

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Diversidad de Especies en Manglares de Soto La Marina, Tamaulipas y
Tecomán, Colima.

Por:

LEONARDO DANIEL RAMÍREZ RUIZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad de Especies en Manglares en Soto La Marina, Tamaulipas y Tecomán,
Colima.

Por:

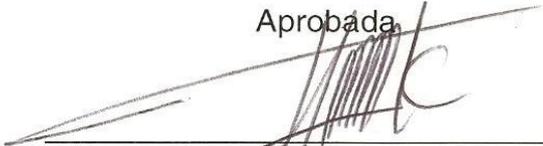
LEONARDO DANIEL RAMÍREZ RUIZ

Tesis

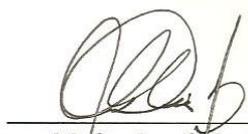
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

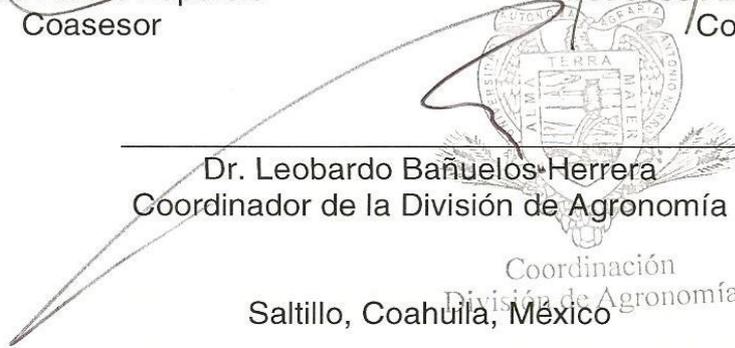
INGENIERO FORESTAL

Aprobada


M.C. Celestino Flores López
Asesor Principal


Dr. Alejandro Zárate Lupercio
Coasesor


M.C. José Aniseto Díaz Balderas
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2012

Esta tesis ha sido apoyada por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 02.03.0207.2192 responsable M.C. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

AMIGOS Y

A TODO AQUEL QUE HAGA BUEN
USO DE ESTE DOCUMENTO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y mis logros a todas las personas que siempre estuvieron apoyándome incondicionalmente, brindándome su confianza.

A mi padre, el Sr. Eliseo Ramírez Fernández por siempre confiar en mi desempeño académico y colaborar económicamente con mis estudios, por siempre estar ahí para brindarme un buen consejo los cuales fueron de gran utilidad para mi vida diaria, gracias por sus regaños que me hicieron ser una persona de bien y un profesional responsable. La admiración y el orgullo que siento hacia él es lo que me impulso a terminar mis estudios.

A mi gran mami adorada la Sra. Magda Ruiz Martínez, por ser una de la persona que más confía plenamente en mi desarrollo académico, ya que para ella no era un sueño era una realidad que algún día llegaría el momento de concluir mis estudios, gracias a ella por siempre tener una palabra de aliento en los momentos más difíciles a lo largo de estos años, también por su comprensión y apoyo incondicional. Te amo mamita adorada.

A mis hermanos Eduardo Ramírez Ruiz y Magda Guadalupe Ramírez Ruiz, por siempre confiar en que mis logros algún día iban a ser reconocidos.

A mi tía Eglayde Ramírez Fernández por brindarme su apoyo y por los consejos que fueron y serán de gran utilidad tanto en el ámbito profesional como personal.

A mi hijo Cristian Giovanni Ramírez Hernández, por ser una de las personas más importantes en mi vida, el cual me impulso a terminar mis estudios.

Una de las personas que más me apoyo en mi realización de mi proyecto de tesis fue Georgina Valdez Solís, ya que siempre estuvo a mi lado cuando me sentía estresado o mal ella me daba consejos de motivación para terminar y que el tiempo se hiciera más corto.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme los conocimientos necesarios forjando mi desarrollo profesional.

Al personal del Departamento Forestal, administrativos y maestros, por todo el apoyo y consejos los cuales siempre estarán presentes.

Muy especialmente al M.C. Celestino Flores López, por su amistad y todos los consejos y enseñanzas que serán muy importantes para mí desarrollo en el ámbito profesional, de igual manera por darme la oportunidad de trabajar con este proyecto y su paciencia para el desarrollo de éste proyecto.

Al Dr. Alejandro Zarate Lupercio, agradezco la disposición y apoyo brindado para la revisión de éste trabajo y sus consejos que serán de gran importancia para el ámbito laboral.

Al M.C. José Aniceto Díaz Balderas, por su valioso tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y sus aportes para la mejora de mi trabajo.

Un agradecimiento especial al Ing. Martín Jesús García Vizcaya, por darme la oportunidad de fortalecer mis conocimientos en el ámbito profesional en su consultoría, y también por los buenos consejos que me brindaba para ser un mejor profesionista.

A la señora Liliana Car Díaz por brindarme la oportunidad de ser un miembro más de su familia, y por brindarme sus grandes consejos que me formaron como una mejor persona.

A mis amigos de la casa especialmente a Jorge Antonio Santana Gómez, Martín Jesús García Díaz, Rudy Alberto Pérez Hernández, Jairo Solís Solís, Eliel Arce Reyes y Eliseo Domínguez que en los momentos difíciles estuvieron conmigo y nunca me dejaron caer cuando más triste estaba ellos tenían palabras de aliento para que me hicieran reír y viera de otra manera la vida.

A mis compañeros de generación por su apoyo durante mi estancia en la Universidad.

A mis amigos: Manuel Herrera Santiago, Javier Ramírez Espinoza, Maybeth del Rosario López Espinoza, Bartolomé García Santiago, Eber Addael López Juárez, Andrés Ramírez Morales, Inocencia Matus Ruiz, Adrián Hernández Ramos, José Alfredo Colazo Ayala.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	4
1.1.1 Objetivos particulares.....	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Tipo de mangles y especies asociadas para la parte del Caribe y Latinoamérica.....	5
2.2 Concepto de diversidad de especies.....	6
2.3 Índices de diversidad de especies.....	7
2.4 Índices de diversidad más estudiados en mangles.....	9
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Descripción general de las poblaciones de manglar en estudio.....	11
3.1.1 Ubicación geográfica de las áreas de estudio.....	11
3.1.1.1 Localidad Tecomán, Colima.....	11
3.1.1.2 Localidad Soto la Marina, Tamaulipas.....	11
3.1.2 Aspecto ecológicos.....	12
3.1.2.1 Suelos de las poblaciones de Tecomán, Colima.....	12
3.1.2.2 Suelos de las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas.....	12
3.1.2.3 Clima de Tecomán, Colima.....	17
3.1.2.4 Clima de Soto la Marina, Tamaulipas.....	18
3.1.2.5 Vegetación de Tecomán, Colima.....	18
3.1.2.6 Vegetación de Soto de la Marina, Tamaulipas.....	19
3.2 Diseño de muestreo y establecimiento de sitios permanente.....	19
3.2.1 Tecomán, Colima.....	19
3.2.2 Soto la Marina, Tamaulipas.....	19
3.3 Variables evaluadas.....	20
3.4 Diversidad.....	20
3.4.1 Diversidad de especies.....	20

3.4.2	Heterogeneidad.....	21
3.4.3	Equitatividad.....	22
3.4.4	Índice de similitud de Bray- Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster).....	23
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Diversidad.....	24
4.1.1	Riqueza de especies en Tecomán, Colima.....	24
4.1.2	Riqueza de especies en Soto la Marina, Tamaulipas.....	25
4.1.3	Comparación de riqueza de especies entre regiones.....	25
4.1.4	Heterogeneidad.....	26
4.1.4.1	Heterogeneidad en la región de Tecomán, Colima.....	26
4.1.4.2	Heterogeneidad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas.....	27
4.1.4.3	Comparación de heterogeneidad entre regiones.....	27
4.1.5	Equitatividad.....	27
4.1.5.1	Equitatividad en la región de Tecomán, Colima.....	27
4.1.5.2	Equitatividad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas...	28
4.1.5.3	Comparación de la equitatividad entre regiones.....	29
4.1.5.4	Índice de similitud entre las dos regiones.....	29
5	CONCLUSIÓN.....	34
6	RECOMENDACIONES.....	35
7	LITERATURA CITADA.....	36

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadros		Páginas
1	Índices de diversidad más utilizados en estudios de poblaciones de mangles en México, el Caribe y América del Sur.....	10
2	Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglar de Tecomán, Colima.....	11
3	Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglar de Soto la Marina, Tamaulipas.....	12
4	Valores de índices de diversidad en las poblaciones de Tecomán, Colima.....	24
5	Valores de índices de diversidad de especies en las poblaciones de Río Soto la Marina y Laguna Morales, Tamaulipas.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Páginas
1	Sitios de muestreo en la población la Pesca, Tamaulipas.....	13
2	Río Soto la Marina, Tamaulipas y sitios de muestreo.....	14
3	Población Laguna de Morales, Tamaulipas y sitios de muestreo....	15
4	Población la Pesca y entrada a la Laguna Morales, Tamaulipas y sitios de muestreo.....	16
5	Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971- 2000) de las estaciones meteorológicas de Tecomán, Colima.....	17
6	Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971- 2000) de las estaciones meteorológicas de la Pesca, Soto la Marina estado de Tamaulipas.....	18
7	Valores de los índices de heterogeneidad entre las dos regiones de estudio.....	28
8	Valores de los índices de equitatividad entre las dos regiones de estudio.....	30
9	Dendrograma de Análisis de Cluster entre las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas.....	31
10	Dendrograma de Análisis de Cluster entre las poblaciones de Tecomán, Colima.....	32

RESUMEN

En el presente estudio se comparó la diversidad de especies leñosas entre manglares de Tecomán, Colima y Soto la Marina, Tamaulipas para conocer las especies con que se asocian en diferente latitud.

Se utilizó información de 40 sitios de muestreo permanentes de 100 m² (cinco poblaciones) en Tecomán, Colima y de 19 sitios de muestreo permanentes (dos poblaciones) establecidos en Soto la Marina, Tamaulipas, utilizando un muestreo selectivo. Se marcaron y midieron todos los árboles del sitio con diámetro mayor o igual a 2.5 cm a la altura del pecho, excepto en *Rhizophora mangle*. La diversidad se analizó considerando la riqueza de especies, heterogeneidad, equitatividad y el índice de similitud de Bray-Curtis. Se utilizó la curva acumulada de especies, el índice de Shannon-Wiener (Log²), el complemento del índice de Simpson, el índice de equitatividad de Simpson, la equitatividad de Shannon y el procedimiento de Bray-Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster).

El Chupadero es la población con mayor riqueza con 11 especies, mientras Boca de pascual es la población más diversa en heterogeneidad y equitatividad. Laguna Morales es la población con los índices de diversidad más altos. *Laguncularia racemosa* (L). Gaerth fue la especie más dominante, abundante e importante en la región de Tecomán, Colima y *Rhizophora mangle* L. fue para la región de Soto la Marina, Tamaulipas. La región de Tecomán, Colima fue la que presentó mejor índice de similaridad entre sus poblaciones evaluadas.

La latitud es un factor que afecta la biodiversidad, ya que las poblaciones a mayor latitud tienen menor diversidad de especies en comparación con las poblaciones de menor latitud, que son más diversos.

Palabras claves: Mangles, Soto la Marina, Tamaulipas, Tecomán, Colima, Índices de diversidad de especies.

ABSTRACT

In this study compared the diversity of woody species between mangroves of Tecomán, Colima and Soto la Marina, Tamaulipas to know the species that are associated in different latitude.

Information was used from 40 permanent sampling sites of 100 m² (five populations) in Tecomán, Colima and 19 permanent sampling sites (two populations) based in Soto la Marina, Tamaulipas by using selective sampling. Were marked and measured all trees with a diameter greater or equal to 2.5 cm at breast height, except in *Rhizophora mangle*. The diversity was analyzed considering species richness, diversity, evenness and similarity index of Bray-Curtis. Were used cumulative curve of species, Shannon-Wiener index (Log^2), the complement of Simpson index, the Simpson's evenness index, Shannon evenness and Bray-Curtis procedure (Dendrogram of Cluster Analysis).

