

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL



Diversidad y Estructura Horizontal del Manglar
en Ocho Localidades del Estado de Colima

Por:

ROSARIO GOMEZ CANSECO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Diversidad y Estructura Horizontal del Manglar
en Ocho Localidades del Estado de Colima

Por:

ROSARIO GOMEZ CANSECO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

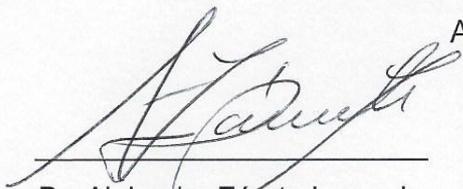
INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



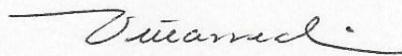
Dr. Celestino Flores López

Asesor Principal



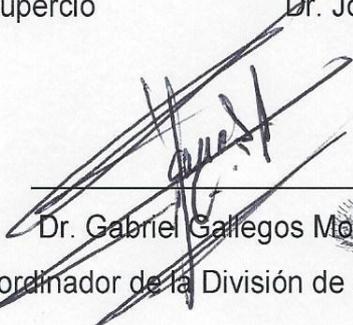
Dr. Alejandro Zárate Lupercio

Coasesor



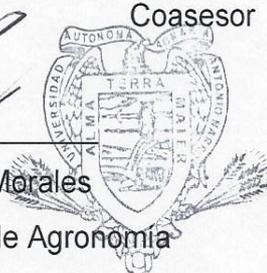
Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación

División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2016

Esta tesis ha sido apoyada por el proyecto de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave No.38-111-3613-2192. Proyecto que pertenece al Departamento Forestal, a cargo del profesor investigador Dr. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

A mi familia:

Mi padre el Sr. Germán Gómez Miramón y mi madre la Sra. Elena Canseco Ordaz, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, buscando siempre la manera de estar a mi lado en cualquier situación, dándome la posibilidad de emprender mi propio camino.

.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por ser mi segunda casa, por brindarme la oportunidad de crecer académicamente y por darme la posibilidad conocer personas que se convirtieron en parte de mi familia.

Al Dr. Celestino Flores López por aceptar dirigir esta tesis, por su apoyo, recomendaciones y aportaciones.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio y el Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por sus aportaciones en la revisión y redacción.

Al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez y al M.C. Héctor Darío González López por brindarme su apoyo, consejos y aportaciones, tanto en la carrera como en este trabajo.

A Luis Francisco Aguilar Cueto, Eduardo Núñez Álvarez, y Luis Enrique García Jiménez por apoyarme en la obtención de los datos de campo, gracias también por su amistad la cual fortaleció durante este proceso.

A mis compañeros de carrera que se convirtieron en mis amigos, que me aconsejaban a hacer las cosas que realmente me hicieran sentir bien, a apreciar y disfrutar los momentos inesperados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis.....	4
1.2 Objetivo general	4
1.2.1 Objetivos específicos	4
2 REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Manglares de México	5
2.1.1 Distribución y superficie	5
2.1.2 Especies de manglar y asociaciones	7
2.1.3 Tipos de manglar	10
2.2 Importancia y amenazas de los manglares	11
2.3 Diversidad y estructura de poblaciones.....	13
2.3.1 Índices de diversidad	14
2.3.2 Tipos de estructura	16
2.3.3 Índices de estructura.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1 Ubicación geográfica y descripción ecológica de las localidades.....	17
3.1.1 Clima.....	29
3.1.2 Hidrología.....	29
3.1.3 Edafología	30
3.1.4 Vegetación	31
3.2 Diseño de muestreo, establecimiento y evaluación de los sitios permanentes de muestreo	31
3.3 Índices de diversidad y de estructura horizontal.....	33
4 RESULTADOS	38
4.1 Diversidad	38
4.1.1 Riqueza de especies.....	38
4.1.2 Índices de diversidad	41

4.1.3 Índices de similitud.....	46
4.2 Estructura horizontal	48
4.2.1 Índice de Valor de Importancia.....	48
5 DISCUSIÓN	63
5.1 Diversidad	63
5.1.1 Riqueza de especies.....	63
5.1.2 Índices de diversidad	63
5.1.3 Índices de similitud.....	64
5.2 Estructura horizontal	65
5.2.1 Índice de Valor de Importancia.....	65
5 CONCLUSIONES.....	67
6 RECOMENDACIONES	68
7 LITERATURA CITADA.....	69
8 APÉNDICE	76

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.....	17
Cuadro 2. Clima de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.....	29
Cuadro 3. Edafología de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.....	30
Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las ocho localidades de manglar bajo estudio con las especies encontradas en cada una.	57
Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las ocho localidades de manglar bajo estudio con las especies encontradas en cada una. Continuación.....	58
Cuadro 5. Índice de Valor de Importancia general de todas las especies encontradas en el muestreo en las ocho localidades de manglar.	60
Cuadro 6. Resultados de análisis de varianza de las siete variables comparadas para determinar si hay diferencia significativa entre las ocho localidades de manglar evaluadas.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades bajo estudio en el estado de Colima (CONABIO, 2004).....	19
Figura 2. Sitios permanentes de muestreo de manglar en el límite sur del estado de Colima, localidad bajo estudio denominada El Chupadero en el estero del mismo nombre.....	20
Figura 3. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar denominado localidad Las Margaritas, Colima, aproximadamente 6 km al sureste de estero El Chupadero,.....	21
Figura 4. Sitios permanentes de muestreo de manglar al noreste y sureste de la localidad rural Tecuanillo, Colima.	22
Figura 5. Sitios permanentes de muestreo de manglar al noroeste de la localidad rural Boca de Pascuales, Colima.	23
Figura 6. Sitios permanentes de muestreo de manglar en el noroeste y sureste de la localidad rural El Paraíso, Colima.	25
Figura 7. Sitios permanentes de muestreo del manglar de la localidad bajo estudio denominada Palo verde en el estero del mismo nombre al sureste de la localidad rural Cuyutlán, Colima.....	26
Figura 8. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar al noreste de la localidad rural Cuyutlán, Colima.	27
Figura 9. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar al sur de la localidad rural Los Reyes, Colima.	28
Figura 10. Número de especies totales en cada una de las ocho localidades de manglar bajo estudio.	39
Figura 11. Curva de Acumulación de especies en las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima (primera parte).	41
Figura 12. Curva de Acumulación de especies en las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima (segunda parte).	41
Figura 13. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de El Chupadero.....	42

Figura 14. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Las Margaritas.....	42
Figura 15. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Tecuanillo.....	43
Figura 16. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Boca de Pascuales.....	43
Figura 17. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de El Paraíso.....	44
Figura 18. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Palo Verde.....	44
Figura 19 Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Cuyutlán	45
Figura 20 Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Los Reyes.....	45
Figura 21. Índice de similitud de Jaccard para las ocho localidades de manglar bajo estudio.	47
Figura 22. Índice de similitud de Morisita-Horn para las ocho localidades de manglar bajo estudio.	48
Figura 23. Área basal total de las ocho localidades de manglar bajo estudio.....	50
Figura 24. Número total de individuos ha^{-1} de las ocho localidades de manglar bajo estudio incluyendo las especies presentes en cada localidad.....	53
Figura 25. Número de individuos del total de especies encontradas en las ocho localidades de manglar bajo estudio.....	61

RESUMEN

Los manglares son ecosistemas de alta productividad y riqueza biológica, que generan gran número de beneficios, entre ellos los servicios ambientales; sin embargo, se ha reducido la superficie del manglar y se ha afectado su estado de conservación, los manglares del estado de Colima no son la excepción, el presente trabajo es para describir la diversidad y estructura horizontal para el estrato arbóreo en algunos manglares que se distribuyen en el estado de Colima a través del establecimiento y reevaluación de sitios permanentes de muestreo. Las localidades evaluadas son El Chupadero, Las Margaritas, Tecuanillo, Boca de Pascuales, El Paraíso, Palo Verde, Cuyutlán y Los Reyes. Se calculó el índice de Shannon-Wiener, así como el índice de Pielou y se realizaron dendogramas de similitud para las localidades a través de los índices de Jaccard y Morisita-Horn, se calculó también el Índice de Valor de importancia. Se realizó el análisis de varianza teniendo como variables el valor del Índice de Shannon-Wiener, el índice de Pielou, área basal general, y el área basal de las especies de *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. El índice de Shannon-Wiener y el índice de Pielou indicaron que no hay diferencia significativa entre las localidades ya que estos permanecieron muy similares 0.234 y 0.254 respectivamente. A través de los dendogramas se determinó cinco agrupaciones con el índice de Jaccard en base a la presencia/ausencia de las especies, mientras que con el índice de Morisita-Horn utilizando el número de individuos de cada especie y el total de ellos por localidad, fueron tres las agrupaciones. La especie con mayor Índice de Valor de Importancia fue *Laguncularia racemosa* le sigue *Rhizophora mangle* y *Pithecellobium lanceolatum*, esta última es más importante que *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*. Las ocho localidades evaluadas presentan baja diversidad y estructura horizontal semejante.

Palabras clave: manglar, Colima, diversidad, estructura horizontal, similitud.

ABSTRACT

The mangroves are ecosystems of high productivity and biological richness, which generate a large number of benefits, including environmental services; however, mangrove area has been reduced and affected in their conservation status, in this case the mangroves in Colima state are no exception, this study is to describe the diversity and horizontal structure to the arboreal stratum in some mangroves that are distributed in Colima state through the establishment and reassessment of permanent sampling sites. The localities evaluated are El Chupadero, Las Margaritas, Tecuanillo, Boca de Pascuales, El Paraíso, Palo Verde, Cuyutlán y Los Reyes. Shannon-Wiener index and Pielou index were calculated and were made dendograms to estimate the similarity to the localities using Jaccard and Morisita-Horn indexes, also Importance Value Index was calculated. Analysis of variance was performed taking as variables the value of Shannon-Wiener index, the Pielou index, general basal area and basal area to *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* and *Conocarpus erectus*. Shannon-Wiener index and Pielou index indicated no significant difference between localities as these stayed similarities 0.234 and 0.254 respectively. Through the dendograms, five groups with Jaccard index based on the presence/absence of species was determined while Morisita-Horn index using the number of individuals of each species and total them by locality, there were three groupings. The species with the highest Importance Value Index was *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* and *Pithecellobium lanceolatum* respectively, this last one was more importance than *Conocarpus erectus* and *Avicennia germinans*. The eight localities evaluated were similar in low diversity and horizontal structure.

Key words: mangroves, Colima, diversity, horizontal structure, similarity.

Correo electrónico; Rosario Gómez Canseco, gomezrosario909@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

Los humedales, considerados como zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio, se definen como las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros; principalmente hay cinco tipos de humedales: marino, estuarinos, lacustres, ribereños y palustres; además hay artificiales, en el segundo se encuentra los manglares. Los humedales por sus características son prioridad de conservación, en particular el manglar que tiene un alto valor ecológico y socio-económico (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006; CONABIO, 2013).

Los manglares son formaciones vegetales donde predominan distintas especies conocidas como mangles, son árboles o arbustos que tienen raíces aéreas respiratorias (neumatóforos), con capacidad de resistir la salinidad del agua, son una transición entre el ecosistema terrestre y el marino. En México, comúnmente se presentan *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), *Avicennia germinans* (L.) L. (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* L. (mangle botoncillo); clasificadas como Amenazadas (A) según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Rzedowski, 2006; CONABIO, 2009, SEMARNAT, 2010), aunque también se tiene el registro de otra especie, *Rhizophora harrisonii* Leechm, en el estado de Chiapas (Rico-Gray, 1981), esta última no se encuentra listada en dicha norma.

Gran parte de la importancia de los manglares radica en que son ecosistemas de alta productividad y riqueza biológica, controlan la erosión costera, contribuyen a la formación del suelo activando procesos de sucesión ecológica y colonización de plantas y algas marinas como plantas terrestres, son protección y seguridad ante huracanes y tsunamis, abastecen los mantos freáticos, capturan gases de efecto invernadero, generan gran cantidad de nutrientes, proporcionan descanso y anidación de aves, en ellos se desarrollan actividades cinegéticas y de

ecoturismo; por toda la complejidad ecológica de su funcionamiento los manglares son ecosistemas únicos. (INE, 2005; Sánchez, 2007; CONABIO, 2009; CONABIO, 2013).

