

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad de Especies de Mangle en Soto La Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina,
Hecelchakán, Campeche

Por:

ARMANDO ABISAI EUAN HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad de Especies de Manglares en Soto La Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina,
Hecelchakán, Campeche

Por:

ARMANDO ABISAI EUAN HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada

Dr. Celestino Flores López

Asesor principal

DEPARTAMENTO FORESTAL

Dr. Alejandro Zárate Lupercio

Coasesor

Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2014

Esta tesis ha sido apoyada por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 38-111-3613-2192 responsable Dr. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño, a ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Doy gracias a Dios por haberme permitido tener unos padres maravillosos como ustedes en mi vida, siempre me han dado su cuidado y su protección.

Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado apoyándome en todo momento.

A mis padres:

A mi mamá Cruz de la Luz Hernández Uc, a ti que me diste todo sin pedir nada, a ti que dejaste todo por mí, a ti que entregaste todo por mí, gracias mamá por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer y gracias por estar siempre apoyándome en todo momento. Gracias por la paciencia que has tenido para enseñarme, por el amor que me das, por tus cuidados en el tiempo que hemos vivido juntos, por los regaños que me merecía y que no entendía. Gracias mamá por estar al pendiente durante toda esta etapa de mi vida, te quiero y te amo mi hermosa madre.

A mi papá Armando Euan Mis, gracias a ti he podido cumplir mis sueños, es por eso que ahora soy muy feliz, no sé cómo expresarte mi agradecimiento eterno por tantas cosas que me has dado, gracias por haberme criado dentro de una maravillosa familia de bien, gracias por haber compartido tu sabiduría y experiencia conmigo, sé que siempre has hecho hasta lo imposible por darme lo mejor, estoy muy feliz de tenerte como mi amigo, siempre te voy a querer y amar querido padre.

Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor en todo momento de mi vida.

Verlos juntos me hace pensar en lo afortunado que soy, a los dos los quiero y amo, cada uno a su manera me demuestra su amor, son mis padres y por siempre los llevare en mi corazón.

A mis hermanos(as):

Néstor Daniel Euan Hernández y Amir Simeí Euan Hernández, ustedes han sido el motivo principal de querer ser alguien en la vida de ser una persona de bien, estoy agradecido eternamente por sus apoyos durante toda mi formación como profesionista, el cual sin sus apoyos no hubiera podido lograrlo y quiero que sientan que el éxito logrado igual es de ustedes, porque siempre han querido lo mejor para mí y estoy agradecido por tenerlos como mis hermanos los quiero y los amo.

María Del Socorro Méndez Márquez, más que una amiga se ha convertido como una hermana que me ha brindado su amistad, su apoyo y su confianza al no solo verme como un amigo si no como también parte de su familia como su hermano, donde hemos pasado momentos agradables juntos en la iglesia como en la escuela te agradezco tu amistad y a pesar de la distancia siempre serás mi hermanita, tu hermano que te quiere.

A mi novia y amiga:

Wendy Aracely Salazar Puga, quien a lo largo de este tiempo juntos me ha enseñado el valor de los detalles y ha visto en mí una persona capaz de dar lo mejor de sí, por ser una persona muy especial en mi vida y por demostrarme que en todo momento cuento con ella, porque su forma de amar le ha dado felicidad a mi vida, por su paciencia en esperarme en esta etapa importante de mi formación como profesionista la cual es uno de mis sueños y metas en la vida y que ella adopto como suyo igual para poder acompañarme en la finalización de este trabajo, gracias mi amor Te Amo.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater* La UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente como Ing. Forestal y brindarme la oportunidad de realizarme como profesionista.

Al Departamento Forestal por contribuir a mi formación académica al personal académico y administrativo, por el apoyo y enseñanzas brindadas durante este trayecto de vida.

Al Dr. Celestino Flores López, le agradezco por sus consejos y su apoyo por haber tenido paciencia y dedicación para la elaboración de este trabajo y como asesor de tesis el mejor.

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

Al Dr. José Ángel Villareal Quintanilla, por haberme brindado su apoyo y sus consejos para ser una mejor persona y por su dedicación para la revisión.

Al Ing. José Gil Cabrera por su amistad, su apoyo y confianza brindada durante este trayecto de mi carrera profesional.

Pronatura Península de Yucatán A.C. Oficina Campeche: A la Ing. Angélica Padilla Hernández, por haberme permitido realizar mis prácticas profesionales el apoyo y consejo que me brindo y por apoyarme igual para el estudio de este trabajo. A los compañeros de PPY, Biol. Eloy Victoria, Biol. Antonio López y a Ing. Wilberth Mis.

A mis abuelos maternos: Juan Hernández Dzib y † Matilde Uc Hernández, les agradezco por haberme dado a la mejor mamá del mundo y por ser mis abuelos quienes

siempre de una u otra manera han deseado ver a sus nietos ser buenas personas y poder salir adelante en tener un futuro mejor a la que ustedes tuvieron los llevo en mi corazón.

A mis abuelos paternos: †Asunción Euan Euan y †Adelaida Mis Euan, muchas gracias por haberme dado al mejor papá del mundo estoy agradecido eternamente con ustedes y gracias por sus consejos, sobre todo su apoyo, enseñanza que de pequeño me brindaron y por su amor como su nieto siempre me ofrecieron los llevo siempre en mi corazón y en mi mente, estoy seguro de que estarían orgullosos como están mis padres de mí.

A mis tíos: Mercedes Hernández, Dianela Hernández, Ambrosio Hernández, Cristina Hernández, Raymundo Euan, Ady Euan, Gamaliel Euan, Faustino Euan, Kalin Euan, Amílcar Euan y Rebeca Euan. Gracias por ser mi familia y los apoyos que me han brindado durante esta etapa de mi vida.

A mis primos: A Francisco Yam, gracias por haberme ayudado a dar este paso importante que sin tus consejos y apoyo no hubiera podido llegar hasta Saltillo. A Edgar Euan, Isaí Euan, Samuel Euan, Oscar Euan, Bladimir Pech, Yunuén Pech, Jafet Euan, Chino Euan, Josué Euan, Yilari Dayana, Marcela Zetina, Leni Pech, Wera Yam y José Yam.

Amigos de la Iglesia: Yanira Moreno, quien me ha brindado su amistad y confianza durante esta trayectoria de mi vida, te agradezco por tus atenciones y la confianza que me has brindado en ser tu amigo te lo agradezco eternamente. Alejandro García Valente, gracias brother por tu amistad compartí momentos increíbles en pláticas Dios te bendiga siempre. Daniel y Enrique Jasso, gracias por su amistad son a todo dar con sus chistes malos jeje bendiciones a sus vidas. Hitzel Ariadne Álvarez, David Mederes, Isaac Escobedo, Lore Barragán, Pastor Alfonso Peña, Rubén Mtz, Elizabeth Moreno, Kariz Gomes, Perla Alvares, Zabdi Abigail Gaona, Haddai Gaona, Brandon Gaona, Joel Gaona, Pastor Marco Obed y Hilda González, Vania Yael Betancourt García, Jocelyn Betancourt García, Regí Arredondo. Gracias por su amistad, su compañía y sus consejos son especiales para mí.

A mis compañeros y amigos de la escuela: A Magdalena Colon, Leonel Domínguez, Carlos Pérez, Oliver Ramírez, Oliver Roblero, Julio Cesar Gómez, Alejandro Martínez, Gustavo Meneses, Emilio Martínez, Henry Bartolomé, Pedro Hernández, Mateo Juárez, Gerardo Pérez, Nolasco Gumeta, Gabriela Estefanía Rentería, Feliciano Senovio, Rosalinda Mondragón, Fabiola Mondragón, Fátima Encina, Ceci Pérez Jiménez, Madeni Arévalo, Judith Villanueva, Gabriela Ramírez, Melina Lira Leal, Mari Hernández, Astrid Zacnite Reyna, Gracias por compartir su amistad durante estos años.

A mis compañeros de Tae Kwon Do de la UAAAN, a mi sensei Ing. Vicente Martínez Oranday por sus sabias conversaciones de lucha y perseverancia para conseguir nuestras metas y sueños. A mis compañeros de clase: Lupita, Mici Hilerio, Fabiola Pérez, Berenice, Memo, Ángel, Sol Ángel, Henry, Oliver Ramírez, Oliver Roblero, Osmar Argueta, Gabriel Díaz, Luis Osorio, Luis Ángel Cruz, Benja Clemente, Marisol Espinoza, Maynor Roblero, Ivon Meléndez, Ángel Aguilar, Raúl Morales. Gracias por haber formado parte de esta etapa mediante entrenamiento y convivencia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICES DE CUADROS	iv
ÍNDICES DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis.....	4
1.2 Objetivo general	4
1.3 Objetivos particulares.....	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Manglares de México.....	5
2.2 Especies de mangles en México.....	6
2.3 Extensión de manglares.....	8
2.4 Estatus de los manglares.	13
2.5 Usos y beneficios del mangle.....	15
2.6 Índices de diversidad de especies.....	16
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1 Descripción general de las poblaciones de manglares en estudio.....	20
3.1.1 Localización.	20
3.1.1.1 Localidad La Pesca, Soto la Marina, Tamaulipas.....	20
3.1.1.2 Localidad Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.	20
3.1.2 Aspectos ecológicos	21
3.1.2.1 Clima de Soto La Marina, Tamaulipas.	21
3.1.2.2 Clima de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	22
3.1.3 Suelo	23
3.1.3.1 Suelo La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.	23

3.1.3.2 Suelo Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche	24
3.1.4 Vegetación.....	24
3.1.4.1 Vegetación La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.	24
3.1.4.2 Vegetación Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	26
3.1.5 Hidrología.....	26
3.1.5.1 Hidrología La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.....	26
3.1.5.2 Hidrología Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	26
3.2 Diseño de muestreo.....	28
3.2.1 Soto La Marina, Tamaulipas.	28
3.2.2 Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	28
3.2.3 Variables evaluadas.....	29
3.2.4 Diversidad.....	29
3.2.4.1 Diversidad de especies.	29
3.2.4.2 Índices de diversidad	30
3.2.4.2.1 Riqueza de especies.	30
3.2.4.2.2 Heterogeneidad.....	30
3.2.4.2.3 Equitatividad.....	31
3.2.4.2.4 Prueba de hipótesis con t-student en dos muestras.....	32
3.2.4.2.5 Índice de Similitud de Bray-Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster).	33
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Diversidad	34
4.1.1. Riqueza de especies.....	34
4.1.1.1 Riqueza de especies en Soto la Marina, Tamaulipas.....	34
4.1.1.2 Riqueza de especies en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán Campeche.	35
4.1.1.3 Comparación de riqueza de especies entre regiones.....	36
4.1.2 Heterogeneidad.....	38
4.1.2.1 Heterogeneidad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas.....	38
4.1.2.2 Heterogeneidad en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.	39
4.1.2.3 Comparación de heterogeneidad entre regiones.....	39

4.1.3 Equitatividad.....	40
4.1.3.1 Equitatividad en región de Soto la Marina, Tamaulipas.....	40
4.1.3.2 Equitatividad en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	41
4.1.3.3 Comparación de la equitatividad entre regiones.....	41
4.1.4 Comparación de los índices de diversidad de Shannon-Wiener con la prueba de t-student.....	42
4.1.5 Índice de similitud de Bray-Curtis.....	43
5 CONCLUSIÓN.....	46
6 RECOMENDACIONES.....	47
7 LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Población, altitud, latitud y coordenadas de las poblaciones de manglar.....	20
2. Valores de índices de diversidad obtenidos por población Río Soto la Marina y Laguna de Morales.....	34
3. Valores de índices de diversidad de especies en la población Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	36
4. Cuadro 4. Valores de índices de diversidad de especies de tres poblaciones en las regiones de Soto la Marina, Tamaulipas y Hecelchakán, Campeche.....	37

ÍNDICES DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1981-2010) de la estación meteorológica de Soto la Marina, Tamaulipas (CONAGUA, 2000).....	21
2. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1961-1990) resultando 48 estaciones meteorológicas Hecelchakán, Campeche (Orellana et al., 2009).....	23
3. Mapa de Laguna Morales, Soto la Marina, Tamaulipas.....	25
4. Mapa de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	27
5. Riqueza de especies en la región de Soto la Marina, Tamaulipas, en la Laguna de Morales.....	35
6. Riqueza de especies en la región de Soto la Marina, Tamaulipas, en Rio Soto la Marina.....	35
7. Riqueza de especies en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	36
8. Riqueza de especies representada en una gráfica acumulada en las regiones de Soto la Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.....	38
9. Dendrograma de análisis de Cluster Bray-Curtis de las poblaciones de Rio Soto la Marina (R.), Laguna de Morales (L.) e Isla de Jaina (J).....	44

RESUMEN

En el presente estudio, se comparó la diversidad de especies arbóreas en las poblaciones Isla de Jaina, Río Soto la Marina y Laguna de Morales. En el manglar Laguna de Morales (Ejido La Pesca, Soto la Marina, Tamaulipas) se establecieron 16 sitios de muestreo permanente y en el manglar de Isla de Jaina se establecieron 36 sitios no permanentes de 100m² cada población, se compararon con una población estudiada con antelación: Río Soto la Marina, Tamaulipas con 11 sitios. En estas dos poblaciones se midieron todos los arboles del sitio con diámetros mayores de 2.5cm a la altura de pecho, en el caso de *Rhizophora mangle* se tomó a 30cm a partir de la última raíz. La diversidad para este estudio se analizó con los tres aspectos más utilizados en estudios de manglares: riqueza de especies, heterogeneidad (índice de Shannon-Wiener y complemento de Simpson), equitatividad (Índice de equitatividad de Simpson y la equitatividad de Shannon), además se realizó un análisis de varianza para verificar la diferencia entre poblaciones y el índice de similitud de Bray-Curtis. Laguna de Morales fue la población que presentó una mayor riqueza de especies con 4 especies pero Río Soto la Marina presentó más diversa en heterogeneidad y equitatividad. Las poblaciones que fueron más similares son la de Isla de Jaina y Laguna Morales por incorporar en la mayoría de sus sitios *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. El estudio de diferentes regiones de mangle, demuestra la diferencia de latitud que hacen evidente al clima, las cuales son importantes para la diversidad y estructura de los manglares de Tamaulipas y Campeche.

Palabras clave: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, índices de diversidad, Manglares, Isla de Jaina, Laguna de Morales, Río Soto la Marina.

ABSTRACT

A study, of the tree diversity in the mangroves at Isle of Jaina Campeche, Río Soto la Marina and Laguna de Morales, Tamaulipas, was carried out. In the population from Laguna de Morales (Ejido La Pesca, Soto la Marina, Tamaulipas), 16 permanent sites were established and 36 non-permanent sites of 100m² each in Isle of Jaina, Campeche, and compared with a population previously studied in Río Soto la Marina, Tamaulipas with 11 sites. All the trees with diameters greater than 2.5cm at breast height were measured, in the case of *Rhizophora mangle* was taken to 30cm from the last root. The diversity was analyzed considering: species richness, diversity (Shannon-Wiener index and Simpson index supplement), evenness (Simpson evenness index and evenness Shannon). An analysis of variance was performed to verify the difference between stocks and index Bray-Curtis similarity. The Laguna de Morales population has greater species richness with 4 species but Río Soto la Marina present more diverse heterogeneity and evenness. The index of similarity between populations was similar in the Jaina Island and Laguna Morales incorporateing *Rhizophora mangle* and *Avicennia germinans* in both sites. The study of different regions mangrove shows the difference of latitude that make clear the climate, which are important for the diversity and structure of mangroves in Tamaulipas and Campeche.

Keywords: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, diversity índices, Mangle, Jaina Island, Laguna de Morales, Río Soto la Marina

1 INTRODUCCIÓN

La formación de manglar es un regalo de la tierra y el mar. Los manglares dependen de las aguas terrestres y de las mareas para su nutrición y de los depósitos de acarreo procedentes de la erosión de las tierras altas como sustrato de apoyo. El manglar es uno de los ecosistemas más productivos y un recurso natural renovable, sin embargo los manglares del mundo están siendo asediados por todas partes. Están perdiendo sus hábitats, porque se represan los ríos, se desvían sus aguas y la zona intermareal se desarrolla extensamente para la agricultura o la acuicultura y generalmente se deseca. Grandes áreas se transforman en campos de arroz, o para desarrollo industrial y territorial u otros usos no madereros (FAO, 1994).