The population Chupadero is the richest with 11 species, while Boca de Pascuales is the most diverse population in diversity and evenness. Laguna Morales is the population with the highest diversity indices. *Laguncularia racemosa* (L). Gaerth was the most dominant, abundant and important in the region of Tecomán, Colima and *Rhizophora mangle* L. was in the region of Soto la Marina, Tamaulipas. The region of Tecomán, Colima was the best index of similarity among their populations evaluated.

Latitude is a factor that affects the biodiversity; populations at highest latitude have less species diversity compared with lower latitude populations, which are more diverse.

Keywords: Mangroves, Soto la Marina, Tamaulipas, Tecomán, Colima, indexes of species diversity.

1 INTRODUCCIÓN

Los manglares son comunidades vegetales que se extienden en la zona de convergencia entre el mar y la tierra, comúnmente en áreas tropicales y subtropicales y poseen adaptaciones ecofisiológicas que les permiten desarrollarse en terrenos frecuentemente inundados y salinos. Junto con los pastos marinos y arrecifes coralinos, confieren a la zona costera una productividad primaria 10 a 25 veces superiores a la de la mayoría de los ecosistemas marinos y terrestres conocidos (Mitsch y Gosselink, 1986).

Los manglares constituyen un importante recurso forestal en toda la banda intertropical del planeta; sostienen la biodiversidad entre los ecosistemas costeros tropicales, tiene un efecto sobre las áreas forestadas intermareales e incluso puede influir tierra adentro. Los manglares constituyen una de las mejores opciones dentro de los humedales costeros, en la captura de carbono para reducir el efecto que induce la ruptura de la capa atmosférica de ozono y el efecto invernadero sobre el planeta. Estos cambios están afectando los patrones de temperatura, precipitación pluvial, depresiones tropicales, huracanes, variaciones del nivel medio del mar y descargas de ríos (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998).

México cuenta con cinco especies comunes en sus manglares; de las cuales *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) y *Rhizophora harrisonii* Lecchm., se pueden encontrar en zonas con mayores periodos de inundación que las demás, aunque *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle negro) puede compartir las mismas condiciones, así como *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth (mangle blanco) pero en menores proporciones y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo) la cual se encuentra más alejada de zonas inundadas (López y Ezcurra, 2002).

Los manglares en México cubren un área aproximada de 550 000 ha, tanto en el golfo de México, el Mar Caribe y el Océano Pacífico (Lacerda, 1993). Las áreas más extensas de manglar de la costa del pacífico mexicano, se localizan en el sistema estuarino de Teacapán- Agua Brava- Marisma Nacionales, Sinaloa- Nayarit, con 113 238 ha y en Chantuto- Panzacola, Chiapas de 30 000 a 40 000 ha; lo que corresponde al 22% del área total en México (CONABIO, 2009).

La Región Península de Yucatán contiene el 55% (423,751 ha) de la extensión de manglares en México, seguida por la región Pacífico norte con 24.5% (188,900 ha). Las regiones Golfo de México y Pacífico sur contienen 11% (84,442 ha) y 8.6% (66,374 ha), respectivamente. La región Pacífico centro es la que menor extensión de manglar contiene con un 0.9% (6,590 ha). Del total de la superficie de manglar, el 45.2% (348,065 ha) se encuentra decretada como Área Natural Protegida (ANP) Federal. El 21.4% (164,713 ha) está dentro de sistemas de áreas protegidas estatales. Debido a una sobreesposición entre algunas áreas federales y estatales, la superficie total de manglar bajo protección incluyendo ambas modalidades, es de 53.7% (413,749 ha) (CONABIO, 2009).

Este tipo de vegetación forestal es de suma importancia en la protección y estabilización de la línea costera ante la constante acción erosiva del mar y de fenómenos atmosféricos como ciclones y huracanes (Jiménez y Soto, 1985; Tomlinson, 1986; FAO, 1974; Farnsworth y Ellison, 1997). Este ecosistema impide la salinización de suelos agrícolas y poblaciones cercanas al mar, además de actuar como filtros biológicos para mejorar la calidad del agua y como protector de enfermedades y plagas hacia éstos (Menéndez y Santander, 1994; Estrada-Durán *et al.*, 2001; Foroughbakhch *et al.*, 2004).

Los manglares de acuerdo a los sistemas económicos, sociales y ecológicos que enfrentan, presentan evidencias de su estructura funcional ecológica ante los constantes cambios climáticos, ayudando a concentrar altos porcentajes de dióxido de carbono, contribuyendo de esa manera en el combate de estos efectos, lo que significa que los manglares son una alternativa más para el almacenamiento de carbono (Yáñez- Arancibia *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2002).

El uso de los manglares es muy diverso desde un punto de vista biológico, económico, ecológico y de aprovechamiento (Valdez, 1991), por ejemplo, en Puerto Rico y Florida el uso de los manglares se da principalmente en el medio turístico, recreativo, educativo e investigación (Lugo, 2002).

Los manglares de los litorales llevan a cabo funciones importantes tanto económicas como ecológicas para la sociedad y el ambiente, los cuales ayudan a proteger las zonas costeras de la erosión que se produce por las olas provenientes del mar, aires y tormentas; de igual manera protege las zonas interiores (Samek, 1974; Menéndez y Santander, 1994).

Las características que hacen a México un país megadiverso derivan de su ubicación geográfica y de su relieve. El país se extiende dentro de dos de las regiones biogeográficas reconocidas en el mundo, la neártica y la neotropical, las cuales se entrelazan en el sur y centro de México, creando una importante zona para la biodiversidad del planeta (CONABIO, 2006). También existen grandes diferencias entre los manglares que se distribuyen desde el sur de Chiapas hasta Baja California (este último es el límite norte de los manglares del Pacífico), así como en los manglares del Golfo de México y Caribe que van desde Quintana Roo hasta Tamaulipas (López-Portillo y Ezcurra, 2002).

Las cuatro especies de manglares estaban sujetas a Protección Especial de acuerdo a la NOM 059 SEMARNAT- 2010, por que podría llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, lo que determinaría la necesidad de proporcionar su recuperación y conservación (SEMARNAT, 2010). En la NOM 059 SEMARNAT- 2010, los comentarios fueron calificados de procedentes por el Grupo de Trabajo, por lo que cambiaron de categoría de riesgo las cuatro especies de mangle señaladas en el Anexo Normativo III (lista de especies en riesgo): *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, las cuales cambiaron de Protección especial a Amenazadas (SEMARNAT, 2010).

Las especies dominantes de mangles, en este ecosistema viven una gran diversidad de animales, tanto terrestres como acuáticos, y diversas especies de plantas. Algunas especies vegetales con menos resistencia a la salinidad pueden ser parte de las comunidades de manglares como *Manilkara zapota* (L.) P. Royer (zapote), *Acoelorrhaphe wrightii* H. Wendl (palma tasiste), *Metopium brownei* (Jacq.) Urb (chechen negro), *Pachira aquatica* Aubl (palo de agua), *Acacia cornigera* (L.) Willd (cuerno de toro) y *Phytolobium lanceolatum* (Willd.) Benth (el tucuy) (CONABIO ,2009).

Algunas especies animales consideradas Sujetas a Protección Especial (NOM-059 SEMARNAT-2010) como *Buteogallus anthracinus* Deppe (aguililla negra), *Rostrhamus sociabilis* Vieillot (gavilán caracolero), *Mycteria americana* Linnaeus (la Cigüeña o el garzón), *Vireo pallens* Salvin (vireo manglero) y *Megascops cooperi* Ridgway (tecolotito manglero) también frecuentan y anidan el manglar (SEMARNAT, 2010).

Dado que no se conoce la diversidad de especies que se asocian al *Rhizophora mangle* tanto en las poblaciones Soto la Marina como en el estero El Chupadero de Tecomán, Colima, se realizó el presente estudio con el propósito de determinar si en las dos poblaciones existe diferencia en la diversidad de especies y si la latitud es un factor limitante para la formación de algunas especies asociadas al *Rhizophora mangle*.

Este estudio es de suma importancia ya que el Estero el Chupadero, Tecomán Colima, se encuentra bajo protección, como Área Natural Protegida Federal, mientras que el bosque de Lagunas de Morales, La Pesca, Tamaulipas se encuentra bajo protección de RAMSAR (Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas), ya que es reconocido como humedales de importancia internacional, este estudio se realizó también con la finalidad de saber cuál es el estatus de conservación que se encuentran estas poblaciones de *Rhizophora mangle* (CONABIO, 2009).

Por lo consiguiente existe una Norma oficial mexicana que regula el aprovechamiento de los manglares, la cual es la PROY-NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la prevención, conservación y restauración de los humedales costeros (SEMARNAT, 2003).

1.1 Objetivo general

1. Comparar la diversidad de especies leñosas entre manglares de Tecomán, Colima y los de Soto la Marina, Tamaulipas para conocer las especies con que se asocian en diferente altitud.

1.1.1. Objetivos particulares

1. Diferenciar la diversidad de especies de manglares de borde y de río entre las regiones estudiadas en diferente latitud.
2. Comparar la similitud de especies y su abundancia entre sitios para cada una de las poblaciones.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Tipos de manglares y especies asociadas para la parte del Caribe y Latinoamérica

La distribución de esta vegetación en el Mar Caribe presenta las siguientes características: existe una gran extensión de bosques de mangles, la cual debido a la ausencia de grandes ríos y la abundancia de carbonato de calcio en los sedimentos, son de porte medio bajo con 15 m de altura, incluso existen extensiones considerables de bosques “Tipos enanos” de no más de 1.5 m de altura. En la costa de Quintana Roo los mayores extensiones de manglar se localiza en las inmediaciones de las Bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, es posible que en esta área exista 100,000 ha de manglares (Lugo y Snedaker, 1974).

En el Caribe el dosel del arbolado por lo general no excede los 20 a 25 m y consta de consolidación de “mangle rojo” (*Rhizophora mangle* L.) localizado en la faja intermareal, seguido por una faja de presencia principalmente de “mangle negro o iguanero” (*Avicennia germinans* (L.)L. Índices de diversidad de especies, “mangle Zaragoza” (*Conocarpus erectus* L.) y “mangle blanco o amarillo” (*Laguncularia racemosa* L.). En áreas intermedias aparece el “helecho” *Acrostichum aureum* L. (Sánchez-Páez, 1992).

En algunas regiones del continente americano, los manglares se les denominan bosques salados. Esto se debe a que el ecosistema está compuesto principalmente por especies halófitas, es decir, especies vegetales tolerantes y sujetas a inundaciones de agua salada (Báez, 2009). En el continente americano, los manglares se distribuyen desde Baja California Sur y Florida en el norte, hasta Perú y Brasil en el sur; están presentes en una gran variedad de hábitats y el número de especies en cada lugar varía dependiendo de sus preferencias ecológicas (Wiley, 1985; Tomlinson, 1986).

En el mundo se conocen 54 especies de mangle, distribuidas en 20 géneros y pertenecientes a 16 familias. En América, los géneros más representativos son *Rhizophora*, con raíces arqueadas que sirven de soporte, *Avicennia* (Verbenaceae), *Conocarpus* (Rhizophoraceae), *Laguncularia* (Combretaceae) y *Pelliciera*

(Theaceae), ambas con raíces respiratorias (neumatóforos) que brotan del suelo. A los manglares se les reconoce como uno de los ecosistemas más ricos del planeta por su productividad; tienen una gran importancia económica y ambiental por el uso que las comunidades rurales les han dado y por los servicios ambientales que brinda (Tomlinson, 1986).

Poco se han descrito acerca de la biogeografía histórica (origen y rutas de dispersión) de los mangles y sobre posibles rutas que siguieron desde su área de origen hacia el Continente Americano, causando la distribución disyunta de los diferentes géneros (Chapman, 1974).

2.2 Concepto de diversidad de especie

La biodiversidad es un resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momentos dados. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos (Solbrig y Young, 1991).

La diversidad biológica es una característica fundamental de todos los sistemas biológicos. Se manifiestan en todo los niveles jerárquicos: de las moléculas a los ecosistemas (Solbrig y Young, 1991). También la definen como el grado de variación entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los que ocurren. El concepto de diversidad hace referencia al número de diferentes categorías que estos complejos expresan a múltiples niveles; desde la heterogeneidad de las estructuras químicas que son la base molecular de la herencia, hasta la variación en los ecosistemas (CONABIO, 2000). Determinar la diversidad servirá para conocer el estado de conservación, grado de desarrollo y en la toma de decisiones para los ajustes de los planes de manejo de los ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2001).