A pesar de los beneficios que aportan los manglares, reconociéndoles principalmente que son útiles como agentes biorremediadores (reducen la contaminación por desechos residuales) en cuerpos de agua, las actividades antropogénicas representan su principal amenaza, ocasionando la destrucción del hábitat, contaminación, y sobreexplotación de los recursos; se ha desplazado y reducido la superficie del manglar afectando substancialmente la estructura, funcionamiento y composición de esta comunidad vegetal (Foroughbakhch *et al.*, 2004; CONABIO, 2009).

En nuestro país, desafortunadamente, muchas áreas de manglares han sido deforestadas a lo largo de los años para dar paso a la agricultura, la ganadería, la acuicultura, la urbanización y al desarrollo turístico. Se debe considerar que todas las especies de mangle del país son vulnerables, es decir, son susceptibles al cambio climático y al aumento del nivel del mar, en particular las especies del Golfo de México (FAO, 2007a).

A nivel mundial, México, junto con Indonesia, Brasil, Nigeria y Australia, son los principales países con mayor superficie de vegetación de manglar (FAO, 2007b), de la superficie forestal nacional, los manglares abarcan 886, 560.57 ha las cuales representan un 0.64 % CONAFOR (2012).

Haciendo énfasis en el estado de Colima, el área de distribución del manglar se ha reducido principalmente por el actividades antrópicas, con la creación de infraestructura, extracción de sal y la contaminación por desagües urbanos; la zona de manglar Laguna de Cuyutlán se ha identificado como sitio prioritario, listándose por tanto como sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica ya que representa el manglar más extenso de la región Pacífico centro de México, siendo además, corredor biológico para aves de la región del Pacífico Mexicano (Silva-Bátiz *et al.*, 2009; Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2012).

La Laguna de Cuyutlán está siendo afectada por contaminación, principalmente por la descarga de aguas negras y por la falta de regulación de los núcleos de población asentados en las cercanías de la laguna; pero el caso aún más preocupante por contaminación es la que se tiene en el estero Mascota y playa El Real, municipio de Tecomán, tienen problemas por contaminación de aguas residuales ya que la planta de tratamiento de este municipio está rebasada en su capacidad de almacenamiento y está vertiendo aguas sin su debido tratamiento (Rosales-Chávez, 2014; Torres y Quintanilla-Montoya, 2014).

Se hace necesario estudiar los manglares por la falta de conocimiento actualizado sobre distribución y extensión de manglares, pérdida de ecosistema, y por el impacto humano sobre estos, también por su complejidad en estructura vertical puesto que esta sirve de descanso y anidación de diversas especies de aves. Hay que considerar que varias de las especies que alberga están comprendidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMANAT-2010 que van desde aves hasta reptiles, y es de utilidad también para las aves migratorias en los meses de invierno (CONABIO, 2009).

En este sentido, la estructura de las poblaciones es importante y se requiere conservarla y manejarla; sin embargo, la falta de entendimiento de la conexión entre los procesos y funciones de los manglares con los servicios ambientales asociados ha favorecido su deterioro perdiéndose los servicios ambientales y teniendo pérdidas económicas, además que el desconocimiento de la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas (línea base o estado de condición), repercute en planteamiento de estrategias y programas escasos, teniendo programas de restauración y/o reforestación, así como medidas de compensación con resultados muy poco alentadores (Herrera-Silveira *et al.*, 2009).

En el presente trabajo se busca obtener mayor información para el desarrollo de conocimiento sobre la diversidad y estructura que pueden tener el manglar en el estado de Colima, con lo cual podemos aportar bases de investigación para la toma de decisiones, para mejorar las prácticas de manejo a esta comunidad vegetal, así como conservarla por todos los beneficios con lo que contribuye ecológica y económicamente.

1.1 Hipótesis

- La diversidad de especies es igual en las ocho localidades de manglar bajo estudio.
- La estructura horizontal entre los manglares de los municipios de Tecomán y Armería en el estado de Colima son iguales.

1.2 Objetivo general

Describir la diversidad y estructura horizontal de ocho poblaciones de manglar en el estado de Colima.

1.2.1 Objetivos específicos

- Comparar los valores del índice de Shannon-Wiener y el índice de Pielou.
- Analizar la similitud que muestran las ocho localidades de manglar bajo estudio a través del índice de Jaccard y el índice de Morisita-Horn.
- Comparar la estructura horizontal de los manglares del estrato arbóreo de ocho localidades de manglar en el estado de Colima a través del área basal general y áreas basales de las cuatro especies propias del manglar.
- Analizar el Índice de Valor de Importancia de las ocho localidades evaluadas.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Manglares de México

Se conoce como manglar, a la formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva, o bien 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, algunas especies presentan 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 fisonomía muy especial (Rzedowski, 2006).

Los manglares tienen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten establecerse en hábitats con condiciones especiales (suelos limosos, arenosos, inestables, con baja concentración de oxígeno, salinos y salobres). Las especies desarrollaron estrategias reproductivas como viviparidad (el embrión germina en la planta madre desprendiéndose cuando alcanza un mayor desarrollo) o criptoviviparidad (el embrión germina en la planta madre pero permanece encrustada hasta que la pared del fruto es perforada). Las hojas son gruesas con glándulas que permiten secretar el exceso de sal (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

México ocupa un lugar entre los cinco países con mayor número de manglares a nivel mundial, pero también uno de los primeros lugares en cuanto a desaparición de estos ecosistemas (Calderón *et al.*, 2009).

2.1.1 Distribución y superficie

Los manglares se distribuyen en latitudes tropicales y subtropicales, crecen donde la temperatura mínima anual es de unos 20°C y las aguas poco profundas pueden calentar a más de 40°C, se desarrolla principalmente en las orillas de lagunas, de bahías protegidas y en las desembocaduras de los ríos, donde hay zonas con influencia del agua de mar; en algunas ocasiones se puede encontrar más tierra adentro (Rzedowski, 2006; Molles, 2013).

En México se distribuyen en el interior de lagunas costeras y sistemas deltáicos de las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico, en lagunas costeras que poseen bocas efímeras que se abren en temporada de lluvias o por acción de los pescadores. La distribución, composición y fisonomía del manglar está influida por los cambios latitudinales, en la temperatura y la precipitación, localmente depende de la geomorfología, el sustrato, la salinidad, la inundación y el relieve (López-Portillo y Ezcurra, 2002); la precipitación parece no tener importancia en determinar su existencia, aunque es posible que la baja humedad atmosférica propicie un desarrollo menos exuberante (Rzedowski, 2006).

Por su parte, la FAO considera que los manglares de México se distribuyen a ambas costas del país, desarrollándose en la costa del Pacífico desde el estado de Chiapas (N 14° 30'; W 92° 15') hasta Baja California en la Laguna de San Ignacio (N 28° 00'; W 114° 30'), mientras que en la costa del Atlántico se encuentra desde la parte sur de Quintana Roo (en el litoral del Cribe; N 18° 15'; W 87° 30') hasta la Laguna Madre en el estado de Tamaulipas, N 25° 45'; W 97° 09' (FAO, 2007a).

En México se tienen cuatro regiones importantes de manglares: la Región Pacífico Norte, Región Pacífico Centro, Región Pacífico Sur, Región Golfo de México y la Región Península de Yucatán; de las mencionadas, la Región Pacífico Centro comprende los estados de Jalisco, Colima y Michoacán (CONABIO, 2009).

En particular para el estado de Colima, este tiene una superficie total de 559, 827.06 ha, el 56.54 % corresponde a la superficie forestal (primaria y secundaria) aproximadamente 316, 503.99 ha, de las cuales el 0.83 %, alrededor de 2, 631.27 ha, corresponde a la vegetación de manglar incluyendo la vegetación primaria y secundaria (CONAFOR, 2014).

2.1.2 Especies de manglar y asociaciones

En los manglares de México es posible encontrar extensos bosques de una sola especie o mixtos; dentro de la mayoría de los manglares mixtos hay una sucesión entre las tres especies de mangle más abundantes. Vistas desde el agua la primera que aparece es el mangle rojo, que crece en los bordes del manglar, seguida del mangle blanco y el mangle negro, que ocupa las planicies lodosas inundables. La zonación puede darse a causa de la dispersión de los propágulos, de la respuesta de las especies a la salinidad e inundación, y de las interacciones de competencia por espacio que se da entre las especies (Calderón *et al.*, 2009).

El hábitat que mantiene a los manglares es una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos, dando una conectividad entre los manglares, los pastos marinos y los arrecifes de coral, con esto se permite que haya un flujo de especies entre estos. Para su desarrollo, el manglar requiere de un suelo profundo de textura fina y de agua salina tranquila o agua estancada, soportar cambios fuertes de nivel de agua y de salinidad, pero no se logra establecer en lugares muy rocosos o arenosos, ni donde el oleaje sea muy fuerte (Rzedowski, 2006; CONABIO, 2013).

A continuación se describe de manera breve las especies de manglar que se tienen registradas para México, señalando las principales características entre estas especies para su mejor identificación.

Avicennia germinans, pertenece a la familia Verbenaceae, tiene por nombre común Apompo, madre de sal mangle, mangle negro, mangle prieto, puyequé, y ta' abché (en maya). La corteza está levemente fisurada en placas, y tiene un sistema radicular por neumatóforos con lenticelas, la altura de esta especie está relacionada con el nivel de las mareas en el sitio; de hojas simples, opuestas, lámina foliar oblonga a lanceolado-elíptica, más o menos coriácea, de ápice obtuso, base cuneada, con nervadura por lo general evidente, posee glándulas excretoras en el envés, el haz es de color gris-verdoso, glabro y el envés más pálido, un verde grisáceo; no tiene estípulas, los peciolo son gruesos y de largo

de 2 a 10 mm de largo (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Vásquez-Lule y Rodríguez-Zúñiga, s. f.).

Otras características es que la inflorescencia se da en las puntas de las ramas, formando panículas cortas, las flores son verdosas, crema o blanquesinas, la corola es de consistencia seríceo (sedosa), la floración es especialmente en los meses más lluviosos. El fruto es una cápsula de color verde pálida, comprimida lateralmente de hasta 4 cm de longitud en la madurez (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Conocarpus erectus, pertenece a la familia Combretaceae, por nombre común tiene Botoncahui, botoncillo, estachauite, laurelillo, mangle botoncillo, mangle cenizo, y tabché (en maya). Son árboles dióicos, de corteza fisurada y rugosa, profusa e irregularmente ramificados. Las hojas son simples, alternas o en ocasiones congestionadas en las puntas de las ramas, lámina foliar ovalado-lanceolada de 4 a 9 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, de ápice agudo hasta acuminado, de base cuneada, tiene un par de glándulas, la nervadura por lo general evidente, en el envés con glándulas en las axilas formadas por la nervadura media y las nervaduras secundarias. El color es verde brillante a ambos lados de la hoja, sin estípulas, los pecíolos de hasta 10 mm de largo (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Esta especie tiene la inflorescencia es en panículas terminales, integradas por cabezuelas globosas. Las flores son diminutas, infrutescencias pequeñas y globulares (en el interior unas nuececillas comprimidas en la madurez). La floración es especialmente en los meses más lluviosos (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Aunque la mayoría de la literatura lo clasifica como manglar, esta especie no es considerada como un manglar verdadero, puesto que no presenta las adaptaciones fisiológicas propias de los manglares (Vásquez-Lule y Rodríguez-Zúñiga, s. f.).