La vegetación en estudio está constituida por asociaciones de árboles o arbustos llamados mangles que se distribuyen a lo largo de las costas tropicales y subtropicales del planeta y que están adaptados a vivir en suelos no consolidados e inundables que se encuentran sujetos a intrusiones frecuentes de agua salada y dulce. Sus sistemas radicales se inundan regularmente con agua salobre que puede estar diluida debido a las escorrentías superficiales de agua dulce o lluvias (Cintrón y Schaeffe, 1983; Tomlinson, 1986).

Los manglares son comunidades vegetales que existen a lo largo de las costas tropicales y subtropicales del planeta ubicándose en la zona de convergencia entre el mar y la tierra. Estos ecosistemas tienen una serie de adaptaciones fisiológicas que permiten desarrollarse en terrenos frecuentemente inundados con aguas hipersalinas. Estas comunidades vegetales son una de las más productivas del planeta (Mitsch y Gosselink, 1986).

En el continente americano los mangles llamados “verdaderos” se agrupan en cuatro familias y 12 géneros: Familia *Rhizophoraceae*: *Rhizophora mangle* L., *Rhizophora harrisonii* Leechm, *Rhizophora racemosa* G. Mey, *Rhizophora samoensis* (Hochr.) Salvoza, Familia *Avicenniaceae*: *Avicennia germinans* (L.) L., *Avicennia schaueriana* Stapf. & Leechm. ex, *Avicennia bicolor* Standl, *Avicennia tonduzii* Moldenke. Familia *Tetrameristaceae*: *Pelliciera rhizophorae* Planch. & Triana. Familia *Combretaceae*: *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth, *Conocarpus erectus* L., *Conocarpus erectus* var. *Sericeus* DC.

En México, se presentan cinco especies de mangle, cuatro se encuentran en Campeche: *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle negro, madre de sal, *Avicenniaceae* pero anteriormente considerada como *Verbenaceae*: Nash y Nee, 1984). *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaerth (mangle blanco, familia *Combretaceae*) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo, familia *Combretaceae*) var. *Sericeus* (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

Los ecosistemas de manglar en general son altamente productivos y genera una gran cantidad de nutrientes, los cuales son exportados por las mareas a las aguas marinas de la franja litoral más cercana a la costa, donde son aprovechados por pastos marinos y una variedad de peces que tienen importancia comercial (CONABIO, 2008).

Los manglares son ecosistemas abiertos, con un constante flujo de materia y energía, brindan beneficios a los ecosistemas adyacentes. Se relacionan fuertemente con los pastos marinos y arrecifes coralinos, ecosistemas de importancia global junto con los manglares. En la zona costera terrestre están en interrelación con los bosques y herbazales de ciénaga, conformando la franja de humedales costeros, y con las dunas de arenas que se establecen delante de las lagunas costeras salobres bordeadas de mangles, que contribuyen al establecimiento de otras comunidades de importancia ecológica y económica con el aporte de materia orgánica en una compleja red de alimentos, que sustenta en alto porcentaje la vida de los organismos del mar y los estuarios (Menéndez *et al.*, 2006).

La falta de planificación del desarrollo urbano, industrial y turístico, así como del desarrollo agrícola, ganadero y acuícola, han desplazado y reducido extensiones considerables de manglares. Los desechos sólidos urbanos, contaminantes industriales, pesticidas y fertilizantes agrícolas, derrames de petróleo, etc., así como las modificaciones a las condiciones hidrológicas han tenido un gran impacto sobre los manglares. La sobreexplotación de algunas especies altera substancialmente la composición, estructura y función de este ecosistema (CONABIO, 2009).

Distintos estudios a nivel internacional señalan que la recuperación de un manglar que ha sido severamente dañado puede tomar muchos años cuando ello es posible; en muchas ocasiones la pérdida es total e irreversible (Loyche y Fortuna, 2003; FAO, 2007; Duke *et al.* 2007).

Hasta el año 2009, 71.8% (552,692.2) de las 770,057.0 hectáreas de manglar registradas en el país se encontraban bajo esquema de protección mediante 30 Áreas Naturales Protegidas (ANP), 58 Sitios Ramsar y 42 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) (CONABIO, 2009).

Una clasificación fisiográfica-estructural, donde tienen en cuenta aspectos del relieve y la fisonomía y describen seis tipos: manglares de borde, islotes, ribereños, cuenca, enanos y de petén. Posteriormente modifican la clasificación, unificando las categorías de borde e islotes en una sola denominada borde (Lugo y Snedaker, 1974).

Dado que el conocimiento preciso de la distribución, abundancia y condición de los recursos es imprescindible para la formulación de planes y programas de conservación y manejo de estos importantes ecosistemas, se requieren de la definición de una línea de base que permita identificar la condición actual y facilite la interpretación de cambios en el futuro, en ese sentido uno de los objetivos de la Agenda de investigación del OEM del golfo de California propone la conservación de los sistemas y la biodiversidad de acuerdo a los resultados obtenidos del proyecto de investigaciones “Distribución y estructura de los ecosistemas de manglar en el noroeste de México y selección de áreas con potencial para restauración y manejo (SEMARNAT y CONACYT)” (Cervantes-Escobar *et al.*, 2007).

El concepto de megadiversidad sólo se aplica a un número limitado de países: aquellos que contienen un porcentaje extraordinario de la biodiversidad del planeta. Aproximadamente 17 países albergan entre 60 y 70% de las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares del planeta. México junto con Brasil, Colombia e Indonesia, está entre los primeros lugares en las listas de diversidad biológica que se han elaborado (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992).

1.1 Justificación

Debido a que no se conoce la diversidad de especies de mangle

que se asocian al *Rhizophora mangle* en las dos poblaciones de Soto la Marina, Tamaulipas al igual que en Isla de Jaina Hecelchakán, Campeche, se realizó el presente estudio con el propósito de determinar qué especies se encuentran asociadas o si existen

diferencias en la diversidad de especies y si la latitud es un factor que afecte la composición de especies asociadas al manglar.

1.1 Hipótesis

Ho. Existen diferencias de los índices de diversidad de especies entre un manglar en Tamaulipas y otro en Campeche.

Ha. No existen diferencias de los índices de diversidad de especies entre un manglar en Tamaulipas y otro en Campeche.

1.2 Objetivo general

1 Comparar la diversidad de especies entre el manglar de Soto la Marina, Tamaulipas, y el de la Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

1.3 Objetivos particulares

1 Estimar la diversidad de especies asociadas al manglar a través de los índices de heterogeneidad y equitatividad, así como de la riqueza de especies, en dos manglares.

2 Comparar la similitud de especies asociadas entre los dos manglares.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Manglares de México.

México es un país privilegiado por su biodiversidad y por ello se le ubica en el cuarto lugar entre los países megadiversos; junto con Brasil, Colombia e Indonesia ocupa los primeros lugares en todas las listas de diversidad biológica que se han elaborado en el mundo (CONABIO, 2008).

De acuerdo con la Convención de Ramsar (1971), los humedales son áreas donde el agua es el factor principal que controla al ambiente y la vida de las plantas y animales asociados. Se reconocen cinco tipos principales de humedales: marino, estuario, lacustre, fluvial y palustre (RAMSAR, 1971).

El término de “manglares” en general es difícil definir de manera precisa, sin embargo se dice que el término “Mangle” deriva de un vocablo guaraní que significa árbol torcido. En el mundo los manglares son reconocidos bajo dos vertientes. Como un individuo de una especie de planta y como bosque que contienen varias especies (Hutchings y Saenger, 1987). Sin embargo, la definición común de los manglares, corresponde a la vegetación arbórea y arbustiva de la zona de mareas en las regiones tropicales y subtropicales. Son plantas que pueden crecer en diferentes salinidades, pero que alcanzan su máximo desarrollo en condiciones salobres (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

El manglar es una formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva o arborescente de 2 a 25 m de altura compuesta de una o de unas cuantas especies de fanerógamas, prácticamente sin plantas herbáceas y sin trepadoras, rara vez con alguna epífita o parásita. Las especies que lo componen son de hoja perenne, algo suculenta y de borde entero. El sistema radical de algunas especies presenta raíces zancas y neumatóforos, que cumplen la función de sostén en el fondo lodoso y de respiración radical, pues el sustrato es muy pobre en oxígeno. Estas estructuras le proporcionan al manglar una fisionomía muy especial (Rzedowski, 2006).

Los manglares son formaciones vegetales litorales características de las zonas costeras tropicales y subtropicales; constituyen formaciones boscosas y marcan la transición entre el mar y la tierra. No son una categoría taxonómica pero se consideran un grupo ecológico ya que comparten características comunes. El término “manglar” es utilizado para designar un grupo de especies de arbustos o árboles que poseen adaptaciones fisiológicas, reproductivas y estructurales para colonizar terrenos anegados o sujetos a intrusiones de agua dulce y salada, son plantas halófitas facultativas (Tomlinson, 1986).

Uno de los ecosistemas más productivos y diversos de la franja costera es, sin duda, el manglar. Además, los bienes y servicios que el manglar proporciona al hombre son abundantes y con alta importancia económica como, por ejemplo, el sostén de pesquerías y el filtrado natural de aguas residuales (Sanjurjo y Welsh, 2005).

Existe muy poca información referente a la vegetación asociada a estos sistemas de manglares. Ocaña y Lot (1996) reportan 18 comunidades vegetales integradas en tres grandes formas biológicas: las herbáceas con diez, las arbustivas con una y las arbóreas con siete. Reportan 133 especies agrupadas en 103 géneros y 58 familias. 17 especies pertenecientes a 12 familias son plantas estrictamente acuáticas. Las familias mejor representadas son: *Leguminosae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Orchidaceae* y *Convolvulaceae*. Las *herbáceas* son el grupo dominante en el paisaje por los manglares.

Vera *et al.* (1988) reportaron vegetación diversa y abundante en este sistema (angiospermas hidrófitas sumergidas, hidrófitas supralitorales características de las zonas dulceacuícolas, juncos, tules y pastos anuales y perennes). Sin embargo, en muestreos realizados en el año 2000 se identificó una modificación grave en la extensión cubierta por vegetación sumergida que aún no se ha reportado en la literatura. La vegetación circundante está representada por un manglar ribereño bien desarrollado (10-25 m), dominado por *Avicennia germinans* (mangle negro), *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y en menor proporción *Laguncularia racemosa* (mangle blanco o Sakolhom) (Jardel *et al.*, 1987).

2.2 Especies de mangles en México.

Rhizophora mangle conocido como mangle rojo, se caracteriza por poseer raíces que penetra el suelo, se ramifican y forman raíces aéreas en forma de zancos, también llamadas raíces adventicias con las cuales puede aumentar su superficie de contacto. Las

raíces superficiales poseen una serie de poros que les permiten incorporar nutrientes y realizar el intercambio de gases, este tipo de adaptación les permite estar en contacto con el agua salada. Presenta un tronco que alcanza entre 30 y 80 cm de diámetro, la corteza es de una sola pieza (o enteriza) de color grisáceo, lista y puede presentar fisuras irregulares, las hojas son anchas y ovaladas (Tomlinson, 1986).

Rhizophora harrisoni conocido como mangle amarillo, presenta características similares a *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*, existe una gran controversia de que si es una especie diferente o es un híbrido de *Rhizophora mangle*. Descrito por primera vez en México, en la Laguna de Panzacola en la Costas de Chiapas, una descripción posterior extiende su distribución 30 km al NW de la Laguna de Chantuto, se ha observado también en la localidad de El Castaño, Chiapas a 30 km al NW de la localidad anterior, no se ha encontrado a esta especie en otros estados del país (Tovilla y Orihuela, 2002).

Avicennia germinans, se conoce como mangle negro al igual que el mangle blanco, no forman grandes raíces en zancos pero desarrollan pequeñas adventicias que sobresalen del sustrato, caracterizadas por poseer poros respiratorios llamados neumatóforos. Estas especies no tienen la capacidad de soportar sustratos tan inestables, como los que se encuentran inundados de forma permanente, por lo tanto, se localizan en sustratos que destinen menor contacto con el agua, aunque pueden ser inundados periódicamente. La inflorescencia en racimos o panículas son axilares y terminales con flores ligeramente vellosas de color blanco. El pericarpio es claramente rugoso y se torna amarillento al madurar el fruto; este presenta un pico ligeramente lateral (Jiménez, 1994).

Laguncularia racemosa (L.) C. F. Gaerth, se conoce como mangle blanco, en condiciones de hipersalinidad crece como arbusto. La corteza es grisácea o café claro con fisuras alargadas. Las hojas son de forma elíptica, redondeados en ambos extremos de la lámina y se presentan opuestas sobre las ramas (Tomlinson, 1986). La floración en el Pacífico de México se presenta a inicios de la estación de lluvias y los propagulos caen entre los meses de agosto y octubre. Esta especie se encuentra asociada a *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* por lo tanto presentan una distribución casi continua desde la frontera con Guatemala hasta la árida costa de Sonora (Estero el Soldado 28° 29' N) y en la Península de Baja California aparecen formas arbustivas (<3 m de altura) (Tovilla, 1998).

2.3 Extensión de manglares.

Los manglares son plantas esencialmente tropicales, ocupan dos regiones separadas a una escala mundial, la primera es el hemisferio Este; la cual abarca el Este de África, sudeste de Asia, India y el Pacífico Oeste, esta región tiene la mayor diversidad de manglares donde se encuentran aproximadamente cuarenta especies. El segundo grupo abarca el hemisferio oeste o nuevo mundo, esta región comprende el Oeste de África y América. Tomlinson (1986) reporta ocho especies mientras que Lacerda *et al.*, (1993), menciona 12 para esta región. Hogarth (1999), ha clasificado en dos grupos a los manglares de acuerdo al número de familias. El primer grupo mayor, agrupa la mayoría de las especies en cinco familias (*Avicenniaceae*, *Combretaceae*, *Palmae*, *Rhizophoraceae* y *Sonneratiaceae*). Por otra parte, el segundo grupo tiene menos especies pero más familias (*Bombaceae*, *Euphorbiaceae*, *Lythraceae*, *Pteridaceae*, *Rubiaceae* y *Sterculiaceae*), de acuerdo al número de familias son once en total (Chargoy, 2003).

De acuerdo a Cintrón y Schaeffer (1983) en el hemisferio Oeste se encuentran los siguientes géneros: *Rhizophora* con cuatro especies; *Avicennia* con cuatro especies; *Laguncularia*, *Conocarpus* y *Pelliciera*, solamente presentan una especie. En la costa del Pacífico se encuentran las siguientes especies: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora samoensis* y *Rhizophora harrisoni*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* y *Avicennia tonduzii*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera Rhizophorae*. En la costa del Atlántico no existe *Rhizophora samoensis*, el género *Avicennia* cuenta con dos especies, *Avicennia germinans* y *Avicennia schaueriana*; *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* también están presentes (Lacerda *et al.*, 1993).

En México, los manglares se presentan a lo largo de todas sus costas y constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes. No obstante, son pocas las áreas de manglar donde existen planes de manejo operantes que permitan su ejecución real y, por ende, la conservación de sus recursos (Valdez, 2002).

Geográficamente, los manglares se distribuyen siguiendo las características climáticas y fisiográficas de la costa. Se presentan en áreas donde la temperatura ambiental no es menor a los 20 ° C y la oscilación de ésta no es mayor a 5° C. En nuestro país, los manglares de la costa noroccidental de México y el Caribe son menos extensos y menos

desarrollados que los del Golfo de México y la costa sudoccidental. La costa del Pacífico, por su origen tectónico (una costa de colisión), es más accidentada y cuenta con acantilados y playas cortas bordeadas por montañas. La plataforma continental del Pacífico está ausente o es muy estrecha cuando se le compara con la costa del Golfo de México (que es una costa de arrastre), que cuenta con una llanura aluvial y una plataforma continental extensa (Carranza-Edwards *et al.*, 1975).