De acuerdo con los estudios ecológicos y cuantitativos realizados, indican que existen tres formas de medir la diversidad de especies, las cuales son: riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad (Krebs, 1999).

La riqueza es el número de especies presente en una comunidad o unidad geográfica arbitrariamente (Begon *et al.* 1996). La riqueza de especies, se refiere al número de especies dentro de una comunidad, se puede determinar haciendo un censo de éstas. El método más utilizado es el de rarefacción, que permite el ajuste de una serie de muestras (diferentes tamaños) para hacer comparaciones y

determinar la riqueza de especies existente entre comunidades. Otra forma para determinar la riqueza de especies es por medio de muestra por cuadrantes en una comunidad (observando la ocurrencia de especies en los cuadrantes). El método de rarefacción es el más indicado cuando se compara la riqueza de especies entre varias comunidades con diferentes intensidades de muestreo (Krebs, 1999; Halffter *et al.*, 2001).

La heterogeneidad es el concepto más popular en ecología, su evaluación es relativamente fácil de medir. Con éste se determina la abundancia relativa que existe en una población o comunidad biótica, a partir de esta se obtiene su diversidad. La medición de los índices de diversidad por medio de la heterogeneidad se ha desarrollado a lo largo de dos caminos distintos, por un lado, el uso de la teoría de muestreo estadístico, para la estructura de comunidades (series logarítmicas y distribución lognormal) y el otro caso es el índice de Shannon que mide la heterogeneidad considerando sitios con la más alta muestra de especies raras o el índice de Simpson que determina aquellos sitios con más especies en común (Krebs, 1999).

2.3 Índice de diversidad de especies

La mayoría de las comunidades tienen pocas especies comunes y, comparativamente, un alto número de especies raras. Con las series logarítmicas es fácil determinar el número de especies de un área, así como el número de individuos, ya que solo se necesitan dos variables (número de especies y total de individuos). La distribución lognormal, estima el total de especies en una comunidad, así como aquellas especies raras no especificadas. Se sugiere utilizar el índice de Simpson cuando se requiere determinar el mayor número de especies comunes o el índice de Shannon si lo que se desea es la mayor cantidad de rareza existente de una comunidad (Krebs, 1999).

La equitatividad estima el grado en que se encuentra una población respecto a una comunidad hipotética; esto es, indica la desviación que tiene una comunidad bajo estudio con pocas especies dominantes y muchas especies no comunes, respecto a una comunidad estable donde todas las especies son igualmente comunes. La medida de equitatividad en una población se evalúa principalmente por el índice de Simpson, éste es una medida de dominancia de especies; es decir, a

medida que el índice aumenta la diversidad disminuye. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies (Krebs, 1999).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Whittaker, 1972).

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que pueden ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riquezas) y el número de individuos de cada especie. Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Sin embargo no son más que herramientas matemáticas para describir y comparar la diversidad de especies (Halffter *et al.*, 2001). Enseguida se describen los índices de diversidad más importante y los más utilizados

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon- Weaver (Shannon y Weaver, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Para utilizar éste índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. El índice se puede calcular ya sea con el logaritmo natural (\ln) o con el logaritmo con base 10 (\lg^{10}), está descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Es de uso común para medir el grado de dominancia de unas cuantas especies en la comunidad, y su inverso representa por lo tanto la equidad (Magurran, 1988).

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, aunque dependa del tamaño de la muestra. Para eliminar éste sesgo, es recomendable utilizar, de forma conjunta con la riqueza específica, funciones de acumulación de especies o métodos no paramétricos que permiten extrapolar tamaños de muestra para observar la tendencia de la riqueza específica. De esta forma, la medida de riqueza de especies puede compararse entre comunidades aunque el tamaño de las muestras no sea el mismo. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Halffter *et al.*, 2001).

2.4 Índice de diversidad más estudiados en manglares

La importancia de los estudios de diversidad va más allá de la importancia ecológica (Zaldívar *et al.*, 2004); los índices de diversidad del manglar son medidas que sirven para determinar el estado en general de los bosques, como la densidad, la riqueza, equidad e importancia de especies arbóreas tanto de ecosistemas naturales, así como para sistemas agroforestales (Villavicencio- Enrique y Valdez-Hernández, 2003).

Existen pocos trabajos sobre índices de diversidad en poblaciones de manglares en México. En el Cuadro 1 se pueden apreciar escasos estudios encontrados en México, el Caribe y América del Sur; de las cuatro especies de manglares que en México se estudian, sobresale *Rhizophora mangle* L. y en segundo término *Laguncularia racemosa* L. A pesar de que existen más de 20 índices de diversidad de especies, el más utilizado para los estudios mencionados es el de Simpson y Shannon.

Cuadro 1. Índices de diversidad más utilizados en estudios de poblaciones de México, el Caribe y América del Sur.

Lugar	Índices de diversidad	Especies	Autor
Ejido los Morillos, Nayarit	Shannon Rarefacción	<i>Rhizophora mangle</i> L. <i>Laguncularia racemosa</i> L.	Sandoval, 2011
Veracruz, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo	Simpson (D)	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Núñez, 1997
Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela	Rarefacción	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Márquez-Rojas <i>et al.</i> , 2006
Yucatán, México	Simpson (D)	<i>Laguncularia racemosa</i> L. <i>Avicenia germinans</i> L.	Batllore E. y Febles J. L., 2007
Tecomán, Colima	Heterogeneidad Shannon Equitatividad Simpson Rarefacción	<i>Rhizophora mangle</i> L. <i>Laguncularia racemosa</i> L. <i>Avicenia germinans</i> L. <i>Conocarpus erectus</i> L. [†]	Veliz, 2009
El Chupadero, Tecomán Colima	Shannon Simpson	<i>Rhizophora mangle</i> L. <i>Laguncularia racemosa</i> L. <i>Avicenia germinans</i> L. <i>Conocarpus erectus</i> L.	Partida, 2007

[†] Es considerado como un falso mangle, pertenece a la familia Combretaceae.

Debido a que existen varias instituciones gubernamentales que brindan apoyo para los estudios de manglares con mayor diversidad, una de ellas es la CONABIO, en el 2007 brindó apoyo para los programas de monitoreo de manglares en los lugares de mayor diversidad de México, en este año se aprobaron tres proyectos dentro del marco de la convocatoria (CONABIO, 2007) evaluación y monitoreo de manglar en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, con énfasis en criterios de sustentabilidad y desarrollo, 2) inventario y monitoreo del estado actual de los bosques de manglar de Chiapas y Oaxaca y, 3) programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general de las poblaciones de manglar en estudio

3.1.1 Ubicación geográfica de las áreas de estudio

3.1.1.1 Localidad Tecomán Colima

A lo largo de la costa de Tecomán, Colima, se localizan cinco poblaciones de manglar, de las cuales El Chupadero es la de mayor superficie, respecto a Tecuanillo, El Real, Las Margaritas y Boca de Pascuales. Se establecieron sitios permanentes de muestreo. En el estero El Chupadero se evaluaron sitios previamente establecidos (17 sitios de muestreo), y se establecieron nuevos sitios de muestreo en Boca de Pascuales (5 sitios), El Real (9 sitios), Tecuanillo (5 sitios) y Las Margaritas (4 sitios), para mayor detalle de los mapas y lugares de muestreo consultar a Veliz (2009).

Cuadro 2. Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglar de Colima.

Población	Altitud [†] (msnm)	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
Boca de Pascual [¶]	4	18° 51' 43"	103° 57' 57"
El Real [§]	6	18° 49' 10"	103° 55' 10"
Tecuanillo [§]	8	18° 49' 39"	103° 53' 28"
Las Margaritas [§]	3	18° 46' 49"	103° 50' 45"
El Chupadero [§]	7	18° 44' 52"	103° 48' 10"

[†]: msnm=metros sobre el nivel del mar.

[¶]: Manglar de río.

[§]: Manglar de bordo.

3.1.1.2 Localidad Soto la Marina, Tamaulipas

Se estudiaron dos poblaciones ubicadas en el municipio Soto la Marina, Tamaulipas. En el ejido la Pesca, la primera población abarca el Río soto la Marina, donde se establecieron 11 sitios permanentes hasta los límites de distribución del

manglar a lo largo de río, la segunda población corresponde a Laguna Morales en la que se establecieron 8 sitios permanentes (Cuadro 3). En la Figura 3, 4, 5 y 6 se representan las ubicaciones de los sitios de manglares de las poblaciones de Río Soto la Marina y Laguna Morales, Tamaulipas.

Cuadro 3. Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglares de Tamaulipas.

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

†: msnm= metros sobre el nivel del mar.

3.1.2 Aspectos ecológicos

3.1.2.1 Suelos de las poblaciones de Tecomán, Colima

Los suelos dominantes para las poblaciones; en El Real y Tecuanillo predomina el Solonchak órtico con respecto del Feozem calcárico con clase textural gruesa y altos contenidos sódicos, son suelos de origen aluvial y eólicos. La población Boca de Pascuales cuenta con Fluvisoles eútricos de textura gruesa (desembocadura del río Armería). Las Margaritas presenta un tipo de suelo Solonchak órtico en combinación con Feozem calcárico de clase textural gruesa y altos contenidos sódicos; Chupadero presenta Solonchak y Gleysoles finos, en combinación con Regosol eútrico de textura gruesa y contenidos sódicos, formado por suelos de origen lacustres (Secretaría de Presupuesto y Programación, 1982 y 1983a; INEGI, 1984).

3.1.2.2 Suelos de las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas

En la Laguna Morales tenemos áreas con aguas más salinas y con un suelo predominante de Vertisol eútrico (VRe), y para el Río Soto la Marina en donde del río se va desalinizando al penetrar más en el cauce del río, predomina el Leptosol cálcico (LPk) (Inifap-Conabio, 1995).

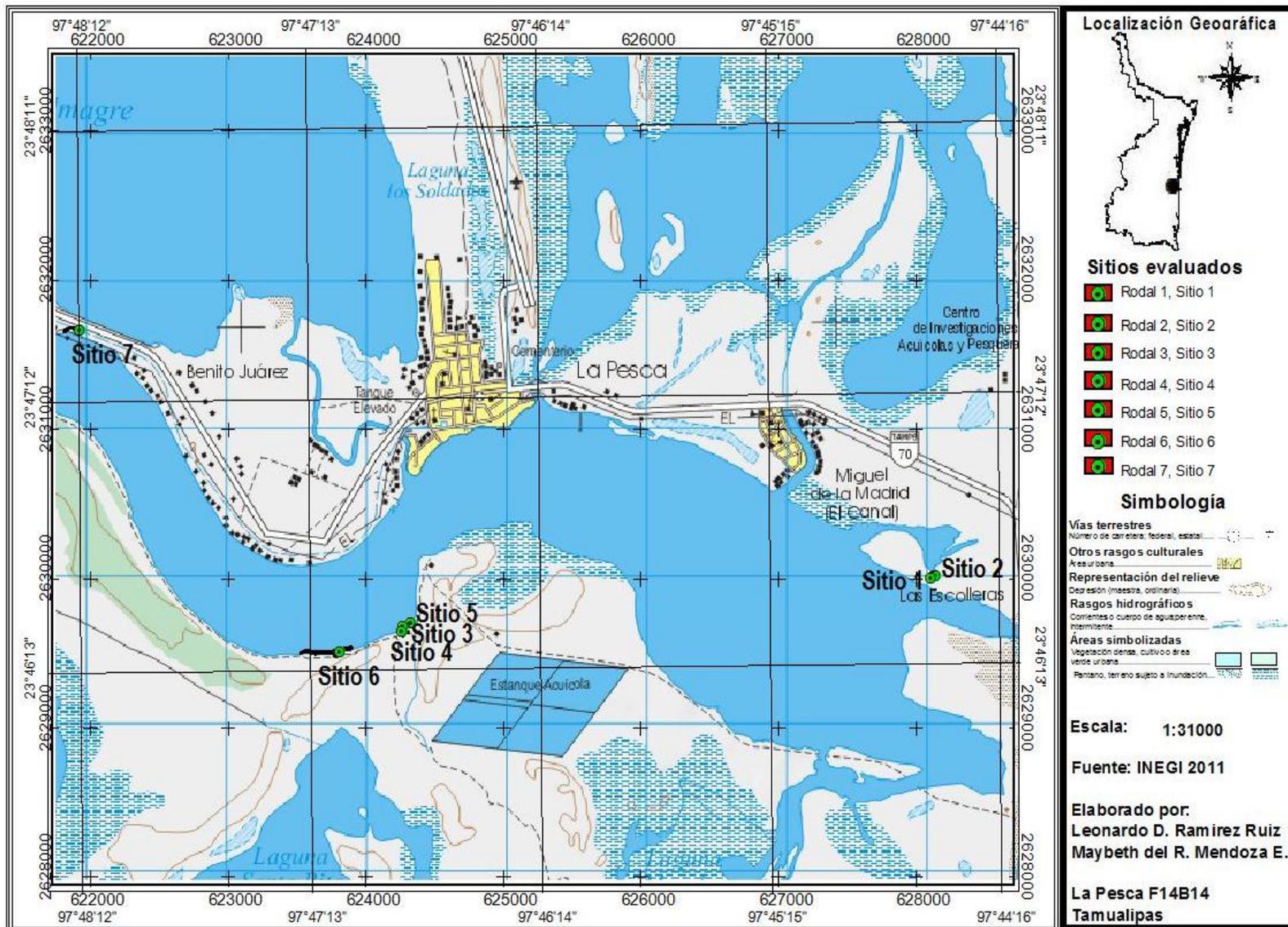


Figura 1. Sitios de muestreo en la población La Pesca, Tamaulipas.