Laguncularia racemosa, pertenece a la familia Combretaceae, comúnmente es conocida como Mangle blanco, mangle bobo, mangle chino, y sak okom (maya). Son árboles dióicos o hermafroditas, el tronco es poco o abundantemente

ramificado, la corteza fisurada, rugosa y de color grisácea-café, los tallos y pecíolos se tornan rojizos y ramas cilíndricas, tiene neumatóforos con lenticelas, de hojas simples, opuestas, la lámina foliar es elíptica a oblonga, de 5 a 8 cm de largo, de 3 a 5 cm de ancho, el ápice redondeado, pecíolos de 10 a 20 mm de largo, con un par de glándulas en la parte superior, la floración en los meses más lluviosos y las inflorescencias son espigadas, arregladas en panículas terminales, las flores son blanco-verdosas, el fruto son dos nuececillas (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Rhizophora mangle, es de la familia Rhizophoraceae, se conoce como Candelón, mangle, mangle colorado, mangle dulce, mangle rojo, mangle tinto, y tan ché (maya). Se encuentra en el exterior de las lagunas y bordes de los canales, con numerosas raíces zancudas, simples o dicotómicamente ramificadas, con numerosas lenticelas; la corteza es lisa, grisácea, rojiza a pardo rojiza. Las hojas son simples, opuestas, de lámina foliar elíptica a oblonga de 8 a 13 cm de largo, y de 4 a 5.5 cm de ancho, de ápice agudo de base obtusa, glabra, verde brillante, algo lustrosa, con estípulas interpeciolares, caducas una vez que la hoja se expande, los pecíolos de 15 a 35 mm de largo (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Vásquez-Lule y Rodríguez-Zúñiga, s. f.).

Tiene floración todo el año, más en primavera y verano, posee una inflorescencia simple, con dos o tres flores seríceas, amarillo verdosas. El fruto es una drupa piriforme, dura, y de color pardo rojiza; el embrión germinado dentro del fruto aun unido a la planta madre, luego se desprende cuando el hipocótilo alcanza de 15 a 40 cm de largo (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Rhizophora harrisonii Leechm, es de la familia Rhizophoraceae, es conocido como Mangle caballero; las características que presenta son semejantes a las especies de *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*, haciendo un poco complicado su identificación, *R. mangle* presenta de 1 a 4 flores por inflorescencia mientras que *R. harrisonii* tiene más de cuatro (Rico-Gray, 1981), aunque también se dice que tiene desde 8 hasta 32 teniendo la floración todo el año, sobre todo durante la primavera y en el verano (Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Las especies de manglar verdadero tienen una alta presión osmótica de sus tejidos, además una frecuente viviparidad lo cual permite que el fruto germinen en la planta madre, y cuando tiene aproximadamente un año de maduración, gracias a las reservas de tejido de las cuales se puede alimentar, el propágulo flota hasta encontrar un sustrato adecuado para su fijación y así el periodo crítico de la germinación lo lleva a cabo fuera del medio salino (Rzedowski, 2006; Calderón *et al.*, 2009).

Hay especies asociadas al manglar como *Manilkara zapota* (L.) P. Royen, *Acoelorrhaphe wrightii* (Griseb. & H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Pachira aquatica* Aubl., *Acacia cornigera* (L.) Willd. y *Phitecellobium lanceolatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth. Hay también *Rhabdadenia biflora* (Jacq.) Müll. Arg., *Dalbergia brownei* (Jacq.) Schinz, *Selenicereus testudo* (Karw. ex Zucc.) Buxb., *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb., *Bromelia pinguin* L. y *Tillandsia* L. spp., *Encyclia cochleata* (L.) Dressler, *Epidendrum* L. spp., *Brassavola nodosa* (L.) Lindl., *Myrmecophila tibicinis* (Bateman ex Lindl.), *Acrostichum aureum* L., *A. danaeifolium* Langsd. & Fisch. y *Elaphoglossum* Schott sp., *Distichlis spicata* (L.) Greene y *Spartina spartinae* (Trin.) Merr. ex Hitchc. (CONABIO, 2013).

2.1.3 Tipos de manglar

En la clasificación del manglar por su fisonomía, se distinguen cinco tipos de manglares, el manglar tipo franja, el ribereño, el sobrelavado, el de cuenca y el enano (Lugo y Snedaker, 1974), estos se describen en seguida.

Franja. Están a lo largo de los márgenes de las costas e islas como protección, son estructuras bien definidas, el denso y desarrollado sistema radicular atrapa los pequeños restos orgánicos. Debido a que están expuestos de manera abierta a largo de las costas son afectados por los fuertes vientos lo que ocasiona pérdidas de los manglares, quedando grandes cantidades de ellos como escombros.

Ribereño. El tipo ribereño está a lo largo de drenajes de ríos y quebradas. Durante las lluvias de verano el nivel del agua sube y la salinidad baja debido a las

escorrentías. Son árboles de porte alto, relativamente de fustes rectos, están dominados por *Rhizophora mangle* (con rices cortas), mezclados con *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

Sobrelavado. En islas bajas, con bahías poco profundas, los estuarios están caracterizados por *Rhizophora mangle* sobrelavado. La manera en que están ubicados obstruye el flujo de las mareas y como resultado este tipo de manglar es sobrelavado con la marea alta. La velocidad que tienen las mareas entrantes son lo suficientemente altas para llevarse la materia orgánica. El sistema radicular es limitado, el follaje debajo del dosel es ausente ando un aspecto de arquitectura simétrica y regular visto desde adentro.

Cuenca. Ocurre en las áreas internas a lo largo de las depresiones de drenaje canalizados hacia la costa. En las partes más costeras tienen influencia de las mareas diarias y están dominados por *Rhizophora mangle*. En el interior, la influencia de la marea disminuye y se empieza a compartir dominancia con las especies de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Se presentan también las Orchidaceae y las Bromeliaceae.

Enano. Las cuatro especies de manglar están presentes en este tipo de manglar pero la altura es menor a 1.5 m, son relativamente viejos, el desarrollo de la comunidad puede ser debido a la escases de nutrientes. Este tipo de manglar se limita a la franja costera del sur de Florida y la zona de los Cayos de Florida, aunque también se han observado manglares comparables en ambientes similares en México, Puerto Rico, Costa Rica, Panamá, Ecuador y en zonas aisladas de las Islas Galápagos.

2.2 Importancia y amenazas de los manglares

Estos ecosistemas sirven de control y son protección de la costa al ser barrera natural ante inundaciones, huracanes y tormentas, controlan la erosión, constituyen zonas de refugio y alimentación de fauna silvestre amenazada y en peligro de extinción, de especies endémicas y migratorias, también son un filtro biológico puesto que realizan la remoción de nutrientes y toxinas, sufren cambios

frecuentes en los factores bióticos y abióticos, lo que a su vez genera condiciones para una alta productividad ecológica favoreciendo así la riqueza de especies animales y vegetales (Agraz-Hernández *et al.*, 2006; Sánchez, 2007).

Las áreas de manglares pueden considerarse como vías de comunicación y como un banco genético, tienen un alto valor estético, recreativo, cultural y educativo. Son excelentes sistemas de absorción de bióxido de carbono (CO₂) por sus elevadas tasas fotosintéticas y son una importante fuente de materia orgánica (detritus) mitigando el efecto del calentamiento global asociado al cambio climático. Generan beneficios a la sociedad ya sea de manera directa o indirecta, un ejemplo son las comunidades costeras, ya que estas dependen directamente los recursos que pueden obtener de dicho ecosistema ya que son fuentes de energía (leña o turba), proporcionan materias para tinción de telas y curtido de pieles, así como desinfectantes y astringentes (Acharya, 2002; Agraz-Hernández *et al.*, 2006).

Los manglares son extremadamente vulnerables a la interferencia humana, y aunque resultan ser de gran utilidad para el hombre éste lo somete a una fuerte presión, la gente quiere vivir y trabajar en la costa, pero las obras de construcción son limitadas, una solución a la alta demanda y baja oferta de propiedades costeras ha sido llenar y dragar salinas, sustituyendo el hábitat silvestre por el humano, repercutiendo en que extensas áreas de manglares han sido taladas para dar lugar a las granjas de camarón y la fabricación de carbón vegetal (Acharya, 2002; Molles, 2013).

La alteración y pérdida del hábitat por actividades directamente antropogénicas como la apertura de caminos de terracería y carreteras, el desarrollo urbano y turístico, la infraestructura de la industria petrolera y la instalación de líneas de distribución de energía eléctrica, así como el sobrepastoreo, la introducción de especies y enfermedades, la contaminación (por descarga de aguas residuales), cambio climático y principalmente la sobreexplotación sus recursos son algunas de las razones por las que se provoca la pérdida de la biodiversidad teniendo repercusiones en la estructura, el

funcionamiento y la existencia de este ecosistema (López-Portillo y Ezcurra, 2002; Foroughbakhch *et al.*, 2004).

Según datos de INE las tasas de pérdida anual de superficie de manglar por estado y por costa, calculadas para el intervalo 1976 a 2000, indican que la tasa de pérdida anual en el Golfo de México es del 2.8 %, mientras que la tasa de pérdida anual en la costa del Pacífico no es muy inferior, ésta es de 2.0 %, se tiene al final que la tasa de pérdida anual de manglar en México es de 2.5 % (INE, 2005).

En México como medida de conservación y reconociendo principalmente el valor ecológico que tienen los humedales, especialmente los manglares, se creó la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, en la cual se establece las especificaciones para la preservación, la conservación, el aprovechamiento sustentable y la restauración de los humedales costeros en zonas de manglar (SEMARNAT, 2003).

2.3 Diversidad y estructura de poblaciones

La diversidad biológica o biodiversidad, es la variedad de los ecosistemas, especies dentro de las poblaciones, y la diversidad genética dentro de las especies, también se puede considerar como la variación biológica y esta se da en cualquier nivel. Esta diversidad trae servicios o beneficios al ambiente y la humanidad, como el control de plagas, producción de nutrientes y de oxígeno, control del clima, etc., pero la diversidad biológica suele ser afectada por las acciones humanas. Un componente de la biodiversidad es la diversidad de especies; las especies son unidades fundamentales de la evolución, por lo que su conservación es una pieza importante de legislación, la Convention on International Trade in Species (CITES) es un ejemplo (Frankham *et al.*, 2002; Orians *et al.*, 2006).

La estructura de un rodal o bosque se refiere a la distribución de las clases por su edad y/o diámetro, y por sus copas; la estructura puede reflejar el crecimiento que ha tenido la masa forestal, ya que éste es influenciado por la densidad, la edad y el lugar, a su vez la densidad sobre sobre el diámetro y la

altura de los árboles, a medida que se incrementa la densidad se restringe el crecimiento en diámetro, por ende, en localidades con alta densidad hay gran cantidad de árboles pero con diámetros pequeños, contrario a esto, cuando hay una baja densidad el número de árboles es menor pero con diámetros mayores. Los árboles tienen también diferentes diámetros por el desarrollo de sus copas, lo que se acentúa con la edad (Daniel *et al.*, 1982; Harold y Hocker, 1984).

La composición de la masa forestal (mixta o mezclada, según las especies que la componen), puede tener una estructura simple cuando se puede apreciar visiblemente un estrato, lo cual va cambiando a medida que se desarrolla la vegetación, generándose cambios más notables en la configuración (arbustos, árboles) y a medida que crece la vegetación el estrato se vuelve más definido. La extracción de árboles, el fuego, las plagas y enfermedades pueden alterar las condiciones en una localidad, y como resultado puede variar como se desarrollaría si la localidad no hubiera sido perturbada (Daniel *et al.*, 1982; Harold y Hocker, 1984).

En el caso de los mangles, éstos requieren de temperatura alta y poco variable a lo largo del año, alta tasa de precipitación pluvial y de aporte derivado de los escurrimientos, así como influencia constante de la marea y escasos aportes sedimentarios, es decir, su estructura y dinámica están determinadas por factores globales como el clima, regionales (geomorfología) y locales (hidrología y sedimento). Cuando algunas de estas condiciones se modifican se producen cambios en su estructura, generando sucesiones. En Colima, el manglar está formado por vegetación primaria y dos sucesiones secundarias, arbórea y arbustiva (Herrera-Silveira *et al.*, 2009; CONAFOR, 2014).