Se calcula que más del 40% de la extensión original del manglar en América Latina se está perdiendo por la deforestación y la sobreexplotación de los recursos pesqueros. Esto ha propiciado que en muchos países, el uso, la conservación y el manejo de sus áreas de manglar, sea uno de los puntos primordiales dentro de las administraciones gubernamentales (Lacerda y Schaeffer, 1999; Jiménez, 1999; Lugo, 2002). La distribución de los manglares, consecuentemente, va a depender en gran medida del intervalo de las mareas, del declive topográfico y de la salinidad del agua y suelo. (Flores-Verdugo *et al.*, 2003).

Los manglares de México se distribuyen en ambas costas del país; en la costa del Pacífico se desarrollan desde Chiapas (N 14° 30' W 92° 15') hasta la Baja California en la Laguna de San Ignacio (N 28° 00'; W 114° 30'), donde en la costa del Atlántico se encuentran desde la parte sur de Quintana Roo (en el litoral del Caribe; N 18° 15'; 87° 30') hasta las coordenadas N 25° 45'; W 97° 09' en la Laguna Madre en el estado de Tamaulipas (Tovilla, 1994).

Las áreas más amplias y desarrolladas son las ubicadas en las lagunas costeras con una entrada significativa de agua dulce y amplios estuarios. Estas áreas se encuentran sobre todo en el Golfo en las lagunas que se forman en las desembocaduras de los ríos más caudalosos de México, el Río Grijalva, Usumacinta, Tulijá y Papaloapan como la Laguna de Términos, de Atasta, Pom, Machona, el Carmen, Sontecomapan, Alvarado y Camaronera además de bahías y pequeñas lagunas como las Bahías de San José, Espíritu Santo, de la Ascensión y las lagunas de Campeche, Yalahua, Mandinga, de Tamiahua, la zona lagunar del Río Tamesí y del río Soto la Marina (FAO, 2005).

Las características de México como país megadiverso derivan de la ubicación geográfica y de la distribución orográfica del territorio nacional, que 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 de México, abriéndose una importante zona para la biodiversidad del planeta. Los manglares son formaciones vegetales en las que predominan distintas especies conocidas como mangle, un árbol o arbusto con ramas descendentes que llegan al suelo y arraigan en él, y tienen la particularidad de ser plantas resistentes a la salinidad del agua (CONABIO, 2008).

En Campeche, los manglares cubren extensiones grandes de áreas inundables a lo largo de la costa, en especial en la parte norte y oeste del estado; que corresponden a las áreas naturales protegidas de los Petenes y Laguna de Términos con una superficie conjunta de 255 350 ha. Al suroeste de la laguna de Términos se localiza el bosque de manglar más maduro, en donde se reportan árboles con diámetros mayores de 1 m y alturas entre 25 y 30 m (Jardel *et al.*, 1987).

Los estudios sobre la cubierta de manglar son escasos para la región de los Petenes, quienes además hacen evidente una pérdida en la cobertura por diversas actividades antropogénicas. Los bosques de manglar en Campeche están constituidos por combinaciones de las especies: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) con asociaciones de popal, carrizal, tular, chechén, palo de tinte, chicozapote, chacá, anona y sabal. Es necesario fortalecer esquemas de educación ambiental, planes de desarrollo y política ambiental, entre otras, para eliminar las amenazas que los afectan; como es la tala para carbón y leña, la desviación de flujos de agua dulce, la incidencia de incendios y el cambio de uso de suelo para actividades productivas (Villalobos-Zapata *et al.*, 1999).

Los petenes son muy variados en su composición vegetal, de tal manera que se pueden encontrar petenes donde la dominancia es del mangle (*Rhizophora mangle*), otros donde predomina una mezcla de mangle con especies de selva subperennifolia, y los que se encuentran más alejados de la costa, que están conformados por especies selváticas; los petenes presentan una alta producción de biomasa anual y las especies vegetales que aportan mayor cantidad de biomasa son las mismas que determinan la estructura de la comunidad (Tun-Dzul, 1996).

Las lagunas costeras son cuerpos de agua paralelos a línea de costa que tienen comunicación efímera o permanente con el mar. Poseen una hidrodinámica compleja regida

por la aportación de agua continental mediante ríos, la dinámica de mareas y por procesos de evaporación-precipitación (Contreras y Castañeda, 2003). La laguna costera más importante de Campeche es la laguna de Términos y representa uno de los ecosistemas más estudiados del país donde se desarrollan las cuatro especies de mangle registradas para México (Lara-Domínguez *et al.*, 1990).

La laguna de Términos en el estado de Campeche ocupa el segundo lugar en extensión en el litoral del Golfo de México con una superficie de 160 000 ha y forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) con una superficie de 705 016 ha (INE, 1997).

En la región de la laguna de Términos desemboca una porción de la principal red hidrológica de la zona costera mexicana del Golfo de México, constituida por los ríos Mezcalapa, Grijalva y Usumacinta, los cuales han desarrollado un amplio complejo fluvio-lagunar-estuarino. Este complejo incluye a los ríos Palizada, Chumpán y Candelaria, a las lagunas litorales Pom-Atasta, Puerto Rico, San Carlos y Del Corte, Del Este-San Francisco-El Vapor, Balchacah y Panlau los cuales integran el sistemas Pom-Atasta, Palizada-Del Este, Chumpán-Balchacah y Candelaria-Panlau (González, 1974; Vera *et al.*, 1988; Ayala *et al.*, 1993).

De los 32 estados de la República Mexicana, 17 presentan costas, de los cuales seis pertenecen a las costas del Golfo de México y Caribe y 11 a las del Pacífico y todos tienen manglares. El límite norte de la distribución de los manglares en México es la Laguna Madre en Tamaulipas (Lot *et al.*, 1975).

La superficie estimada de manglar para México en el periodo 1970-1980, fue de 856 308 ha, a la escala cartográfica de 1:50 000. El ecosistema de manglar se registró en los 17 estados de la república con litoral. La Región Península de Yucatán fue la que más superficie de manglares reportó con el 53% (453 635 ha) de la extensión total de manglares en todo México. La distribución de la superficie en 1970-1980 difiere en alrededor del 10% respecto a la identificada en 2005. A nivel estatal, Campeche es el que poseía la mayor superficie de manglar del país (25.3%), seguido por Quintana Roo (16.1%), Yucatán (11.5%), Sinaloa (9.6%) y Nayarit (9.1%). Los estados con menor cobertura fueron Michoacán (0.2%), Jalisco (0.9%) y Baja California (0.004%) (CONABIO, 2013).

En México estos ecosistemas pueden llegar a formar bosques muy densos y desarrollados, especialmente en los humedales costeros de los deltas del Grijalva y Usumacinta en Tabasco y Campeche y en las lagunas costeras de Chiapas, donde los árboles alcanzan los 30 m y las comunidades de manglares se extienden al interior en la ribera de los ríos durante varios kilómetros. Con el aumento de la latitud, la diversidad del ecosistema disminuye y las comunidades vegetales se desarrollan en forma arbustiva. Las cuatro especies arbóreas más comunes en México son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (sin. A. nítida, mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) (FAO, 2005).

Nuestro país tiene frontera con el Océano Pacífico de su lado Oeste mientras que por el Este colinda con el Golfo de México y con el mar Caribe, de manera que 17 de sus 31 estados limitan con el mar y 107 municipios cuentan con frente de playa (CONAPO, 1999).

El mar territorial de nuestro país es una franja de doce millas náuticas, medidas a partir de la línea de costa, y su zona económica exclusiva tiene una amplitud de 200 millas náuticas, abarcando una superficie de 3, 149,920 km², incluyendo cerca de 358 km² de plataforma continental y 1.5 millones de km² de lagunas litorales (CONAPO, 1999). Esta enorme superficie se encuentra en una latitud intertropical y se considera una región de transición entre las zonas biogeográficas neártica y neotropical (SEMARNAT, 2007).

Los manglares mejor desarrollados y más extensos se localizan en la Laguna de Términos, Campeche, en Teacapan-Agua Brava Marismas Nacionales, Sinaloa, Nayarit y en Chantuto Teculapa Panzacola al sur de la costa de Chiapas. Es relevante mencionar que el estado de Campeche está considerado como el primer estado a nivel nacional referido a su superficie de manglar 25.2% (CONABIO, 2009).

Por otra parte, al comparar la cobertura del mangle del estado de Campeche, con respecto a las coberturas de esta vegetación registrada en el resto de los estados del Golfo de México y la península de Yucatán, este representa el 57.2% y a nivel región sur-sureste el 52.1%. La cobertura del manglar en el estado de Campeche se localiza en el Área Natural Protegida Laguna de Términos (ANPLT), Champotón y la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

2.4 Estatus de los manglares.

El ANPLP (Área Natural Protegida Los Petenes) presenta un total de 705 016 ha protegidas. Los humedales, específicamente manglares y los tulares cubren más de 259 000 ha, con ello se considera como la más importante en cobertura de humedales en la zona costera del Golfo de México. Es por ello que esta laguna fue declarada como de Protección a la Fauna y Flora el 6 de junio de 1994. La Reserva de la Biosfera de los Petenes (declarada como tal el 24 de mayo 1999) cuenta con 282 857.62 ha (Rico, 1982; Durán, 1987 y 1995).

Actualmente, La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP (SEMARNAT) señala 16 ANP que contienen ecosistema de manglar y son: Pantanos de Centla en Tabasco, Los Petenes y Laguna de Términos en Campeche; Ría Celestún, Ría Lagartos y Yum Balam en Yucatán; Isla Contoy, Tulum y Sian Kaan en Quintana Roo; El Vizcaíno en Baja California; Bahía de Loreto en Baja California Sur; Islas Marías en Nayarit; Huatulco y Lagunas de Chacahua en Oaxaca y La Encrucijada y la Sepultura en Chiapas (Travieso *et al.*, 2005).

Las orquídeas *Cycnoches ventricosum* (pajaritos verdes) y *Chysis bractescens* (flor de la Candelaria) que habitan en este manglar, se encuentran en la categorías de amenazadas (SEMARNAT, 2001).

Algunas de las especies vegetales de importancia para la conservación, que habitan de forma asociada en el manglar de Sontecomapan, son los árboles *Tetrorchidium rotundatum* (*Euphorbiaceae*) (amate blanco) y *Andira galeottiana* (*Fabaceae*) (macaya). Ambas especies se encuentran en listas de especies bajo alguna categoría de riesgo. *Tetrorchidium rotundatum* se encuentra en la NOM-059 como especie en peligro de extinción y *Andira galeottiana*, se encuentra catalogada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como especie vulnerable muy próxima a estar amenazada de extinción (Hilton-Taylor, 2000; SEMARNAT, 2001; Carmona-Díaz, 2003).

En noviembre de 1998, la región de Los Tuxtlas fue decretada Reserva de la Biosfera; la Laguna de Sontecomapan está incluida en ella. Sin embargo, de acuerdo con la zonificación de esta reserva, tanto la laguna de Sontecomapan como su manglar, quedaron ubicados en la zona de amortiguamiento, con lo cual, este sistema lagunar quedó expuesto

al continuo y progresivo deterioro ambiental que, en general, está sufriendo la región (Carmona *et al.*, 2004).

La vegetación en la RBLP, está representada por 678 especies de plantas superiores, incluyendo a 24 especies endémicas de la península de Yucatán, 3 amenazadas (*Tabebuia chrysantha*, *Zinnia violácea* y *Thrinax radiata*) y 5 sujetas a protección especial (*Tillandsia festucoides*, *T. flexuosa*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) (CONANP, 2006; Diario Oficial de la Federación, 2001).

Cada año son extraídas grandes cantidades de ejemplares, por lo cual, en algunas áreas han sido arrasadas y su presencia está restringida a los árboles de gran altura en el interior del manglar (García *et al.*, 2003).

La deforestación del manglar y de otros ecosistemas adyacentes a la laguna de Sontecomapan, es promovida con la finalidad de ampliar áreas para la agricultura y para la ganadería extensiva. La práctica ganadera avanza cada vez más hacia el interior del manglar, aun cuando los sitios inundables no son propicios para la cría de ganado. No obstante, los ganaderos han desarrollado técnicas para superar esta limitante, abriendo canales en los linderos de los terrenos vecinos al manglar, evitando con ello que cuando sube la marea inunde los campos ganaderos (Carmona *et al.*, 2004).

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

En el territorio nacional predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), todas sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2001). Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo de nivel de las mareas que las inunden o las bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (CONABIO, 2008).

2.5 Usos y beneficios del mangle.

Los manglares representan un tipo de vegetación único, que crece en la zona intermareal de regiones tropicales y subtropicales y que en México se encuentra bien representado en todas sus costas, siendo el Golfo de California el límite norte de distribución latitudinal en el Pacífico oriental. Por su elevada productividad y sus características estructurales ofrecen una gran diversidad de ambientes y servicios para la protección, crianza y alimentación de fauna diversa (Cervantes-Escobar *et al.*, 2007).

Los humedales costeros, en particular los manglares, brindan una gran variedad de servicios ambientales importantes para el hombre. Los manglares, al ser zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, funcionan como hábitat de apoyo a las pesquerías de la plataforma continental, por lo que sostienen una elevada producción pesquera, son fuentes de energía (leña) para el hombre y poseen un alto valor estético y recreativo (Tomlinson, 1986; Baran y Hambrey 1998; Osborne, 2000).

Además, los manglares actúan como sistemas naturales de control de inundaciones en la zona costera, así como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico removiendo nutrientes y toxinas, contribuyen en el mantenimiento de sistemas y procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y funcionan como trampas de carbono. Asimismo, sirven de refugio de flora y fauna silvestre (Day *et al.*, 1989; Flores-Verdugo 1989; McKee 1996; Osborne 2000).

A pesar de ser un hábitat inundable, puede ser comparado con un sistema desértico, ya que si bien hay abundancia de agua, las plantas que ahí se desarrollan tienen que adquirir el líquido en contra de un gradiente de concentración de sales. Estas plantas poseen mecanismos que les permiten desalar el agua que aprovechan, a costa de un gasto importante de energía. Los manglares tienen diversos mecanismos de eliminación de sales, por ejemplo el género *Avicennia* excreta la sal excedente vía glándulas en las hojas, que se observa como pequeños cristales sobre éstas, mientras que *Laguncularia* acumula las sales excedentes en las hojas senescentes (Tomlinson, 1986).

2.6 Índices de diversidad de especies

El término diversidad es una condición de la variedad o diferencia entre miembros de una colección. Una población puede tener diversidad de especies en su composición, en su estructura de edad, en la fase de desarrollo, en su composición genética, etc. (Daniel, 1998). La diversidad puede medirse registrando el número de especies, describiendo su abundancia o usando una medida que combine los dos componentes. Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especies, definida por el número de especies presentes y la uniformidad (equitatividad o equidad) de los mismos, esto es en qué medida las especies son abundantes proporcionalmente (Pielou, 1977; Magurran, 1988; Gaines *et al.*, 1999).

Tradicionalmente los índices de biodiversidad como los índices de Shannon y Simpson cuantifican el rango de biodiversidad como patrones. Estos índices primero capturan la población como una medición de diversidad de plantas y animales siendo fácil aplicarlos a la diversidad del paisaje (O'Neill *et al.*, 198).

Los índices de diversidad tienen significado solo cuando las comunidades se han comparado, y sí son cercanamente similares en un sentido cualitativo. Lo mismo es cierto para los índices de biodiversidad, ellos deben de ser propuestos cuando la totalidad del ecosistema ha sido comparado. El problema consiste en cómo puede ser medida la biodiversidad para estimar el número de especies, es obviamente que la primera cosa a hacer es determinar "S" que es el número de especies de un censo exhaustivo: en comunidades concernientes al contexto de conservación, son usualmente lejanas y también grandes para que esto sea posible, y las estimaciones por extrapolación o acumulativas, "curva de colectores" es impracticable (Cantú, 1999).

El concepto de biodiversidad se refiere en general a la variabilidad de la vida que incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie. La biodiversidad abraza, tres niveles de expresión de variabilidad biológica: ecosistemas, especies y genes. En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas que contiene, el número de especies que posee, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de

endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros (Neyra-González y Durand-Smith, 1998).

México es un país en extremo diverso y complejo. Lo es en la forma, la ubicación y la topografía de su territorio, sus ecosistemas y su diversidad biológica, su historia y sus culturas (CONABIO, 2006).