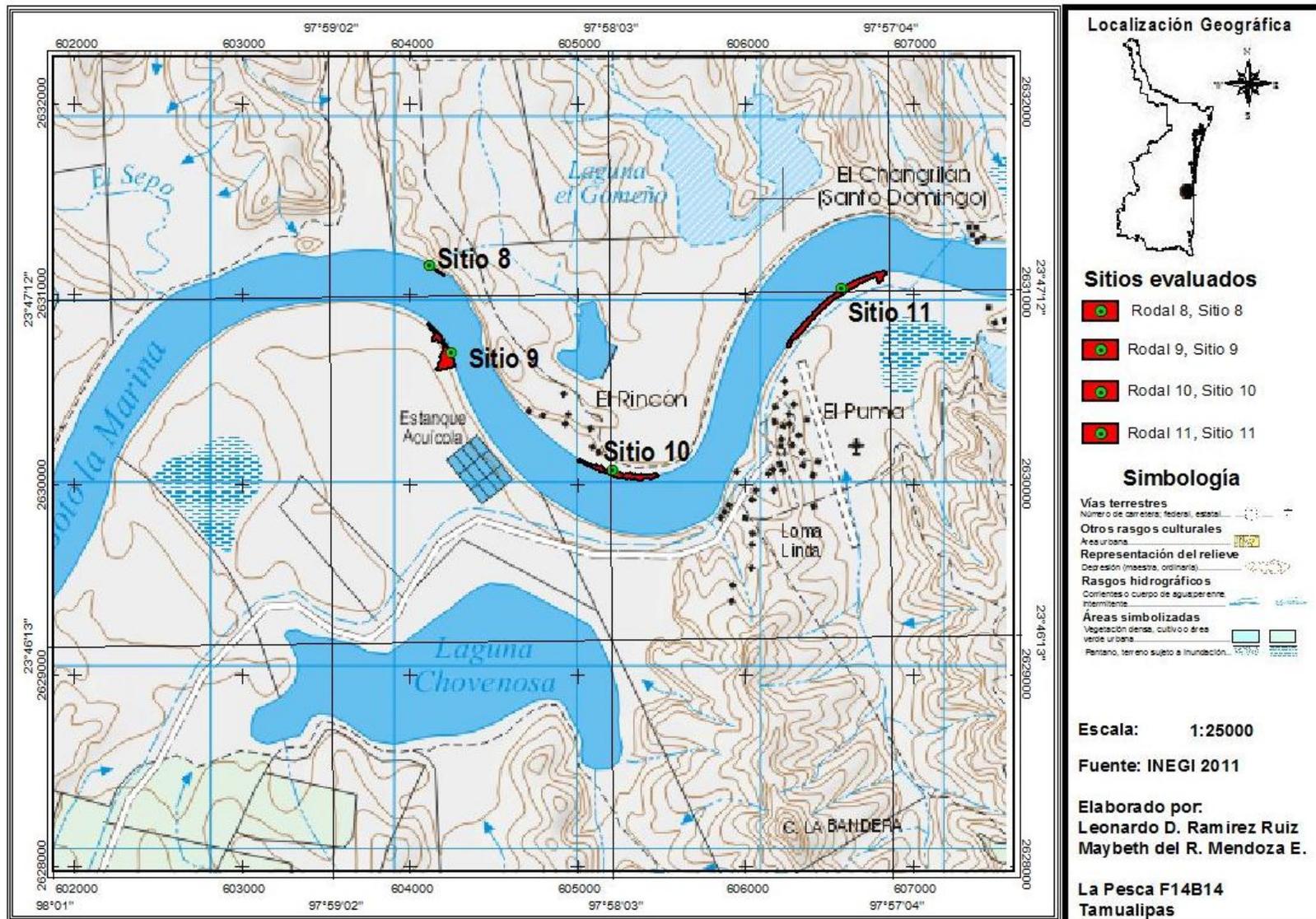


Figura 2. Río Soto la Marina, Tamaulipas y sitios de muestreo.

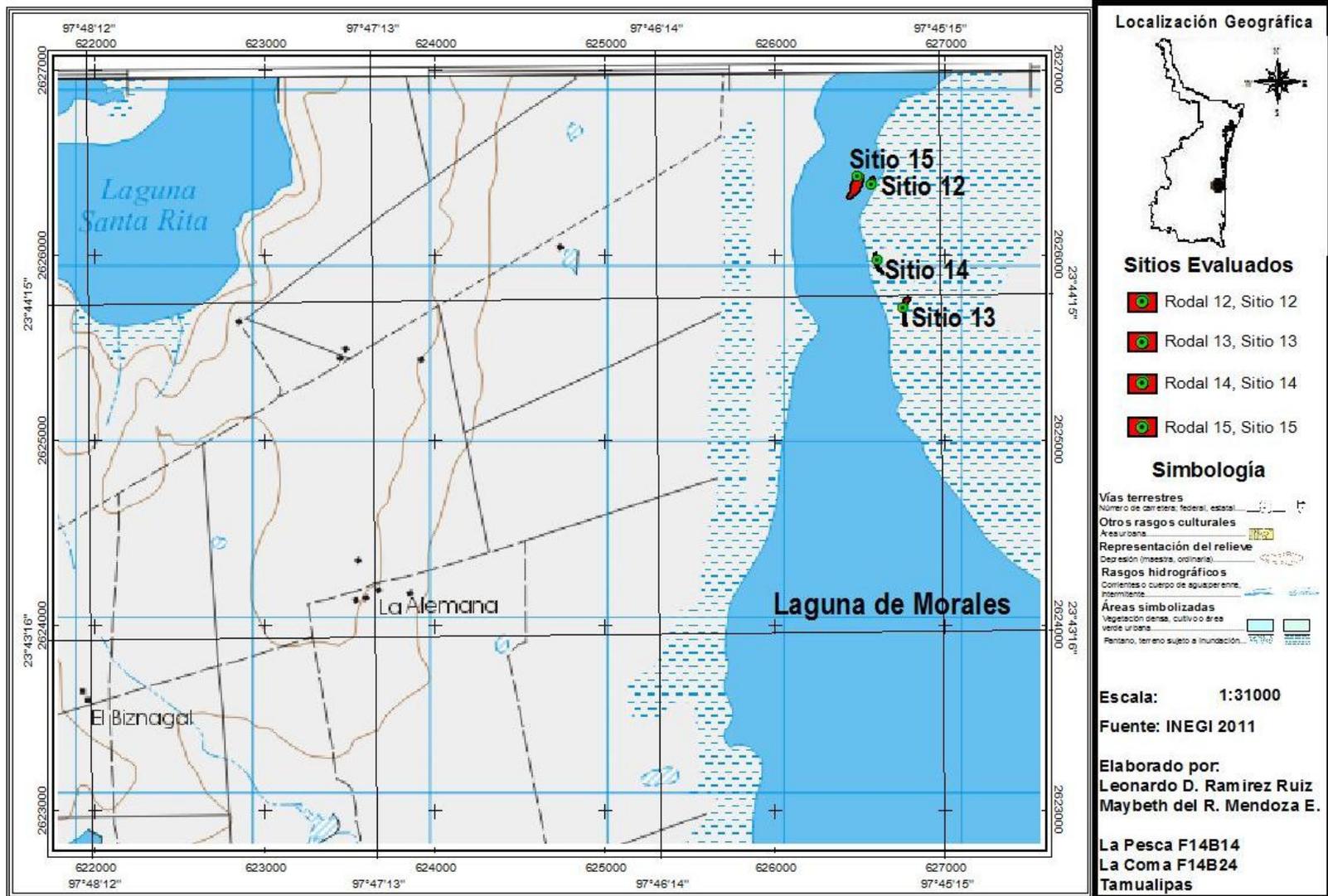


Figura 3. Población Lagunas de Morales, Tamaulipas y sitios de muestreo.

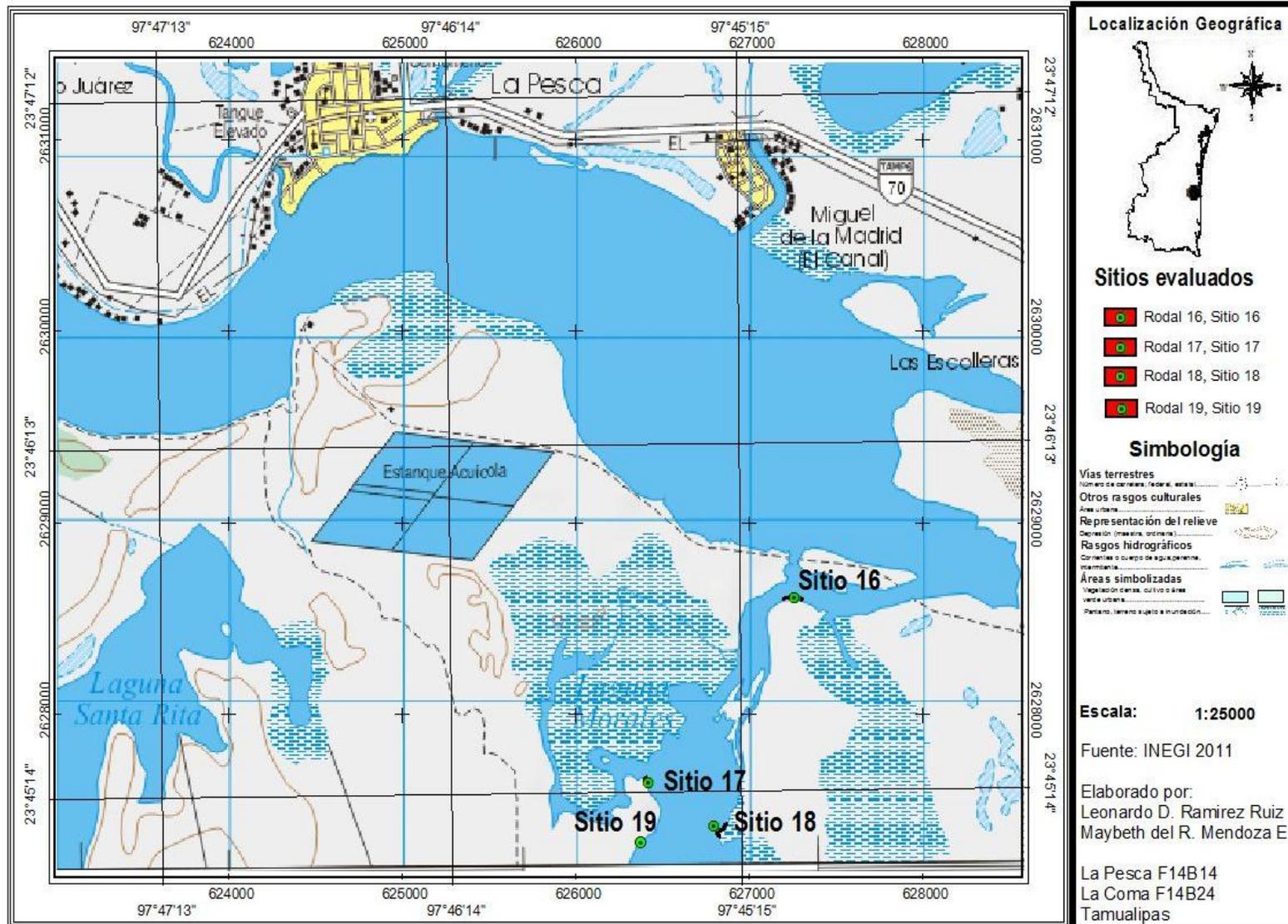


Figura 4. Población La Pesca y entrada a la Laguna de Morales, Tamaulipas y sitios de muestreo.

