; Alvarado, Veracruz; Sian Ka´an, Quintana Roo; Chacahua, Oaxaca; Costa Alegre, Jalisco y Colima; aquí reportan como especie con el mayor valor de importancia a *Avicennia germinans,* considerando área basal, densidad, dominancia, frecuencia *(*Acosta Velásquez y Rodríguez Zúñiga, 2007).

Asimismo en la encrucijada, Chiapas se monitorearon cambios de densidad y estructura en el lapso de un año evidentemente la densidad se redujo al incrementarse el grosor y la altura del arbolado (Tovilla-Hernández, *et al*., 2010).

Otros estudios que incluyen datos de estructura se han realizado en Bahía de Chetumal México (López Adame *et al.*, 2010), La reserva de la biósfera “los petenes” localizada en Campeche, México (Espinosa Garduño *et al.*, 2010). En Tabasco (Jesús-García *et al*., 2010), principalmente incluyen los descriptores citados en los párrafos anteriores así también el índice de valor de importancia y el índice de complejidad.

Para el caso particular del estado de Veracruz también se han realizado algunos trabajos que refieren a la estructura del manglar, como el de los manglares asociados a las lagunas de la mancha y del ostión en Veracruz (Domínguez y colaboradores, 2010). Específicamente en la región norte, la estructura del bosque de manglar muestra como especie dominante a *Avicennia germinans* en la laguna de Tampamachoco (Martínez-Hernández, 2003) y en el ejido cerro de Tumilco (Basáñez-Muñoz *et al.*, 2006). También Nuñez-Farfán (1997), determinó la variación en la estructura y composición florística en doce comunidades de manglar, incluyendo la laguna de Tamiahua y reporta a *Avicennia germinans* como la especie más abundante.

Complementario a lo anterior es importante mencionar la regeneración dentro de un bosque de manglar porque es una de las características estructurales que contribuye a determinar el tipo de manglar que se desarrollara y es definida como la capacidad que

un organismo o grupo de ellos es capaz de restablecer sus poblaciones en caso de haber sufrido un impacto o por rejuvenecimiento de la población a partir del proceso natural de reclutamiento (Teutli-Hernández, 2008).

De acuerdo a un estudio realizado sobre reclutamiento de plántulas (Cadavid *et al*., 2011) se ha comprobado que la densidad de propágulos está íntimamente relacionada con el nivel de inundación por lo que las mayores densidades se presentaron en época de lluvias.

La porción que comprende el área de estudio forma parte del sitio Ramsar 1596 Laguna de Tamiahua decretado desde noviembre del 2005, principalmente para dar protección al manglar más extenso al norte del papaloapan. Reportan la presencia de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) las cuatro especies bajo la categoría de amenazadas en la NOM-059-ECOL-2010. En este sitio la transformación del manglar a zonas de cultivo y potreros se da de manera acelerada, se han registrado tasas de deforestación de 1% (Rodríguez-Luna *et al*., 2011).

Con lo anteriormente descrito se identifica la necesidad de realizar análisis locales que permitan determinar en qué medida se ha perdido la cobertura de estos bosques a través del tiempo así también obtener la mayor cantidad de información relacionada con la estructura de los manglares de Tamiahua, e identificar si existen áreas de reclutamiento de plántulas lo que por ende nos da un panorama de la capacidad de regeneración de este bosque en particular.

III.- OBJETIVOS

General

Evaluar la pérdida de cobertura de manglar en el municipio de Tamiahua Ver.

Particulares

- Estimar la tasa de cambio en la superficie ocupada por el manglar.
- Evaluar los parámetros estructurales de las especies de manglar encontradas.
- Determinar la especie que por su densidad frecuencia y dominancia sea la más importante en el área de estudio.
- Establecer el Índice de Complejidad de Holdridge.
- Identificar y georeferenciar áreas de reclutamiento de plántulas de mangle.

IV.- AREA DE ESTUDIO

El municipio de Tamiahua se ubica entre los paralelos 21° 06´y 21°35´de latitud norte; los meridianos 97° 19´ y 97° 43´de longitud oeste con una altitud entre 10 y 300m. Colinda al norte con los municipios de Tamalín, Ozuluama de Mascareñas y Tampico Alto; al oeste con el municipio de Tampico Alto y el Golfo de México; al sur con el Golfo de México y los municipios de Tuxpan y Álamo Temapache; al oeste con los municipios de Álamo Temapache, Cerro Azul, Tancoco, Naranjos Amatlán, Chinampa de Gorostiza y Tamalín. Ocupa el 1.41% de la superficie del estado (INEGI, 2009).

Fisiográficamente se sitúa en la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte (79%) y cuerpo de agua (21%), subprovincia Llanuras y lomeríos (79%) y cuerpo de agua (21%). Sistema de topoformas. Lomerío típico (58%) Cuerpo de agua (21%) Playa o Barra (19%) y sierra baja (2%) (INEGI, 2009).

El tipo de clima predominante en el municipio corresponde al Am (f) de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García, 1998, es cálido húmedo, con temperatura media anual de 22°C y temperatura del mes más frío de 18°C. La precipitación del mes más seco es de 60 mm. (García, 1998).

Las precipitaciones que prevalecen en el municipio de Tamiahua se encuentran en un rango de 1200 a 1500 mm. En la porción central, disminuyendo al noreste entre los 800

y los 1200 mm colindante con Temapache Cerro azul y Tancoco se han registrado precipitaciones de 1500 a 2000 mm (Vidal-Zepeda, 1990).

La edafología está compuesta principalmente por regosol 18%, cambisol 18%, phaeozem 14%, leptosol 10%, solonchak 7%, gleysol 4 % y arenosol 4%.(INEGI, 2009). La porción noroeste se encuentra dominada en su mayoría por suelos de tipo Feozem calcárico y feozem háplico, en la parte central se reporta una franja de Solonchak gleyico, en la zona de la Isla del Idolo el suelo predominante es gleysol eútrico con una textura media y una franja hacia el noreste de regosol eútrico con textura gruesa. Hacia el este predomina también el regosol calcárico. Hacia el sur se presentan suelos tipo rendzina colindantes con el municipio de Tuxpan (INIFAP-CONABIO, 1995).

El uso del suelo está destinado a agricultura 1% pastizal 54% y otro 5%, La vegetación corresponde a selva 12% manglar 6% y bosque 1%.

Tamiahua Corresponde a la región hidrológica Papaloapan (100%) cuenca Río Jamapa y otros (100%) Subcuenca Río pajaritos 51%, Río Actopan, Barra de Chachalacas 22% R. ídolos 20% y R. Sedeño (7%). Corrientes de agua perenne Tancochín, corrientes intermitentes: Las margaritas, San Miguel, Tartala, Temapachillo y Zanja de la puerta. Cuerpos de agua Perennes (19%): Laguna de Tamiahua (La Ciénega) y Estero de Milpas, cuerpos de agua Intermitentes 2% (INEGI, 2009).

En lo que respecta a la laguna de Tamiahua es compartida por los municipios de Ozuluama, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto y Tuxpan. Es considerada como la tercera laguna costera más grande de México (Castañeda y Contreras, 2001). Tiene una longitud de 85 km. y una anchura máxima de 25 km (Gordillo-Morales y Cruz Paredes, 2005).

Sus rasgos fisiográficos más notables: a) la presencia de varios arroyos tales como La Laja, Cucharas, Carbajal, Tancochín, Tampache, Milpas, San Lorenzo, entre otros; en su mayoría de flujo estacional; b) dentro de la laguna hay tres grandes islas que son Juana Ramírez, Del Toro y Del Idolo, las cuales presentan una alineación más o menos de NW-SE, y otras de menor importancia, c) una gran barrera arenosa (Cabo Rojo), la cual interrumpe la curvatura dominante de la costa del Golfo de México; d) canales que conectan a la laguna de Tamiahua con el río Pánuco y la laguna de Tampamachoco; y e) la boca o barra de Corazones (Cruz, 1967).

La Laguna de Tamiahua es de poca profundidad (2 a 3 m); existe un canal un poco más profundo situado hacia sotavento de la barrera arenosa, posiblemente a causa del flujo y reflujo de la marea (Cruz, 1967). La salinidad está regida por la acción de las mareas, la precipitación y la descarga de los ríos. El agua es predominantemente salobre, aunque se distinguieron dos facies, una ultrahalina, mayor de 30 o/oo y una polihalina entre 16 y 30o/oo. La primera se restringe sólo a la boca y áreas vecinas, afectadas directamente por las aguas que penetran a la laguna debido a las mareas, en tanto que el resto es polihalina (Cruz-Orozco, 1968). Es un lugar con una gran biodiversidad y por

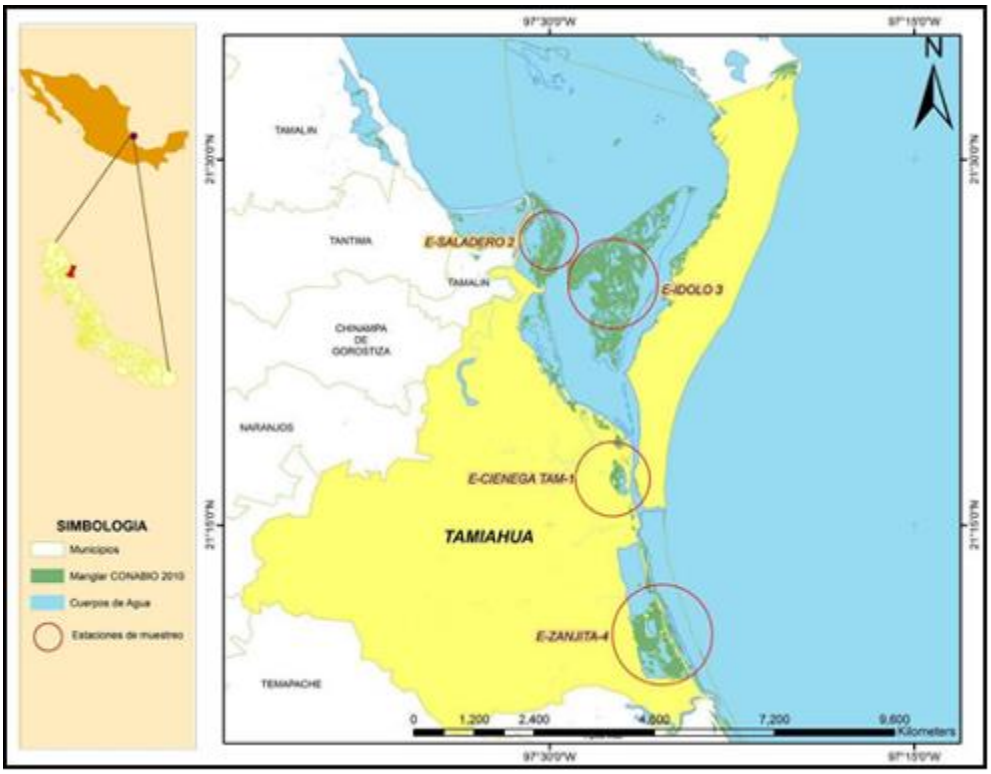
tanto una zona de anidación, migración y reproducción de tortugas, peces, aves y otras muchas especies. En sus orillas se encuentra un extenso manglar bien estructurado que junto con La laguna constituyen un ecosistema altamente productivo, pero también altamente perturbado e impactado ecológicamente (Gordillo-Morales y Cruz Paredes, 2005).

Pertenece al sitio 47 de las Áreas Marinas Prioritarias de México denominado Pueblo Viejo- Tamiahua, considerado bajo este nombre también como sitio prioritario para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México. Forma parte además de la Región Terrestre Prioritaria 103 conformada por los municipios de Ozuluama, Tamalín, Tamiahua, Tampico Alto (Arriaga Cabrera *et al*., 2000). Debido al grado de heterogeneidad ambiental presenta lagunas, manglar, vegetación acuática, esteros y pantanos (Arriaga Cabrera *et al.,* 1998).

En noviembre de 2005 es decretada bajo la categoría de sitio Ramsar 1596. En los manglares de Tamiahua las especies dominantes son el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Las cuatro especies están bajo la categoría de Amenazadas en la NOM-059-ECOL-2010. Desafortunadamente al igual que en otros humedales del país este sitio presenta la transformación de manglar a zonas de potrero y zonas de cultivo de una manera acelerada. Se han registrado tasas anuales de deforestación de 1% (Rodríguez-Luna *et al.,* 2011).

Para efectuar la presente investigación se consideraron cuatro estaciones de muestreo como se muestra en la figura 1

En la Figura 1 se muestra la ubicación de los manglares presentes en el municipio de Tamiahua.



Fuente Inventario Nacional de Manglares CONABIO, 2009.

Figura 1.- Porción de la Laguna de Tamiahua Veracruz, México. Correspondiente al Municipio de Tamiahua y estaciones de muestreo.

4.1- Descripción de las estaciones de muestreo.

Estación Ciénega Tamiahua .

Al suroeste de la laguna de Tamiahua entre los 21° 16´57.2´´ y 97° 27´15. 2 adyacente a la Ciénega del municipio de Tamiahua se ubica una porción de manglar de una forma irregular (Figura 2). Dicha franja está constituida por las 3 especies, *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle*, el mangle rojo se ubica preferentemente en el borde de la Ciénega donde prevalece la mayor influencia de la marea, sin embargo es una franja muy delgada seguida de él se encuentran *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germninas* en las áreas anegadas en algunas ocasiones al borde y otras al centro sobre todo en la parte ubicada al noroeste, la franja presenta una anchura mínima de diez metros y la máxima 910 metros, cabe resaltar que los ejemplares de *Avicennia germinans* muestran un crecimiento muy heterogéneo en sus diferentes fases de desarrollo. El impacto humano en las zonas aledañas es evidente

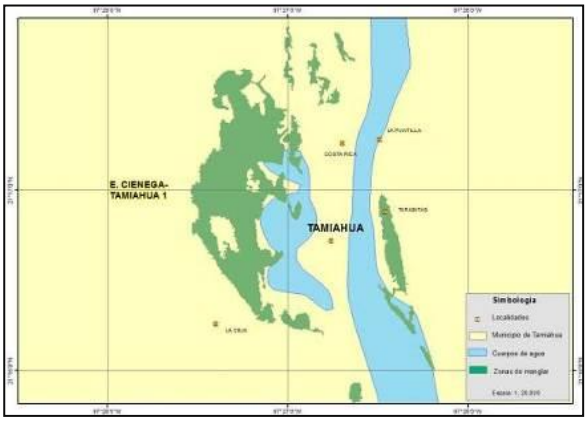


Figura 2. Ubicación sitio de muestreo Estación Ciénega Tamiahua.