El concepto de megadiversidad sólo se aplica a un número muy pequeño de países: aquellos que contienen un porcentaje extraordinario de la biodiversidad del planeta. De todos los países en el mundo, sólo 111 se encuentran situados, parcial o totalmente, en los trópicos; aproximadamente una docena de estos países cuentan con una gran parte –entre 60 y 70%– de la diversidad biológica del planeta y de ellos, México es uno de los más importantes (Mittermeier y Goettsch de Mittermeier, 1992).

El concepto de biodiversidad se refiere en general a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie. La biodiversidad abarca, por lo tanto, tres niveles de expresión de variabilidad biológica: ecosistemas, especies y genes (Díaz, 2011).

En estos niveles se integra una amplia gama de fenómenos, de manera que la biodiversidad de un país se refleja en los diferentes tipos de ecosistemas que contiene, el número de especies que posee, el cambio en la riqueza de especies de una región a otra, el número de endemismos, las subespecies y variedades o razas de una misma especie, entre otros (Neyra-González y Durand-Smith, 1998).

Tipos de índices, cuando hablamos de diversidad de especies en los manglares se refiere a la variedad total de formas de vida; la riqueza de especies y los diferentes ecosistemas tanto terrestres y acuáticos donde se realizan procesos ecológicos que mantienen estas variedades como el número de especies en una comunidad y la uniformidad de cada individuo. El cual se divide en tres niveles de variabilidad biológica como son los ecosistemas, las especies y los genes (CONABIO, 2000; Krebs, 1999; Magurran, 2004). Determinar la diversidad nos servirá para decisiones para los ajustes necesarios de los ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2001).

En unos estudios realizados ecológicos y cuantitativos realizados, se considera que la diversidad se divide en tres conceptos diferentes en las formas de medir la diversidad que

a continuación son las siguientes: heterogeneidad, riqueza de especies y uniformidad (Krebs, 1999).

En un ecosistema la heterogeneidad ambiental se determina a través de la identificación de la diversidad o variedad de comunidades de manglar al igual la heterogeneidad se determina con la abundancia relativa que existe en una población o comunidad biótica y a partir de ésta se obtiene su diversidad. Este concepto parte de dos caminos distintos; por un lado, el uso de la teoría de muestreo estadístico, para la estructura de comunidades 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).

Una de las más conocidas medidas de heterogeneidad es la de Shannon, parte de la amplia difusión de esta medida, es el hecho de que es relativamente sencillo el cálculo de multiplicar la proporción de abundancia de especies por el número de logaritmo natural. El índice de Shannon es el más notable ejemplo de los índices particulares de heterogeneidad, aquellos cuyos orígenes están en el campo de la teoría de la información. Así hay muchos ejemplos empíricos del índice de Shannon para mostrar la diversidad de especies incluido por Ford *et al.* (1991); Frank y McNahugton (1991); McMinn (1992); Niese y Strong (1992) y Padisák (1993).

Otras mediciones de heterogeneidad son el Índice de dominancia por Berger y Parker, el cual es solo la abundancia relativa de la mayor parte de especies dominantes en parte porque es completamente independiente del tamaño de la muestra pero aun porque su intuitiva simplicidad y su claro enfoque en solo las especies más comunes. Este índice es considerado una de las mediciones más satisfactorias de dominancia disponibles (Magurran, 1988).

EL índice de equitatividad o uniformidad del índice de Shannon, se refiere a la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima, el valor E se sitúa entre 0 y 1.0, donde los valores cercanos de 0 indican poca diversidad y los valores cercanos a 1.0 representa una gran diversidad es decir, todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1969).

Debido a que la uniformidad o equidad es también una medida más sensitiva de los cambios ambientales que la riqueza de las especies, muchos investigadores han encontrado

que es benéfico el desarrollar medidas que aíslen este componente en particular de diversidad (Magurran, 1988). En adición numerosos modelos de distribución de abundancia de especies son usadas para caracterizar la uniformidad encontrada en diferentes comunidades y contextos (Motomura, 1932; Magurran 1988; Silbaugh y Betters, 1995).

Las medidas de uniformidad en general, son muy útiles en estudios ecológicos a nivel parcela, por otra parte su complejidad estadística le da mayor credibilidad inicial basándose en un extensivo muestreo y mayormente su baja intuición los hace una pobre elección para los manejadores forestales. Verdaderamente, para algunas necesidades con una sola estadística para describir la diversidad de una comunidad completa, probablemente sea la medida de uniformidad la que tenga la misma mínima aplicabilidad que alguna medida de diversidad.

La riqueza de especies es el resultado de este índice corresponde a la homogeneidad exhibida por la comunidad que equivale a la proporción entre la diversidad y la diversidad máxima (Melo-Cruz y Vargas-Ríos, 2003).

La riqueza de especies, se refiere al número de especies dentro de una misma comunidad el cual se puede determinar haciendo un censo o un muestreo. El método de rarefacción es el más indicado cuando se compara la riqueza de especies entre varias comunidades con diferentes intensidades de muestreo es el método más utilizado que permite el ajuste de una serie de muestras de diferentes tamaños para hacer comparaciones y determinar la riqueza de especies existente entre comunidades, una forma para determinar la riqueza de especies es por medio de muestras por cuadrantes en una comunidad así se observara la ocurrencia de especies en los cuadrante (Krebs,1999; Moreno, 2001).

En resumen, la gráfica de especies acumuladas proporciona el número de especies presentes, y el método de rarefacción señala que población o unidad de muestreo es la más rica en especies no importando si sea mayor la presencia de especies (Krebs, 1999).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general de las poblaciones de manglares en estudio

3.1.1 Localización.

3.1.1.1 Localidad La Pesca, Soto la Marina, Tamaulipas.

Se realizó dos estudios en diferentes poblaciones la primera evaluación se realizó en el ejido La Pesca en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas donde la evaluación abarca lo que es la Laguna Morales y parte de La Pesca. En el área de estudio se levantaron 17 sitios permanentes en la Laguna Morales y parte de la playa del ejido La Pesca.

3.1.1.2 Localidad Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

La segunda evaluación se realizó parte de los petenes en el ejido de Dzodzil municipio de Hecelchakán, Campeche, la evaluación fue en la Isla de Jaina y parte de los petenes, donde se levantaron 36 sitios.

Cuadro 1. Población, altitud, latitud y coordenadas de las poblaciones de manglar.

Población	Altitud (m.)	Latitud Norte	Longitud Oeste
La Pesca	-4	23° 44'28.3"	97° 45'27.7"
Isla de Jaina	6	20° 12'32.9"	90° 28'39.5"

3.1.2 Aspectos ecológicos

3.1.2.1 Clima de Soto La Marina, Tamaulipas.

En la microrregión de La Pesca, Soto La Marina es de tipo (A) C (WO) a nivel regional es semicálido y subhúmedo del grupo C se caracteriza por su temperatura media anual entre 18 y 22 °C, con lluvias de verano por lo que la precipitación se presenta dentro del periodo mayo-octubre y este mes recibe por lo menos diez mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año. Al norte el clima se clasifica como clima seco BS1 (h') hw, conocido como semiseco, el clima BS1 (h') se ubica en la porción norte y sureste, mientras que el ACw se localiza en la porción suroeste (INEGI-SSP, 1983; García y CONABIO, 1998).

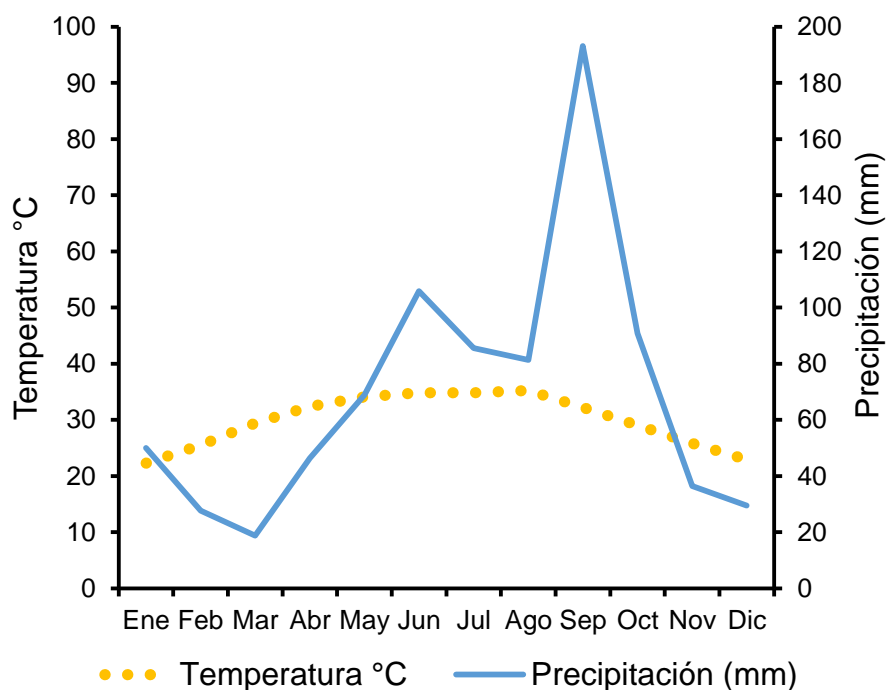
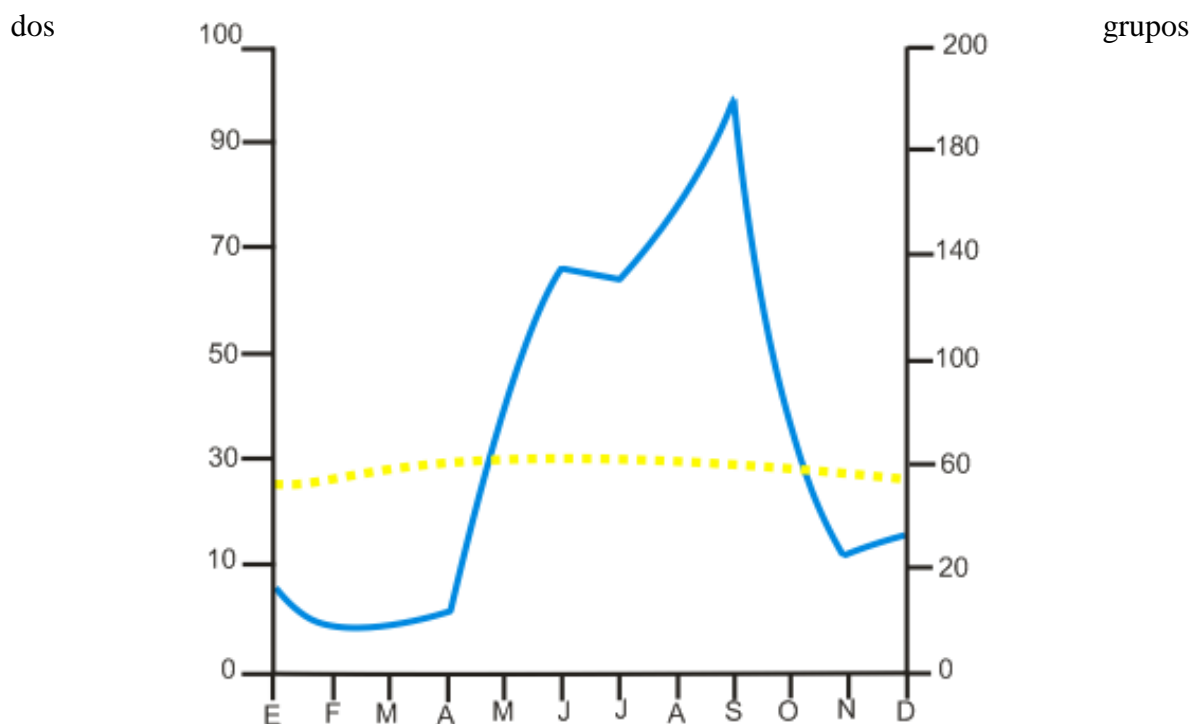


Figura 1. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1981-2010) de la estación meteorológica de Soto la Marina, Tamaulipas (CONAGUA, 2000).

3.1.2.2 Clima de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

En la RBP (Reserva de la Biosfera de los Petenes), el clima predominante en la zona centro-sur, es Aw (cálido subhúmedo con lluvias en verano), mientras que en su extremo norte es del tipo BS'h'w (semiseco y seco cálido). La temperatura y precipitación media anual varía de 27.8 °C y 725.5 mm en el norte (con un gradiente los 700 a 800 mm), a 26.4 °C y 1049.7 mm (con un gradiente entre los 800 a 1.100 mm anuales en el sur) presenta además, un breve periodo de sequía durante lo más acentuado de las lluvias (sequia intraestival o canícula) (CONAGUA, 2003).

De acuerdo con la clasificación de Köpen modificada por García (1988), se presentan



climáticos en el estado de Campeche, los cálidos subhúmedos (A) y el seco (B). (Orellana *et al.*, 2003). Detallan estos grupos, reportando cuatro tipos climáticos: el semiárido (BS), el de sabana que es el más seco de los cálidos subhúmedos (Aw), el monzónico o cálido húmedo (Am) y el cálido subhúmedo con régimen de lluvias intermedio (Ax); a su vez se dividen en ocho subtipos distribuidos en franjas concéntricas con aumento de humedad en el sentido noreste-suroeste (García, 1988). El clima Aw(i')gw, el más seco de los cálidos subhúmedos tiene influencia en el municipio de Calkiní y parcialmente en los municipios

de Hecelchakán, Tenabo, Campeche y norte de Hopelchén (Villalobos-Zapata, Mendoza-Vega, 2010).

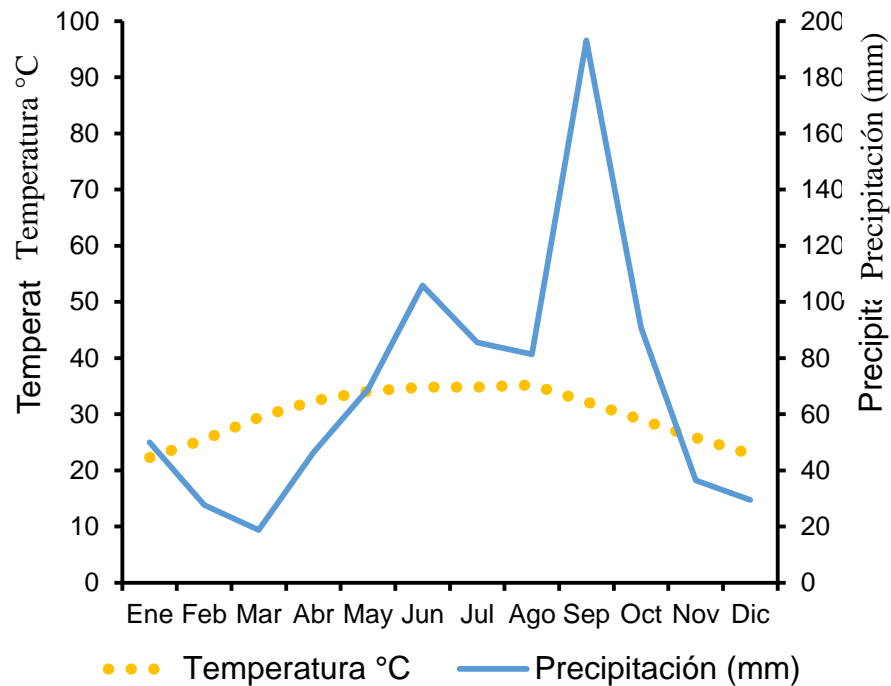


Figura 2. Diagrama ombrotérmico de las normales climáticas (1961-1990) resultando 48 estaciones meteorológicas Hecelchakán, Campeche (Orellana *et al.*, 2009).

3.1.3 Suelo

3.1.3.1 Suelo La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.

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

3.1.3.2 Suelo Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

Esta Isla es parte de la costa norteña campechana que fue invadida por el mar. Su composición de arcilla, limo y arena son materiales característicos de estos suelos costeros. Su longitud es de cerca de un km de largo por 800 m de ancho y está separada de la costa por un canal de aproximadamente 60 m de ancho (Villalobos-Zapata y Mendoza-Vega, 2010).