Para la población del Río Soto la Marina presenta a un suelo tipo Vertisol pélico (Vp) de textura fina, salina-fuertemente sódica y Vertisol crómico (Vc), a nivel intermedio entre las dos poblaciones cuenta con Gleysol eútrico y parte de Solonchak gléyico en la desembocadura del río (INEGI, 1983).

3.1.2.3 Clima de Tecomán, Colima

El clima que caracterizo a las cinco poblaciones es uniforme; de acuerdo a la carta de climas de Colima y Zacatula, con formula climática es BS1 (h') w (w) i que corresponde a un clima muy cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor a 22 ° C, la del mes más frío mayor a 18° C, con lluvias en verano, una precipitación promedio anual de 810 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual, con cambios isotermales menores a 5° C (UNAM-Dirección de Geografía, 1970).

Con precipitaciones de 810 mm anual y temperatura media anual de 26°C representadas en la Figura 6.

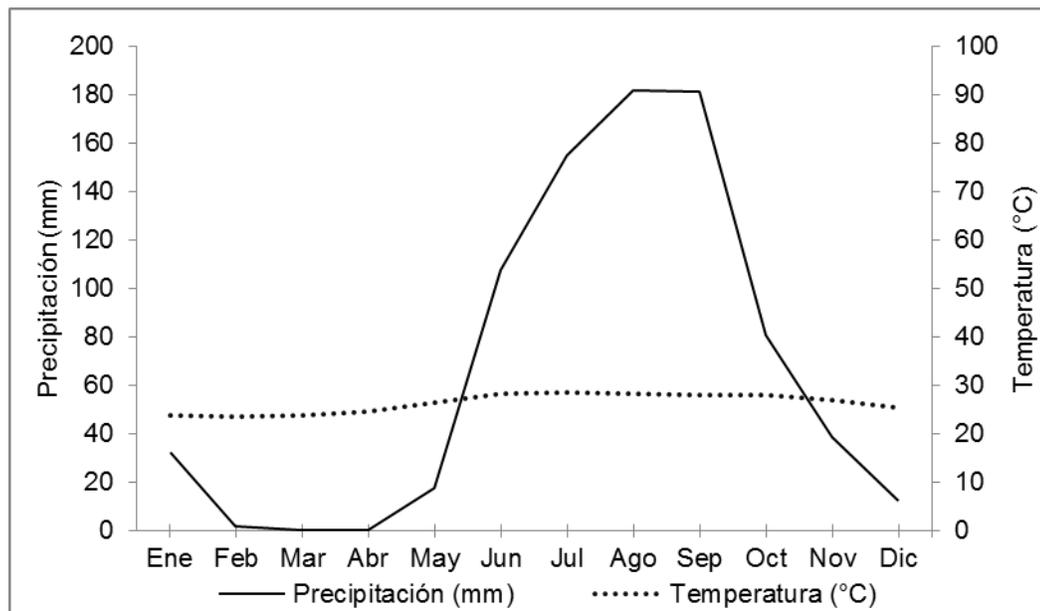


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971-2000) de la estación meteorológica de Tecomán, Colima (Conagua, 2000a).

3.1.2.4 Clima de Soto la Marina, Tamaulipas

El clima de la región de Soto La Marina es de tipo Semicálido (A) C (wo). Hacia la porción norte, el clima se clasifica como clima Seco BS1 (h´) hw (el menos seco del grupo de los BS1) conocido también como Semiseco. La temperatura media anual es de 28 °C y precipitación media anual de 650 mm (García-Conabio, 1998).

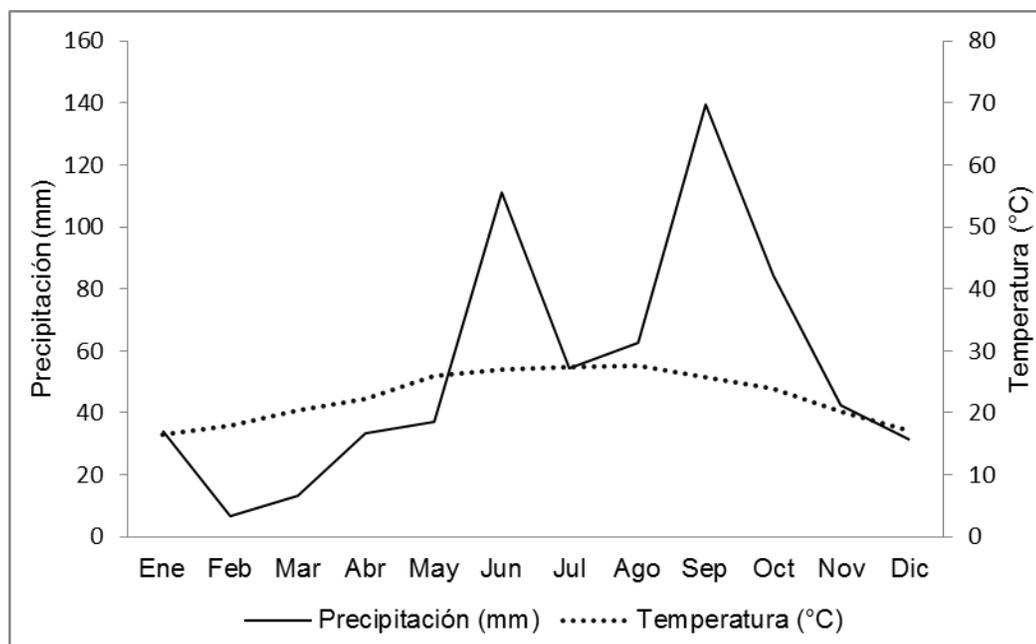


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1971-2000) de la estación meteorológica de La Pesca, Soto La Marina estado de Tamaulipas (Conagua, 2000b).

3.1.2.5 Vegetación de Tecomán, Colima

La vegetación está compuesta por *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Avicennia germinans* (mangle negro) con dominancia en el mismo orden, asociado con tulares, al haber altos contenidos de sustancias sódicas en los suelos, a los cuales son tolerantes. Por otro lado, se asocia también con vegetación de dunas costeras y palmares (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1983b).

3.1.2.6 Vegetación de Soto la Marina, Tamaulipas

La vegetación en las que se encuentra mezclada con *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). En el orden de dominancia ambas poblaciones Río Soto la Marina y Laguna Morales, la vegetación tiene una franja aproximadamente de 30 m de ancho a partir de las orillas y a sus alrededores presentan un tipo de vegetación de selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva baja perennifolia, subperennifolia y espinosa (CONABIO, 1999).

3.2 Diseño de muestreo y establecimiento de sitios permanente

Se llevó a cabo un muestreo de tipo selectivo, dada las condiciones estructurales en las que presenta el manglar, lo cual no permite el fácil acceso, además de no estar permitido abrir brechas, dado que la mayoría de las especies se encuentran en listadas en algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010)

3.2.1 Tecomán, Colima

Se evaluaron un total de 40 sitios en los cinco esteros (Boca de Pascuales, El Real, Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero), 23 establecidos durante el recorrido en Enero y Julio de 2008, y se revaluaron 17 sitios permanentes preestablecidos en el estero El Chupadero (Partida, 2007).

Las mediciones se realizaron en sitios de 100 m² (10 x 10 m), delimitándose con la ayuda de una brújula Sunnto, partiendo desde el rumbo franco Norte y así sucesivamente hacia el Sur, luego con una cinta métrica de 15 metros se delimitó el sitio, colocándose una estaca de madera en cada una de las esquinas, después se procedió a medir y a marcar cada uno de los árboles de Norte a Sur (Partida, 2007).

3.2.2 Soto la Marina, Tamaulipas

Se establecieron y evaluaron 19 sitios permanentes (Río Soto la Marina y Laguna Morales), en junio de 2010 y febrero de 2011. Para el establecimiento de los sitios se utilizó la misma metodología mencionada y realizada por Partida (2007).

3.3 Variables evaluadas

Se tomaron los diámetros, considerando un mínimo de 2.5 cm a la altura de 1.30 m (dap) (Pool *et al.*, 1977; Zaldivar *et al.*, 2004), excepto en *Rhizophora mangle*, considerando la parte principal del tallo a partir de 30 cm después de la separación de las raíces zancudas. El registro del diámetro siguió una secuencia de Norte a Sur hasta completar el sitio, utilizando una cinta diamétrica, finalmente se enumeraron y marcaron los árboles con una banda de pintura color azul sobre la medición, para su identificación en futuras evaluaciones.

Se evaluó la regeneración del arbolado existente por metro cuadrado (m²), ubicando el cuadrado en el centro del sitio de 100 m², la regeneración se agrupó en categorías de alturas desde <0.50 hasta 5 m, en rangos de 0.50 m, considerando un diámetro menor de 2.5 cm.

Para el registro de la información de campo, se utilizó un formato en donde se anotaron los datos de localización, nombre del estero, número del rodal, sitio, fecha, altitud (msnm) y las coordenadas de ubicación (UTM) proyectadas con el Datum WGS 1984 (receptor GPS). Las variables evaluadas fue el número de árboles, el diámetro normal a la altura del pecho (dap) y la identificación de la especie evaluada (Partida, 2007).

3.4 Diversidad

3.4.1 Diversidad de especies

La diversidad se analizó desde los tres aspectos propuestos por Krebs (1999): riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad.

La riqueza de especies se estimó por medio del método de la curva acumulada de especies, que es la representación gráfica del número de especies observadas como función del esfuerzo de muestreo requeridos para poder observarlas (Colwell *et al.*, 2005). Para ambos casos se utilizó el programa BioDiversity Professional Versión 2 (Lambshead *et al.*, 1997).

3.4.2 Heterogeneidad

La heterogeneidad se evaluó por medio del índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson. Con respecto al índice de Shannon-Wiener se considera un muestreo aleatorio de los individuos a partir de una población “indefinidamente grande” y asume que todas las especies están representadas en la muestra (Pla, 2006).

Para su determinación se utilizó el programa Krebs/Win the ecological methodology for windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997) su fórmula es la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de especies

s = número de especies

p_i = proporción de muestras totales pertenecientes a i especie

\log_2 = logaritmo en base dos

Otro índice utilizado para medir la heterogeneidad es el índice de Simpson que consiste en una medida de la dominancia de especies, donde a medida que la dominancia de ciertas especies aumenta la diversidad disminuye, y su rango es de 0 a 1 (Krebs, 1999). Para obtener su valor se utilizó el programa Krebs/Win the ecological methodology for windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997), utilizando el complemento del índice de Simpson.

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

Dónde:

$1 - D$ = complemento del índice de Simpson

p_i = proporción de especies i en la comunidad

3.4.3 Equitatividad

La equitatividad se estimó utilizando el índice de equitatividad de Simpson y la medida de equitatividad de Shannon. El primero presenta valores que van de 0 a 1 y no es sensible a la riqueza de especies (Smith y Wilson, 1996; Krebs, 1999) y se representa por la siguiente fórmula:

$$E_{1/D} = \frac{(1/D)}{S}$$

Dónde:

$E_{1/D}$ = índice de equitatividad de Simpson

$1/D$ = inverso del índice de Simpson

S = número de especies en la muestra

El segundo es el índice de equitatividad de Shannon utiliza la máxima diversidad posible (H'_{max}) que es el resultado de una situación donde todas las especies tienen abundancias iguales. La proporción resultante de dividir el índice de Shannon-Wiener (H') entre la máxima diversidad posible (H'_{max}) puede usarse como una medida de equitatividad (Pielou 1969, 1975) y su fórmula se muestra:

$$J' = H'/H'_{max}$$

Dónde:

J' = índice de equitatividad de Shannon

H' = índice de Shannon-Wiener

H'_{max} = máxima diversidad posible

Tanto el índice de equitatividad de Simpson como el índice de equitatividad de Shannon, fueron obtenidos con la ayuda del programa Krebs/Win the ecological methodology for windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997).