Estación Saladero.

En la porción noroeste entre los 21° 26´38.1´´ y 97° 29´43.5´´ aledaña al estero Tancochin se presenta una franja de manglar extendiéndose al norte y dando vuelta con dirección sur, propiamente hacia la laguna de Tamiahua, sin embargo para efectos del presente estudio únicamente se llevaron a cabo transectos en el área inmediata al Estero, allí se encontró una notoria dominancia de *Avicennia germinans* en las zonas de menor inundación y en las áreas con mayor influencia de las mareas *Rhizophora mangle.* La mayor anchura de la franja se ubica hacia el sur con dos kilómetros aproximadamente, observándose una máxima continuidad en esta área y extendiéndose hasta laguna abierta; la menor se desarrolla a 200 metros de la orilla interior del estero con un grosor que va de los 10 hasta los 400 metros en dirección noroeste. En la parte central, colinda con áreas de vegetación halófila, muestra una forma muy irregular probablemente debido a que se bifurca a partir de la porción más ancha (figura 3). Resulta evidente el impacto humano pues aledaño al estero se observan áreas empleadas para pastizal.

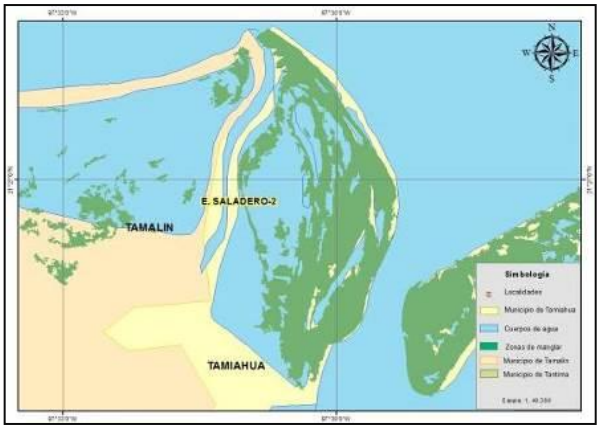


Figura. 3. Ubicación del sitio de muestreo Estación Saladero.

Estación Isla del Ídolo.

La mayor parte de la isla se encuentra cubierta por ejemplares de mangle entremezclados con áreas inundables desprovistas de vegetación este bosque se extiende en dirección suroeste-noroeste pues al noreste se encuentran la mayoría de los asentamientos humanos y las áreas de pastizal. La zonificación de mangles es variable pues igual se pueden observar ejemplares de *Rhizophora mangle* en la orilla que de *Laguncularia racemosa* sin embargo durante los recorridos la predominante al borde fue el mangle rojo entremezclada con mangle negro o mangle blanco, los transectos se realizaron en dirección noroeste abarcando el área reportada por la CONABIO como de mayor conservación del bosque de manglar. La forma de la isla es irregular su mayor anchura tiene aproximadamente cinco kilómetros y la menor 172 metros aprox. A medida que se acerca a los asentamientos humanos la franja de manglar se observa cómo se entremezcla con *spartina spartinae*, *Batis marítima* y ejemplares talados de mangle (figura 4).

Figura 4.- Ubicación del sitio de muestreo Estación Isla del Ídolo.

Estación Zanjita.

Se localiza al suroeste del municipio de Tuxpan. En los manglares de la laguna de Tampamachoco se ubican dos áreas, la primera corresponde al área de canales que se extiende con una dirección noroeste hacia la barra de corazones y la segunda se desarrolla desde la localidad la zanjita hacia el noroeste. Por cuestiones de acceso, para este trabajo, los transectos se efectuaron en el área de los canales, que está representada en forma de franjas. La franja de menor anchura inicia en Majahual y se amplía con dirección noroeste, esta se bifurca y da origen a una pequeña franja cuya longitud aproximada es de 600 metros y su anchura es de 20 metros. La mayor anchura es de 350 hasta los 400 metros (figura. 5). Durante los muestreos se pudo observar la actividad extractiva de escama y ostión por los pobladores aledaños.

Figura. 5. Ubicación del sitio de muestreo Estación Zanjita

V.- MATERIAL Y MÉTODOS

5.1.- Estimación de la tasa de cambio

Para obtener la cobertura de manglar en diferentes años se obtuvieron los shapefiles del Inventario Nacional Forestal (INF) 1992, 2000, 2007 y CONABIO 2009 y se estimaron las superficies con el software Arc View 9.2.

Se comparó el tamaño de los polígonos, empleando como Tiempo 1 (T1) el de 1992 INF y Tiempo 2 (T2) 2000, Tiempo 3 (T3) 2007 y Tiempo 4 (T4) 2009 CONABIO, además de los recorridos en campo.

El Inventario Nacional Forestal de Gran Visión fue una actualización del primer inventario (1961-1985, el cual fue elaborado con fotografías aéreas y muestreos de campo), la actualización se hizo en 1991, las áreas forestales se plasmaron en mapas escala 1:1 000 000. Este segundo inventario destaca por que integra información de recursos forestales a escala nacional, que anteriormente era por entidad federativa (INF-SARH, 1992).

En el año 2000 se actualizó con imágenes Landsat (ETM 7) de noviembre de 1999 y mayo de 2000, la cartografía de uso del suelo y vegetación Serie II escala 1:250 000 del INEGI la información fue organizada de una manera diferente al anterior.

El Inventario nacional forestal del 2007 fue elaborado con las Carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Series II y III procesadas por el Instituto Nacional de

Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en el periodo 1996–2001 y 2004 con imágenes Landsat TM de los años 1993, 1994 y 2002 respectivamente.

El archivo shapefile publicado por la CONABIO en 2009 corresponde al inventario nacional de su manglares, para elaboración se emplearon imágenes mayoritariamente SPOT, algunas Landsat de las mismas fechas y datos de cartas de vegetación y uso del suelo del INEGI.

Con el Sistema de Información Geográfica se manipularon y se generó la salida de la información espacial. Se localizaron los polígonos correspondientes a manglar en los tiempos ya citados, se efectuó una sobreposición en el mapa que abarca el municipio de Tamiahua, posteriormente se cortaran los polígonos correspondientes. De este modo se evaluaron los cambios de tamaño de dichos polígonos.

Mediante la comparación de superficies para cada estación en los diferentes tiempos se elaboraron tablas comparativas y cartografía.

Se calculó la tasa de deforestación (r) de acuerdo a la fórmula:

$$r = 1 - \left[\frac{1 - A_1 - A_2}{A_1} \right]^{1/t}$$

Donde A_2 es la superficie en el tiempo inicial, A_2 es la superficie en el tiempo siguiente y t es el intervalo de tiempo entre las dos fechas de medición.

El primer periodo analizado fue de 1992 a 2000 cubriendo 8 años; el segundo de 2000 a 2007 considerando 7 años y el tercero 2007 a 2009, con un lapso de dos años de diferencia.

5.2.- Parámetros estructurales

Las estaciones de muestreo se establecieron en los sitios considerandos de mayor representatividad de cobertura de manglar en el municipio de acuerdo al inventario de manglares realizado por la CONABIO (2010), es decir, que mostraran un menor grado de fragmentación de la cobertura de este bosque, ubicándose así cuatro estaciones: Ciénega-Tamiahua 1, Saladero 2, Ídolo 3, Zanjita-4. Se realizaron recorridos prospectivos en los sitios Ciénega-Tamiahua 1, Saladero 2 y Zanjita-4 posteriormente se realizaron 7 transectos en cada uno de manera aleatoria.

Para determinar la estructura del manglar se utilizó la metodología establecida por Gentry (1982) para bosques tropicales, los transectos de 50 m de largo por un metro a cada lado de la línea, obteniéndose un área evaluada de 100 m² para cada uno. En tres de las cuatro estaciones de muestreo identificadas se trazaron transectos de 2 por 50 metros, evaluando un área de 100 m².

En cada transecto se registraron e identificaran todas las plantas establecidas en el área que tuvieran Individuos con una circunferencia mayor o igual a 10 cm o un diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 3.18 cm.

El Diámetro a la Altura del Pecho, se midió a una altura de 1.30 m para el caso de *L. racemosa; A. germinans,* para el caso de *Rhizophora mangle* debido a la morfología que presenta, se hará inmediatamente arriba del nivel de la última raíz aérea *(*Pool *et al., 1977*) (ANEXO A) Se estimó también para cada individuo de cada especie la altura promedio, mediante el uso de un clinómetro.

El área Basal, se determinó con el uso del DAP, sustituyéndolo en la siguiente fórmula (Pérez-Pacheco, 1989).

$$AB = (\tfrac{1}{2} D)\, \pi$$

Donde:

D: diámetro

Π: 3.1416

Se desarrolló un ANOVA no paramétrica utilizando Kruskall Wallis para determinar si existen diferencias significativas entre los parámetros de las estaciones propuestas.

5.3.- El Índice de Valor de Importancia

Para determinar el Índice de Valor de Importancia se partió de los datos obtenidos en cada transecto, ya descritos anteriormente en el apartado de parámetros estructurales, se calculó el Índice de Valor de Importancia para cada una de las especies por estación determinando densidad, frecuencia y dominancia. Se calculó el Valor de importancia global (Gentry, 1982).

$$\text{Densidad} = \frac{\text{No. De individuos de una especie}}{\text{No. Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{No. De Transectos en los que ocurre una especie}}{\text{No. Total de ocurrencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Area Basal de una especie}}{\text{Area basal total de las especies}} \times 100$$

VI = Densidad+ Frecuencia+ Dominancia.

5.4.- Índice de complejidad de Holdridge 1971

Este índice se determinó con la finalidad de realizar una comparación de los datos obtenidos en la laguna de Tamiahua con respecto de otras regiones, mediante la siguiente fórmula:

$$IC= (S)(D)(B)(H)/1000$$

Donde:

S: No. de especies

D: Densidad

B: Área Basal

H: Altura

5.5.- Áreas de reclutamiento de plántulas de mangle

Mediante los recorridos para la ubicación de los transectos se identificaron y georeferenciaron zonas de reclutamiento de plántulas, para las estaciones Tamiahua 1, Saladero 2, Isla del Idolo 3 y la Zanjita 4, dichos puntos fueron georeferenciados con un GPS GARMIN. Con las coordenadas se construyó una tabla DBF, así con los datos obtenidos se elaboraron shapefile de puntos. Lo anterior permitió generar cartografía con ubicación de las zonas de reclutamiento de plántulas identificadas en cada estación.

VI.- RESULTADOS

6.1.- Estimación de la tasa de cambio

En el Tiempo1 (INF 1992) se reporta una superficie total de 10,357.42 has para el municipio. La suma de las estaciones para efectos del presente trabajo fue de 9,714.76 has, en la figura 5 se puede apreciar que las Estaciones establecidas como Saladero y la Ciénega de Tamiahua se encontraban fusionadas formando una sola franja de vegetación, para el caso de la Isla del Ídolo y la Zanjita se registraba como uso no forestal (cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies de manglar encontradas para cada estación de muestreo, de los manglares de Tamiahua, Veracruz, México en cuatro Tiempos.

Estación	Superficie T1 1992 (has)	Superficie T2 2000 (has)	Superficie T3 2007 (has)	Superficie T4 2009 (has)
Saladero	5,558.16*	3111.74	1,626.84	1,218.52
Ciénega		160.142	241.48	171.81
Isla del Idolo	4,156.60	0	3,592.89	2,713.57
Zanjita	0	1495.76	1,415.89	1,162.02

*Esta superficie incluye las estaciones saladero y Ciénega que se separaron a partir del Tiempo 2

En el Tiempo 2 (INF, 2000) se presenta un mejor agrupamiento de las comunidades vegetales de tal manera que ya se consideran los bosques de manglar con una

superficie total de 4,767.64 has. Cabe mencionar que en estos polígonos Isla del Ídolo se reporta como desprovista de manglar.

Entre el Tiempo 1 y Tiempo 2 se observaron cambios de vegetación significativos; en la porción que corresponde a saladero se encontró un cambio de Matorrales y otros tipos de vegetación a zonas de pastizal cultivado y zonas de vegetación halófila, en la Isla del Ídolo al noreste se pudo observar el cambio de Zona de matorrales y otros tipos de vegetación a zonas de pastizal cultivado. Para la estación de la Ciénega Tamiahua se apreciaron en el T2 asentamientos humanos y vegetación halófila. La estación Zanjita muestra en el T1 como pastizal cultivado y para el T2 Zonas de manglar (figura 6).

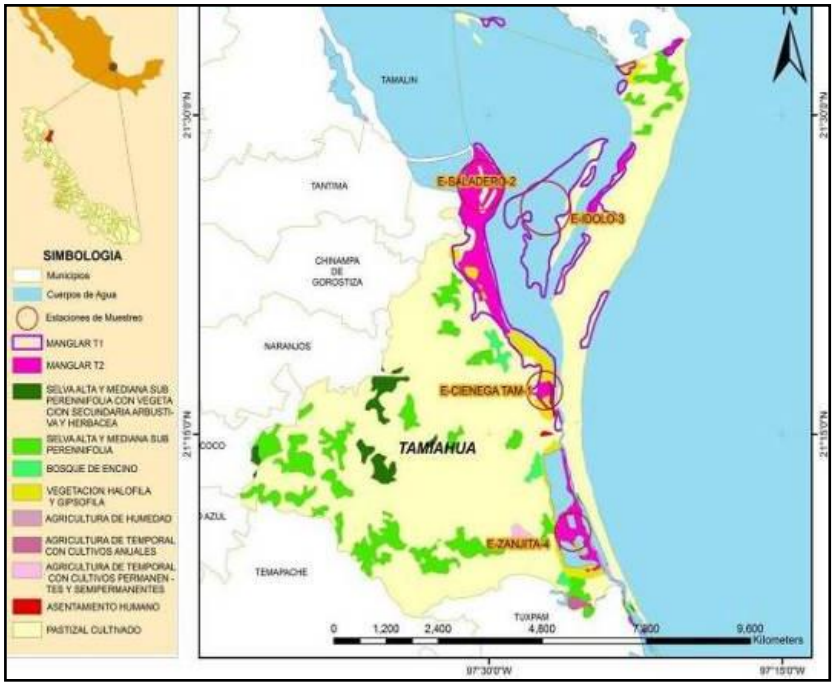


Figura 6. Comparativo T1 y T2 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua Veracruz, México.