2.3.1 Índices de diversidad

Un índice común en la diversidad de especies (diversidad alfa) es el de Shannon-Wiener, este índice es el más conocido para medir la diversidad nivel estructura, mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las unidades de muestreo,

asume que todas las especies están representadas en las muestras e indica que tan uniformes están representadas (en abundancia) y para su cálculo se utilizan datos de número de especies y el número de individuos por cada especie, el valor de este índice se incrementa con el número de especies en la comunidad y en teoría pueden alcanzar valores muy altos (Moreno, 2001; Villarreal *et al.*, 2004; Corona-Santoyo, 2005; Molles, 2013).

Otro índice que se utiliza también para medir la diversidad alfa es el índice de equitatividad de Pielou, este índice tiene como base los valores obtenidos del índice de Shannon-Wiener y expresa la equidad, ésta como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada (Villarreal *et al.*, 2004).

Una manera de medir la diversidad beta es a través de los índices de similitud/disimilitud como el índice de Jaccard en que se relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas, el intervalo de valores va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies; mientras que el índice de Morisita-Horn relaciona las abundancias específicas con las abundancias relativas y total, está fuertemente influido por la riqueza de especies y el tamaño de las muestras, tiene la desventaja de que es altamente sensible a la abundancia de la especie más abundante.

El índice de Jaccard es apropiado para el nivel de continuidad a medir las especies que se comporten o que coinciden entre los sitios o comunidades puede ser utilizado, ha sido utilizado también en estudios de avifauna en la vegetación de manglares o pantanos (Córdova-Avalos *et al.*, 2009). El índice de Bray-Curtis ha sido también utilizado con información de la riqueza y densidad específica, altura máxima de dosel y el diámetro a la altura del pecho, lo que le permite identificar las estaciones de muestreo que se agrupan (Moreno-Ruiz, 2013).

Los índices de similitud se realizan a través del análisis de conglomerados, técnica conocida también como análisis de agrupamiento, análisis de segmentación de datos o cluster analysis, es útil en clasificar grupos o categorías permitiendo una mejor ordenación y entendimiento de los elementos, puede

determinar qué tan parecidos o diferentes al compararlos entre sí. El análisis cluster es un método multivariado con el cual podemos entonces medir la diversidad beta aplicando los índices de similitud/disimilitud expresando el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias (Moreno, 2001; Villarreal *et al.*, 2004; De la Garza-García *et al.*, 2013).

La manera de representar el análisis cluster puede ser a través de los dendogramas, estos son diagramas que en su eje horizontal aparecen los elementos que se agrupan, estos aparecen de preferencia en el orden que se fueron uniendo, también aportan mayor información y mejor apreciación de ella al mostrar las posibles agrupaciones (De la Garza-García *et al.*, 2013; Moreno-Ruiz 2013).

2.3.2 Tipos de estructura

Los tipos de estructura pueden clasificarse en horizontal y vertical (Endara-Agramont *et al.*, 2011):

Estructura horizontal. Este tipo de estructura incorpora datos de regeneración como las plántulas, brinzales y latizales, y se agrupan los individuos en categorías o clases diamétricas, y para apreciar mejor el estado actual de la vegetación estos datos se pueden graficar, así como la curva de abundancia.

Estructura vertical. Incluye la comparación de alturas de todos los individuos entre clases diamétricas, y cuando las diferencias son significativas entre las alturas de cada clase se puede determinar el número de estratos o doseles que se presentan en la vegetación considerando que hay una relación entre la altura y el diámetro.

2.3.3 Índices de estructura

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es un índice sintético estructural que fue desarrollado para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados, es cuantitativo y preciso evitando por tanto la subjetividad. Este índice

es el resultado de la sumatoria de la dominancia relativa, densidad relativa y la frecuencia relativa, la dominancia puede ser evaluada por cobertura o área basal, pero para más precisión se utiliza el área basal, además de que este tiene una relación directa con la cobertura o la biomasa (Lozada-Dávila, 2010; Zarco-Espinoza *et al.*, 2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica y descripción ecológica de las localidades

Se establecieron y se evaluaron sitios permanentes de muestreo en ocho localidades pertenecientes a los municipios de Tecomán y Armería (Figura 1): El Chupadero, Las Margaritas, Tecuanillo, Boca de Pascuales, El Paraíso, Palo Verde, Cuyutlán y Los Reyes (Figura 2 a la 9). Las cuatro primeras localidades tienen sitios permanentes de muestreo que fueron establecidos hace algunos años atrás (2007 y 2008), y se establecieron nuevos sitios en el resto de las localidades así como también en la de Boca de Pascuales (2014 y 2015).

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.

Localidades	Altitud (msnm [†])	Latitud (norte)	Longitud (oeste)
-------------	------------------------------	-----------------	------------------

El Chupadero	11 ± 1.64	18° 42' 27" 18° 45' 54"	103° 44' 49" 103° 48' 29"
Las Margaritas	9 ± 1.41	18° 47' 1" 18° 46' 46"	103° 50' 35" 103° 50' 54"
Tecuanillo	10 ± 1.60	18° 48' 10" 18° 49' 19"	103° 52' 39" 103° 53' 57"
Boca de Pascuales	6 ± 1.81	18° 51' 36" 18° 51' 50"	103° 57' 46" 103° 58' 03"
El Paraíso	6 ± 2.70	18° 51' 54" 18° 52' 50"	103° 57' 53" 103° 59' 48"
Palo Verde	9 ± 2.13	18° 53' 09" 18° 54' 47"	104° 00' 20" 104° 02' 36"
Cuytlán	6 ± 1.46	18° 54' 42" 18° 55' 43"	104° 02' 16" 104° 03' 54"
Los Reyes	3 ± 1.13	18° 58' 01" 18° 58' 35"	104° 03' 39" 104° 04' 03"

¹msnm= metros sobre el nivel del mar.

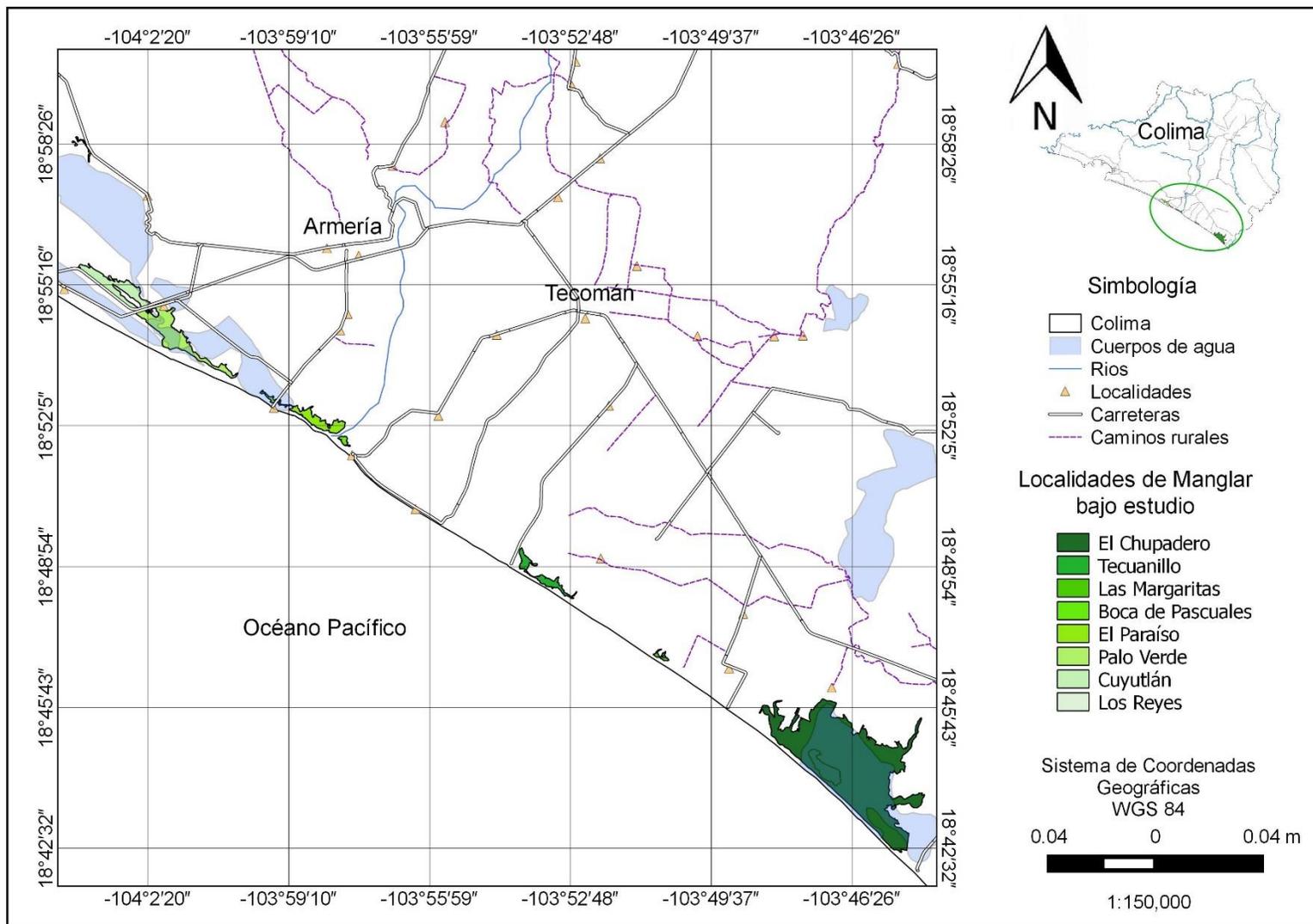


Figura 1. Ubicación geográfica de las localidades bajo estudio en el estado de Colima (CONABIO, 2004).

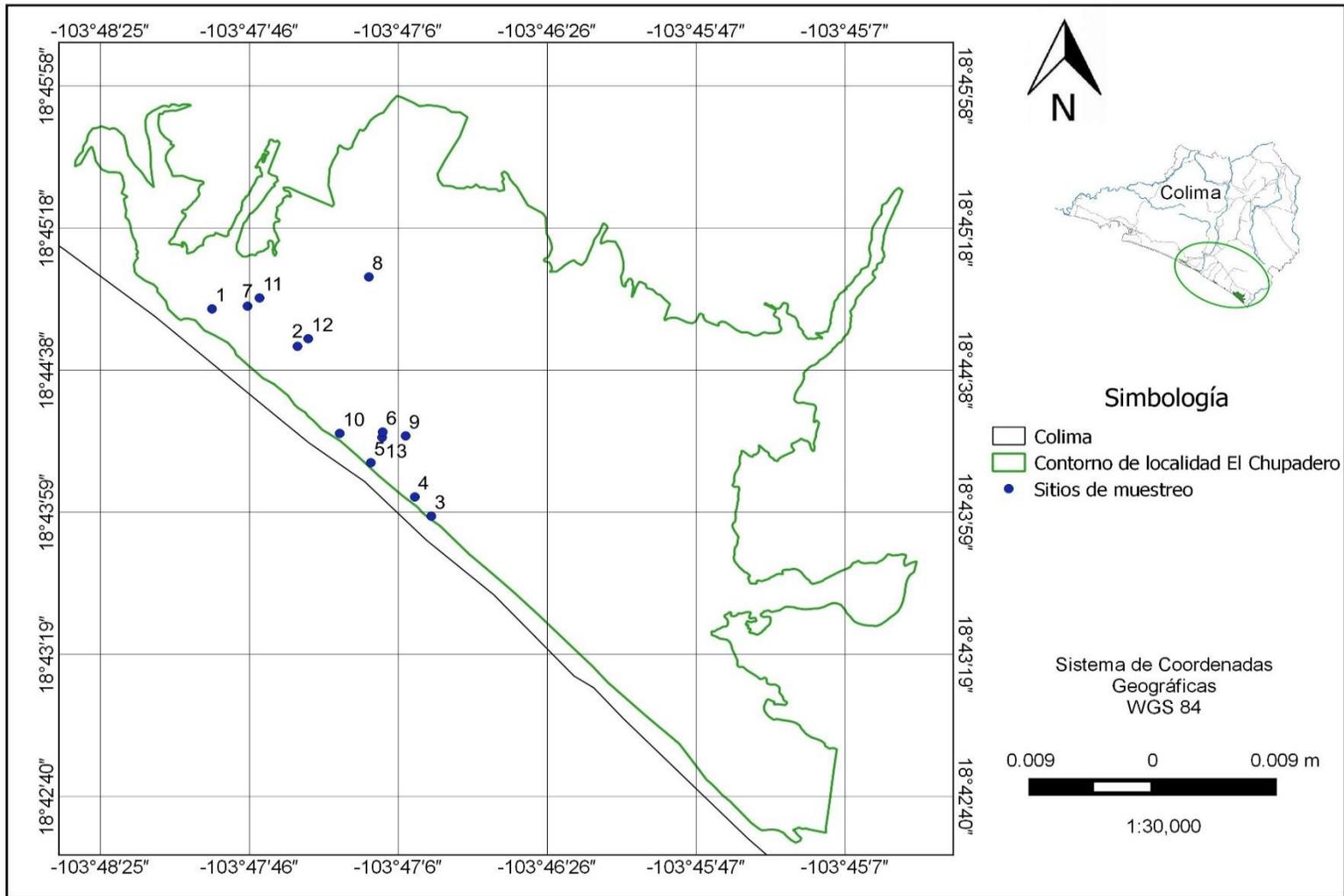


Figura 2. Sitios permanentes de muestreo de manglar en el límite sur del estado de Colima, localidad bajo estudio denominada El Chupadero en el estero del mismo nombre.