3.4.4 Índice de similitud de Bray- Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster)

El análisis Cluster es un conjunto de técnicas utilizadas para clasificar los objetos o casos en grupos homogéneos llamados conglomerados (clusters) con respecto a algún criterio de selección predeterminado. Los objetos dentro de cada grupo (conglomerado), son similares entre sí (alta homogeneidad interna) y diferentes a los objetos de los otros conglomerados o clusters (alta heterogeneidad externa). Es decir, que si la clasificación hecha es óptima, los objetos dentro de cada cluster estarán cercanos unos de otros y los cluster diferentes estarán muy apartados.

La Similaridad (similitud) es una medida de correspondencia o semejanza entre los objetos que van a ser agrupados. Los índices de similitud de Bray- Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster) fueron obtenidos con ayuda del programa BioDiversity Professional versión 2 (Mcaleece, 1997).

Éste método se utilizó para determinar el índice de similitud de especies que existen entre las poblaciones de estudio de las dos regiones.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diversidad

4.1.1 Riqueza de especies en Tecomán, Colima

En total, 16 especies fueron determinadas en las cinco poblaciones evaluadas en Tecomán, Colima, de éstas solo tres se consideran pertenecientes a mangles verdadero: *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth, *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L., además se encontró *Conocarpus erectus* L., *Pithecellobium lanceolatum* (Humb & Bonpl.) Benth, morfoespecie 2, *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst., *Coccoloba barbadensis* Jacq., *Hibiscus tiliaceus* L., *Phyllanthus alsiae* Urb., morfoespecie 3, *Prosopis juliflora* (SW) DC., *Acacia* sp., morfoespecie 1, *Erythroxylon* aff. *mexicanum* Kunth, todas asociadas a las especies del manglar.

En el Cuadro 4 se muestran los sitios evaluados con sus respectivos valores de los índices de diversidad empleados. El Chupadero fue la población que presentó el mayor número de especies (11), seguido por el Tecuanillo (5), Las Margaritas (4) y por último El Real y Boca de Pascual (ambas con 3 especies).

Cuadro 4. Valores de índices de diversidad en las poblaciones de Tecomán, Colima.

Población	No. Sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad		Equitatividad	
		No. Especies	(H') Shannon	1-D Simpson	E 1/D	J'
Boca de Pascual	5	3	0.6337	0.2596	0.6227	0.7509
El Real	9	3	0.3725	0.1714	0.969	0.3152
Tecuanillo	5	5	0.3849	0.1532	0.6632	0.3777
Las Margaritas	4	4	0.3708	0.1563	0.9722	0.351
El Chupadero	17	11	0.5813	0.2181	0.7427	0.2923

H' = Índice de Shannon-Wiener (\log^2). 1-D = Complemento del índice de diversidad de Simpson. E1/D = Índice de equitatividad de Simpson. J' = Índice de equitatividad de Shannon.

4.1.2 Riqueza de especies en Soto la Marina, Tamaulipas

En las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas se encontraron cuatro especies que fueron determinadas en las dos poblaciones evaluadas, de estas solo tres se consideran pertenecientes a mangles verdadero: *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth, *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L., y además se encontró *Conocarpus erectus* L., cabe mencionar que esta especie no se evaluó pero que se le encontraron cerca de las poblaciones del Río Soto la Marina, Tamaulipas y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

En el Cuadro 5 se muestran los sitios evaluados con sus respectivos valores de los índices de diversidad empleados. Laguna Morales fue la población que presentó el mayor número de especies (cuatro), seguido por Río Soto la Marina con tres especies.

Cuadro 5. Valores de índices de diversidad de especies en las poblaciones de Río Soto la Marina y Laguna Morales, Tamaulipas.

Población	No. Sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad		Equitatividad	
		No. Especies	(H') Shannon	1-D Simpson	E 1/D	J'
Río Soto la Marina	11	3	0.6517	0.2944	0.555	0.5294
Laguna de Morales	9	4	0.6951	0.3093	0.7621	0.6059

H' = Índice de Shannon-Wiener (\log^2). 1-D = Complemento del índice de diversidad de Simpson. E1/D = Índice de equitatividad de Simpson. J' = Índice de equitatividad de Shannon.

4.1.3 Comparación de riqueza de especies entre regiones

En consideración con las dos regiones evaluadas (Soto la Marina, Tamaulipas y Tecomán, Colima), donde se presentó mayor riqueza de especies fue en la región de Tecomán, Colima con un total de 16 especies, seguido por la región de Soto la Marina donde la riqueza de especies fue en menor proporción con un total de cuatro especies.

Las razones de que en la región de Soto la Marina, Tamaulipas la riqueza de especies sea en menor proporción, se debe generalmente a que en la sección Norte del Golfo existe menos humedad que la Costa del Pacífico donde se ubica la región Tecomán, Colima (Lot *et al.*, 1975). Por lo general las poblaciones de manglares son

pobres en riqueza de especies hacia la sección norte del Golfo (Soto la Marina Tamaulipas), en donde la temperatura se presenta por debajo de los 0 °C y la precipitación anual es de alrededor de 700 mm; en estos sitios hay grandes extensiones de bosques de manglar con alturas máximas de 3 m a 4 m y sin epífitas ni trepadoras, debido a esto las poblaciones de manglares de la región de Soto la Marina, Tamaulipas son menos diversas (Menéndez, 1976).

En contraparte el occidente del Pacífico, donde se encuentra la región de Tecomán, Colima, las temperaturas mínimas nunca están por debajo de los 14 °C, y la precipitación anual es mayor de 2000 mm. En esta zona tropical y húmeda, la diversidad aumenta, por lo que las poblaciones de manglares de la región de Tecomán, Colima son más diversas (Menéndez, 1976).

4.1.4 Heterogeneidad

4.1.4.1 Heterogeneidad en la región de Tecomán, Colima

La heterogeneidad permite conocer qué poblaciones son más diversas aunque tengan igual número de especies (Krebs, 1999). El índice de Shannon-Wiener aumenta con el número de especies en las comunidades y en la práctica en comunidades biológicas su valor no debería exceder de 5.0 (Washington, 1984).

La población que presentó mayor índice de Shannon-Wiener fue Boca de Pascual, con tres especies (0.6337), seguido por el Chupadero (0.5813) con 11 especies. El Tecuanillo presentó un valor elevado de 0.3849, respecto a El Real y Las Margaritas (0.3725 y 0.3708 respectivos). Las Margaritas cuenta con cuatro especies, aun así el valor del índice fue el más bajo (0.3708), esto se puede deber a que de los cinco sitios evaluados, tres son monoespecíficos y con la mayor cantidad de individuos, mientras sólo uno combina tres especies y pocos individuos (Cuadro 4).

Con respecto al complemento del índice de diversidad de Simpson, que éste permite observar la probabilidad de seleccionar dos individuos de diferentes especies en una muestra aleatoria y su rango es de 0 a 1 (Krebs, 1999). La población de Boca de Pascual presentó el valor más alto (0.2596), seguido por El Chupadero (0.2181), en tercer lugar se encuentra la población de El Real (0.1714) (Cuadro 4). De acuerdo con estos resultados, Boca de Pascual es la población que más se acerca al valor máximo que es 1. En tanto, Las Margaritas presentó un valor de 0.1563, así como Tecuanillo (0.1532).

4.1.4.2 Heterogeneidad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas

La población que tuvo mayor índice de Shannon-Wiener fue la de Laguna Morales con cuatro especies (0.6951) seguido por la población de Río Soto la Marina, la cual con tres especies tuvo el valor más bajo (0.6517).

La población de Laguna Morales tiene el valor más alto (0.3093), en tanto el valor más bajo fue para Río Soto la Marina (0.2944) (Cuadro 5). Los resultados fueron muy bajos porque en las poblaciones evaluadas la riqueza de especies es muy baja, lo que hace que la heterogeneidad tenga valores bajos.

4.1.4.3 Comparación de heterogeneidad entre regiones

De acuerdo a los resultados presentes de los índices de heterogeneidad en las dos regiones evaluadas, la que tuvo el valor más alto fue la población de Laguna Morales, Tamaulipas (0.6951). Esta población se considera más diversa, debido a que la abundancia de cada especie es más uniforme entre las cuatro especies de manglares, ya que fueron las que más se presentaron en esta región.

Los resultados que se presentan en el Cuadro 4 y 5 indican que la población con mayor heterogeneidad, es Laguna Morales. La región de Tecomán, Colima tiene un promedio de 0.4686, mientras que para la región Soto La Marina, Tamaulipas fue de 0.673. En la Figura 7 se explican las diferencias de la heterogeneidad entre las regiones.

4.1.5 Equitatividad

4.1.5.1 Equitatividad en la región de Tecomán, Colima

Los resultados para el índice de equitatividad de Simpson muestran que el mayor valor fue para Las Margaritas (0.9722), seguido por El Real (0.9690), El Chupadero (0.7427), Tecuanillo (0.6632), y Boca de Pascual (0.6227).

De igual manera el índice de equitatividad de Shannon (J') se obtuvo dividiendo el valor H' de Shannon-Wiener entre el H'_{max} , éste último es el máximo valor del índice que se obtendría si se tuvieran el mismo número de especies e individuos. El resultado muestra que Boca Pascual tiene un valor más cercano a su H'_{max} ($J'= 0.7509$), El

Chupadero presentó el valor más bajo ($J' = 0.2923$) esto último se debe a que la distribución de abundancia entre sus especies es heterogénea.

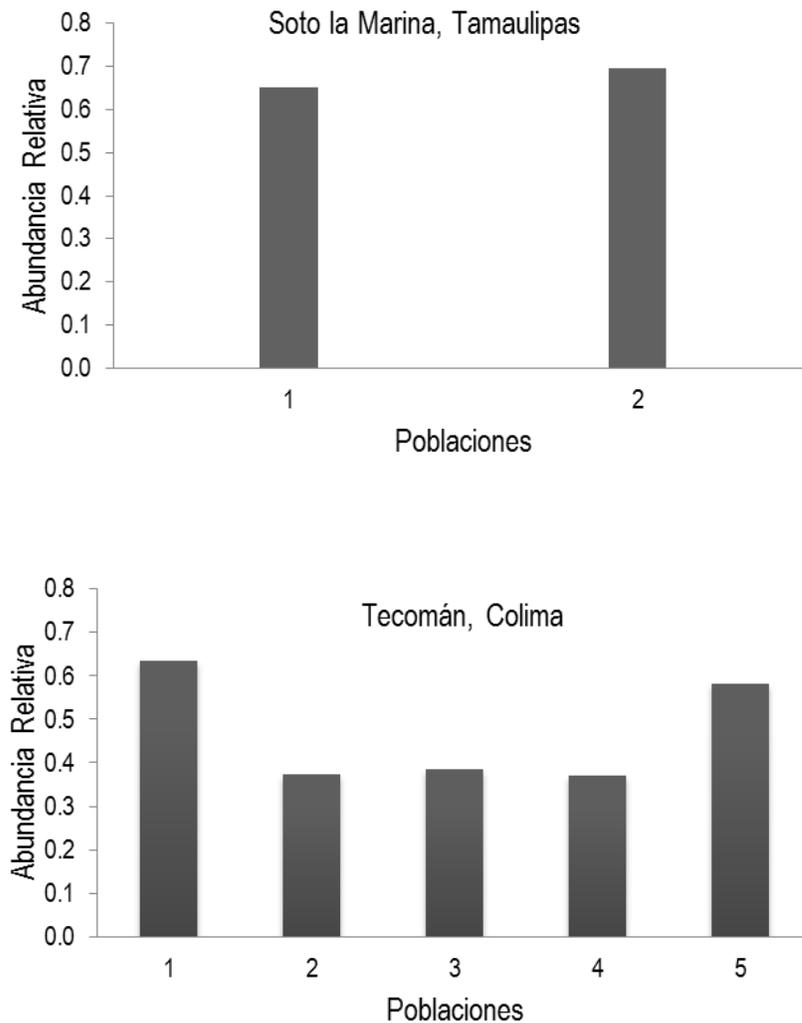


Figura 7. Valores de los índices de heterogeneidad entre las dos regiones de estudio.

Se puede afirmar que Boca de Pascuales es la población con la mayor diversidad presente. Mientras que El Chupadero y Tecuanillo tienen una diversidad similar. Sin embargo, El Chupadero cuenta con la mayor riqueza de especies.