En un comparativo del Tiempo 2 con el tiempo 3 el Inventario Nacional Forestal reportó un aumento de 2,562.33 has.

La distribución del bosque de manglar en Saladero y Ciénega de Tamiahua presentó mayor fragmentación, se registraron tres polígonos, que corresponden a Saladero ubicados en la porción noreste, con respecto a Ciénega de Tamiahua la superficie es de 241.48 has. Para la Isla del Ídolo al noreste se observó el polígono de mayor superficie y sureste el de menor superficie sumando un total de 3,592.89 has. En la Zanjita se encontraron pequeños polígonos con vegetación halófila al sureste, colindantes con el bosque de manglar que cubre una superficie de 1, 415.89 has. Así se muestra en la figura 7.

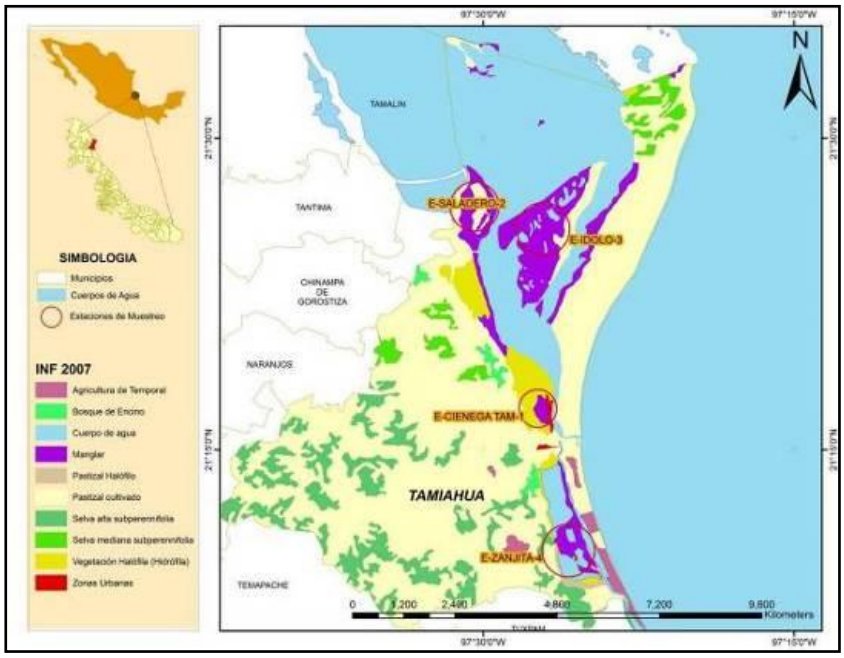


Figura 7 Tiempo 3 Inventario Nacional Forestal 2007 para el municipio de Tamiahua, Veracruz, México.

Realizando una comparación entre el T2 y el T3 la superficie para Saladero el manglar se sustituyó por zonas con vegetación halófila y pastizal cultivado, en la Ciénega de Tamiahua aparentemente el polígono de manglar se incrementó, así también en el T2 no se reportó con manglar la Estación Ídolo 3 y para el T3 se observa poblada por

mangle en su mayor superficie. En la Zanjita disminuyó la superficie de mangle hacia el sur y se reemplazó por vegetación halófila y pastizal cultivado (figura 8).

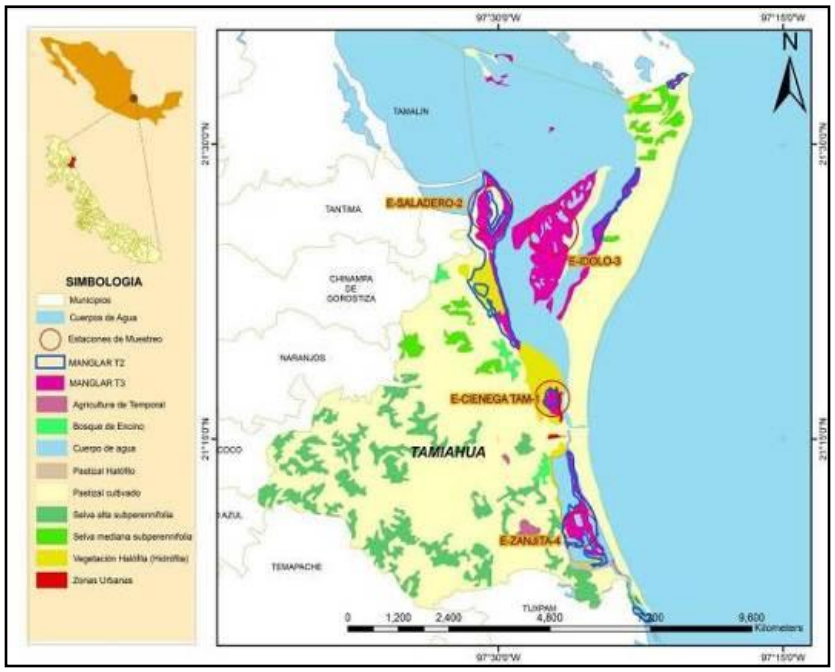


Figura 8 Comparativo T2 y T3 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua Veracruz, México.

La superficie total en la estación fue 5,265.92 has que de acuerdo al T4 en Saladero se fragmentó en 34 polígonos y el polígono de mayor tamaño se ubica al noreste con una superficie de 773.52 has en Ciénega Tamiahua se observaron 14 fragmentos de bosque de manglar y el polígono de mayor superficie fue de 119.62 has.

En el Ídolo a pesar del grado de fragmentación visualizado en la cartografía, el polígono con mayor extensión fue 2590.13 has y 13 polígonos pequeños ubicados al noreste y sur.

La estación de la Zanjita se encontró fragmentado en 24 polígonos de los cuales el de mayor tamaño se ubicó al sur del municipio de Tamiahua y con una superficie de 874.20 has (figura 9).

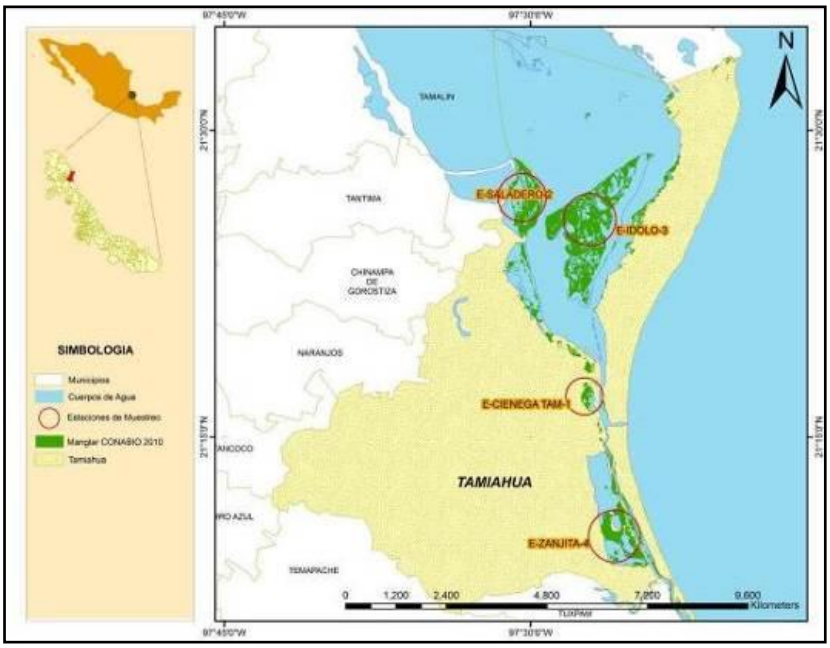


Figura 9 Superficie de vegetación de manglar de las estaciones de muestreo del municipio de Tamiahua Inventario Nal. For. 2009.

En el T3 y T4 es notable que en el transcurrir del 2007 al 2009 existe un mayor grado de fragmentación y disminución de la cobertura de manglar (figura 10).

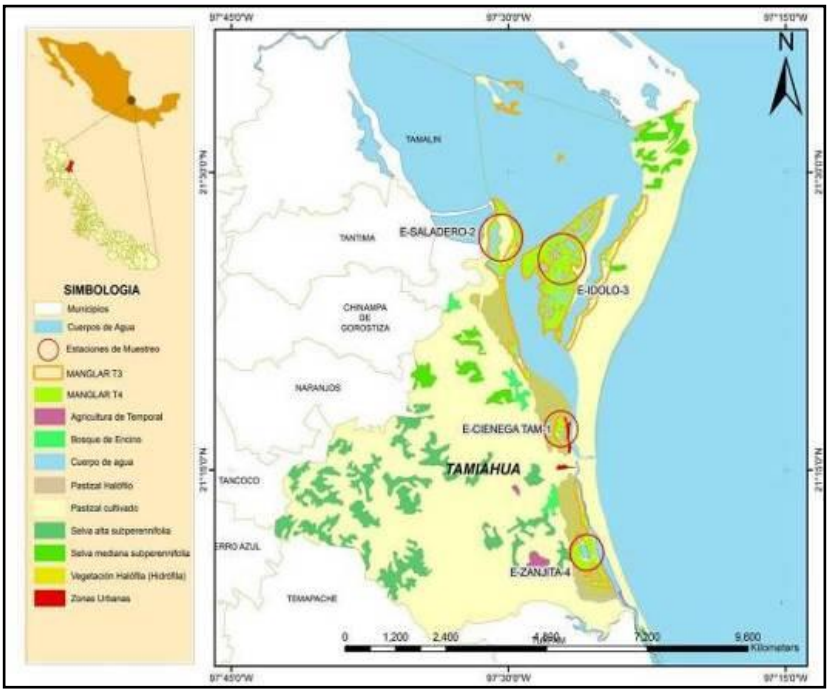


Figura 10. Comparativo T3 y T4 en las estaciones de muestreo, para el municipio de Tamiahua Veracruz, México.

Al realizar los transectos en cada una de las estaciones se corroboró la presencia de manglar, en las coordenadas que son reportadas por la CONABIO 2009, para los polígonos de cobertura del manglar.

Se encontraron diferencias en las superficies entre el tiempo 1 y (cuadro 2). También en el T2 y T3 se encontró un aumento de superficie. Hay tiempos en los cuales se omite algún polígono como en el T2 la Isla del Ídolo. Entre el T3 y T4 existe una reducción de superficie

Cuadro 2. Estimación de la tasa de cambio de los manglares de Tamiahua en T1, T2, T3 y T4.

Tiempo	Año	Superficie de manglar (has)
T1	1992	10,357.42
T 2	2000	4,895.12
T 3	2007	7, 457.47
T4	2009	5,834.79

En el cuadro 3 se muestra la perdida porcentual de bosques de manglar para el municipio de Tamiahua de acuerdo a la información del Inventario Nacional Forestal. La mayor pérdida porcentual se observa cuando comparamos los T1 y T4 (49.15). En T3 no se contabiliza el área de la estación el ídolo.

El porcentaje más elevado de pérdida se presentó en el periodo 1992 a 2000 y el menor de 2000 a 2007. En el comparativo por un lapso de 17 años se registró un porcentaje bajo con respecto de la tasa de cambio tal como se observa en el cuadro 4

Cuadro 3. Pérdida de cobertura de superficie de manglar en los diferentes tiempos.

Tiempo	Diferencia superficie (has)	% Pérdida
T1	10,357.42	100%
T1 y T2	5,462.30	52.73%
T1 y T3	2,899.94	27.99%
T1 y T4	5,091.47	49.15%

Cuadro 4.- Tasa de cambio porcentual en diferentes periodos.

Periodo analizado	Años analizados	Tasa de cambio	%
1992-2000	8	0.0590	5.9
2000-2007	7	0.0743	7.43
2007-2009	2	0.1087	10.8
1992-2009	17	0.0253	2.53

6.2.- Parámetros Estructurales.

6.2.1. Estructura del manglar

La estructura encontrada en el bosque de manglar de Tamiahua fue heterogénea entre especies y estaciones (Cuadro 5). Con respecto a la altura, *Rhizophora mangle* presentó la altura máxima y la mínima se observó para *Laguncularia racemosa*. En el caso de *Avicennia germinans* sobresale en su Área Basal.

Cuadro 5. Características estructurales por especie del bosque de manglar de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

Especie	**H(m)**	**G (m²/ha)**	**Densidad (árboles/ha)**
Avicennia germinans	4.73	16.30	1,135.70
Laguncularia racemosa	3.22	0.59	250
Rhizophora mangle	5.99	2.65	528.5
Características globales (total)	3.48	19.54	1,914.20

Claves: H:altura; G: área basal; Densidad

El mayor número de árboles por hectárea fue registrado para *Avicennia germinans* posteriormente *Rhizophora mangle* y finalmente *Laguncularia racemosa.*

El número de árboles fue significativamente diferente para cada sitio de muestreo, acumulándose 88 en la Zanjita y hasta 108 en Saladero y 137 en la Ciénega.

En la Prueba Kruskall Wallis se muestra que los parámetros obtenidos en las estaciones son significativamente diferentes (cuadro 6).

Cuadro 6 Parámetros promedio de los árboles de mangle en los sitios de muestreo de Tamiahua, Veracruz, México.