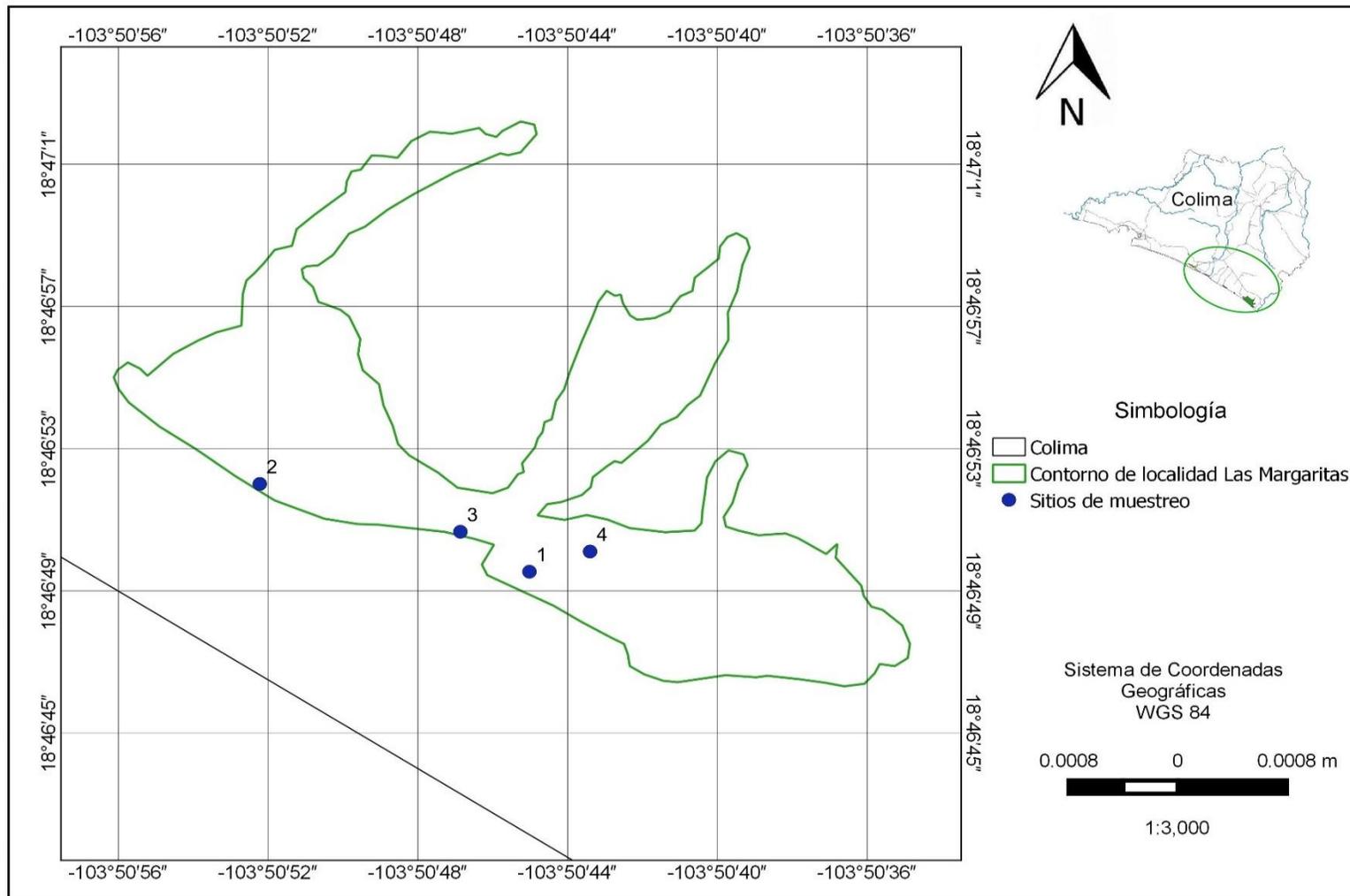


Figura 3. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar denominado localidad Las Margaritas, Colima, aproximadamente 6 km al sureste de estero El Chupadero,

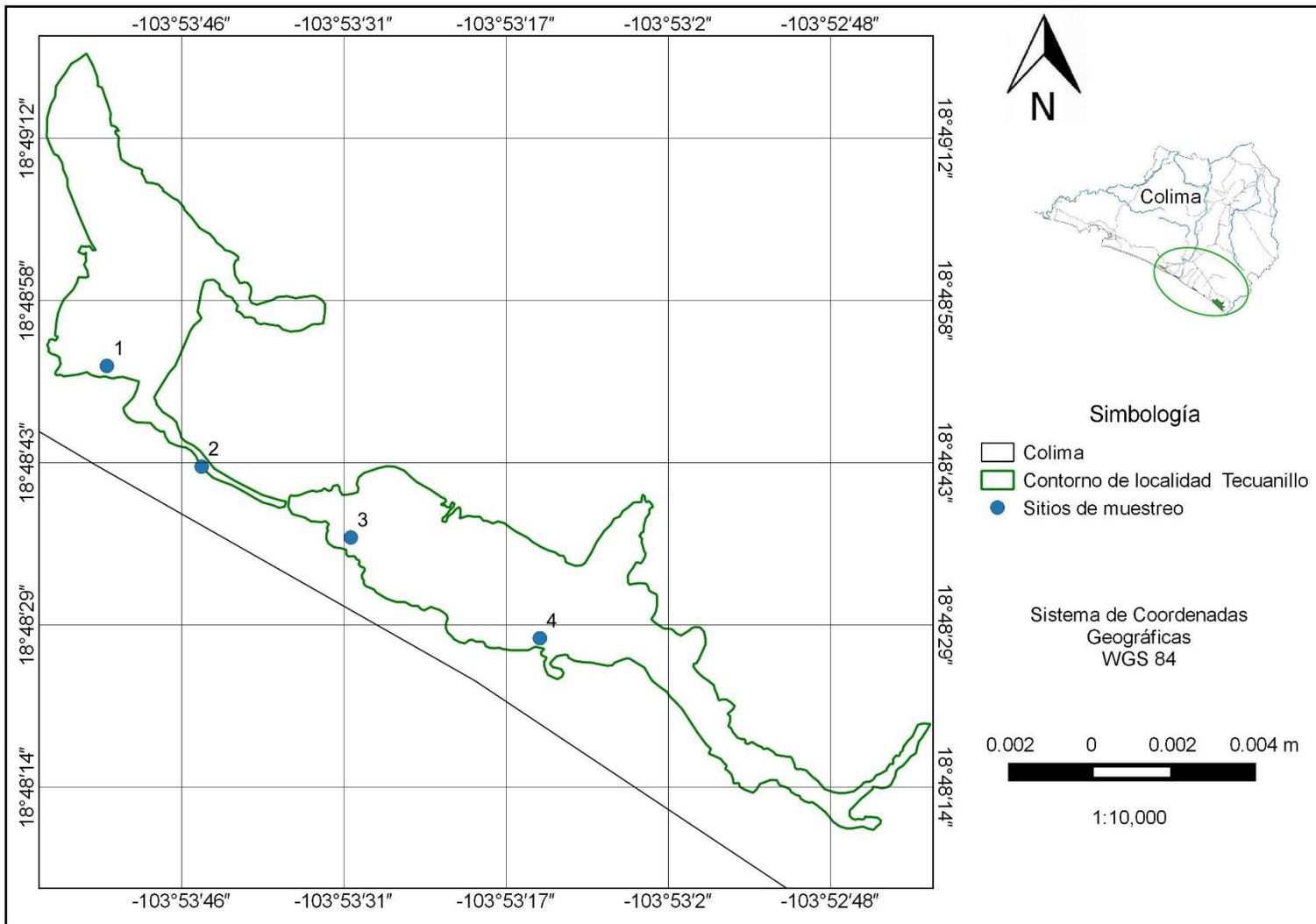


Figura 4. Sitios permanentes de muestreo de manglar al noreste y sureste de la localidad rural Tecuanillo, Colima.

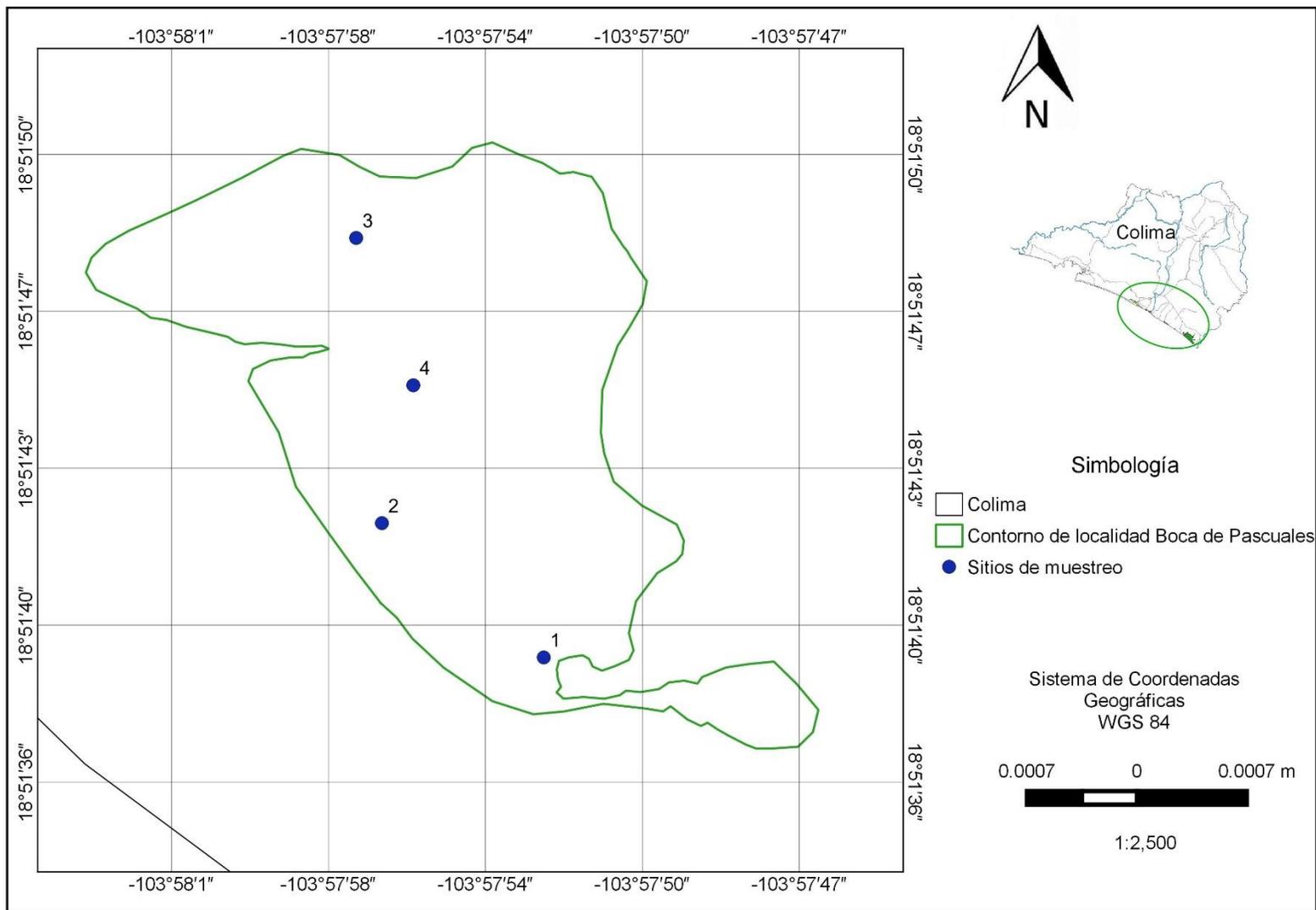


Figura 5. Sitios permanentes de muestreo de manglar al noroeste de la localidad rural Boca de Pascuales, Colima.