4.1.5.2 Equitatividad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas

Se encontró la misma secuencia que para el índice de Simpson, siendo Río Soto Marina el que presentó el valor más bajo (0.5550); seguido por Laguna Morales, quien presentó el valor más alto del índice de Shannon (0.7621). El tamaño de muestra fue

un factor que provocó la diferencia en los valores poblacionales, por ejemplo Laguna de Morales se evaluaron 9 sitios de muestreos, mientras que en Río Soto la Marina solo fueron 11 sitios de muestreo.

El resultado muestra que Laguna Morales tiene un valor más cercano a su H'_{\max} ($J'= 0.6059$), Río Soto la Marina presentó el valor más bajo ($J'= 0.5294$); esto último se debe a que la distribución de abundancia entre sus especies es homogénea.

4.1.5.3 Comparación de la equitatividad entre regiones

Se puede afirmar que Laguna Morales es la población con la mayor diversidad presente y con un mayor índice de riqueza de especies. Mientras que Río Soto la Marina tiene una diversidad en menor proporción de acuerdo a Laguna Morales.

De acuerdo a los índices de equitatividad entre las dos regiones, la que se considera más diverso con un valor de 0.2923 (valor más bajo) lo presentó la población de El Chupadero, ya que éste índice tiene un sentido inverso a los otros índices, de modo que un valor menor es considerado más diverso, esto es porque la equitatividad indica qué tan alejada está un área determinada de una población hipotéticamente estable donde todas las especies serían igualmente comunes. En la Figura 8 se explican las diferencias de la equitatividad entre las regiones.

Mientras que la región de Tecomán, Colima tiene los valores más cercanos a uno, esto no indica que las poblaciones están más alejadas la una de la otra, la cual son consideradas como no diversas. Según Krebs (1999), indica que cuando todas las especies tienen igual abundancia relativa en la población, la equitatividad es máxima.

4.1.5.4 Índice de similitud entre las dos regiones.

El índice de similaridad de Bray-Curtis permitió distinguir cinco agrupaciones de las localidades en la región de Soto la Marina, Tamaulipas. La agrupación denominada grupo 1 tiene una similaridad de 72%, reunió tres sitios de muestreo de la población de Río Soto la Marina y una de Laguna Morales (Figura 9). Esta agrupación se caracterizó por incorporar localidades con abundancias de especies intermedia y una riqueza de especies media en comparación con el grupo 5. Mientras que el grupo 5 presentó una similaridad de 89%, la cual reunió 2 sitios de la población de Río Soto la Marina, y uno

de Laguna Morales. Esta agrupación se caracterizó por tener una abundancia de especies y riqueza de especies alta.

En la región de Soto la Marina, Tamaulipas no hay ningún patrón específico de agrupación que indique si existen similitud entre los sitios muestreados, no obstante existe la posibilidad que los de mayor agrupación están en lugares menos salinos.

Mientras que para la región de Tecomán, Colima se permitió distinguir seis agrupaciones de localidades, esto se debió a que en esta región existen más sitios muestreados y mayor número de individuos en comparación con la región de Soto la Marina, Tamaulipas.

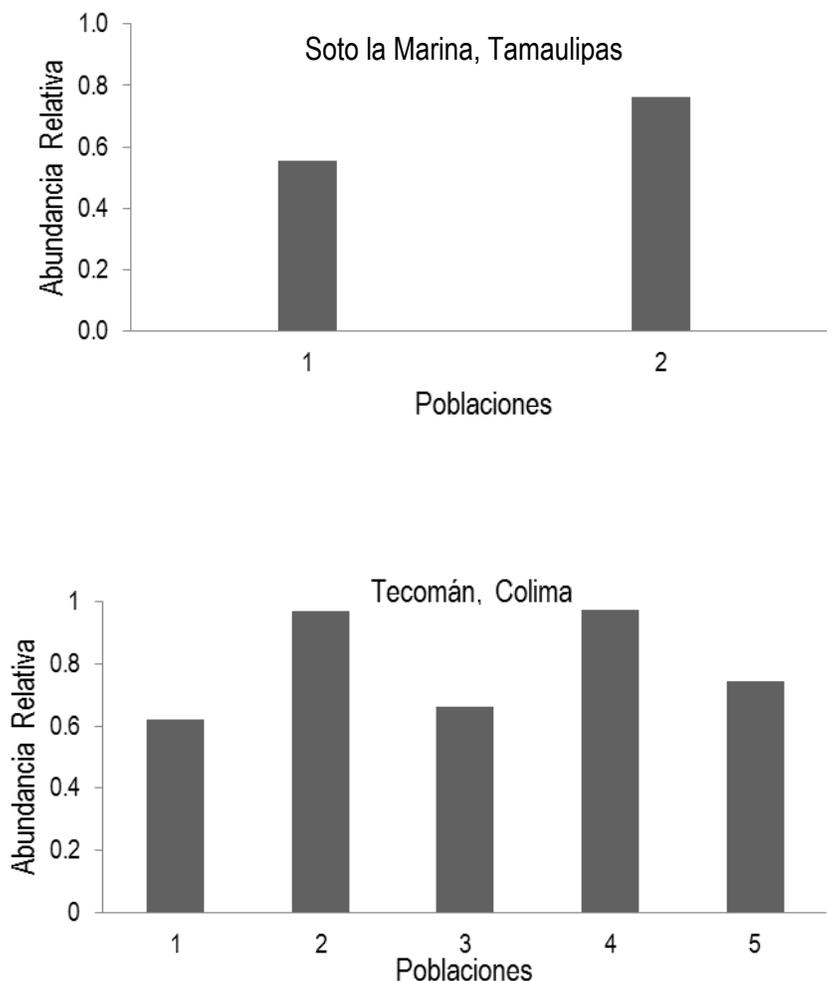


Figura 8. Valores de los índices de equitatividad de Simpson entre las dos regiones de estudio.

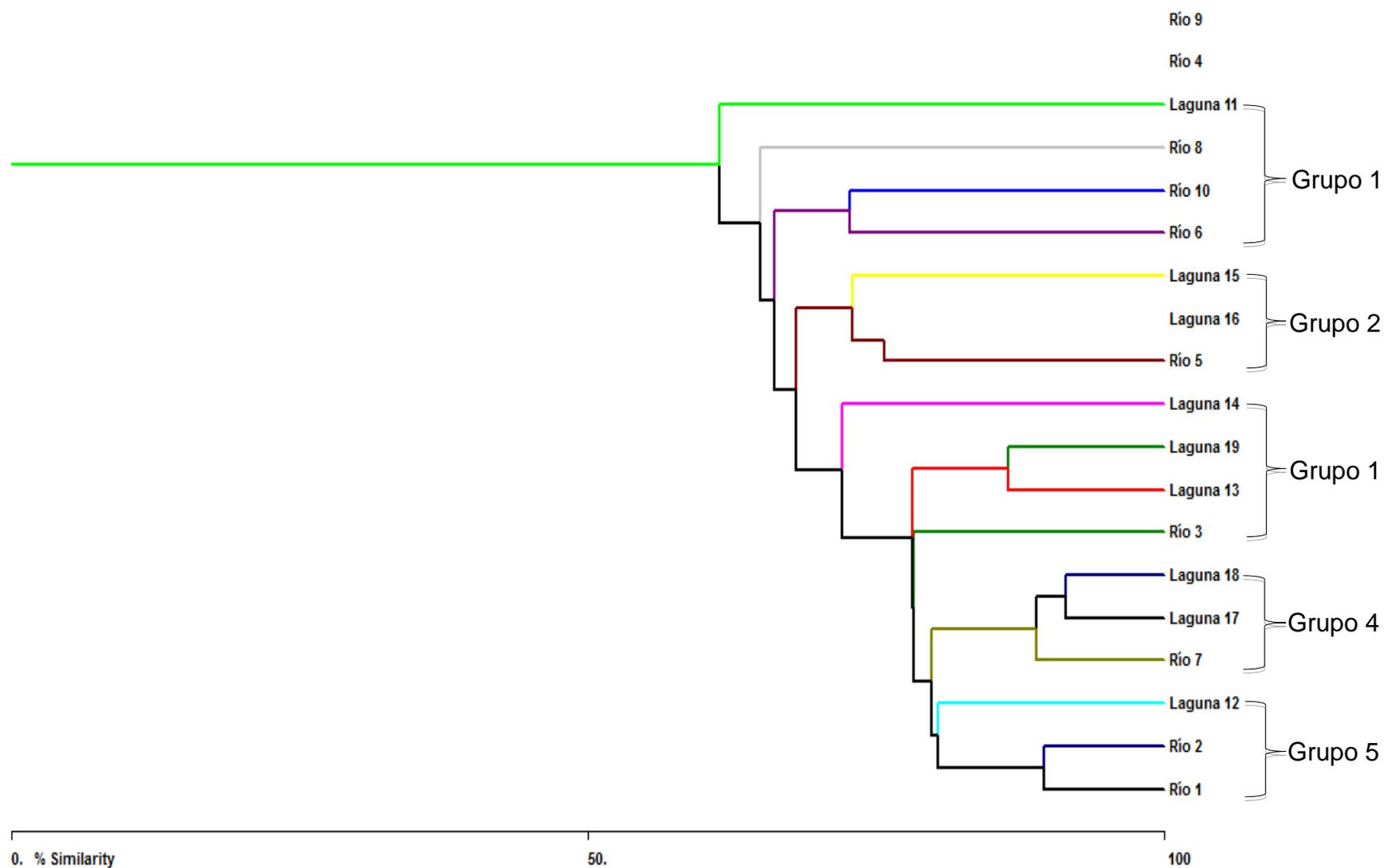


Figura 9. Dendrograma de Análisis de Cluster entre las poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas.

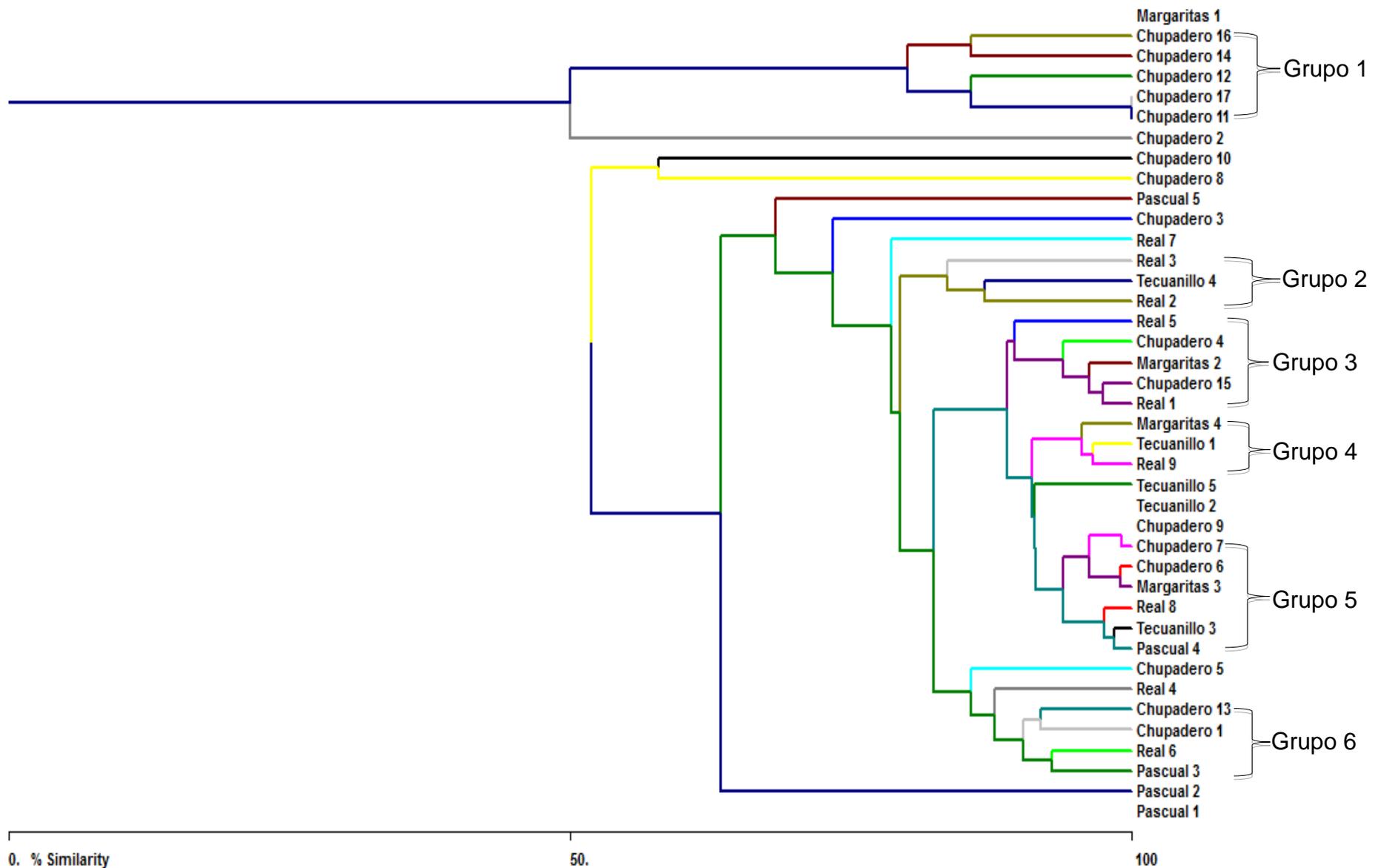


Figura 10. Dendrograma de Análisis de Cluster entre las poblaciones de Tecomán, Colima.