Estación	N	Altura promedio (m)	D.A.P cm^2	Área Basal cm^2
Ciénaga	137	3.61±1.35	7.58±4.40	60.21±81.89
Ídolo	74	4.90±2.57	15.28±12.13	297.55±443.24
Saladero	108	6.13±3.98	11.03±7.54	139.90±239.27
Zanjita	88	5.16±1.48	6.98±3.81	49.66±78.30

La altura promedio mostró diferencias significativas ($H = 50.75$,$P< 0.01$). El promedio más elevado se encontró en Saladero los Árboles con menor altura se localizaron en la Ciénega.

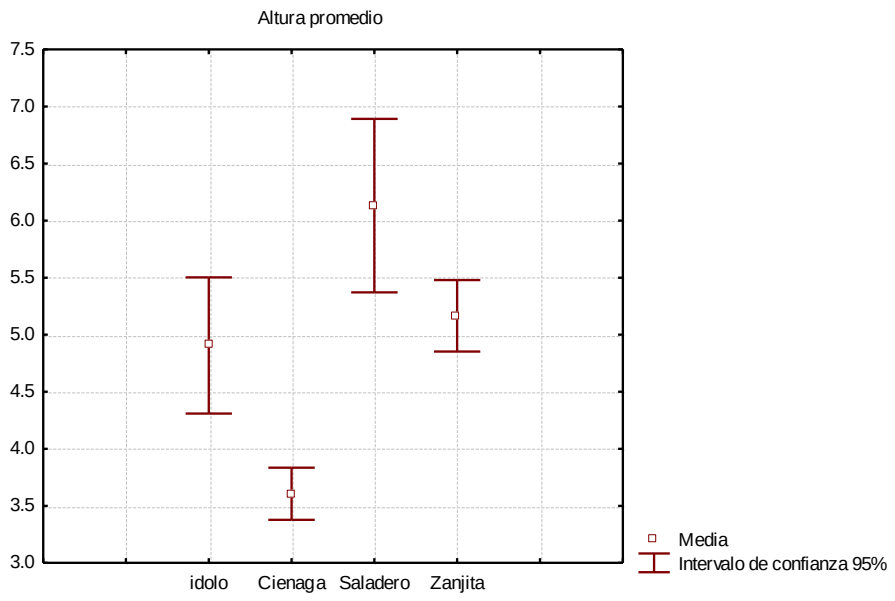


Figura 11 Alturas medias de los árboles de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

En cuanto al DAP, el valor promedio más alto se encontró en El Ídolo con 15.28 (ds 12.13), mientras que en Saladero, tuvo 11.03 (ds 7.54), y 6.98 en La Zanjita, a la cual corresponden los árboles más delgados. En ese sentido, la figura 12 muestra que los sitios de Zanjita y Ciénega son más parecidos en cuanto a este indicador, siendo diferentes con Saladero y el Ídolo. Debido a que los datos no se ajustaron a la normalidad, se empleó la prueba Kruskall Wallis, en la cual se obtuvo un valor de H = 40.85 ,P< 0.01, que indica que las estaciones son significativamente diferentes.

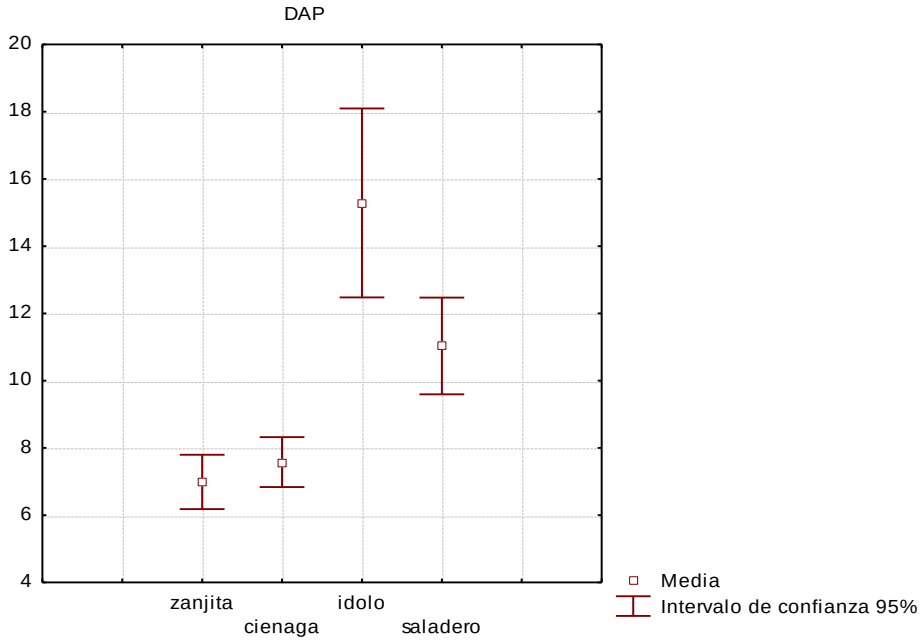


Figura 12. DAP Medias de los árboles de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

El área basal fue mayor en el Ídolo y en Saladero (297.55 y 139.90 respectivamente), mientras que para la Zanjita solo se obtuvo un valor de 49.66. El área basal alcanzó su máximo valor en la localidad El Ídolo (2501.53). Los intervalos de confianza para las medias muestran similitud en las localidades Zanjita y Ciénega, y diferencias entre estas y El Ídolo y Saladero. Debido a que los datos no se ajustaron a la normalidad, se empleó la prueba Kruskall Wallis, en la cual se obtuvo un valor de $H = 40.87$,$P< 0.01$, que indica que las estaciones son significativamente diferentes.

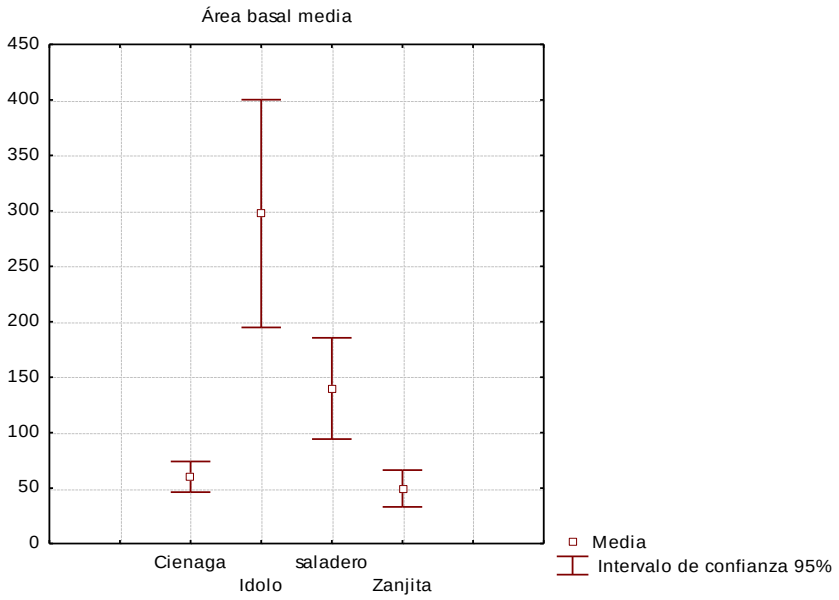


Figura 13. Área basal en los árboles del manglar en los cuatro diferentes sitios.

6.2.2.- Parámetros promedio encontrados para cada transecto

En la estación Cienega-Tamiahua. La densidad (individuos/ha) encontrada por cada transecto muestra que fue mayor para *Avicennia germinans* en el transecto dos con 4,200 ind/ha y la menor en el transecto uno con 700 ind/ha para el caso de *Laguncularia racemosa* el máximo se presentó en el transecto uno y los mínimos en el Transecto tres y Transecto seis y *Rhizophora mangle* solo se encontró en el transecto siete. En los siete transectos realizados la especie con mayor número de individuos corresponde a *Avicennia germinans* (figura 14).

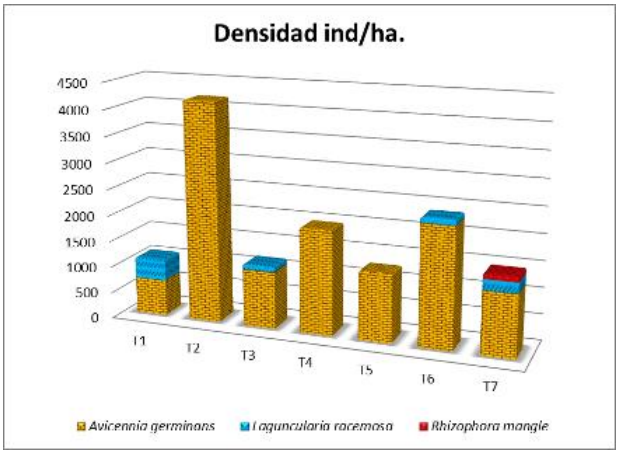


Figura 14. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Ciénega Tamiahua.

En la estación Saladero la densidad mayor (ind/ha) corresponde *a Avicennia germinans* con 2,300 ind/ha en el transecto ocho y la menor a *Laguncularia racemosa* con 100 ind/ha en el mismo transecto. *Rhizophora mangle* en los transectos 10 y 11 supera *Avicennia germinans* en número de individuos por hectárea (figura 15).

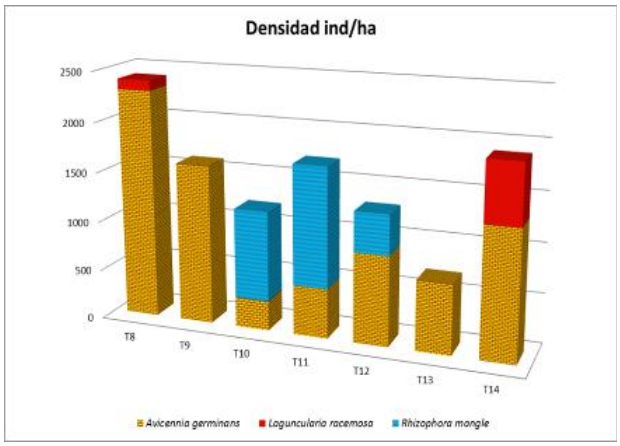


Figura 15. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Saladero.

La máxima densidad en Isla del Ídolo corresponde a *Avicennia germinans* con un valor de 2100 ind/ha ubicada en el transecto 22 y la mínima en el transecto 24 y 28 con 600 ind/ha de esta especie. *Rhizophora* solo se registró en tres de los siete transectos y el

máximo fue en el transecto 24 con 400 ind/ha en el transecto 22 y 23 presentó 200 ind/ha respectivamente (figura 16). Ineludiblemente en esta estación se observan ejemplares maduros del mangle negro.

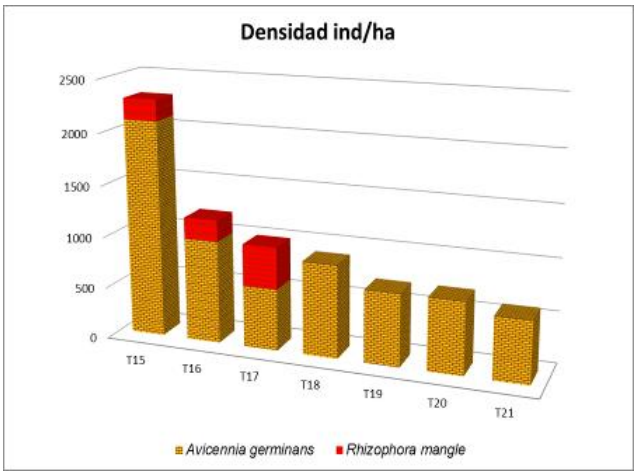


Figura 16. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Isla del Ídolo.

La estación Zanjita se observa un comportamiento muy irregular para *Avicennia germinans* con respecto a su densidad de individuos por hectárea, la máxima densidad corresponde al transecto 15 (1600) y la mínima con 100 individuos para los transectos 17 y 19. Únicamente en los transectos 15 y 16 *Avicennia germinans* supera a *Rhizophora mangle* en número de individuos. Lo anterior nos indica que se presentan individuos más jóvenes. Sin embargo en el resto de los transectos la especie predominante fue *Rhizophora mangle,* esta información podemos observarla en la figura 17.

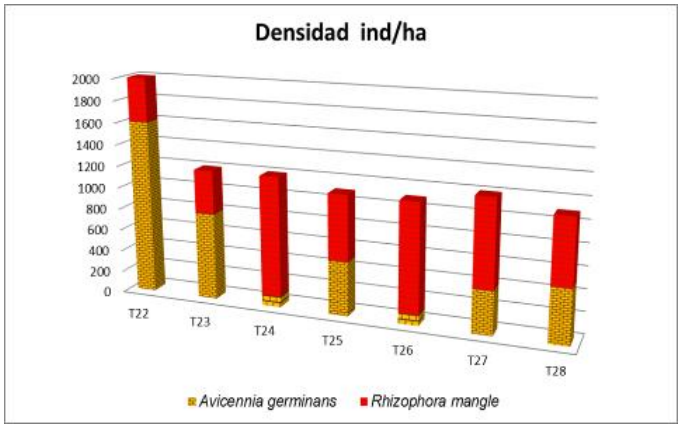


Figura 17. Densidad (individuos/ha) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Zanjita.

Los mayores diámetros a la altura del pecho promedio encontrados en la estación Ciénega Tamiahua corresponden a *Avicennia germinans* con 11.3 cms en el transecto cinco, seguida de *Rhizophora mangle* 7.95 en el transecto siete y *Laguncularia racemosa* con 7.16 cms en el transecto tres. *Avicennia germinans* presenta un diámetro de 4.36 cms en el transecto uno siendo este el menor valor de la estación y de todas las especies.