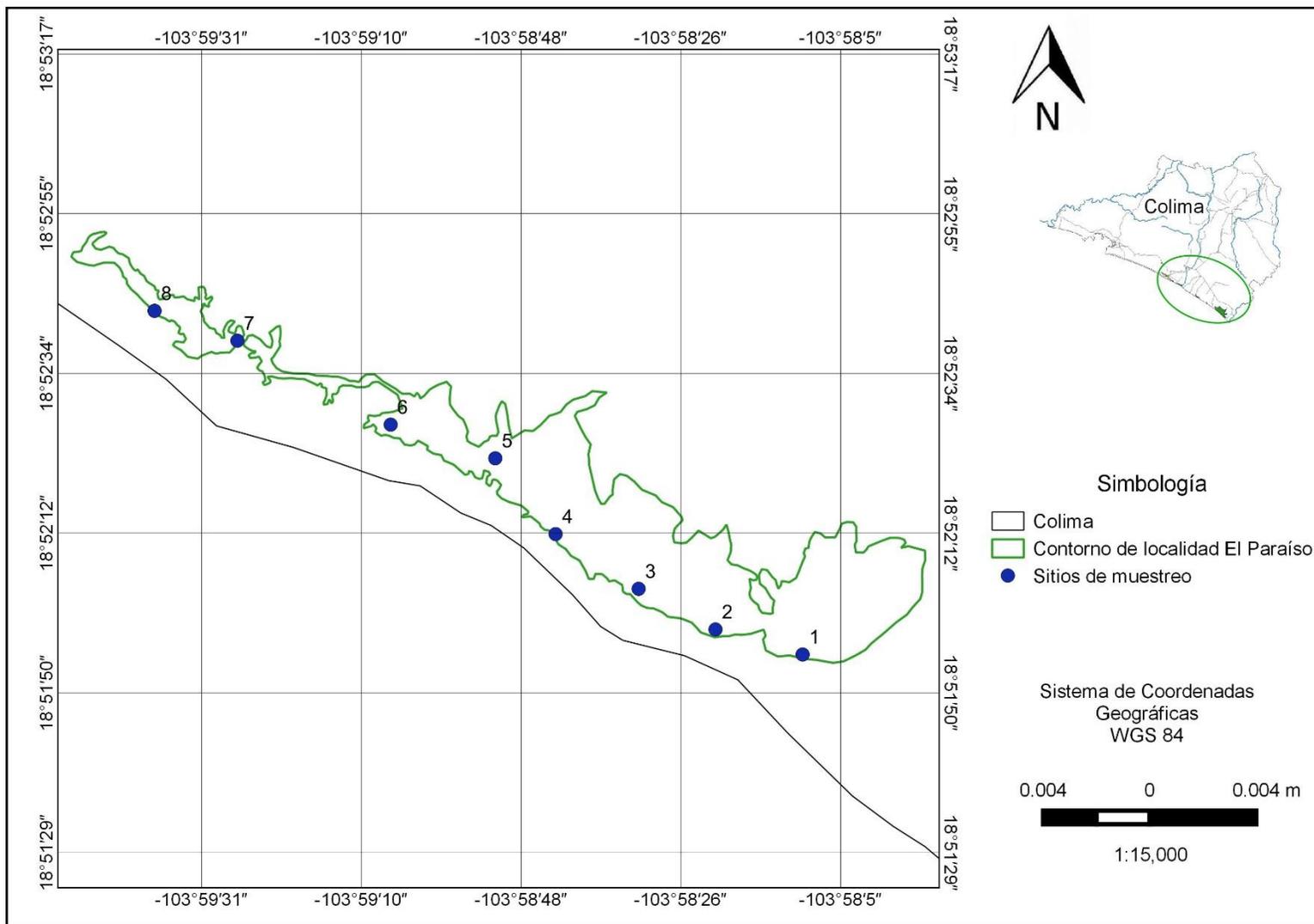


Figura 6. Sitios permanentes de muestreo de manglar en el noroeste y sureste de la localidad rural El Paraíso, Colima.

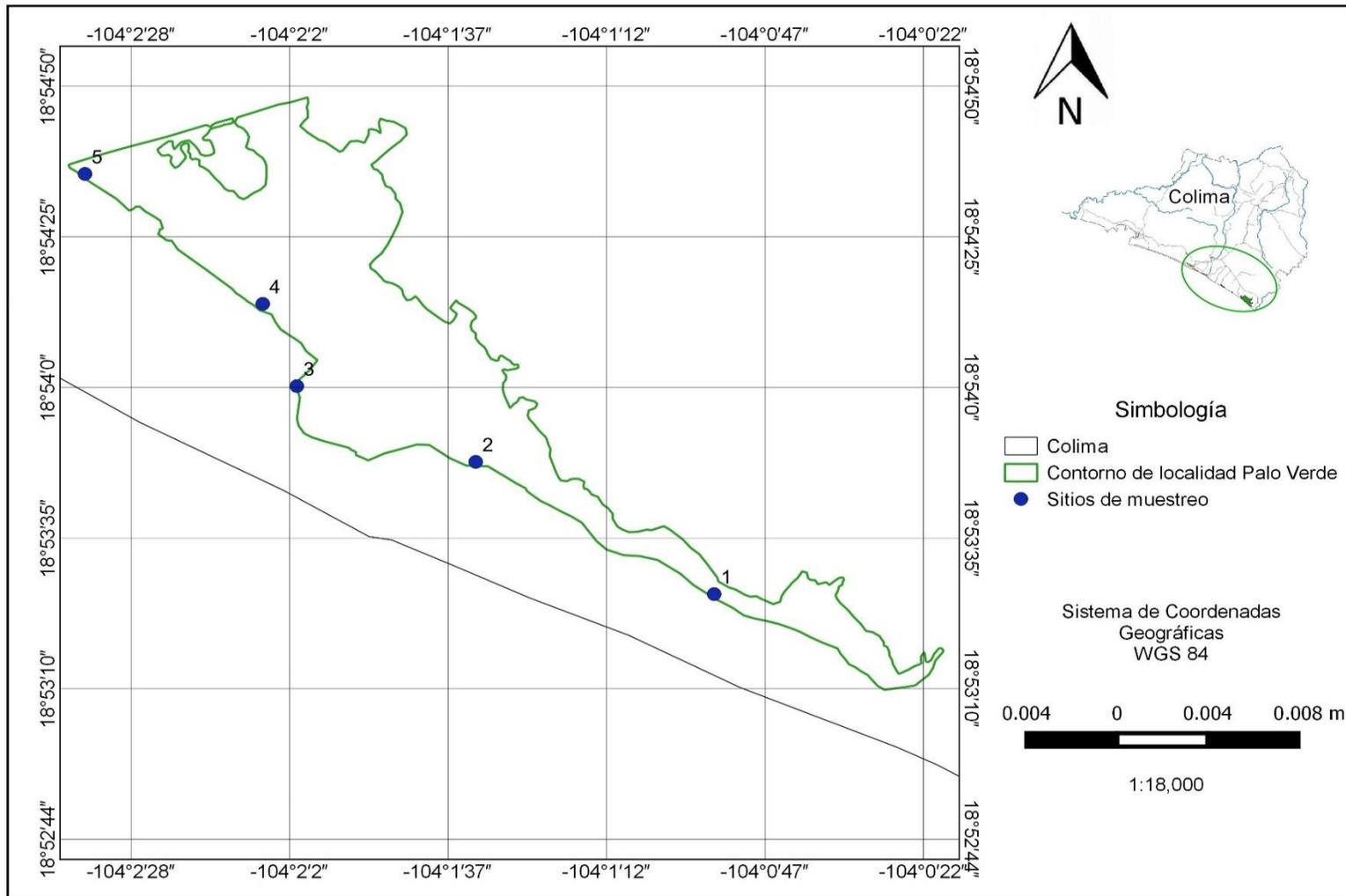


Figura 7. Sitios permanentes de muestreo del manglar de la localidad bajo estudio denominada Palo verde en el estero del mismo nombre al sureste de la localidad rural Cuyutlán, Colima.

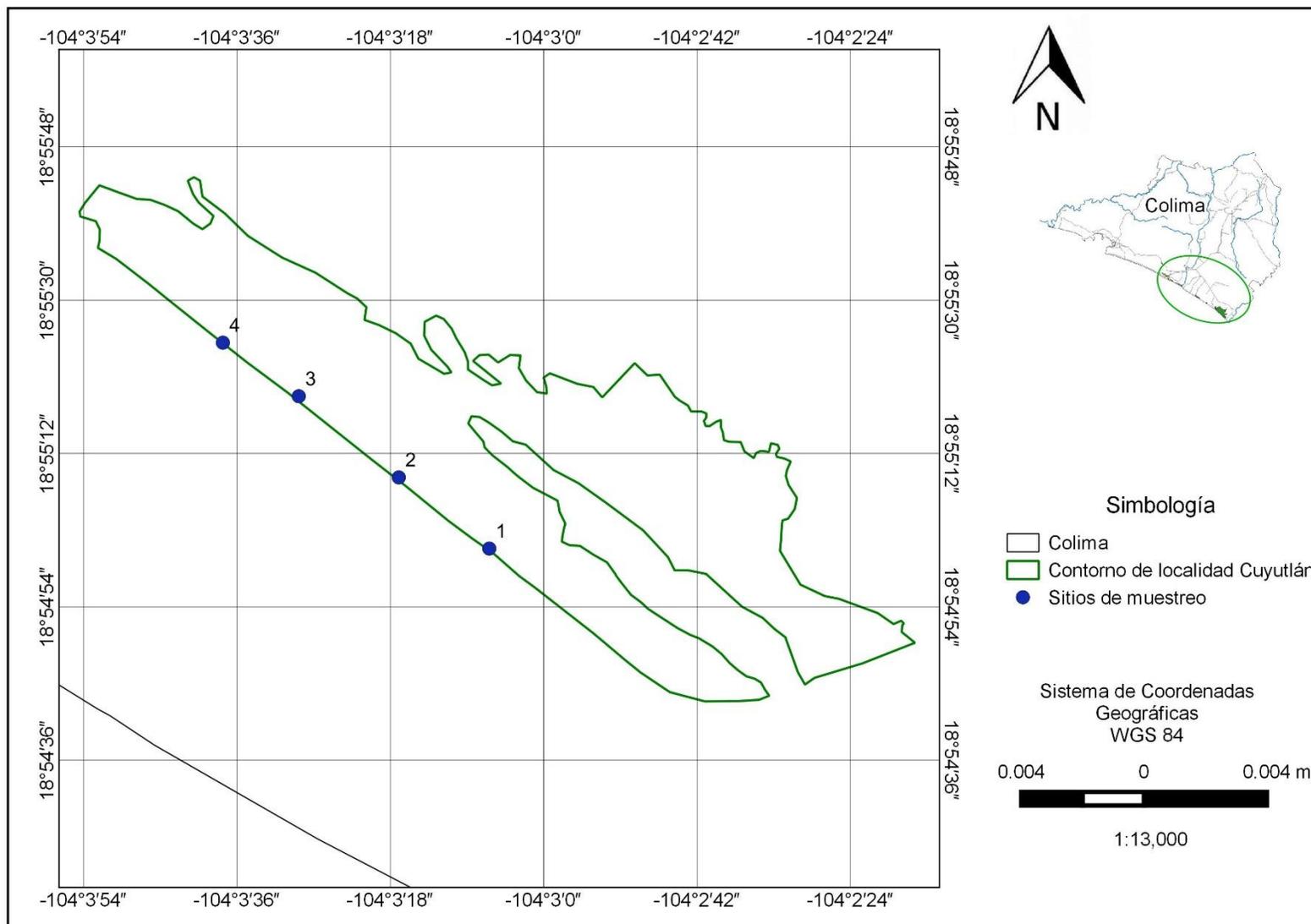


Figura 8. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar al noreste de la localidad rural Cuyutlán, Colima.