El suelo predominante en las áreas donde se desarrollan los petenes y manglares de Isla de Jaina es el gleysol mólico, teniendo como suelos secundarios el solonchak órtico y el regosol calcárico; este tipo de suelo tiene una fase química de tipo salino fuertemente sódico (INEGI, 1984). Los suelos en los petenes son orgánicos y profundos y se caracterizan por ser jóvenes y estar frecuentemente saturados de agua (Gleason, 1972).

3.1.4 Vegetación

3.1.4.1 Vegetación La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.

La vegetación que más predomina en las áreas donde se llevaron los estudios de muestreo son la *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) este tipo de vegetación es la que se encontró en la mayor parte de la Laguna Morales y algunos sitios de muestreos en la área del ejido de la Pesca. La vegetación que se encuentran en los alrededores es selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva baja perennifolia, subperennifolia, espinosa, pastizal y vegetación halófila y gipsófila (CONABIO, 1999).

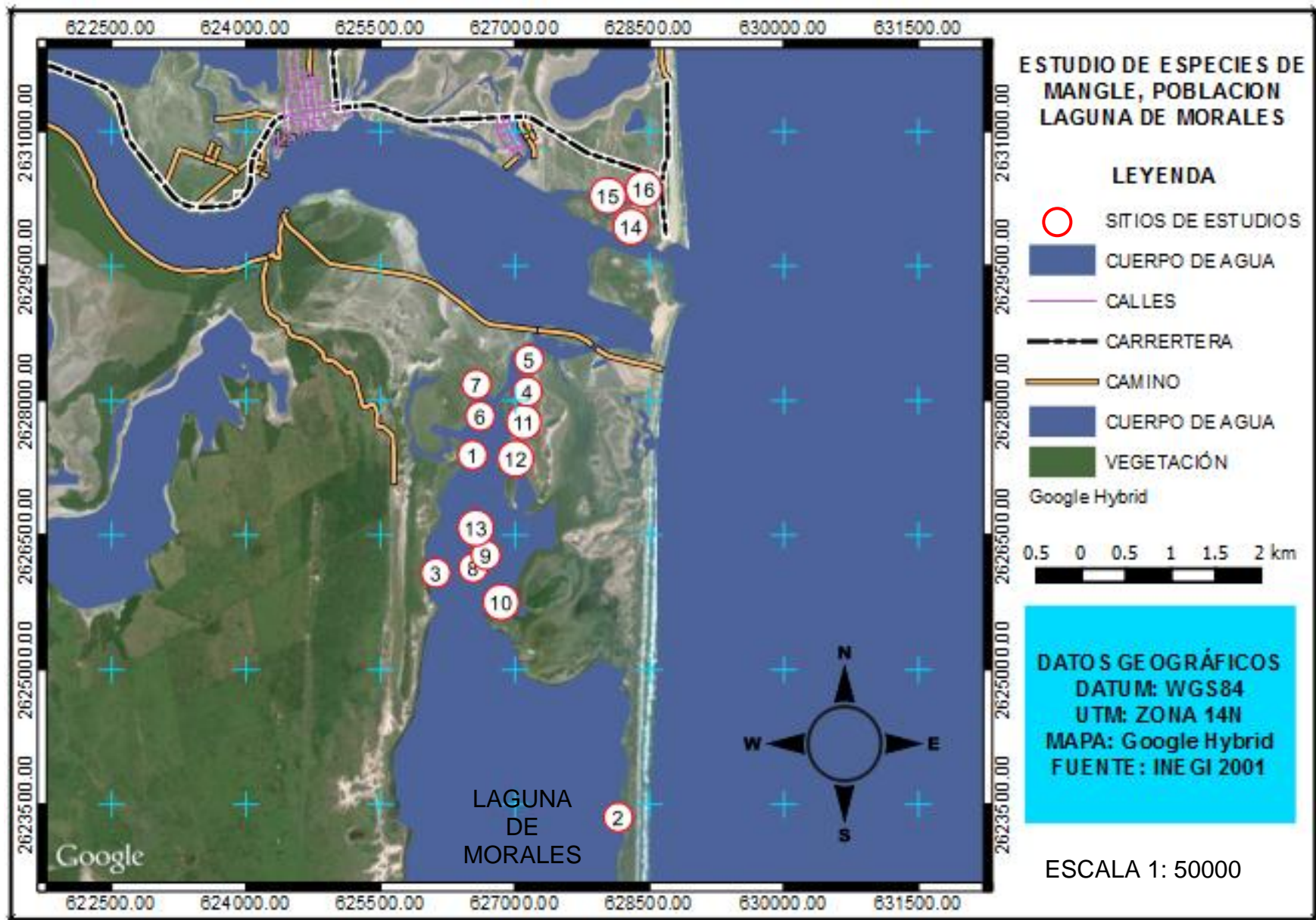


Figura 3. Mapa de Laguna Morales, Soto la Marina, Tamaulipas.

3.1.4.2 Vegetación Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

La vegetación predominante en la Isla de Jaina son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco). Los petenes son muy variados en su composición florística. En algunos predominan las especies de mangle, como *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* o *Avicennia germinans*. En otros dominan especies selváticas, como *Manilkara zapota*, *Sabal japa*, *Swietenia macrophylla*, *Metopium brownei*, *Annona glabra*, *Bursera simaruba*, entre otras. Y también existen petenes en los que se observa una mezcla de manglares (*Laguncularia racemosa*, principalmente) con especies de selva (Tun-Dzul, 1996).

3.1.5 Hidrología

3.1.5.1 Hidrología La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas.

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica RH-25 San Fernando-Soto La Marina, en la cuenca No. 111 Río Soto la Marina y Sub-cuenca No. 1259 bajo Soto La Marina (CONABIO, 1998; CONAGUA, 1998; INEGI-CONAGUA, 2007).

3.1.5.2 Hidrología Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

La Reserva de la Biosfera Los Petenes se localiza en la región hidrológica No. 32 y pertenece a la cuenca hidrológica Yucatán Norte, abarcando los municipios de Campeche, Tenabo, Hecelchakán y Calkiní. Como consecuencia de la naturaleza kárstica del terreno y su escaso relieve, los escurrimientos superficiales son escasos (INEGI, 1994). El acuífero se aprovecha por medio de pozos y norias cuyo nivel estático promedio es de 3.7 m, haciéndose más somero conforme se acerca a la costa. La calidad del agua varía de tolerable a salada. El acuífero es libre, se encuentra subexplotado y se formó en las rocas carbonatadas del terciario, las cuales localizadas en las cercanías de Hecelchakán, Pomuch y Tenabo (CAPSA, 2006).

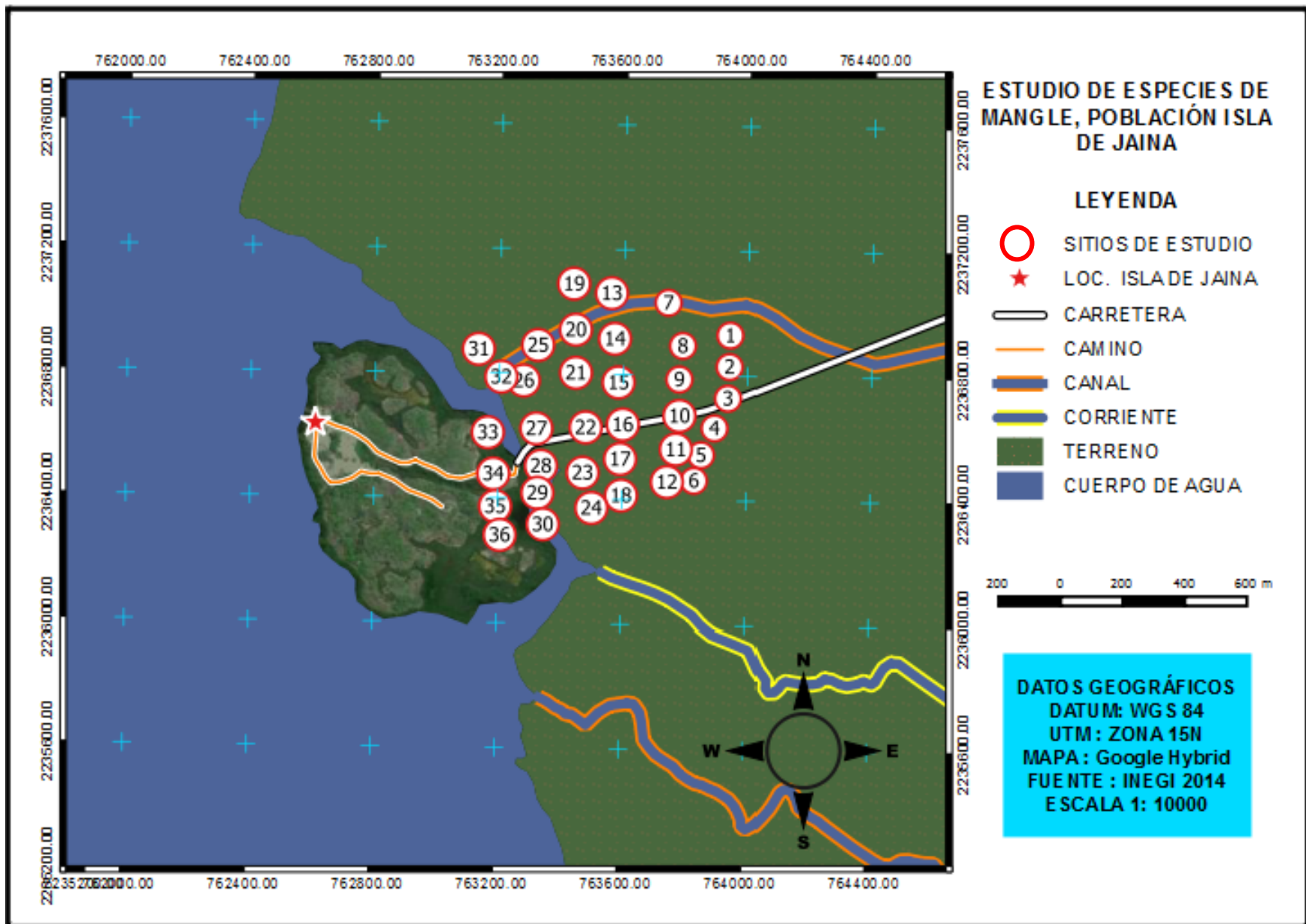


Figura 4. Mapa de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

3.2 Diseño de muestreo.

Los muestreos que se realizaron fue de tipo selectivo y aleatorio sistemático, dadas las condiciones estructurales diferentes en las que se presenta el manglar, el 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 proyección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

3.2.1 Soto La Marina, Tamaulipas.

Se establecieron y evaluaron 16 sitios permanentes (Laguna Morales y La Pesca), en junio de 2013. Para el establecimiento del muestreo en cada uno de los sitios se utilizó la misma metodología mencionada y realizada por Partida (2007).

Los sitios levantados fueron de 100m^2 $810 \times 10\text{m}$, delimitándose con la ayuda de una brújula Sunnto, partiendo desde el rumbo franco Norte y así sucesivamente hacia el Sur, después con la ayuda de cintas métrica de 15 metros se llevó acabo la delimitación del sitio, colocándose una estaca en cada esquina y con sogas se delimitada los límites del sitio, después se procedió a medir y a cada uno de los árboles de Norte a Sur (Partida, 2007).

3.2.2 Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

Se evaluaron 36 sitios no permanentes, el cual no se pudo marcar los sitios debido a que se encuentra en una Área Natural Protegida (ANP) protegida RBLP (Reserva de la Biosfera “Los Petenes”). Donde la mayor de las especies se encuentran enlistadas listadas en algún estatus de proyección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

Este procedimiento de tipo de muestreo aleatorio sistemático exige, enumerar todos los elementos de la población, pero en lugar de extraer “n” números aleatorios sólo se extrae uno. Se parte de ese número aleatorio “i”, que es un número elegido al azar, y los elementos que integran la muestra son los que ocupan los lugares i , $i+k$, $1+2k$, $i+3k$,..., $i+(n-1)k$, es decir se toman los individuos de k en k , siendo k el resultado de dividir el tamaño de la población entre el tamaño de la muestra: $k=N/n$. El número i que empleamos como punto de partida será un número al azar entre 1 y k .

3.2.3 Variables evaluadas.

Los datos de campo que se levantaron: fueron diámetro a la base (DB), diámetro a la altura del pecho (1.30m DAP), altura (H), diámetro de copa (DC) y grosor de corteza (GC). Considerando un mínimo de 2.5 cm a la altura del pecho (DAP) (Pool *et al.*, 1977; Zaldívar *et al.*, 2004). Excepto para *Rhizophora mangle*, considerando la parte principal del tallo a partir de 30 cm después de la separación de las raíces zancudas. La toma de datos se registró de una forma secuencial de Norte a Sur hasta completar el sitio en el punto que inicio la toma de datos, el cual se requirió una cinta diamétrica, un medidor de corteza, una brújula y sogas para delimitar el sitio y finalmente se enumeraron y marcaron con pintura color azul cada árbol dentro del sitio para su identificación en futuras evaluaciones.

En los sitios evaluados en la Isla de Jaina cabe mencionar que solo se tomaron los datos de acuerdo a la metodología, sin marcar los sitios con pintura solo se tomó a cada sitio la coordenada. Se evaluó la regeneración del arbolado por metro cuadrado (1m^2) que se ubicó en el centro del sitio que fueron de 100m^2 , la regeneración se agrupó en categorías de alturas desde <0.50 hasta 5m, en rangos de 0.50 m, considerando un diámetro menor de 2.5 cm.

Se elaboró un formato de campo para el registro de la información levantada en campo, los datos que se obtuvieron en campo fue la localización, nombre del estero, numero de rodal, numero de sitio, fecha, altitud (msnm), latitud y longitud en (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), diámetro a la base (DB), altura, diámetro de copa (DC) y grosor de corteza (GC) (Partida, 2007).

3.2.4 Diversidad

3.2.4.1 Diversidad de especies.

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

La diversidad puede medirse registrando el número de especies, describiendo su abundancia o usando una medida que combine los dos componentes. Las medidas de diversidad consideran dos factores: riqueza de especies, definida por el número de especies

presentes y la uniformidad (equitatividad o equidad) de los mismos, esto es en qué medida las especies son abundantes proporcionalmente (Pielou, 1977; Magurran, 1988; Gaines *et al.*, 1999).

3.2.4.2 Índices de diversidad

3.2.4.2.1 Riqueza de especies.

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 requerido para poder observarlas (Colwell *et al.*, 2005). Para ambos casos el programa BioDiversity Professional Versión 2 (Lamshead *et al.*, 1997).

La grafica de especies acumuladas expresa, que al aumentar el número de sitios de muestreo el número de especies aumenta considerablemente hasta llegar a un punto donde se estabiliza (Del Rio *et al.*, 2003).

3.2.4.2.2 Heterogeneidad.

Para determinar la heterogeneidad se evaluó por medio del índice de Shannon-Wiener y del complemento del índice de Simpson. El índice de Shannon-Wiener considera un muestreo de tipo aleatorio de individuos a partir de una población “indefinidamente grande” y asume a todas las especies que estén representadas en la muestra (Pla, 2006). Para la determinación se utilizó el programa de Krebs/Win the Ecological methodology for Windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997).

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

Donde:

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener.

S = número de especies.

P_i = proporción total de la muestra perteneciente a la especie.

\log_2 = logaritmo base dos (2).

Los valores menores significan menor diversidad y los mayores más diversidad en la población, el valor máximo que puede expresar este índice es de 5.0 (Krebs, 1999).

Otro índice utilizado para medir la heterogeneidad es el de Simpson determina que la máxima diversidad si obtiene cuando existe una misma abundancia en las especies presentes el cual consiste en medir la dominancia de especies, al aumentar la dominancia de ciertas especies la diversidad disminuye, el cual se mide de un rango de 0 a 1 (Krebs, 1999). Para determinar 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.

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

Donde:

1-D = Complemento del índice de Simpson.

p_i = Proporción de especies “i” en la comunidad.

3.2.4.2.3 Equitatividad.

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

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

Donde:

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

(1/D) = inverso del índice de Simpson

S = número de especies en la muestra

Otro índice de equitatividad de Shannon que utiliza la máxima diversidad posible (H'_{MAX}) es el resultado 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 utilizarse como una medida de equitatividad (Pielou, 1969, 1975). La fórmula utilizada es la siguiente:

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

Donde:

J' = Índice de equitatividad de Shannon.