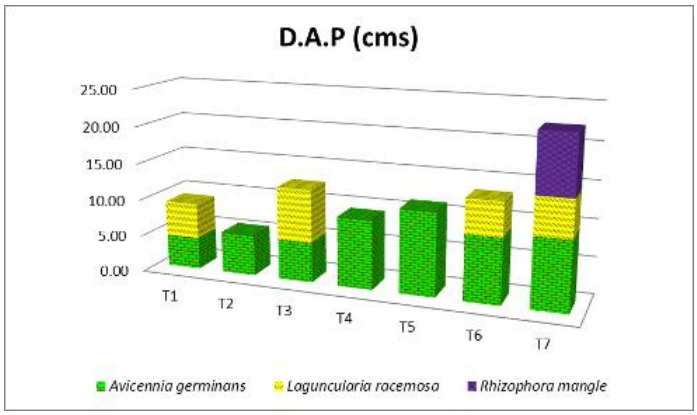


Figura. 18. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Ciénega Tamiahua.

En Saladero los diámetros promedio mayores se encuentran representados por *Avicennia germinans* en los transectos 12 y 13 con valores de 20. 19 y 19.57 cms. respectivamente. El diámetro promedio menor se encontró en el transecto ocho para la especie *Laguncularia racemosa* con 4.61 cms, figura 19.

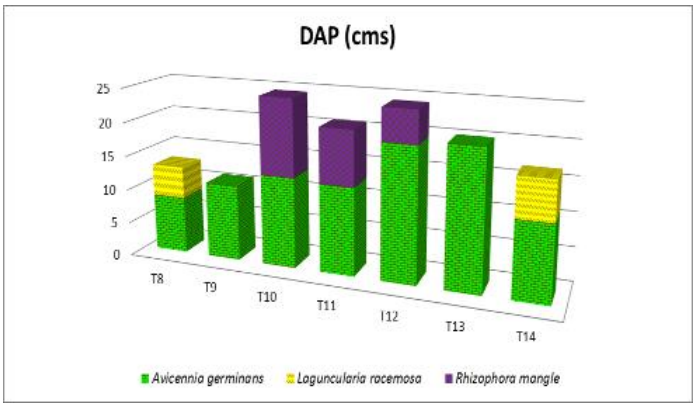


Figura.19. Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Saladero.

En el Ídolo el mayor diámetro encontrado corresponde al transecto 23 para *Avicennia germinans* con 24.89 y el menor de esta misma especie fue registrado en el transecto 22 con un valor de 6.46 cms en promedio. *Rhizophora mangle* presentó un valor máximo de 10.06 en el transecto 24 y un mínimo de 3.89 en el transecto 22 figura 20.

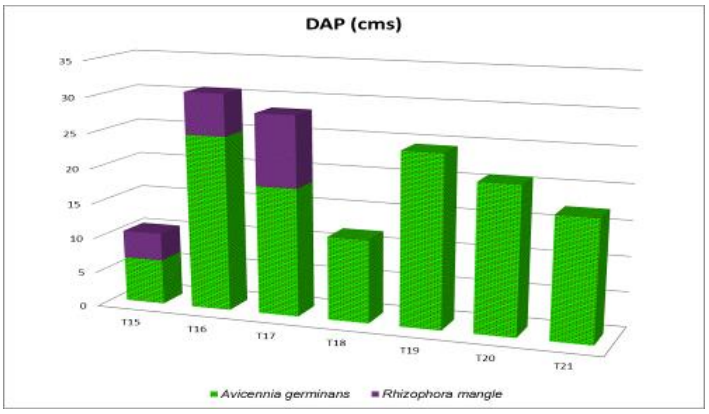


Figura. 20.- Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Isla del Idolo.

En la estación Zanjita se muestra una similitud de diámetros promedios principalmente en el transecto 15 y después del transecto 18 al 21 en las dos especies, aunque son superados por *Avicennia germinans,* exceptuando el transecto 21 en el cual por 0.4 cm *Rhizophora mangle* tiene un valor mayor, los transectos 16 y 17 representan los mayores diámetros con *Avicennia germinans* tal como lo muestra la figura 21.

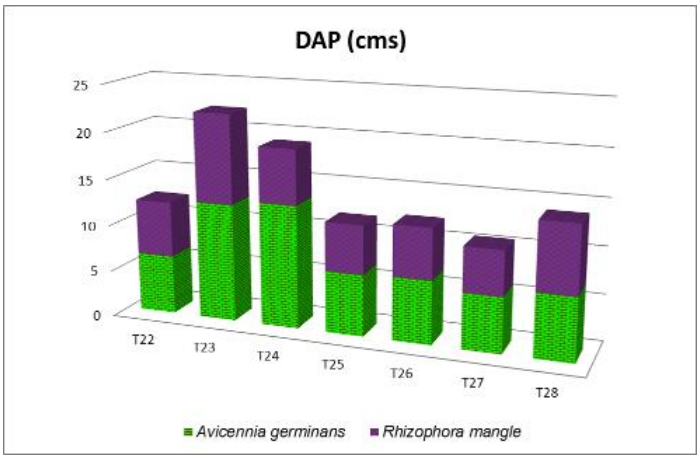


Figura 21.- Diámetro a la altura del pecho promedio (cms) de las especies encontradas en los transectos realizados en la estación Zanjita.

6.3.- Índice de Valor de Importancia e índice de Complejidad

6.3.1.- Índice de Valor de Importancia

Una de las formas de caracterizar a una comunidad vegetal es mediante la estimación del Valor de Importancia de cada una de las especies presentes. Éste proporciona información sobre la influencia de cada especie dentro de la misma comunidad (Suárez y Carmona, 1998).

Cuadro 7. Valor de Importancia de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

ESPECIES	DENSIDAD	DOMINANCIA	FRECUENCIA	VALOR DE IMPORTANCIA
Avicennia germinans	78.132	65.924	58.377	202.433
Laguncularia racemosa	3.685	10.995	10.391	25.071
Rhizophora mangle	18.181	23.079	31.231	72.491
				299.995

El Índice de Valor de Importancia en la laguna de Tamiahua está dado en su mayoría por *Avicennia germinans* con un porcentaje del 67.4% seguida de *Rhizophora mangle* con un 24.1% y finalmente *Laguncularia racemosa* contribuye en menor proporción con un 8.3%.

El mangle negro es la especie más dominante con mayor densidad y que encontramos en el dosel con más frecuencia, los datos menores fueron los registrados para *Laguncularia racemosa.*

Para tener más referencias del comportamiento de las tres especies de mangle encontradas en la laguna de Tamiahua se determinaron los valores básicos tales como: densidad, frecuencia y dominancia por cada estación.

La estación Ciénega Tamiahua presenta un Valor de importancia mayor para *Avicennia germinans* de 199.13 seguida de *Laguncularia racemosa* 56.4 y *Rhizophora mangle* 44.42.

Cuadro 8. Valor de Importancia de la Estación Ciénega Tamiahua.

ESPECIE	DENSIDAD	FRECUENCIA	DOMINANCIA	VALOR DE IMPORTANCIA
Avicennia germinans	93.43	58.33	47.37	199.13
Laguncularia racemosa	5.83	33.33	17.24	56.4
Rhizophora mangle	0.72	8.33	35.37	44.42

La estación Saladero presenta un Valor de importancia mayor para *Avicennia germinans* de 200.26 seguida de *Rhizophora mangle* con 69.23 y *Laguncularia racemosa* con 30.47.

Cuadro 9. Valor de Importancia de la Estación Saladero.

ESPECIE	DENSIDAD	FRECUENCIA	DOMINANCIA	VALOR DE IMPORTANCIA
Avicennia germinans	70.37	58.33	71.56	200.26
Laguncularia racemosa	6.48	16.66	7.33	30.47
Rhizophora mangle	23.14	24.99	21.1	69.23

La estación Isla del Idolo presenta un Valor de importancia mayor para *Avicennia germinans* de 239.07 seguida de *Rhizophora mangle* con 59.06.

Cuadro 10. Valor de Importancia de la Estación Isla del Ídolo.

ESPECIE	DENSIDAD	FRECUENCIA	DOMINANCIA	VALOR DE IMPORTANCIA
Avicennia germinans	89.18	69.99	79.9	239.07
Rhizophora mangle	8.98	29.99	20.09	59.06

En la estación la Zanjita únicamente se encontraron dos especies siendo *Avicennia germinans* la de mayor valor de importancia con 162.14 lo que indica que se trata de la especie de mayor relevancia, es trascendente aclarar que la diferencia con *Rhizophora mangle* con 24.34, lo que coloca a las dos en condiciones de importancia ecológica muy similares (cuadro 11).

Cuadro 11. Valor de Importancia de la Estación Zanjita.

ESPECIE	DENSIDAD	FRECUENCIA	DOMINANCIA	VALOR DE IMPORTANCIA
Avicennia germinans	44.9	50	67.24	162.14
Rhizophora mangle	55.05	50	32.75	137.8

En algunos trabajos los datos obtenidos para parámetros estructurales son presentados de manera global, lo que no permite realizar comparaciones o darnos un panorama de como se encuentra cada paisaje o estación dentro del bosque de manglar. Aunado a lo anterior en el manglar se dan una serie de procesos ambientales que hacen de estos bosques unas comunidades dinámicas e inclusive presentan diferencias a escasos metros. Derivado de lo anterior y considerando que para Tampamachoco (Martínez-Hernández, 2003) si existen datos reportados por estación se incluye en el presente trabajo una tabla de parámetros estructurales para las cuatro estaciones de muestreo Cuadro 12.

La especie con mayor número de individuos por hectárea por estación es *Avicennia germinans* para los tres sitios muestreados, la otra especie sobresaliente por su densidad *es Rhizophora mangle*, sin embargo este valor más alto comparado con *A. germinans* representa la tercera parte de la especie dominante. El índice de complejidad más alto de las cuatro estaciones se encontró en la estación Saladero, este sitio registro también las alturas máximas del manglar de Tamiahua y las mayores áreas basales. estación Cienega Tamiahua muestra un índice de complejidad intermedio con

(2.5). En la Isla del Ídolo el Índice de Complejidad de Holdridge es el segundo dato más alto encontrado con 3.92, el dato más bajo se encontró en la Zanjita, y las áreas basales mínimas de las estaciones de muestreo, derivado de ello su valor fue de 0.78.

Cuadro 12. Parámetros estructurales para el bosque de manglar en cuatro sitios de la Laguna de Tamiahua, Tamiahua, Veracruz, México.

Sitio	Especie	Altura promedio del dosel	Densidad ind/ha	Frecuencia	Area Basal m²/ha	Diámetro medio (cm)	I.C	V.I
E. cienega Tamiahua-1	*Avicennia germinans*	3.6	1,828	93.43	12.17	7.22	2.64	199.13
	Laguncularia racemosa		114	5.83	0.276	5.13		56.4
	Rhizophora mangle		14.2	0.72	0.07	7.95		44.42
	TOTAL		**1,956**	**100**	**12.516**	**20.3**		**300.00**
E. Saladero-2	*Avicennia germinans*	6.13	1,085	70.37	23.58	12.31	7.39	200.26
	Laguncularia racemosa		100	6.48	0.222	5.54		30.47
	Rhizophora mangle		357	23.14	2.288	8.6		69.23
	TOTAL		**1,542**	**100**	**26.09**	**26.45**		**300.00**
E. Idolo- 3	*Avicennia germinans*	5.24	943	89.21	34.43	16.23	3.92	240
	Rhizophora mangle		114	10.79	1.04	7.48		60
	TOTAL		**1,057**	**100**	**35.47**	**23.71**		**300**
La Zanjita-4	*Avicennia germinans*	5.16	700	54.54	5.00	7.73	0.90	162.18
	Rhizophora mangle		571	45.45	1.92	6.09		137.81
			1,271	**100**	**6.92**	**13.82**		**300.00**

6.3.2.- Índice de Complejidad.

Se determinó el índice de Complejidad de Holdridge propuesto por Pool *et al.* 1977 en el cual se combinan características florísticas, densidad área basal y altura. Lo anterior nos permite un resultado cuantitativo de la complejidad estructural de la vegetación y aunque el resultado numérico es adimensional ha sido empleado con mucha aceptación para este tipo de vegetación. En la presente investigación en particular se consideró para tener una referencia con el valor obtenido en la laguna de Tampamachoco (Martínez-Hernández 2003) sitio contiguo a la laguna de Tamiahua. A continuación se cita el valor encontrado.

Cuadro 13. Índice de Complejidad de Holdridge, 1971 de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

SITIO	ESPECIES	ALT. PROMEDIO DEL DOSEL (m)	DENSIDAD ind/ha	AREA BASAL m²/ha	DIAMETRO MEDIO (cm)	I.C
Laguna de Tamiahua	*Avicennia germinans*	4.88	1135.7	16.3	10.592	5.47
	Laguncularia racemosa		250	0.59	5.326	
	Rhizophora mangle		528.5	2.65	7.139	
			1914.2	19.54		

El manglar asociado a la laguna de Tamiahua para la presente investigación registra tres de las cuatro especies reportadas para el país: *Rhizophora mangle, Avicennia*

germinans y *Laguncularia racemosa.* No obstante en la ficha de sitio RAMSAR (Gordillo-Morales y Cruz- paredes, 2005) se menciona a *Conocarpus erectus.*

Los valores más altos que se encontraron de densidad área basal y diámetro medio corresponden a *A. germinans,* en conjunto estos valores y el número de especies encontradas (tres especies) así como la baja altura promedio del dosel generan un valor menor al registrado para la laguna de Tampamachoco (20.14).

6.4.- Áreas de reclutamiento de plántulas de mangle

Para la Estación Ciénega Tamiahua se georeferenciaron con un GPS GARMIN seis sitios de reclutamiento de plántulas durante los recorridos en campo, es importante mencionar que son datos enunciativos más no limitativos.

Las especies encontradas son *Avicennia germinans y Rhizophora mangle* las tallas fluctúan en promedio en 42 cm, como se observa en el Anexo B.1. Una característica de la estación es que en la parte posterior a la orilla de la franja de manglar iniciando de la parte sur, se observan arbustos de *Avicennia germinans* entremezclados con las plántulas de la misma especie, lo que nos indica el nivel de inundación y adaptación de estos ejemplares.

Los puntos geográficos en que se observaron las áreas de plántulas mencionadas anteriormente se muestran en el Anexo C.