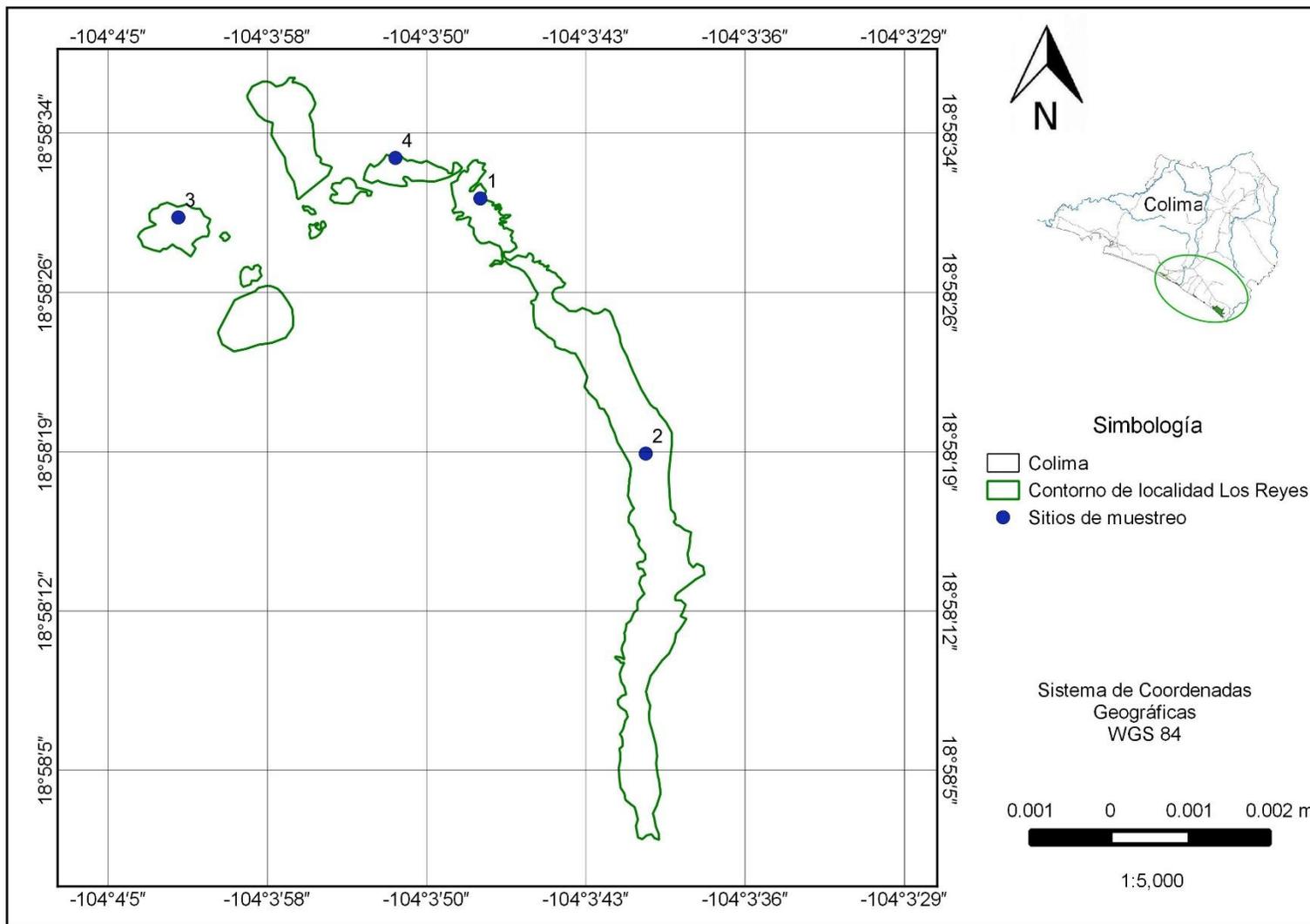


Figura 9. Sitios permanentes de muestreo en una parte del manglar al sur de la localidad rural Los Reyes, Colima.

3.1.1 Clima

Las localidades en su totalidad abarcan dos tipos de climas, que son climas cálidos con lluvias en verano, la descripción se da en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clima de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.

Localidades	Fórmula climática	Descripción
El Chupadero	Awo	Clima cálido subhúmedo, temperatura media anual de 22°C y temperatura de mes más frío mayor de 10°C.
Las Margaritas		La precipitación de mes más seco esta entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2, lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.
Tecuanillo	BS1(h')w	Clima semiárido cálido, con temperatura media anual mayor de 22°C, la temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias son en verano, la lluvia invernal es del 5 % al 10.2 % del total anual.
Boca de Pascuales		
El Paraíso		
Palo Verde		
Cuyutlán		
Los Reyes		

Fuente: García, E.-CONABIO (1998).

3.1.2 Hidrología

Las regiones hidrológicas del estado de Colima también tienen forman parte del estado de Jalisco. Las localidades pertenecen a dos regiones hidrológicas, la Región Armería-Coahuayana y la Región Costa de Jalisco; a la primera pertenecen las localidades de El Chupadero, Las Margaritas y Tecuanillo que a la

vez están en la cuenca Rio Coahuayana, el resto de las localidades está en la segunda región dentro de la cuenca Rio Chacala-Purificación (CNA, 1998).

3.1.3 Edafología

En total hay unos nueve tipos de suelo a lo largo de las localidades, en casi todas con más de un tipo de suelo, excepto Las Margaritas, Boca de Pascuales y Cuyutlán que solo tienen uno respectivamente y son de textura gruesa.

Cuadro 3. Edafología de las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima.

Localidades	Tipo de suelo
El Chupadero	Chernozem háplico, Gleysol vértico, Solonchak gleyico y Vertisol pélico
Las Margaritas	Feozem calcárico
Tecuanillo	Castañossem háplico, Feozem calcárico y Solonchak órtico
Boca de Pascuales	Fluvisol éutrico
El Paraíso	Feozem háplico y Fluvisol éutrico
Palo Verde	Feozem háplico, Solonchak gleyico y Vertisol pélico
Cuyutlán	Solonchak gleyico
Los Reyes	Feozem háplico y Solonchak gleyico

Fuente: INIFAP-CONABIO (1995).

Por localidad el Solonchak gleyico domina en El Chupadero al igual que en Cuyutlán y Los Reyes, mientras que en las demás localidades se presentan diferentes tipos de suelo, en Las Margaritas el 100 % de su superficie es Feozem calcárico, en Tecuanillo domina el Castañossem háplico, en Boca de Pascuales esta Fluvisol éutrico y en El Paraíso el suelo dominante es Vertisol pélico.

Según la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2007), los Solonchak son suelos que tienen enriquecimiento en sales por evaporación,

teniendo altas concentraciones de sales solubles en algún momento del año, se distribuyen en zonas áridas y semiáridas, así como en las regiones costeras en todos los climas y por su alta concentración en sal se les llama suelos salinos o suelos afectados por sales. Estos suelos tienen un color gléyico a cierta profundidad y según la concentración de los minerales, comprende colores como blanco a negro neutro o azulado a verdoso.

El resto de los suelos tiene características particulares como los suelos Feozem están en áreas de transición a clima más húmedo, oscuros y ricos en humus, los Castañosem son suelos de color castaño-pardo ricos en materia orgánica que soportan vegetación pastos cortos efímeros, están en áreas de transición a clima más seco, mientras que los Fluvisoles son suelos de planicies de inundación y marismas costeras y los Vertisoles son suelos muy arcillosos que forman grietas anchas y profundas cuando se secan.

3.1.4 Vegetación

En el estado de Colima, la vegetación de manglar se distribuye en los municipios de Armería, Manzanillo y Tecomán. En Armería hay 62.15 ha de vegetación de manglar primaria, mientras que Manzanillo tiene la mayor superficie de manglar de estos tres municipios al tener 1 157.01 ha de vegetación primaria y 701.91 de vegetación secundaria, Tecomán es el segundo municipio al tener 710.20 ha (CONAFOR, 2014).

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

Se evaluaron sitios de muestreo permanentes establecidos hace algunos años atrás en cinco localidades: la primera es en El Chupadero, se establecieron 12 sitios en abril del 2006 y ocho en abril del 2007 (Partida-Moncada, 2007); mientras que en Boca de Pascuales fueron cinco sitios, en El Real nueve, en Tecuanillo cinco y en Las Margaritas fueron cuatro sitios más, en las cuatro

últimas localidades se establecieron los sitios en el año 2008 (Veliz-Rodríguez, 2009).

Para este estudio cabe aclarar que de la población Boca de Pascuales sólo se evaluaron dos de los cinco sitios establecidos originalmente debido a razones ambientales (expansión del Río Armería); con respecto a la localidad de El Real, debido a la fuerte contaminación del agua que presenta esta área, no se pudo realizar la evaluación del total de los sitios establecidos anteriormente, por lo cual los sitios de esta última localidad no se presentaron en este estudio, de la localidad de El Chupadero se evaluaron 13 sitios, de Tecuanillo cuatro y de las Margaritas cuatro sitios, teniendo un total de 23 sitios.

En las localidades de El Paraíso, Cuyutlán y Palo Verde se establecieron nuevos sitios permanentes de muestreo en el mes de julio del 2014 (ocho, cuatro y cinco respectivamente); en Los Reyes se establecieron cuatro en el mes de abril en 2015, en esta fecha también se incorporaron dos nuevos sitios en Boca de Pascuales; establecieron 23 sitios en las cinco localidades, en total (considerando los sitios remedidos y los nuevos) se evaluaron 46 sitios permanentes de muestreo (Apéndice 1 al 8).

La vegetación bajo estudio es el manglar, específicamente en el estrato arbóreo; con la ayuda de Google Earth se procedió primeramente a realizar un polígono sobre el estado de Colima, localizando a través de imágenes satelitales la superficie del estado con potencial para establecer los sitios permanentes de muestreo, y también se identificó con la ayuda del asesor principal de este estudio quien tiene conocimiento del área; los sitios se establecieron de manera selectiva, debido a las características de distribución que presenta el manglar.

Se realizaron recorridos para verificar que la vegetación que se estableció dentro del polígono con el potencial para el estudio sea la correcta, una vez hecho esto, se procedió a marcar en el mapa preliminar la ubicación de los sitios, estos se establecieron de manera selectiva para distribuirlos a lo largo de la vegetación más o menos a las mismas distancias entre cada sitio por localidad para así abarcar la mayor parte de la superficie propuesta.

Para la ubicación de los sitios se utilizó el mapa preliminar y un GPSmap 60CSx, con el receptor GPS se activó la herramienta rutas para conocer mejor las distancias entre cada sitio por población, así como también se utilizó para georreferenciar cada sitio que se estableció, usando el sistema de coordenadas WGS84/zona 13N.

Los sitios cuadrados de 100 m² (10 x 10 m), para evaluar el arbolado de diámetro considerable (> de 2.5 cm) ubicando las caras del sitio respecto a los puntos cardinales con la ayuda de una brújula cartográfica, es decir, cada cara está ubicada respecto a un punto cardinal; para la delimitación del sitio se identificaron los vértices del cuadrado y se delimitaron con la ayuda de una cinta métrica de 30 m de longitud, una vez delimitado se marcaron los vértices con un hilo lo suficientemente grueso y visible, utilizando también estacas que nos permitieron sujetar el hilo en los vértices.