H' = Índice de Shannon-Wiener.

H'_{MAX} = Máxima diversidad posible.

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).

3.2.4.2.4 Prueba de hipótesis con t-student en dos muestras.

Para probar la hipótesis nula de que las diversidades de ambas son iguales, Hutcheson (1970) propone el siguiente procedimiento.

La varianza se estimó a partir de la ecuación siguiente:

$$VarH' = \frac{\sum pi (\ln pi)^2 - (\sum pi \ln pi)^2}{N} - \frac{S - 1}{2N^2}$$

Utilizando el método propuesto por Hutcheson (1970), se obtiene la estadística t como:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(VarH'_1 + VarH'_2)^{1/2}}$$

Calcular los grados de libertad asociados con el valor de t en la siguiente fórmula:

$$gl = \frac{(VarH'_1 + VarH'_2)^2}{[(VarH'_1)^2/N_1] + [(VarH'_2)^2/N_2]}$$

Donde:

π_i = La proporción de individuos pertenecientes a la i-ésima especie

S = Número total de especies en la muestra o comunidad

N = Número total de individuos en la muestra

H'1= El índice de diversidad de la muestra 1

H'2= El índice de diversidad de la muestra 2

N1 = Número total de individuos en la muestra 1

N2 = Número total de individuos en la muestra 2

Cuando se utiliza el índice de Shannon H' para estimar diversidad de especies, frecuentemente se tiene interés en el contraste de hipótesis, es decir se pretende investigar si la diversidad de dos o más comunidades ecológicas son estadísticamente diferentes. Hutcheson (1970) citado por Magurran (1988) propuso un método para comparar la diversidad entre dos comunidades con base en el índice de Shannon mediante el uso de una estadística t que tiene distribución t de Student, después de obtener la varianza de H' (Alanís-Rodríguez, *et al.*, 2010)

3.2.4.2.5 Índice de Similitud de Bray-Curtis (Dendrograma de Análisis de Cluster).

El análisis de Cluster es utilizada para conjunto de técnicas y clasificar los objetos en grupos homogéneos llamados conglomerados o Cluster. Los objetos dentro de cada grupo (conglomerados), son similares entre sí (alta homogeneidad interna) y diferentes a los objetos de los otros conglomerados o Cluster (alta heterogeneidad externa). Para así poder determinar 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 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).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diversidad

4.1.1. Riqueza de especies.

4.1.1.1 Riqueza de especies en Soto la Marina, Tamaulipas.

En la región de Soto la Marina, Tamaulipas se evaluaron dos poblaciones Río Soto la Marina y Laguna de Morales, en la primera población se encontraron tres especies y en la segunda población cuatro especies de estas solo tres se consideran pertenecientes a mangle verdadero: *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* además se encontró *Conocarpus erectus* y de acuerdo con Tomlinson (1886), *Conocarpus erectus* no es un mangle verdadero no tiene raíces especializadas y las semillas no forman propagulos y es más bien una especie asociada a los mangles. Esta especie *Conocarpus erectus* solo se encontró y evaluó en la Laguna Morales igual, Soto la Marina, Tamaulipas.

En el Cuadro 2 se muestran el total de sitios evaluados y los índices de diversidad empleados para cada población y de acuerdo a la tabla de resultados Laguna de Morales fue la población que obtuvo mayor número de especies, con cuatro especies encontradas, después seguido de Río Soto la Marina con tres especies encontradas.

Cuadro 2. Valores de índices de diversidad obtenidos por población Río Soto la Marina y Laguna de Morales.

Población	No. de sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad		Equitatividad	
		No. Especies	(H') Shannon	1-D Simpson	E 1/D	J'
Río Soto la Marina	11	3	1.2777	0.5214	0.6965	0.8062
Laguna de Morales	24	4	1.1676	0.4706	0.4722	0.5838

H' = Índice de Shannon-Wiener (log2). 1-D = Complemento del índice de diversidad de Simpson. E1/D = Índice de equitatividad de Simpson. J' = Índice de equitatividad de Shannon.

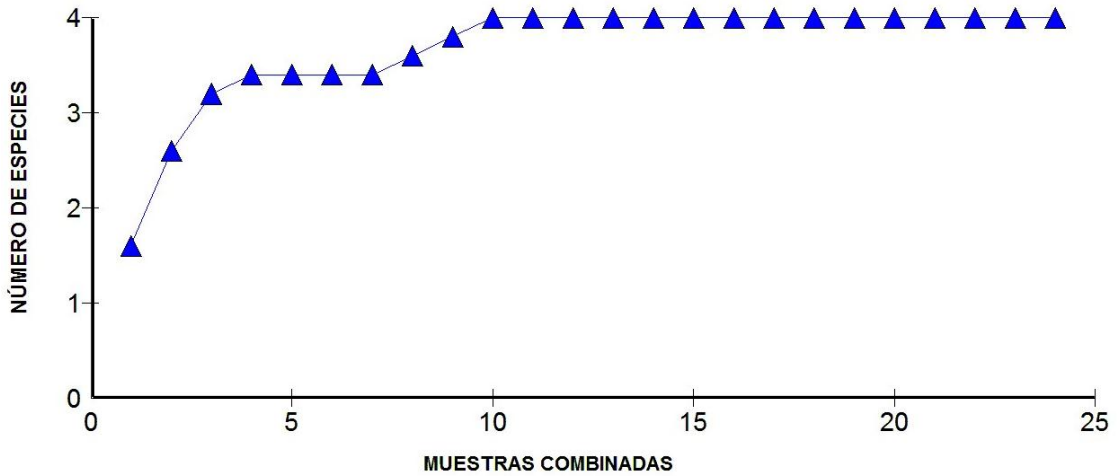


Figura 5. Riqueza de especies en la región de Soto la Marina, Tamaulipas, en la Laguna de Morales.

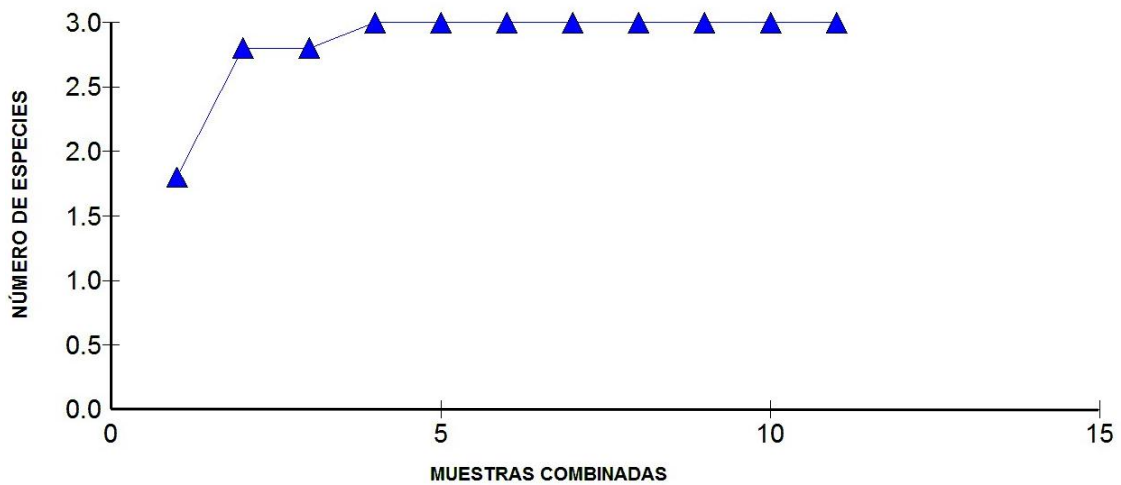


Figura 6. Riqueza de especies en la región de Soto la Marina, Tamaulipas, en Rio Soto la Marina.

4.1.1.2 Riqueza de especies en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán Campeche.

En la población de Isla de Jaina se encontraron tres especies que fueron determinadas en la población evaluada, de estas se consideran pertenecientes a mangles verdaderos: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* el cual la riqueza de especies es de acuerdo al orden de las especies mencionadas anteriormente en la población de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche. En el Cuadro 3 se muestra los sitios

evaluados con su respectivo valores de los índices de diversidad empleados en este estudio, el cual Isla de Jaina presentó tres especies.

Cuadro 3. Valores de índices de diversidad de especies en la población Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

Población	No. Sitios	Riqueza de especies	Heterogeneidad		Equitatividad	
		No. Especies	(H')	1-D	E 1/D	J'
			Shannon	Simpson		
Isla de Jaina	36	3	1.4109	0.5805	0.7947	0.8902

H' = Índice de Shannon-Wiener (log2). 1-D = Complemento del índice de diversidad de Simpson. E1/D = Índice de equitatividad de Simpson. J' = Índice de equitatividad de Shannon.

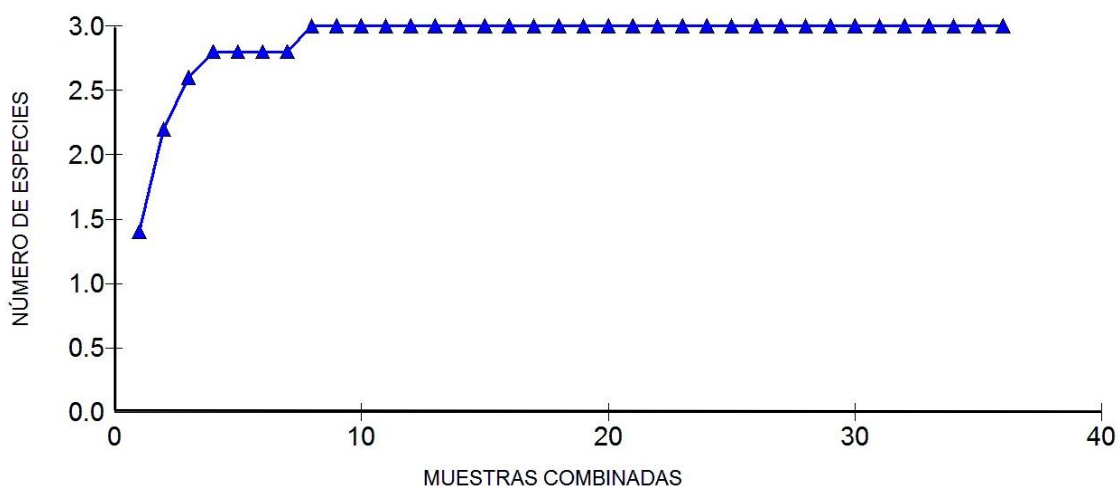


Figura 7. Riqueza de especies en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

4.1.1.3 Comparación de riqueza de especies entre regiones.

En consideración con las dos regiones evaluadas Soto la Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche, donde se presentó mayor riqueza de especies fue en la región de Soto la Marina, Tamaulipas con un total de cuatro especies, seguido por la

región Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche donde la riqueza de especies fue en menor proporción con un total de tres especies.

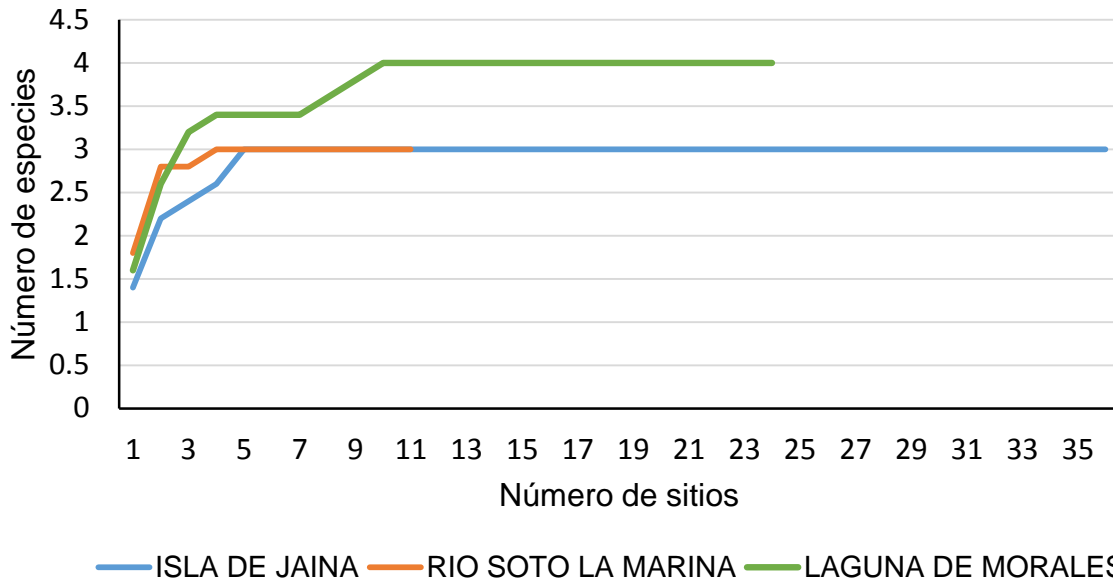
Cuadro 4. Valores de índices de diversidad de especies de tres poblaciones en las regiones de Soto la Marina, Tamaulipas y Hecelchakán, Campeche.

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	1.2777	0.5214	0.6965	0.8062
Laguna de Morales	24	4	1.1676	0.4706	0.4722	0.5838
Isla de Jaina	36	3	1.4109	0.5805	0.7947	0.8902

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.

Isla de Jaina es la menor en riqueza de especie de acuerdo a la gráfica Figura 8 en la gráfica se muestra que en un número menor de sitios entre poblaciones se distingue con mayor la riqueza de especie pero después en un número determinado de sitios muestreados la riqueza se une con la de Río Soto la Marina. En la gráfica se puede observar que Isla de Jaina y Río Soto la Marina son similares en número de especies entre poblaciones, La curva de Laguna de Morales esta encima de las curvas de Isla de Jaina y Río Soto la Marina donde se encontró una riqueza de especie mayor con un total de cuatro especies.

Es posible encontrar petenes circulares, ovoides, en forma de gota y amorfos, su tamaño varía y puede ser menor de una hectárea o mayor de 30 ha (Trejo-Torres, 1993). La razón por la cual Isla de Jaina presentó menor diversidad que Soto la Marina, Tamaulipas, es porque en los petenes son muy variados en su composición florística, en algunos predominan las especies de mangle, como *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* o *Avicennia germinans* y también existen petenes en los que se observa una mezcla de mangles (*Laguncularia racemosa*, principalmente) con especies selváticas. En la vegetación de los petenes pueden distinguirse estratos o capas de vegetación. En cada uno de los



estratos se observa una fuerte dominancia de dos a tres especies, tanto en la abundancia de individuos como de su biomasa (Tun-Dzul, 1996).

Figura 8. Riqueza de especies representada en una gráfica acumulada en las regiones de Soto la Marina, Tamaulipas e Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

4.1.2 Heterogeneidad

4.1.2.1 Heterogeneidad en la región de Soto la Marina, Tamaulipas.

La heterogeneidad permite conocer qué poblaciones son más diversas aunque tengan igual número de especies (Krebs, 1999). Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. 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).

En la región de Soto la Marina, Tamaulipas, la población que presentó un mayor índice de Shannon-Wiener fue Río Soto la Marina con un índice de (1.2777) y con tres especies. Laguna de Morales fue la población más baja con un índice de (1.1676) con cuatro especies, el cual en números de sitios fue mayor al igual que el número de especies

aquí se aplica lo que Krebs, (1999) dijo que la heterogeneidad aplica aunque tengan el mismo número de especies, obteniendo como resultado que la heterogeneidad sea muy baja.

Para el complemento del índice de diversidad de Simpson el cual permite observar la probabilidad de seleccionar dos individuos de diferentes especie en una muestra aleatoria y su rango es de 0 a 1 (Krebs, 1999). Isla de Jaina presentó el valor más alto con un índice de (0.5805) con tres especies y de acuerdo con este resultado es la población que más se acerca al valor máximo el cual es de 1, y por último Laguna de Morales (0.4706) de diversidad de Simpson con cuatro especies siendo el más bajo de la región de Soto la Marina.