Por consiguiente, la agrupación denominada grupo 4 tuvo una similaridad del 95%, por lo cual fue el valor más alto en esta región, reunió un sitio de muestreo de la población Margaritas, uno de Tecuanillo y por último uno del Real (Figura 10). Esta población se caracterizó por incorporar un alto porcentajes de individuos de *Laguncularia racemosa* (L). Gaerth, lo cual hizo que la similaridad se fuera en aumento en comparación con la agrupación denominada grupo 1 que presentó similaridad del 80%, la cual fue la agrupación más baja, reunió cinco sitios de muestreo de la población el Chupadero, la baja similaridad se debió a que el porcentajes de individuos en estas localidades fue baja, lo que provocó que el valor de la similaridad fuera bajo.

En la región de Tecomán, Colima existen un patrón específico de agrupación, la mayor agrupación esta dado a que entre menos abundancia de especies y mayor número de individuos se encuentren serán mayores las agrupación.

5 CONCLUSIONES

El Chupadero es la población con mayor riqueza de especies, pero Boca de pascual es más diverso en heterogeneidad y equitatividad.

Laguna Morales es la población con los índices de diversidad de especies más altos dentro de la región de Soto la Marina, Tamaulipas.

La presencia de sitios monoespecíficos afecta a los valores promedios ajustados de los índices de diversidad.

La región de Tecomán, Colima fue la que presentó mayor índice de similaridad entres sus poblaciones de estudio debido a que existe un mayor número de especies presentes en las poblaciones evaluadas.

La latitud afecta la biodiversidad de especies, poblaciones a menor latitud tienen diversidad más alta en comparación con poblaciones a mayor latitud.

6 RECOMENDACIONES

Continuar con las evaluaciones y aumentar los sitios permanentes en las dos regiones de estudio, para rectificar la información de diversidad obtenida y determinar el tamaño de muestra de cada una de las regiones de estudio para saber si fue suficiente.

Realizar estudios comparativos con otras poblaciones de mangles en diferentes latitudes y evaluar la diversidad de éstos.

7 LITERATURA CITADA

- Báez B., P. C. 2009. Destrucción y contaminación de ecosistema del manglar por parte de personas que lo utilizan para el cultivo de camarón y producción de sal. Tesis profesional Universidad de San Carlos de Guatemala. 106 p.
- Batliori, E. y J.L. Febles 2007. Changes in the hydrological characteristics of Chabihau coastal wetlands, Yucatan, Mexico, associated with hurricane Isidore impact. *Indian J Mar Sci*, 36 (3): 183-192.
- Begon M., Harper J.L., y Townsend C.R. 1996. Conservation and biodiversity. *Ecology: Individuals, populations and communities*. 3rd Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, UK. 1068 p.
- Brzustowski J. 1997. Krebs/win Ecological methodology for windows version 0.9. Microsoft Corporation and the Regents of University of California. For Charles Krebs Ecological methodology. [En línea]. 13 de enero de 2012. Paquete gratuito disponible en: <http://www2en.biology.ualberta.ca/brzusto/ftp/Krebs/index.html>.
- Chapman, V. J. 1974. Mangrove vegetation. Cramer- Verlag. Berlin. 444 p.
- Colwell, R. K., Ch. X. Mao. y J. Chang. 2005. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *In: Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Halffter, G., J. Soberon, P. Koleff y A. Melic (eds.). M3m-Monografía 3er milenio, Zaragoza. 73 p.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2000a. Normales Climatológicas 1971-2000, Estación: 00006023. [En línea]. Tecomán, Colima. [Fecha de consulta: 13 Febrero 2012]. Disponible en: < http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75>.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2000b. Normales Climatológicas 1971-2000, Estación: 00028263. [En línea]. Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas. [Fecha de consulta: 13 Febrero 2012]. Disponible en: < http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75>.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1999. "Uso de suelo y vegetación modificada por CONABIO". Escala 1: 1 000 000, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONABIO, 2007. Convocatoria para presenta programas de monitoreo de manglares en México. (En línea). Fecha de consulta 18 de enero de 2012. Archivo disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/restauracion/doctos/convocatoria.html>
- CONABIO, 2000. Estrategia nacional sobre la biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 103 p.
- CONABIO, 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 32 p.
- CONABIO, 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.
- Estrada-Durán, G., Cupul-Magaña, F.G. y Cupul-Magaña, A.L. 2001. Aspectos de la estructura y producción de hojarasca del bosque de manglar del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. *Ciencia y Mar* 5(15): 3-12.
- FAO, 1974. Programa de investigaciones y fomento pesqueros, México. Ecología y reforestación en los manglares de México. FAO Informe técnico 6. (En línea). Fecha de consulta, 11 de enero de 2012. Archivo disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC597S/AC597S00.htm>.
- Farnsworth, E. J. and A. M. Elison. 1997. The global conservation status of mangroves. *Ambio* 26: 328-334.
- Foroughbakhch P., R., Céspedes A.E., Alvarado M.A., Núñez A. y Badii M.H. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México. *Ciencia UANL* 7(2): 203-208.
- García, E.-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). "Climas" (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. México.

- Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, España. 80 p.
- INEGI, 1983. Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. México, D.F. 158 p.
- INEGI. 1984. Carta geológica E13B64 Tecomán, Colima. 1:50 000.
- INEGI. 2011a. Carta topográfica F14B14 la Pesca, Tamaulipas. 1:50 000.
- INEGI. 2011b. Carta topográfica F14B24 la Coma, Tamaulipas. 1:50 000.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).1995. “Edafología”. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.
- Jiménez J., A y R. Soto. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la costa Pacífica Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 33(1): 25-37.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Ed. Addison Wesley Logman, 2a edition. University of British Columbia E.U.A. 620 p.
- Lacerda, L. D., Project Coordinator. 1993. Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions. International Society for Mangrove Ecosystems and International Tropical Timber Organization Project PD114/90 (F). Yokohama, Japan 272 p.
- Lamshead, P.J.D., G.I.J. Paterson y J.D. Gage. 1997. Biodiversity Professional Version 2. Written by Neil Mc Aleece. Natural History Museum & The Scottis Association for Marien Science. (En línea). Fecha de consulta, 16 de Enero de 2011. Disponible de forma gratuita en: <[http://www.bio. Unipg.it/ecología download//bdpro.zip.htm](http://www.bio.Unipg.it/ecología/download//bdpro.zip.htm)>.
- López P., J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*. Número especial. pp. 27-51.
- Lot H, A.; C. Vázquez Y. y F.L. Menéndez. 1975. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of Mexico. In: G.E. Walsh, S.C. Snedaker y H.T. Teas, eds. *Proceedings of the International Symposium on*

- Biology and Management of Mangroves Vol.1. Universidad de Florida, Gainesville: pp. 52-61.
- Lugo, A. E. 2002. Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges. *Madera y Bosques*. Número especial. pp. 5-25.
- Lugo, E. A. y S. C. Snedaker. 1974. The ecological of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematic* 5: 39-64.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Márquez R., B; B. Rambla J. P.; Jiménez M. y Allen T. 2006. Crustáceos asociados a las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (L.) en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Ciencia* Vol. 14, No. 1. pp 12- 27.
- Mcaleece N. 1997. Biodiversity professional beta. Version 2.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science.
- Menéndez C., L. y P. Santander, A. 1994. Los manglares de Cuba: ecología. Instituto de Ecología y sistemática. La Habana, Cuba. pp. 64-75.
- Menéndez L., F. 1976. Los manglares de la Laguna de Sontecomapan, Los Tuxtlas, Veracruz: Un estudio florístico ecológico. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 115 p.
- Mitsch, W. J. and J. Gosselink . 1986. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold. New York. 539 p.
- Moreno C., E.; G. Peña A.; G. Castorena Ma. del C.; O. Solorio C.A. y P. López D.J. 2002. Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques*. Número especial. pp. 115-128.
- Mostacedo B. y Fredericksen T.S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. BOLFOP. Ed. El país. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- Núñez, F. 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.

- Partida M., J. A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima. Tesis profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 68 p.
- Pielou, E. C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York. EUA. 286 p.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. InterScience. Wiley, New York. EUA 165 p.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza de especies. *Interciencia* 31(8): 7-9.
- Pool, D. J., Snedaker S. C. y Lugo A. E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 9(3): 195-212.
- Rodríguez de la V., R. A.; I. M. González T. y L. Quintanar M. 2001. Los índices de diversidad, una nueva vía en la medición del desarrollo humano. *Economía y desarrollo* 1 (8): 149-167.
- Samek V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifoliados. Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba. 291 p.
- Sánchez-Páez., H. 1992. Biomas terrestres de Colombia. *In: La diversidad biológica iberoamericana* I. G. Halffter (editor). Acta Zoológica Mexicana. Ed. Instituto de Ecología, A.C. México. pp. 153-173
- Sandoval P., A. B. 2011. Diversidad y cuantificación de áreas dañadas por trepadoras del ecosistema de manglar, en el Ejido los Morillos, Nayarit. Tesis profesional Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales, México. 74 p.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983b. Carta de vegetación y uso del suelo E13B64 Cerro de Ortega. 1: 50 000.
- SEMARNAT, 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial, 10 de abril de 2003.

- SEMARNAT, 2010. 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. D. O. F. 30 de diciembre de 2010. México. 77 p. [En línea]. 25 de abril de 2011. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/SEMARNAT%20DOF/Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf>
- Shannon, C. E. (1949). The Mathematical Theory of Communication. Urbana: University of Illinois Press, pp. 29-125.
- Smith, B. y J. B. Wilson. 1996. A consumer's guide to evenness measures. *Oikos* 76: pp. 70- 82.
- Solbring, O. T. y M. D. Young. 1991. Savanna management for ecological sustainability, economic profit and social equity. *MAB Digest* 13. UNESCO, Paris. 45 p.
- Tomlinson, P. B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge. 413 p.
- UNAM-Dirección de Geografía. 1970. Carta de climas. Clasificación de climas según Köppen modificado por Enriqueta García; isoterma e isoyetas medias anuales. Colima 13Q-VI. 1:500 000.
- Valdez H., J.I. 1991. Estructura fisonómica del bosque de mangles de la laguna de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional de Licenciatura. División de Ciencias Forestales UACH, México. 263 p.
- Veliz R., J. L. 2009. Diversidad y estructura de los manglares de Tecomán, Colima, México. Tesis profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 66 p.
- Villavicencio-Enríquez, L. y Valdez-Hernández J.I. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestales rusticanos de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia* 37: 413-423.
- Washington, H. G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research* 18: 653-694.

- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxón* 21(2/3): 213-251.
- Wiley Jr., J. P. 1985. A tree that likes to keep its feet wet. *Smithsonian* 15: 123-135.
- Yáñez-Arancibia, A., R. Twilley R. y Lara-Domínguez A.L.1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2): 3-19.
- Zaldívar J., A., S. Herrera J., M. Coronado C. y P. Alonzo D. 2004. Estructura y productividad de los manglares de la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y Bosques*. Número especial 2: 25-35.