En la estación Saladero se georeferenciaron tres áreas de reclutamiento, es relevante señalar que de acuerdo a la microtopografia observada durante los recorridos, la presencia y/o ausencia de las especies es muy variable y se refleja en la zonificación que muestran los individuos adultos. Las plántulas encontradas corresponden principalmente a *Rhizophora mangle* y una minoría a *Avicennia germinans,* en la porción noreste, se aprecia una mayor humedad y por ende la presencia de plántulas de mangle rojo. El promedio de altura es de 54 cm.

En la estación Isla del Idolo se observó una gran cantidad de plántulas en la mayoría de las áreas recorridas, las especies encontradas en la estación fueron *Avicennia germinans, Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* se georeferenciaron ocho sitios con plántulas de diferentes tamaños la altura mínima es de 30 cm y la máxima para *Rhizophora mangle* alcanzó más de 60 cm anexo B.3. Las características observadas de humedad en estas áreas son variables y denotan la presencia o ausencia de las especies, a la orilla se observan plántulas de mangle rojo entremezcladas con mangle negro. En las zonas más cercanas a los asentamientos humanos y de menor humedad se observan más ejemplares de *Laguncularia racemosa*. Las áreas que fueron georeferenciadas se muestran en el anexo C.

En la Zanjita se encontraron plántulas de *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle (*Anexo B.4). La altura fluctúa entre los 40 y 50 cms. En la zona de los canales es donde se observa una gran cantidad de plántulas y en las orillas donde se ubican los asentamientos humanos, la densidad disminuye pero la especie que

sobresale es *Rhizophora mangle* y en menor proporción *Avicennia germinans* a diferencia del área de canales que se presenta el caso contrario.

Las presencia de plántulas así como las tallas de cada una de las especies en las áreas de reclutamiento son muy variables de acuerdo a las estaciones muestreadas, lo anterior genera un área de oportunidad para hacer investigaciones más detalladas que permitan un mayor sustento en los sucesivos programas de reforestación a implementar en Tamiahua.

Durante los recorridos y realización de los muestreos no se observaron ejemplares de *Conocarpus erectus,* sin embargo, Nuñez-Farfán, 1997 reporta para Tamiahua la presencia de plántulas de las cuatro especies: *Avicennia germinans, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle,* individuos con un DAP menor a un cm.

Con la finalidad de llevar a cabo un análisis general que permitiera visualizar de qué manera se interrelacionan la edafología el cambio de uso del suelo y la vegetación actual con la presencia y/o ausencia de plántulas, se hizo una sobre posición de capas del Inventario Nacional Forestal y de 1992 y el emitido por la CONABIO en 2009, incluyendo además la capa de Edafología.

A continuación se muestran las áreas de reclutamiento de plántulas en Ciénega Tamiahua (Figura 22).

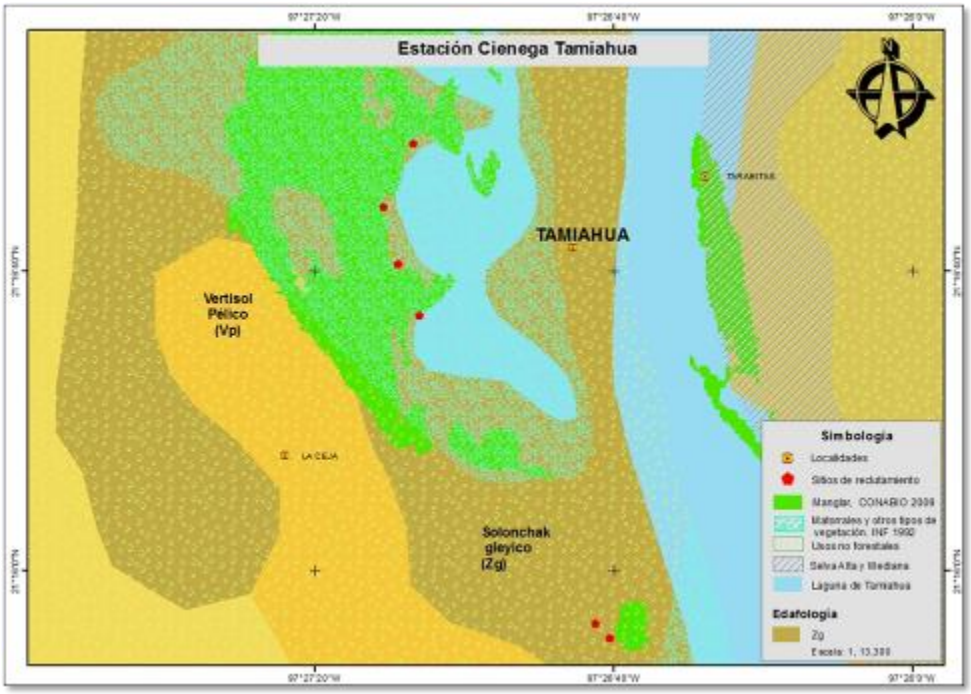


Figura 22. Áreas de reclutamiento observadas en Cienega Tamiahua, Veracruz, México.

En esta carta podemos observar que los sitios en que se agrupan mayores densidades de plántulas es decir las áreas de reclutamiento son al borde de la franja de manglar, particularmente esta franja se encuentra fragmentada, al inicio se observa una mayor cantidad de plántulas de mangle negro (*Avicennia germinans*), cabe resaltar que el tipo de suelo que predomina en la franja corresponde al Solochak gleyico. El tipo de vegetación reportado en el Inventario Nacional Forestal de 1992 en el primer fragmento ubicado al sureste era de usos no forestales y la franja más extensa que se extiende en dirección suroeste fue clasificada como matorrales y otros tipos de vegetación, actualmente la CONABIO, 2009 las reporta como zonas de manglar.

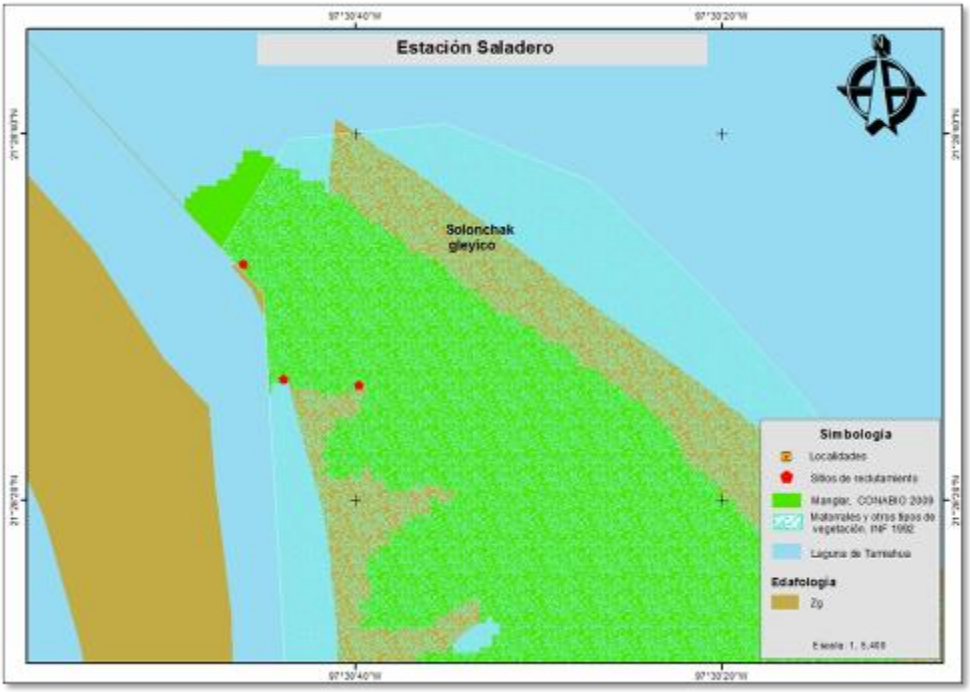


Figura 23. Áreas de reclutamiento observadas en Saladero.

Las áreas de reclutamiento observadas en Saladero se ubican en la porción suroeste aledañas al estero tancochin se observa un mayor aporte de humedad en esta área y presencia de plántulas de mangle rojo principalmente, el tipo de suelo predominante en este sitio corresponde al Solochak gleyico, en el inventario Nacional Forestal de 1992 dicho sitio fue reportado con tipo matorral y otros tipos de vegetación (figura 23).

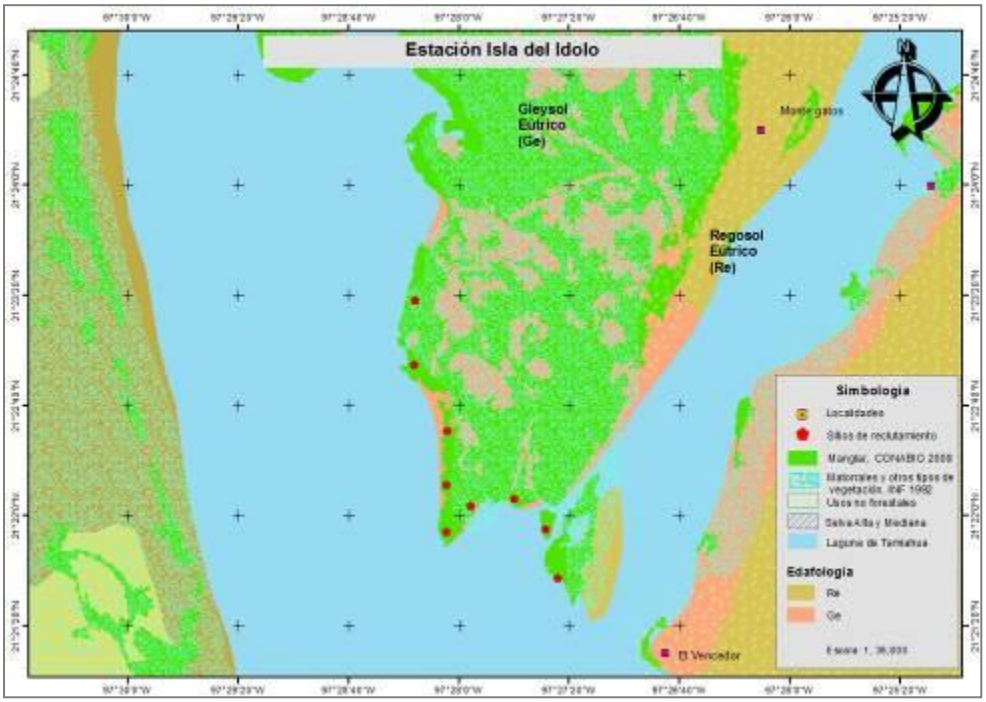


Figura 24. Áreas de reclutamiento observadas en Isla del Idolo.

Durante los recorridos realizados en la porción suroeste de la Isla del Idolo se georeferenciaron nueve áreas (figura 24) con altas densidades de plántulas de las tres especies: *Avicennia germinans, Rhizophora* mangle principalmente y en menor proporción *Laguncularia racemosa*, algunos ejemplares de *Rhizophora mangle* alcanzan mayores tallas que *A. germinans y L. racemosa* llegando a medir hasta 60 cm o un poco más. El suelo que predomina es Gleysol Eútrico a diferencia de las otras estaciones muestreadas en las que predomina el Solonchak gleyico. El tipo de vegetación reportado en el INF de 1992 corresponde a matorrales y otros típos de vegetación, la CONABIO, 2009 lo registra como bosque de manglar.

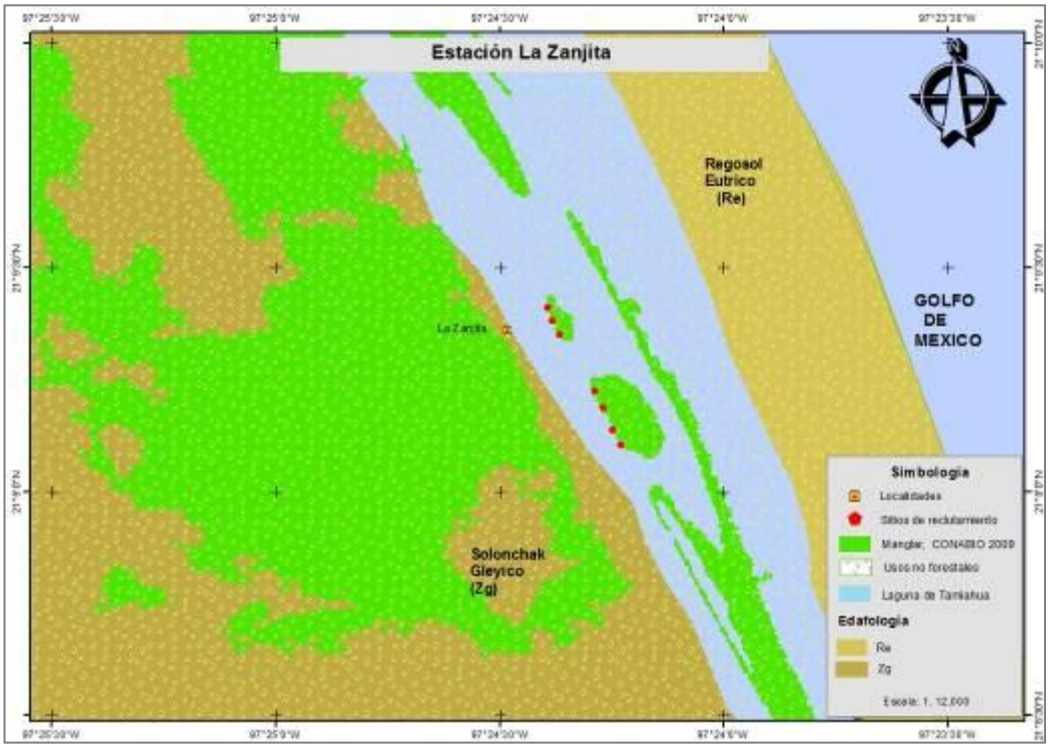


Figura 25. Áreas de reclutamiento observadas en Zanjita.