4.1.2.2 Heterogeneidad en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

La población Isla de Jaina la heterogeneidad que se presentó con el índice de Shannon-Wiener fue de (1.4109) con tres especies, siendo la más alta que las de la región Soto la Marina, se presentó la población más baja en Laguna de Morales con un índice de Shannon-Wiener de (1.1676) con tres especies.

En la población de Isla de Jaina se presentó el valor (0.5805) de complemento de Simpson con tres especies es más alto que las dos poblaciones de la región de Soto la Marina, como resultado la más alta lo que hace que la heterogeneidad tenga valores altos. En el Cuadro 4 se explican las diferencias de los resultados.

4.1.2.3 Comparación de heterogeneidad entre regiones.

La población que presentó mayor índice de Shannon-Wiener fue Isla de Jaina (1.4109) con tres especies, seguido por Río Soto la Marina (1.2777) con tres especies. Laguna de Morales presentó un valor de índice de (1.1676) con cuatro especies el cual tiene el mayor número de riqueza de especies pero el más bajo en heterogeneidad esto puede ser a que están muy diferenciados en el número de individuos por especie en la población de Laguna de Morales, en las otras dos poblaciones son similares en cuanto al número de individuos por especie.

Los resultados que representan el Cuadro 4 indican que la población con mayor heterogeneidad, es Isla de Jaina (1.4109), seguido de Río Soto la Marina (1.2777) y por último Laguna de Morales (1.1676).

En cuanto al índice del complemento de Simpson la región Hecelchakán, Campeche, se considera más diversa (0.5805), 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. La región Soto la Marina, es la más baja con un promedio de (1.2226). En el Cuadro 4 se explican las diferencias de la heterogeneidad entre las regiones con el índice de Shannon-Wiener y complemento de Simpson.

La diferencia que tiene el índice de Shannon es que los sitios que tienen una sola especie su valor es de cero, debido a eso como aparecen en el Cuadro 4 que la población de Laguna de Morales presentó las cuatro especies pero fue el más bajo de los índices debido a que presentó varios sitios con una sola especie los cuales se consideran como no diversos, en un estudio realizado en una selva mediana subperenifolia, en Veracruz, encontraron un valor promedio de 3.17 (Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003). Los valores obtenidos son mayores que las de este estudio, debido a que las áreas muestreadas obtuvieron una mayor superficie así como un mayor número de sitios de muestreos.

4.1.3 Equitatividad

4.1.3.1 Equitatividad en región de Soto la Marina, Tamaulipas.

El índice de equitatividad de Simpson sirve para medir la equitatividad el cual es poco afectado por la especies raras de muestras y su rango va de 0 a 1 (Krebs, 1999), de acuerdo a los valores se puede representar de la siguiente manera 1 significa que la distribución de la abundancia de las especies es la población es homogénea y el valor cercano a 0 indica que las especies tienen una distribución heterogénea de sus abundancias.

Los resultados de equitatividad de Simpson muestran a Laguna de Morales (0.4722) como el más bajo y seguido de Río Soto la Marina (0.6965).

Para el índice de equitatividad de Shannon (J') se obtuvo dividiendo el valor de H' (índice de Shannon-Wiener) entre el H' max, (máxima diversidad posible) éste último es el

máximo valor del índice que se obtendría si se tuvieran el numero mismo de especies e individuos.

Los resultados de índice de equitatividad de Shannon, muestra que la población de Río Soto la Marina tiene un valor más cercano a su H'_{max} ($J'=0.8062$), y seguido de Laguna de Morales que presentó el menor valor ($J'= 0.5838$).

4.1.3.2 Equitatividad en la región de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

Los resultados de equitatividad de Simpson muestran a Isla de Jaina con valor de (0.7947), el cual esta población de acuerdo con el Cuadro 4 es el más alto a las dos poblaciones de la región de Soto la Marina.

El índice de equitatividad de Shannon, muestra en la población Isla de Jaina H'_{max} ($J'= 0.8902$) presenta un valor más alto que la región de Soto la Marina.

4.1.3.3 Comparación de la equitatividad entre regiones.

Para determinar la equitatividad se utilizó el índice de Simpson, el cual mide la probabilidad que dos individuos extraídos al azar sean de la misma especie, por lo tanto un valor alto indica dominancia de una especie (del Río *et al.*, 2003).

Para evaluar la equitatividad, el índice de Simpson es la más utilizada frecuentemente. La población Laguna de Morales se considera más diverso con un valor de (0.4722), el cual es el valor más bajo, ya que a comparación de los otros índices, el índice de Simpson utiliza el sentido inverso así de esta manera el valor menor es considerado más diverso. Río Soto la Marina (0.6965) e Isla de Jaina (0.7947) son los que le siguen debido a que el valor más alto del índice de Simpson es 1 por lo que representa que estas dos poblaciones son más alejadas hipotéticamente, lo cual son consideradas como no diversos comparado a la población Laguna de Morales.

Para el Índice de equitatividad de Shannon (J') se obtuvo dividiendo el valor de H' de Shannon-Wiener entre el H'_{max} , éste último es el máximo valor del índice que se obtendrían si se tuvieran el mismo número de especies e individuos. En el Cuadro 4 muestra como resultado Isla de Jaina H'_{max} ($J'= 0.8902$) seguido por la población de Río Soto la Marina ($J'= 0.8062$) y por último la de Laguna de Morales ($J'= 0.5838$) siendo la más baja, esto se debe a que la distribución de abundancia entre sus especies es

heterogénea. Esto determina que Isla de Jaina es más homogénea debido a que su valor es más cercano a 1 y a la población que se considera más diversa fue Laguna de Morales que obtuvo el valor más bajo debido al índice tiene un valor inverso en la fórmula de Simpson.

Los valores de diversidad de Shannon y Simpson en cualquier tipo de selva presentan una mayor diversidad, que los bosques de manglar, por la alta concentración de especies (Villavicencio y Valdez, 2003; Godínez y López, 2002). Otro estudio realizado en los Petenes de Campeche (manglar tipo de borde), utilizando en la fórmula de Shannon el antilogaritmo, obteniendo valores elevados (6.8) y un índice de Simpson también elevado (5.39). En donde se establecieron cuadros de muestreo de 800 m² (40 x 20 m), que se subdividió en 8 sub cuadros de 100 m² cada uno. Se censó a todos los individuos enraizados dentro de los límites marcados. (Duran, 1995).

4.1.4 Comparación de los índices de diversidad de Shannon-Wiener con la prueba de t-student.

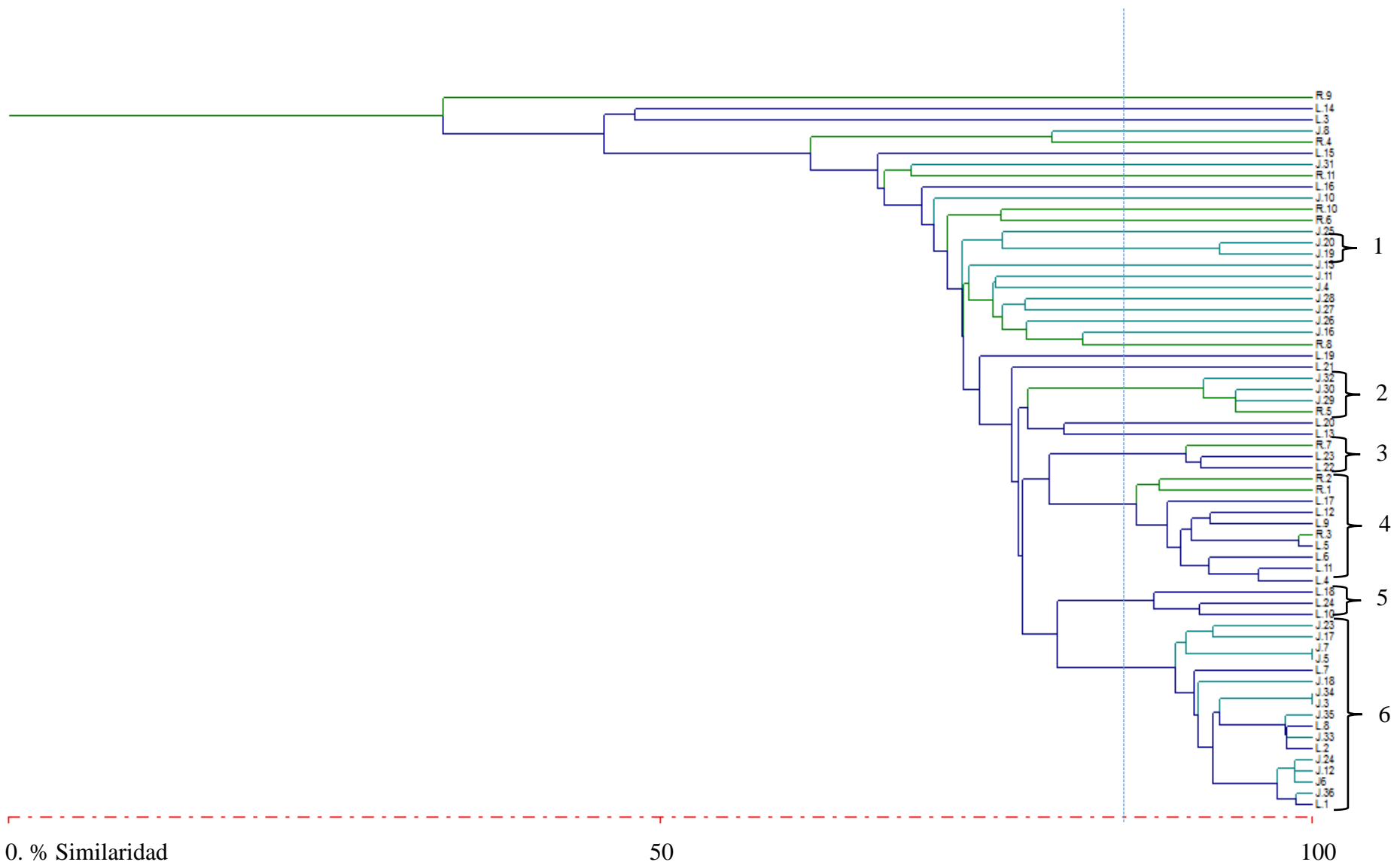
La comparación de índices de diversidad de dos regiones se obtuvieron resultados del análisis de varianza la ausencia de diferencias significativas entre los sitios muestreados que de acuerdo al análisis tienen comportamientos similares entre varianzas esto debido a que las especies que se presentan en los sitios son similares en los manglares las especies fueron *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*.

De acuerdo a la prueba realizada de t-student los resultados en la región de Soto la Marina presentó una varianza (0.0002979) e Isla de Jaina (159.799) con las dos varianzas de las diferentes poblaciones se realizó la prueba de t-student que presentó un resultado (t: 79.8995) y en grados de libertad presentó un resultado de (gl: 1.4109337).

En un tabla de estadística el valor de la distribución de t para grados de libertad calculados $t: 0.05 (2)1.4109 = 12,706$. Como el valor de t obtenido (79.8995) es mayor que el valor de t en tablas, rechazamos la hipótesis nula y concluimos que en la diversidad de especies de mangle no existen diferencias de índices de diversidad de especies de manglar en Soto la Marian, Tamaulipas y Hecelchakán, Campeche.

4.1.5 Índice de similitud de Bray-Curtis.

En este estudio se utilizó el índice de Bray-Curtis porque es uno de los más ampliamente utilizados en la ecología cuantitativa y en comparación con otros índices de similitud basados en abundancia empleados para la comparación de comunidades el índice de Bray-Curtis resulta más confiable (Herrera, 2000).



0. % Similaridad

50

100

Figura 9. Dendrograma de análisis de Cluster Bray-Curtis de las poblaciones de Rio Soto la Marina (R.), Laguna de Morales (L.) e Isla de Jaina (J).

El índice de similaridad de Bray-Curtis permitió distinguir a los sitios que son más similares entre sí de las tres poblaciones estudiadas, se puede apreciar que en las poblaciones Río Soto la Marina y Laguna de Morales, Soto La Marina, Tamaulipas son similares en la mayoría al igual que con los sitios de Isla de Jaina, Hecelchakán, Campeche.

La mayoría de los sitios similares fueron en la población de Isla de Jaina debido a que fue la población con mayor número de sitios evaluados. En el dendrograma la agrupación denominada como grupo 6 tiene una similaridad de 90%, con un total de 15 sitios, se encontró 11 sitios de la población de Isla de Jaina y 4 sitios de la población de Laguna de Morales estos sitios se caracterizan por tener un alto porcentaje de individuos de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, debido a que son especies que toleran más la salinidad y se presentan cercanas a la orilla de la costa y la alguna.

En comparación al dendrograma de Cluster igual se presentó un grupo denominado como grupo 1 el cual presentó una similaridad cercana al 95%, reunió un total de 2 sitios pertenecientes a la población Isla de Jaina la cual fue la agrupación más baja o muy diversa con respecto a las especies arbóreas encontradas en los sitios las cuales fueron *Rhizophora mangle*, esta es una especie que se da inmediatamente después de la franja costera; en esteros, desembocaduras de ríos, manglares y en los petenes (Zaldívar-Jiménez *et al.*, 2010).

5 CONCLUSIÓN

El mangle estudiado en las dos regiones Soto la Marina, Tamaulipas y Hecelchakán, Campeche, de acuerdo a los índices de diversidad de especies no se encontraron diferencia significativa, los resultados obtenidos de los análisis demuestran que las poblaciones estudiadas y comparadas son similares en diversidad de especies, las especies representativas de mangles son *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

6 RECOMENDACIONES

1. Continuar el estudio de los sitios permanentes en la región de Soto la Marina e Isla de Jaina para rectificar la información de los índices de diversidad obtenidos. Determinar el tamaño de muestra de cada población para saber si los sitios muestreados fueron suficientes para el estudio.
2. Continuar con las evaluaciones y aumentar los sitios permanentes en la región de estudio Soto la Marina y en la región de Hecelchakán, Campeche, lo cual rectificar la información de los índices de diversidad obtenidos y al igual determinar el tamaño de muestras de cada una de las regiones de estudio.
3. Realizar estudios comparativos con otras poblaciones o regiones de mangle en diferentes latitudes para evaluar y conocer la diversidad que tan asociadas se encuentran.
4. Realizar a futuro estudios dirigidos a la salinidad del agua y suelo para determinar el desarrollo de las especies de mangle asociadas al manglar y a la fauna.

7 LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández, C., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F. J. y Jiménez-Zacarías, J. J. 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45p.
- Alanís-Rodríguez, E., Aranda-Ramos, R., Mata-Balderas, J., Canizales-Velázquez, P., Jiménez-Pérez, J., Uvalle-Sauceda, J., Valdecantos-Dema, A. y Ruiz-Bautista, Mi. 2010. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México. *Ciencia UANL*. 13 (3):280-290.
- Ayala, L. A., Aguirre, A., Avilés, O. A., Barreiro, M. T. y Rojas, J. L. 1993. La comunidad de peces en los sistemas fluvio-lagunares adyacentes a la Laguna de Términos, Campeche, México. 596-608p. In: Salazar-Vallejo, S. I. y González, N. E., (Eds.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. Chetumal. 865p.
- Baran, E., and Hambrey, J. 1998. Mangrove conservation and coastal management in Southeast Asia: what impact on fishery resources? *Marine Pollution Bulletin* 10 (37):431-440.
- 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). 15 de Noviembre 2014. Paquete gratuito disponible en:<http://www2en.biology.ualberta.ca/brzusto/ftp/krebs/>
- Cantú A. C. 1999. Análisis de la Fitodiversidad del Estrato Fisonómicamente Dominante de 15 Tipos de Vegetación de Nuevo León, México 35-40.
- CAPSA. 2006. Estudio de Riesgo, modalidad Análisis de Riesgo Nivel 2 para la planta de tratamiento de aguas residuales Caribe 2000. Control Ambiental Profesional Del Norte S.A. de C.V. Municipio Benito Juárez, Q. Roo.
- Carmona-Díaz, G. 2003. Rescate de especies de flora en el nuevo camino de acceso a la refinería de Minatitlán, Veracruz, México. *Petróleos Mexicanos*. Reconfiguración y Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 120p.

- Carmona-Díaz, G., Morales-Mávil, J. E. y Rodríguez-Luna, E. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* 10 (2):5-23.
- Carranza-Edwards, A., Gutiérrez-Estrada, M. y Rodríguez-Torres, R. 1975. Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *Centro Cien. del Mary Limnología* 2 (1):81-88.
- Cervantes-Escobar, A., Ruiz-Luna, A., y Berlanga-Robles, C. A. 2007. Evaluación de la Condición de los Sistemas de Manglar en el Noroeste de México. 91p
- Chargoy R. 2003. Reforestación con *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* En la Costa de Chiapas. *El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas* 6-10.
- Cintrón, G. y Schaeffer, Y. 1983. Introducción a la Ecología del Manglar. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. 108p.
- Colwell, R. K., Mao, Ch. X., y Chang, J. 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., Soberon, J., Koleff, P., y Melic, A., (eds.).M3m-Monografía 3er milenio, Zaragoza. España. 73p.
- Colwell, R.K., y Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London Botanica* (345):101-118.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. xvi, 351p.
- 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 7-12.
- CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre la biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 103p.
- CONABIO. 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Capital Natural y Bienestar Social. México 8-9.

- CONABIO. 2008. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 7-8.
- CONABIO. 2009. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. México. 35p.
- CONABIO. 2013. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 37-39.
- CONAGUA. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006, Gerencia Regional XII Península de Yucatán. Comisión Nacional del Agua, México, D.F. Fecha de consulta: 14 octubre 2014]. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales8110/normal12173.txt>
- CONAGUA. 2007. Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua, Secretaría del Medio Ambiente y recursos Naturales. México, DF.
- CONAGUA. 1998. Programa Hidráulico Estatal 1996-2020. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Gerencia Estatal en Coahuila. Unidad de Programación. 85p.
- CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Los Petenes. SEMARNAT, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 207p.
- CONAPO. 1999. La situación Sociodeográfica de las Zonas Costeras. In: Consejo Nacional de Población, La Situación Demográfica en México, 1999. México 73-90.
- Contreras, E. F. y Castañeda, O. 2003. Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México: hacia el establecimiento de índices ecológicos. 373-416p. En: Caso, M., Pisantry, I. y Ecurra, E., (eds). Diagnóstico ambiental del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Instituto Nacional de Ecología; Instituto de Ecología A.C.; Harte Research Institute for Gulf of México Studies 627p.
- Daniel, O. 1998. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon. In: Congreso Latinoamericano IUFRO, 1. Yema 3, CD-ROM. Valdivia, Chile. 1-10.
- Day, J. W., Hall, C. A. S., Kemp, W. M. y Yañez-Arancibia, A. 1989. Estuarine Ecology. John Wiley & Sons, Inc., (eds). New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. 558p.

- del Río, M., Montes, F., Cañellas, I. y Montero, G. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales* 12 (1):159-176.
- Díaz-Gaxiola, J. M. 2011. Una Revisión Sobre Los Manglares: Características, Problemáticas Y Su Marco Jurídico. *Importancia De Los Manglares, El Daño De Los Efectos Antropogénicos Y Su Marco Jurídico: Caso Sistema Lagunar de Topolobampo. Ra Ximhai* 7(3):355-369. Recuperado de <http://www.Redalyc.org/articulo.oa?id=46121063005>.
- DOF. 2001. Norma oficial mexicana nom-059-SEMARNAT-2001. 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. *Diario Oficial de la Federación*. 153p.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana Nom-059-SEMARNAT – 2010. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 30 de diciembre 2010. Disponible: http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/pdf/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf.
- Duke. N.C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., Cannicci, S., Diele, K., Ewel, K. C., Field, C. D., Koedam, N., Lee, S. Y., C. Marchand, C., Nordhaus, I., Dahdouh-Guebas, F. 2007. A World Without Mangroves? *Science* 31(7):41–42.
- Durán, R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biótica* 12 (3):159-198.
- Durán, R. 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana* (31):73-84.
- FAO. 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Estudio FAO Montes N°117. FAO, Santiago de Chile. 345p.
- FAO. 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005: informe principal. Documento de Montes de la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. En impresión. 98p.
- FAO. 2007. Los manglares de América del Norte y de América Central 1980 2005. Informes nacionales. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper

- 137, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Rome, Italy. 22p.
- Flores V. F. 1989. Algunos aspectos sobre ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Cap. (2):21-56. In: González F. y De la Rosa V., eds. Temas de oceanografía biológica en México. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. 337p.
- Flores-Verdugo, F. J., Agraz-Hernández, C. M., Carrera-González, E. y Fuente de León, G. de la. 2003. In: Atlas de los ecosistemas de Sinaloa. Eds. Juan Luis Cifuentes Lemus y Gaxiola López, J., El Colegio de Sinaloa. Culiacán, México. 481p.
- Ford, K. M., Cañas, A. J., Jones, J., Stahl, H., Novak, J. D., & Adams-Webber, J. 1991. ICONKAT: An integrated constructivist knowledge acquisition tool. Knowledge Acquisition 3:215-236.
- Frank, D. A., McNaughton, S. J. 1991. Stability increases with diversity in plant communities: empirical evidence from the 1988 Yellowstone drought. *Oikos* 62:360–362.
- Gaines, L., Harrod, J., Eehmkuhl, F. 1999. Monitoring biodiversity: quantification and interpretation. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-443. Portland, or: USDA, fs, Pacific Northwest Research Station. 27p.
- García, A., Cadena, L. y Carmona, G. 2003. Aprovechamiento del manglar de Sontecomapan en la reserva de biosfera Los Tuxtlas, Veracruz. *Meso Americana* 7(1):46-47.
- García, E. y CONABIO. 1998. Climas, clasificación de Koppen, modificado por García. Escala 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen adaptada para la República Mexicana. Offset Larios. México, D. F. 256p.
- Gleason, J. P. 1972. The origin, sedimentation and stratigraphy of a calcitic mud location in the southern fresh-water Everglades. Ph.D. thesis. Pennsylvania State University. University Park. Pennsylvania, 355p.

- Godínez-Ibarra, O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Serie Botánica* 73(2):150.
- González, P. A. 1974. Las cuencas del Usumacinta y el Grijalva. *Revista Mexicana de Geografía* 4:2-3.
- Herrera, A. 2000. La clasificación numérica y su aplicación en la ecología. Universidad INTEC/Programa ecomar, In: Sanmenycar, Santo Domingo. 121p.
- Hilton-Taylor, C. 2000. IUCN red list threatened species. Gland, I., Suiza. G. y Cambridge, L. Reino Unido. 61p.
- Hogarth, P. 1999. *The Biology of Mangroves*. Oxford University Press, New York. ISBN 0198502230. 228p.
- Hutchings, P. y Saenger, P. 1987. *Ecology of mangroves*. Universidad of Queensland Press-Nash, D. L., y Nee, M., 1984. *Flora de Veracruz*. *Priva* 41:104-110.
- INE. 1997. Programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”. SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología. 167p.
- INEGI. 1984. Carta edafológica Calkiní F15-9-12, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Escala 1:250 000. 1a. Ed. México, D.F.
- INEGI-CONAGUA. 2007. Cuencas hidrográficas de México 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comisión Nacional del Agua. Escala 1:250,000.
- INEGI-SPP. 1983. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-Secretaría de Programación y Presupuesto, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, *Serie Botánica* 73(2): 283-314.
- INIFAP-CONABIO. 1995. Edafología. Escalas 1:250000 y 1:1000000. . Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Jardel, E., Saldaña, A. y Barreiro-Güemes, M. T. 1987. Contribución al conocimiento de la ecología de los manglares de la laguna de Términos, Campeche. *Ciencias Marinas* 13:1-22.
- Jiménez, J. A. 1994. *Los Manglares del Pacifico de Centroamérica*. EFUNA. Heredia. Costa Rica. 325p.

- Jiménez, J. A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del Pacífico de Centro América: contrastes climáticos 51-70.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Ed. Addison Wesley Logman, 2^a edition. University of British Columbia E.U.A. 620p.
- Lacerda L. D. y Schaeffer, Y. 1999. Mangroves of Latin America: the need for conservation and sustainable utilization. In: Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A. L. (eds) Ecosistemas de manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C., México, UICN/ HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS. Silver spr MD. EUA. 5-8.
- Lacerda, L. D., Conde, J. E., Alarcón, C., Álvarez, R., Bocón, P. R., D'Croz, L., Kjertve, B., Polalna, J. y Vannucci, M. 1993. Mangrove ecosystems of Latin America and the Caribbean: A summary. 1-42p.
- Lamshead, P. J. D., Paterson, G. I. J., y Gage, J. D. 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/ecologia/download/dbpro.zip.htm>.
- Lara-Domínguez A. L., Villalobos-Zapata, G. J., y Rivera-Arriaga, E. 1990. Catálogo Bibliográfico de la Región de la Sonda de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche 161.
- Lot, A., Vázquez, C., y Menéndez, F. 1975. Physionomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf coast of Mexico. En: G E. Walsh, S.e. Snedaker y H. W. Teas (eds Proceedings of the International Symposium on Biology and Managemenl of Mangroves. Institute of Food and Agricultural, Sciences, University of Florida 23-42.
- Loyche, M. y Fortuna, S. 2003. Status and trends in mangrove area extent worldwide. By Wilkie, M.L. and Fortuna, S. Forest Resources Assessment Working Paper No. 63. Forest Resources Division. FAO, Rome. (Unpublished)
- Lugo, A. 2002. Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges. Madera y Bosques Número Especial 1:5-25.

- Lugo, A. E. y Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:39-64.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179p.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science 18-27.
- Mcaleece, N. 1997. Biodiversity professional beta. Version 2.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. Fecha de consulta 28 de octubre de 2014. Archivo disponible en: <<http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>>
- McKee, K. L. 1996. Growth and physiological responses of mangrove seedlings to root zone anoxia. *Tree Physiology* 16:883-889.
- McMinn, A. 1992. Neogene dinoflagellate distribution in the eastern Indian Ocean from Leg 123, Site 765. Gradstein, F.M., Ludden, J. N., *et al.*, 1992. *Proc ODP, Sci. Results*, 123: College Station, TX (Ocean Drilling Program) 429-442.
- Melo-Cruz, Omar A., y Vargas-Ríos, Rafael. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué : Universidad del Tolima; CRQ; CARDER; CORPOCALDAS; CORTOLIMA : Impresiones Conde. 235p.
- Menéndez, R., Megías, A. G, Hill, J. K., Braschler, B., Willis S. G., Collingham, Y., Fox. R., Roy, D. B., Thomas, C. D. 2006. Species richness changes lag behind climate change. *Proc. R. Soc. University of Florida* 7:1465–1470.
- Mitsch, W.J. and J.G Gosselink. 1986. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York, 539p.
- Mittermeier, R.A. y Goettsch de Mittermeier, C. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de México. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (comps.). *México ante los Retos de la Biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 63-73.
- Moreno C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M y T-Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, España 1:84.
- Motomura, I. 1932. A statistical treatment of associations [en japonés; citado en May 1975]. *Jpn. J. Zool.* 1(44):379-383.

- Neyra-González L. y Durand-Smith, L. 1998. Biodiversidad En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 62-64.
- Niese, J. N. y Strong, T. F. 1992. Economic and tree diversity trade-off in managed northern hardwoods. *Canadian Journal of Forest Research* 22:1807-1813.
- O'Neill, R.V., B.T., Turner, M.G., y Gardner, R.H. 1988. Resource utilization scales and landscape pattern. *Landscape Ecology* 2:63-69.
- Ocaña, D., y Lot, A. 1996. Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada en Campeche, México. *Anales del Instituto de Biología. Ser. Bot.* 67(2):303-327.
- Orellana, R., Espadas, C., Conde, C., Gay, C. 2009. Atlas escenarios de cambio climático en la península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 95p.
- Orellana, R., Islebe, G. y Espada, C. 2003. Presente, Pasado y futuro de los climas de la Península de Yucatán 37-50.
- Osborne, P. L. 2000. *Tropical ecosystems and ecological concepts*. Cambridge University Press. 464p.
- Padisák, J. 1993. The influence of different disturbance frequencies on the species richness, diversity and equitability of phytoplankton in a shallow lake. *Hydrobiologia* 2:135-156.
- Partida, J. A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima. Tesis profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. México. 68p.
- Pielou, E. C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. NY: Wiley Interscience.
- Shannon, C. E. (1949), "The mathematical theory of communication," in Shannon, C. E. y W. Weaver, 1963, *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press. 29-125.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons, New York. 125p.
- Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. John Wiley, New York. 386p.
- 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.

- Ramsar. 1971. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Ramsar, Irán, 2 de febrero de 1971. Compilación de Tratados de las Naciones Unidas N° 14283. Modificada según el Protocolo de París, 3 de diciembre de 1982, y las Enmiendas de Regina, 28 de mayo de 1987.
- Rico, G. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: Los Petenes. *Biotica* 7:171-190.
- Rodríguez, R. A., González, I. M., y Quintanar M. L. 2001. Los índices de diversidad, una nueva vía en la medición del desarrollo humano. *Economía y desarrollo* 1(8): 149-167.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504p.
- Sanjurjo, R. E., y Welsh, S. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica* 74:55-68.
- SEMARNAT. 2010. Fomento, aprovechamiento y restauración del ecosistema manglar en Tabasco. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 5-6.
- SEMARNAT. 2001. Norma oficial mexicana 059 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre o acuática en peligro de extinción, amenazada, rara o las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 65-70.
- SEMARNAT. 2007. Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 33p.
- Silbaugh, J. M. y Betters, D. R. 1995. "Quantitative biodiversity measures applied to forest management". *Environ. Canadá. Rev.* 3:277-285.
- Smith, B, y Wilson, J. B. 1996. A consumer's guide to evenness measures. *Oikos* 76:70-82.
- Stearn, W. T. 1958. A key to the West Indian mangroves. *Kew Bull* 1(1753):33-37.
- Tomlinson, P. B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge. 419p.
- Tovilla H., C. y Orihuela, D. E. 2002. Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoanapa,

- Guerrero, México. Madera y Bosques 1, Instituto de Ecología, A. C., Jalapa 49 (2):89-102.
- Tovilla, H. C. 1998. Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera barra de Tecoaapa, Guerrero, México. Tesis Docotrado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 365p.
- Tovilla, H.C. 1994. Manglares. En: G. de la Lanza y C.M. Cáceres (Eds.) LasLagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur 370-423.
- Travieso, A., Moreno, P. y Campos, A. 2005. Efecto de Diferentes Manejos Pecuarios sobre el Suelo y la Vegetación en Humedales Transformados a Pastizales. *Interciencia* 30(1):12-18.
- Trejo-Torres, J.C. 1993. Vegetación, suelo e hidrodinámica de dos Petenes de la Reserva de Dzilam, Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán. 137p.
- Tun-Dzul, F. 1996. Producción de hojarasca, su aporte mineral y la estructura de la vegetación en dos Petenes del estado de Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.75p.
- Valdez, J.I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques* Número especial 129-145.
- Vera-Herrera, F., Rojas-Galavíz, J. L., Fuentes-Yaco, C., Ayala-Pérez, L. A., Álvarez-Guillén, H., y Coronado-Molina, C. 1988. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar deltáico del río Palizada. México D.F. 51-88.
- Villalobos-Zapata, G. J., y Mendoza-Vega, J. 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México 260-730.
- Villalobos-Zapata, G. J., Yáñez-Arancibia, A., Day Jr., y Lara-Domínguez, A. L. 1999. Ecología y manejo de los manglares en la Laguna de Términos, Campeche, México. 263-274. En: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.). *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología A.C. México, uicn/orMa, Costa Rica, noaa/nMfs Silver Spring Md USA. 380p.

- 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," *Water Res.* 18 (6):653-694.
- Zaldívar J., A., Herrera J. S., Coronado, C. M., y Alonzo D. P. 2004. Estructura y productividad de los manglares de la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y Bosques. Mérida Yucatán* 2:25-35.
- Zaldívar-Jiménez, F., Herrera-Silveira J., Teutli-Hernández C., Hernández-Saavedra R. Camal-Sosa J. 2010. Biodiversidad y desarrollo Humano en Yucatán ecosistemas y comunidades CICY, PPD-FMAM, CONABIO-SEDUMA. 139-138.