Las mayores áreas de reclutamiento observadas en la zanjita se encuentran en las pequeñas “islas” o canales que se aprecian en la figura 25 se identificaron plántulas de mangle negro (*Avicennia germinans*), rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). En este sitio no se reporta un tipo de suelo, sin embargo, el que se encuentra frente a estas coordenadas es el Solonchak gleyico. En el Inventario de 1992 esta zona se reportaba como de usos no forestales, actualmente la CONABIO (2009) la reporta como zona de manglar.

VII.- DISCUSION

Muchas áreas de manglar en México han sido deforestadas lo que genera cambios importantes en la superficie de dichos ecosistemas. En este trabajo, se estimó la tasa de cambio y se encontró que en el periodo de 2000 a 2007, en un lapso de 7 años, aparentemente, se registra un porcentaje muy alto de pérdida de superficie. Sin embargo en el inventario anterior no se consideró le polígono que corresponde a la Isla del Ídolo esto distorsiona la información y da un margen de poca confiabilidad. El periodo más puntual y de mayor credibilidad fue el que se obtuvo en el lapso de 17 años (2.53) es similar al reportado por Ruiz-Luna y Berlanga Robles (1999) para un periodo de 24 años en Huizache caimanero Sinaloa (-2.53).

Comparando los valores de pérdida de manglar reportados por Nuñez-Farfan (1997) con los valores registrados en Tamiahua, éstos últimos se sitúan entre los valores más altos en un intervalo con una diferencia de 7 años. Lo que nos indica que la tasa de cambio se ha presentado de una manera más acelerada para el bosque de manglar del municipio de Tamiahua.

Otra estimación parcial de la cobertura de manglar se hizo en la costa de Tabasco en un intervalo de 22 años (de 1984 a 2006) la tasa anual de modificación fue de 2.9% superior a la media nacional, y cita Hernández-Trejo y colaboradores (2010) que si se analiza por regiones aumenta a 3.8%

Además de Nuñez-Farfan, 1997, Moreno-Cassasola y colaboradores, 2002 realizaron en la costa de Veracruz un análisis de los cambios de superficie para 28 cartas del

INEGI, agrupando por región geomorfológica a los diferentes municipios que presentan manglar. Tamiahua fue incluido en la Región Norte y destaca junto con Cabo rojo por presentar las superficies máximas, superado únicamente por los manglares presentes en la laguna de Alvarado Ver.

En este estudio de campo, algunas de las áreas reportadas por la CONABIO en el Inventario Nacional de manglares 2009, como zonas con manglar ya están desprovistas de vegetación. Los manglares de Tamiahua muestran una gama amplia de características estructurales

El bosque de manglar de Tamiahua es un bosque joven por ello su densidad es más elevada, es decir se encontraron individuos semi robustos de baja altura, comparado con otros bosques. Sin embargo, la perspectiva varía de acuerdo al análisis que se realice. Al revisar las estaciones por separado es notorio que existen marcados cambios estructurales a unos cuantos metros.

En el cuadro 14 se muestra la posición donde se ubican los valores de los parámetros estructurales encontrados en Tamiahua con respecto de los valores reportados a nivel nacional e internacional.

El valor más parecido al encontrado en Tamiahua con respecto al área basal fue de Acosta- Velázquez y colaboradores*.,* 2007 y el más alejado de Jiménez-Quiroz y González, (1996) En la altura el de mayor similitud fue Félix Pico y colaboradores, (2006) Ubicándose este y el de Martínez-Hernández (2013) entre los valores mínimos. El DAP al que se asemejó fue de Linares y colaboradores, (2011). Las densidades

encontradas en Tamiahua son parecidas a las registradas por Acosta- Velázquez y colaboradores, (2007) y Martínez-Hernández, (2003).

Cuadro 14.- Tabla comparativa de parámetros estructurales reportados en diferentes zonas de manglar.

Sitio	Parámetros				Autor
	Área Basal m^2/ha	Altura (m)	DAP (cm)	Densidad Ind/ha	
Manchon-Guamuchal Guatemala.	52.1	17.4	-	1,116	Tovilla *et al* 2010.
Caño morita-Gran Eneal en Venezuela.	6.93	19.8	17.2	263	Barboza *et al.,* 2010.
Guaimoreto Honduras.	-	-	11.7	-	Linares *et al.,* 2011.
Reserva de la Biósfera Ría Celestún.	26	5.3	-	3,125	Zaldivar *et al.*, 2004.
Sian Kaán Quintana roo.	8.37	5.4	-	672	Acosta- Velázquez *et al.* 2007
Petenes Campeche.	11.58	-	-	3,755	Espinosa-Garduño *et al.,* 2010.
Marismas Nacionales Nayarit.	18.21	-	-	1,846	Acosta- Velázquez *et al.,* 2007.
Conchalito B.C.S.	87	2.58	-	-	Félix pico *et al*., 2006.
Juluapan Col. México.	1.612	5.18	-	2,312	Jiménez-Quiroz, 1996.
Alvarado, Ver.	22.8	10.1	-	591	Acosta- Velázquez *et al.,* 2007.
Laguna de Tampamachoco, Tuxpan Ver.	50.87	5.72	12.89	1,730	Martínez-Hernández, 2003.
Cerro de Tumilco, Tuxpan Ver.	-	-	16.73	-	Basañez-Muñoz y colaboradores 2006.
Tamiahua, Tamiahua Ver.	19.54	3.48	9.77	1,914.2	Martínez-Hernández, 2013.

Con respecto a la dominancia de especies dentro del dosel del bosque de manglar, En Tamiahua se registró que *Avicennia germinans* fue la especie dominante lo cual también ha sido reportado para otros manglares. Cabe resaltar que Nuñez- farfán en 1997 reporta para Tamiahua una dominancia de un 70% de *Avicennia germinans* coincidiendo con los datos registrados en el presente trabajo. Igual que en Guaimoreto Honduras, (Linares *et al.* 2011) Manchón Guamuchal (Tovilla *et al.,* 2010), Marismas Nacionales en Nayarit, Alvarado Veracruz, Sian Kaán Quintana roo (Acosta- Velázquez *et. al.* 2007) Laguna de Tampamachoco (Martínez-Hernández 2003) y estero Tumilco (Basañez, *et al* 2006). A diferencia de la Reserva de la Biósfera Ría celestun (Zaldivar *et al.*, 2004); Chacahua, Oaxaca (Acosta- Velázquez *et al.*, 2007) y Bahía Chetumal en cuyos sitios la especie dominante reportada es *Rhizophora mangle*

Analizando por estación los valores del Índice de Complejidad de Holdridge de Tamiahua en la Isla del Ídolo se encontró el dato más alto 3.92, el dato más bajo se encontró en la Zanjita. Influyeron diferentes características, puesto que solo se registraron 2 especies en esta estación, un menor número de individuos por hectárea y las áreas basales mínimas de las estaciones de muestreo, derivado de ello su valor fue de 0.78. Comparado el dato de manera global con otros sitios el Valor máximo obtenido es para Manchon Guamuchal con (20.5) (Tovilla *et al.,* 2010) seguida de Tampamachoco con 20.14 (Martínez-Hernández, 2003). Tamiahua se ubica entre los valores mínimos de complejidad con 4.7 sin embargo el valor menor corresponde a Juluapan Colima con 0.61.

Otro factor importante que permite vislumbrar la dinámica del bosque es identificando si existen áreas de reclutamiento de plántulas. En el litoral de Chiapas se realizó un estudio en el cual se cuantificó la regeneración de plántulas de *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans y Conocarpus erectus* encontrándose que *R. mangle* es ampliamente dominante en bosques ribereños/borde, *L. racemosa* es abundante en los bosques borde/ribereños, *A. germinans* prospera en las cuencas y *C. erectus* se desarrolla en los suelos arenosos con el mínimo de inundación (Tovilla-Hernández *et al*., 2010).

En Tamiahua únicamente se georeferenciaron los sitios con más alto número de individuos visibles y se identificaron las especies presentes, observándose que *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* se encontraban presentes en las áreas de mayor inundación y las plántulas de *Laguncularia racemosa* se desarrollaban mejor en las zonas más secas y entremezcladas con *Spartina spartinae* y *Batis marítima*. De acuerdo a las características de cada lugar el comportamiento de las especies varía. Así tenemos que en un estudio realizado en el sistema lagunar de Alvarado indica los sitios con mayor inundación como carentes de regeneración y que la mayor densidad de plántulas de *Laguncularia racemosa* fue registrada en el sitio con menor inundación lo que sugiere que esta especie exitosamente en lugares más altos (Hernández-Puente, 2010).

La regeneración es una característica estructural que contribuye a determinar el tipo de manglar que se ha de desarrollar en una determinada matriz ambiental (Teutli-

Hernández, 2008); si bien no se realizaron mediciones de las plántulas se contribuye de una manera significativa con la georeferenciación de los sitios.

Partiendo de que las características edáficas son una de las principales características ambientales que influye en la disponibilidad de semillas, porcentaje de asentamiento, velocidad de crecimiento y tasa de mortandad se hizo un cruce de información con la capa de edafología los inventarios de 1992 y 2010.

Encontrándose que por estación en Isla del Idolo, Saladero y Cienega Tamiahua las plántulas se localizan colonizando el límite entre las áreas que en 1992 eran reportadas como zonas de matorral y otros tipos de vegetación y que actualmente la CONABIO, (2009) considera como el bosque de manglar excepto en la estación zanjita que anteriormente era reportada como uso no forestal (Inventario Nacional Forestal, 1992).

Cabe mencionar que de las cuatro estaciones de muestreo Saladero y Ciénega Tamiahua presentan un tipo de suelo solonchack gleyico (de acuerdo al INEGI, 2009 son adecuados para el desarrollo de pastizal y vegetación halófila), excepto Zanjita por comprender el área de los canales no se reporta el tipo de suelo en la capa empleada, e Isla del Idolo muestra un tipo de suelo gleysol eútrico (son pantanosos y se presentan en zonas donde se acumula la mayor parte del año alcanzando hasta los 50 cm de profundad). Sin embargo el área en que se observaron una menor cantidad de plántulas corresponde a Saladero en ésta el área evaluada, únicamente se presentó una mayor humedad en el borde de la franja donde se encuentran ejemplares maduros de *Rhizophora mangle* y algunas plántulas de la misma especie, hacia la parte central se

visualiza una menor cantidad de humedad y una mayor dominancia de *Avicennia germinans* en la cual se observa una mínima o nula cantidad de plántulas. Esto coincide con lo mencionado por Jiménez y colaboradores (2012), quienes mencionan, que *Rhizhopora mangle* predomina principalmente en suelos gleysoles mientras *Avicennia germinans* crece en suelos arenosos, cenagosos o arcillosos, y *Laguncularia racemosa* en una gran variedad de condiciones de suelo, desde suelos arenosos hasta depósitos cenagosos o arcillosos. Ha sido observado en lodazales blandos altamente enriquecidos con detrito orgánico y en turbas fibrosas sobre arcillas ligeramente oxidadas

El presente estudio contribuye al conocimiento de la superficie y estructura de los manglares del municipio de Tamiahua y a su vez nos da la pauta para ejecutar trabajos de mayor especialización que sirvan como complemento para el desarrollo de proyectos de carácter sustentable.

.

VIII.- CONCLUSIONES

Los parámetros estructurales presentan varían aun a unos cuantos metros dentro del mismo bosque de manglar.

Para el bosque estudiado en la presente investigación se reportan tres de las cuatro especies registradas para México: *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle.*

Los manglares de la laguna de Tamiahua muestran un bosque en diferentes etapas sucesionales, el área mejor conservada se ubica en la Isla del Ídolo, sin embargo la mancha urbana está ocasionando una degradación gradual por la tala de las especies que emplean para el enramado de las charangas y los fustes para los cercos de los potreros. El mismo caso de degradación de estos bosques se presenta en las otras estaciones en diferentes proporciones.

Con los datos Con los datos del INF 1992 y la CONABIO 2009 en un lapso de 17 años se muestra una pérdida del 49.15% para la cobertura de la laguna de Tamiahua. Es decir cerca de la mitad de la cobertura de estos bosques. Al calcular la tasa de pérdida se iguala a la pérdida anual estimada para México con 2.5 % lo que nos indica una acelerada destrucción de estos bosques y aun es mayor el dato si se analiza por intervalos cortos de acuerdo a la manera en que se presentan los inventarios es decir de 1992 a 2000 (8 años) es de 5.9 %; de 2000 a 2007 (7 años) es de 7.3 y de 2007 a 2009 (2 años) de 10.8%. Estos datos, nos da un panorama poco alentador de la conservación del bosque en el municipio.

Otro aspecto importante que se estudio fue la estructura de la comunidad del manglar al respecto podemos enunciar que a reserva de los datos que publicó la CONABIO de los puntos muestreados en el Golfo de México mismos que incluyen a Tamiahua de una manera general a la fecha no se contaba con datos estructurales completos, esta información reviste importancia puesto que nos permite inicialmente corroborar lo que se analiza mediante el uso de imágenes satelitales ya que estas pueden estar sujetas a errores varios.

La estructura del manglar de Tamiahua no es homogénea en toda el área ya que mientras en una estación se muestran árboles robustos y maduros en otras se presentan ejemplares jóvenes que indican una posible regeneración del sitio aunado a los testimonios de la población aledaña se observa en los descriptores encontrados.

En virtud de que los datos obtenidos para alturas áreas basales y Diámetro a la altura del pecho no se ajustaban a la distribución normal se empleó una prueba no paramétrica Kruskall Wallis, encontrándose que las localidades son significativamente diferentes para el bosque de manglar presentando una altura máxima de 6.13 en la estación saladero y una mínima de 3.6 en la Ciénega; en lo concerniente al área basal este dato fue considerado en cm y el valor máximo fue encontrado en el Idolo con 297.55 y un mínimo en la Zanjita con 49.66.

En lo que respecta al Diámetro a la altura del Pecho coincide con las estaciones registradas para área basal así tenemos una máxima en el ídolo con 15.28 cm y un DAP mínimo en zanjita con 6.98cm.

La especie con una marcada dominancia en este bosque fue *Avicennia germinans,* su comportamiento es muy disímil ya que mientras en algunos sitios se presentaban individuos de 70 a 90 cm en otros se encontraron ejemplares que alcanzaron más de 10 metros.

La complejidad que muestra el bosque es baja esto se debe a diferentes factores entre ellos que únicamente para la toma de datos se registraron tres especies (*Avicennia germinans, Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*) de las cuatro que reporta Nuñez- Farfan, 1997 las alturas en promedio también son muy bajas como ya se planteó en las discusiones. Se trata de un bosque joven.

Con la presente investigación se logró identificar *in situ* cuales son las áreas mejor conservadas del bosque de manglar dentro de la laguna de Tamiahua. Esta información permitirá futuras investigaciones relacionadas con parámetros fisicoquímicos complementar y dar la pauta para desarrollar propuestas de sitios a reforestar con el respaldo científico requerido, lo que por ende accesará a programas de reforestación exitosos.

Los sitios de reclutamiento georeferenciados nos permiten visualizarlos como semilleros naturales que sirven en algunas ocasiones para realizar reforestaciones con plántulas (a raíz desnuda) del sitio, lo que evitara una mayor inversión y estrés en los organismos pues ya se encuentran adaptadas a las condiciones de la laguna, entre otros. Las estaciones con mayor densidad de plántulas observadas fueron la zanjita e Isla del Ídolo.

Los programas de reforestación que han sido implementados a la fecha carecen un amplio y detallado soporte técnico debido a que en muchas ocasiones no se cuenta con el tiempo o los recursos financieros suficientes que permitan llevarlos a cabo. Lo ideal sería tener estas bases y posteriormente proponer los sitios idóneos de acuerdo a las condiciones de humedad, tipo de suelo, salinidad, microtopografía e hidroperiodo, entre otros.

IX.- APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO

8.1.- PROPUESTA DE MANEJO

De acuerdo a los datos arrojados en la evaluación de los parámetros estructurales, información analizada y recorridos en campo se propone una diferenciación de áreas así como las actividades que pueden realizarse en cada una de ellas (Anexo D).

X.- BIBLIOGRAFIA

Acosta Velásquez, J. M. y T, Rodríguez Zúñiga 2007. Programa de monitoreo de los manglares de México a largo plazo: Primera Etapa. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DQ056. México D. F. 67 pp.

Agraz-Hernández C.M.; F. J. Flores-Verdugo; R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo; J.J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga Cabrera L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Barboza, F.; A. Villareal.; Y. Querales; J. Sánchez.;. E. Narváez; J. Hernández 2010. Composición florística, atributos estructurales y salinidad en el manglar Caño Morita-Gran Eneal, Municipio Paez-Estado Zulia, Venezuela. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 152-153.

Basáñez-Muñoz, A. de J.; C. Domínguez Barradas; A. Serrano-Solís; C. González-Gándara; G. Carmona-Díaz, y M. Cruz Martínez, 2003. Germinación de semillas de *Conocarpus erectus* var sericeus E. forst. Ex Dc. En condiciones de laboratorio. Polibotánica No. 31: 61-70 [en línea] 2011, [citado 2012-06-05]. Disponible en Internet: http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=62117054005. ISSN 1405-2768.

Basáñez-Muñoz, A. J; G. Olmedo-Pérez., P. Rojas-Mencio. 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. Revista UDO Agrícola 6(1): 114.

Cadavid, B.C., P.A. Bautista, L.F. Espinosa, A.J. Hoyos, A.M. Malagón, D. Mármol, A.M. Orjuela, J.P. Parra, L.V. Perdomo, M. Rueda, C.A. Villamil y E.A. Viloria,.2011. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta, Colombia 127 p.

Calderón C., Aburto O. y E. Ezcurra 2009. El valor de los manglares. CONABIO. Biodiversitas No. 82:2-6.

Castañeda L.O. y F.E Contreras, 2001. Serie: Bibliografía Comentada sobre ecosistemas costeros mexicanos 2001. Centro de Documentación Ecosistemas Litorales Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División

C. B. S. Depto. de Hidrología. Publicación electrónica (CD). ISBN: 970-654-912-9. México, D.F

Choudhury, J. K. “La Ordenación Sostenible de los manglares costeros, desarrollo y necesidades sociales”. Food and Agricultural Organization – FAO. XI Congreso Forestal Mundial, 13 a 22 de Octubre de 1997, Antalya, Turquía. Volumen 6, Tema 38.6. 28 paginas. Disponible en la página web: http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/V6/T386S/1-4.HTM.

CONABIO 2009. Manglares de México Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.

Cruz O. R, 1967. Geología marina de la laguna de Tamiahua. Resultados preliminares. *Res. III Congr. Nal. Oceanogr.*

Cruz-Orozco, R., 1968. Geología marina de la laguna de Tamiahua, Ver., México. *Bol. Inst. Geol. UNAM*. 88: 1-47.

Domínguez L. A., E. John W Day; A. Sainz Hernández., R.M Gonzalez. 2010. Estructura y productividad de los manglares asociados a las lagunas de la Mancha y del Ostión Ver. México. Instituto de Ecología A.C. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán. 78 p

Espinosa Garduño M; S. Cinco Castro y S. López Rosario, 2010. Estructura y productividad primaria del manglar en el área de las bocas de la reserva de la biósfera

“Los petenes. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 156-157.f

Flores M., G.; J. Jiménez; X. Madrigal; F. Moncayo y F. Takaki. 1971. Memorias del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO) 2007. Mangroves of North and Central America 1980-2005. Forest Resources Assessment Programme. Rome, Italy. 161 p.

Félix-Pico E. F; O. E. Holguín-Quiñones; A. Hernández Herrera; F. Flores Verdugo. 2006. Producción primaria de los mangles del estero el Conchalito en Bahía de la Paz Baja California Sur, México. Ciencias Marinas. Vol 32 Número 01A. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 53-63 pp.

Fonseca E, A.C;.J. Cortés y P. Zamora. 2007. Monitoreo del manglar de Gandoca, Costa Rica (sitio CARICOMP). Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 55 (1): 23-31.

García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical Plant Species Diversity. Evolutionary Biology. 1-84.

Gordillo-Morales G. y L. Cruz Paredes, 2005; ficha informativa de los humedales de Ramsar. Laguna de Tamiahua. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2011. Fecha de última modificación del escrito 30 de Mayo del 2005. http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/60.pdf

Herrera-Silveira, J. y E. Ceballos, 1998. Manglares: ecosistemas valiosos. CONABIO. Biodiversitas 19:1-10.

Hernández- Puente, K. N. 2010. Regeneración natural de manglar en un pastizal inducido en el sistema lagunar Alvarado Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa Ver. 44p.

Hernández-Trejo, H., M.C. Jesús García., A. D. Anacleto Rosas 2010. Cambios de Cobertura en los manglares de la Costa de Tabasco. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 154.

Holdridge, L.R. ; W.C.Grenke; W.H. Hatheway; T. Liang and J.A. Tosi, Jr. 1971. Forest Environments in: Tropical life zones a pilot study. Pergamon Press, N. Y., 747pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2002. Localidades de la República Mexicana, 2000 Escala; 1:1,2000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Instituto Nacional de Ecología, 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. 21 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tamiahua, Veracruz de Ignacio de la Llave. Clave geoestadística 30151: 9 p.

Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1995). Fecha de publicación: 10-07-2001, del metadato 06-03-2008.

Inventario Nacional de Gran Visión, 1991-1992: uso de suelo y vegetación. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). (1992) 1:250000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Jesús-García M.C., H. Hernández-Trejo y A. D. Anacleto- Rosas. 2010. Características estructurales de dos zonas de manglar en el Delta Grijalva-Usumacinta. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 157.

Jimenéz-Quiroz C. y O. F. González. 1996. Análisis de la estructura del manglar de la laguna de Juluápan, Col., México. IPN. SEMARNAP. Ciencia Pesquera N° 12 p: 76-84.

Jiménez, J. A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del pacífico de Centro América: contrastes climáticos, p. 51-70. In: A. Yánez-Arancibia y A.L. Lara-Domínguez (eds.) Ecosistemas de manglar en América Tropical:

Instituto de Ecología A.C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380 p.

Jiménez, J. A. [s.f.]. *Rhizophora mangle* L. Red mangrove. SO-ITF-SM-2. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p. Última consulta mayo 2012. http://www.fs.fed.us/global/iitf/Rhizophoramangle.pdf.

Jiménez, J. A. [s.f.]. *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. White Mangrove. SO-ITF-SM-3. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 64 p. Última consulta mayo 2012. http://www.fs.fed.us/global/iitf/Laguncularia racemosa.pdf.

Jiménez, J. A.; Lugo, E. Ariel [s.f.]. *Avicennia germinans* (L.) L. SO-ITF-SM-4. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. Última consulta mayo 2012. http://www.fs.fed.us/global/iitf/Avicenniagerminans.pdf.

Lot-Helgueras, A; C. Vázquez-Yanes y F. Menéndez, 1975. Physiognomic and floristic changes near the northem limit of mangroves in the Gulf coast of México. In Walsh, G., Snedaker, S. y H. Teas (eds). Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of Mangroves, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainsville. pp 52-61.

Lema Veléz L.F. y J. Polanía, 2006. Estructura y dinámica del manglar del delta del río Ranchería, Caribe Colombiano. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 55 (1): 11-2.

Linares J.L. E. Burgos-Bennett y S. Milla. 2011. Estudio florístico estructural de especies de manglar de laguna de Guaimoreto. Honduras. Fundación Calentura Guaimoreto. 22pp.

López Adame H., H. A. Hernández Arana, A. Zaldívar Jiménez y J. Herrera Silveira, 2010. Variación en la estructura, salinidad intersticial y producción de hojarasca en manglares de la bahía de Chetumal, México. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 153.

López B., M.B. Barreto y J. E Conde, 2011. Caracterización de los manglares de zonas semiáridas en el noroccidente de Venezuela. INTERCIENCIA. VOL. 36 Nº 12. Pp 888-893.

López-Portillo, J. 2006. Tendencia actual de la perturbación de los manglares en el estado de Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Primer taller. Taller de consulta para el programa de monitoreo de los Manglares de México (16 de junio de 2006). http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/refTaller1.html.

Martínez-Hernández M. 2003. Características estructurales del bosque de manglar de la Laguna de Tampamachoco Tuxpan Ver. Tesis de Licenciatura. Xalapa de Equez Ver. Pags. 57.

Moreno-Cassasola J.L. Rojas-Galaviz; D. Zárate Lomelí; M. A. Ortiz-Pérez; A.L. Lara Domínguez; T. Saavedra Vázquez, 2002. Diagnóstico de los manglares de Veracruz: distribución, vínculo con los recursos pesqueros y su problemática. Madera y Bosques. Instituto de Ecología A.C. Xalapa Número especial, 2002:61-88.

Moreno-Casasola P. y D. M Infante, M. 2009. Manglares y selvas inundables. Instituto de Ecología. A.C. CONAFOR y OIMT, Ver. México. 150 pp.

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

Núñez Farfán, J. 1997. Estudio ecológico y genético de las poblaciones de *Rhizophora mangle* en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB- CONABIO proyecto No. B007 México D.F. 96 p.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. Arboles tropicales de México. INIF y FAO. México. pp.413.

Pérez-Pacheco A. 1989. Manual de Laboratorio de Ecología Vegetal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.41 p.

Pool, D.J., S.C. Snedaker and A. E. Lugo. 1977. Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. Biotropica, 9(3): 195-212.

Rico G., V. 1981. *Rhizophora harrisonnii* (Rhizophoraceae), nuevo registro de las costas de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 41. P. 163-166.

Rodríguez-Luna E.; A. Gómez-Pompa; J. C López-Acosta; N. Velázquez-Rosas; Y. Aguilar-Domínguez. M. Vázquez-Torres 2011. Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz. Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, CITRO. Xalapa Ver. 352p.

Rondón J. A. y R. Vidal, 2005. Establecimiento de la Cubierta Vegetal en Áreas Degradadas (Principios y Métodos). Rev For Lat. No. 38. Universidad de los Ándes. INDEFOR. 20 p.

Ruiz-Luna, F. y C. Berlanga-Robles, 1999. Modifications in coverage patterns and land use around the Huizache-Caimanero lagoon system, Sinaloa, México: a multitemporal analysis using LANDSAT imagines. Estuarine Coastal and Shelf Science, 1999; 49:37-44.

Suárez G. A. I y T. Carmona V. 1998. Ecología General Manual de prácticas. Universidad Veracruzana. 57-57pp.

Teutli-Hernández C. 2008. Regeneración de zonas de manglar bajo diferentes regímenes hidrológicos en sistemas cársticos-carbonatados. Tesis de Maestría. CINCESTAV-IPN Unidad Mérida, Yucatán, México. 119 p.

Tovilla-Hernández C., J.C de la Presa Pérez; F. Ovalle-Estrada; G. de la Cruz Montes y E. de la Cruz Montes, 2010. Estructura de los bosques de manglar de *Avicennia Bicolor* Standley 1923, en la costa de Chiapas, México. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán 83p.

Tovilla-Hernández, C. y M.M. Sánchez-Pérez, 2010. Estructura de los bosques de manglar en la reserva Manchon-Guamuchal en la Tilapia de Ocós, Guatemala C.A. En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán. 92 p.

Tovilla Hernández, C. R; L Salas-Roblero y G. De La Cruz-Montes, 2010. Una década de cambios en la estructura de un bosque de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn en la encrucijada Chiapas, México En: Memoria del Primer Congreso Mexicano de Ecosistemas de Manglar, Mérida Yucatán pp 95-96.

Valdez-Hernández J.I. 2004. Manejo Forestal de un Manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. Madera y Bosques. Vol 10 Número especial 2. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México pp. 93-104.

Vidal-Zepeda, R. 1990., 'Precipitación media anual' en Precipitación, IV.4.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Zaldívar-Jiménez A; J. Herrera Silveira; C. Coronado Molina; D. Alonzo- Parra. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la reserva de biosfera Río Celestún, Yucatán, México. Maderas y Bosques. Instituto de Ecología A.C. Xalapa Número especial 2: 25-35.