En los sitios se identificaron las especies arbóreas y se midió el diámetro normal de los árboles que tuvieran un valor mayor a 2.5 cm utilizando cinta diamétrica. Cada árbol evaluado se identificó con un anillo de pintura azul permanente a la altura de donde se midió el diámetro del árbol, para el caso de *Laguncularia racemosa* se midió a 1.3 m, en caso de *Rhizophora mangle* se procedió a medirlo 0.30 m después de la última raíz. Los árboles se enumeraron conforme se fueron evaluando y en el árbol más próximo al centro del sitio se le identificó además con otro anillo en parte superior de donde se midió el diámetro y se marcó con el número del sitio.

3.3 Índices de diversidad y de estructura horizontal

Para medir estructura de la diversidad alfa podemos utilizar índices de abundancia proporcional como los de equitatividad: índice de Shannon-Wiener y el de equitatividad de Pielou (Moreno, 2001), la fórmula utilizada para calcular el primer índice mencionado es el utilizado por Zarco-Espinoza *et al.* (2010).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

H' = índice de diversidad de especies

S = número de especies

p_i = proporción de individuos de la especie i

Para calcular H' , determinar la proporción de cada especie en la comunidad bajo estudio, p_i , y el obtiene el log de cada p_i . Lo siguiente es multiplicar cada p_i veces por $\log p_i$ y sumar los resultados para todas las especies, ya que esta suma será un número negativo, el índice de Shannon-Wiener propugna la adopción de su opuesto. El valor mínimo de H' es 0, que es el valor para cuando hay una comunidad con una sola especie, y el valor aumenta a medida que la riqueza de especies y uniformidad de especies aumenta (Molles, 2013).

El índice de equitatividad de Pielou, Moreno (2001) lo utiliza para medir la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; el valor va de 0 a 0.1, el 0.1 es para situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

J' = índice de equitatividad de Shannon

H' = índice de Shannon-Wiener

H'_{max} = máxima diversidad posible

Los índices de similitud/disimilitud son utilizados para conocer si las localidades se agrupan en base a semejanzas o diferencias, con datos cualitativos se calcula el índice de Jaccard mientras que con datos cuantitativos el índice de Morisita-Horn (Moreno, 2001).

- Índice de Jaccard.

$$I_J = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a= número de especies presentes en el sitio A
b= número de especies presentes en el sitio B
c= número de especies presentes en ambos sitios A y B.

- Índice de Morisita-Horn.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i \times b_j)}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Donde:

a_i = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

b_j = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$$d_a = \sum a_i^2 / aN^2$$

$$d_b = \sum b_j^2 / bN^2$$

Con el programa PAST (PAleontological STatistics) versión 3.11 se procesaron los datos para obtener el índice de Jaccard y el índice de Morisita-Horn, para ello se requirió realizar un análisis multivariado llamado cluster, los datos arrojados por el programa fueron verificados en Excel.

Con estos índices se realizaron los dendogramas para representar la medida o grado de similitud de las localidades evaluadas utilizando la correlación de Cophen, en el eje vertical aparece la similitud la cual inicia en 0 y va en aumento hacia arriba hasta el llegar al 1 y aparecen los segmentos unidos conforme al grado de similitud que presentan las localidades (De la Garza-García *et al.*, 2013). Los dendogramas nos permitieron determinar y visualizar de manera más clara cuales son las localidades que más se asemejan y cuáles tiene más diferencias.

Para medir la estructura horizontal utilizamos la fórmula de Índice de Valor de Importancia (IVI) utilizada por Zarco-Espinoza *et al.* (2010).

$$IVI = Domr + Dr + Fr$$

Donde:

IVI= índice de valor de importancia

Domr= dominancia relativa

Dr= densidad relativa

Fr= frecuencia relativa

Para Domr se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Domr} = \left(\frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \right) * 100$$

Donde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área Basal por especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Considerando el Área Basal (AB):

$$\text{AB} = \frac{\pi}{4} * \text{DAP}^2$$

La Ar se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Dr} = \left(\frac{\text{Abundancia absoluta por cada especie}}{\text{Abundancia absoluta de todas las especies}} \right) * 100$$

Donde:

$$\text{Abundancia absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La Fr se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Fr} = \left(\frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \right) * 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

El Índice de Valor de Importancia se determinó para cada una de las especies por localidad y también de manera general para cada especie en todas las localidades evaluadas; del valor del IVI después de haber sumado la dominancia, abundancia y frecuencia relativa, el valor obtenido se dividió entre tres para dejarlo en 100 % y no en 300 %.

Se realizó el análisis estadístico con el programa The SAS System versión 9.0 para Windows, para determinar si los datos presentan normalidad, y para determinar a través del modelo aleatorio si existía alguna diferencia significativa en la diversidad de especies a través del valor del índice de Shannon-Wiener y del

índice de Pielou, en cuanto a la estructura horizontal se usaron las variables de área basal y el valor de las áreas basales de las especies que son propias del manglar y que se presentaron en las localidades, en este caso fueron cuatro: *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. El modelo aleatorio utilizando es el presentado por Kuehl (2001).

$$y_{ik} = \mu + a_i + \varepsilon_{ik}$$

Donde:

y_{ik} = es el valor de la variable

μ = es la media de la población

a_i = es el efecto de la i -ésima de la población

ε_{ik} = es el error experimental

Los resultados del análisis estadístico se presentan en un cuadro con la información concentrada y los resultados de todos los cálculos descritos anteriormente se presentan en cuadros y figuras, obtenidos en los programas de Excel 2013 y SigmaPlot 10.0.

4 RESULTADOS

4.1 Diversidad

4.1.1 Riqueza de especies

Las especies que se encontraron en total en el muestreo son 16, están presentes las cuatro especies de mangle verdadero como *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y también estuvo presente *Conocarpus erectus*. En cuanto a las especies asociadas al manglar tenemos *Pithecellobium lanceolatum*, *Hipomane mancinella* L., *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Coccoloba barbadensis* Jacq., *Sideroxylon capiri* (A. DC.) Pittier, Morfoespecie 1, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Annona reticulata* L., Morfoespecie 2, Morfoespecie 3, *Terminalia catappa* L., y la Morfoespecie 4; las cuatro especies que aparecen como Morfoespecie son aquellas que no fueron identificadas por su nombre científico.

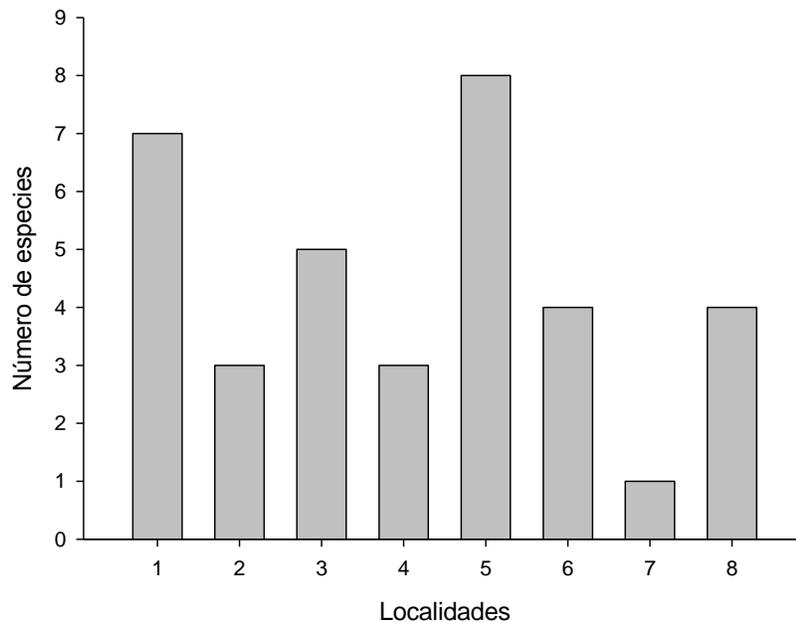


Figura 10. Número de especies totales en cada una de las ocho localidades de manglar bajo estudio. Localidad 1: El Chupadero, 2: Las Margaritas, 3: Tecuanillo, 4: Boca de Pascuales, 5: El Paraíso, 6: Palo Verde, 7: Cuyutlán, y 8: Los Reyes.

En El Paraíso se encontraron más especies que en el resto de las localidades, tiene ocho especies, la segunda localidad es El Chupadero donde se encontraron siete especies y la tercera es Tecuanillo donde fueron cinco las especies encontradas. En el resto de las localidades, en Palo Verde y Los Reyes se presentaron cuatro especies en cada una, en Las Margaritas y Boca de Pascuales se registraron tres especies y únicamente en la localidad de Cuyutlán se presentó una especie (Figura 10).

En cuanto a la curva de acumulación de especies, para las localidades evaluadas esta se presenta de manera separada en dos secciones, tres localidades en la Figura 11 y las otras cinco en la Figura 12, están en dos figuras dado si se presentan en una sola no se aprecia muy bien el comportamiento que tienen, se empalman al tener por ejemplo el mismo número de sitios o el mismo número de especies acumuladas.

En las localidades que en la curva no muestra una estabilización de manera prolongada puede ser debido a que en algunas de éstas el número de sitios que se establecieron para la evaluación parecen no ser los suficientes o pudiera ser que no son los más representativos de la localidad.

En la curva de acumulación de especies (Figura 11) en El Chupadero se inicia en tres especies, sube a cuatro, luego alcanza siete y se estabiliza con estas siete especies, mientras que El Paraíso inicia con una, luego llega a cuatro, pasa después a seis, luego a siete y aumenta hasta alcanzar ocho especies, mientras que en Las Margaritas se inicia con dos, sube a tres y se queda en tres especies.

Para la segunda parte (Figura 12), Tecuanillo inicia en dos, luego tiene un valor de cuatro y alcanza cinco especies, Boca de Pascuales también inicia con dos, inmediata me alcanza tres se y se estabiliza con esas tres especies en tanto que, Palo Verde inicia con una, aumenta progresivamente una especie en los primeros cuatro sitios y al final se queda con cuatro especies, Cuyutlán sólo tiene

una especie lo que se refleja como una línea constante y en el caso de Los Reyes empieza con una especie, sube inmediatamente a cuatro especies y se mantiene en esas cuatro especies. De todas las localidades la que no muestra estabilización al final en la curva es en Tecuanillo.

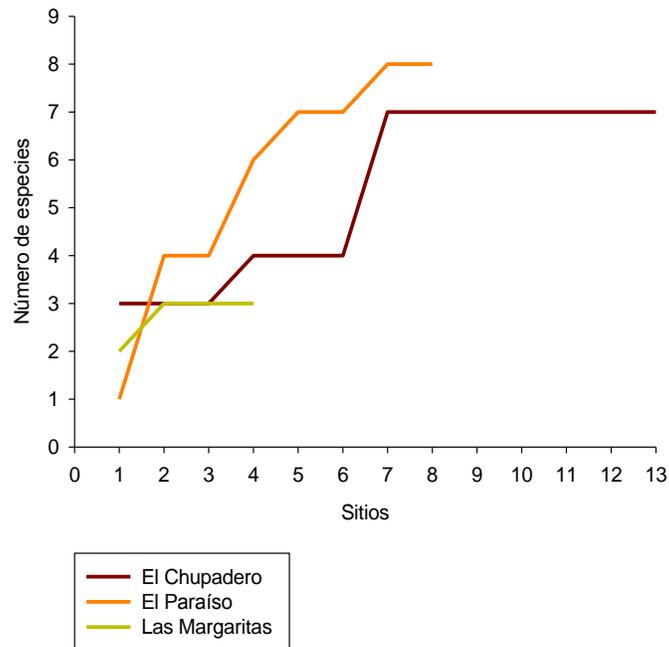


Figura 11. Curva de Acumulación de especies en las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima (primera parte).

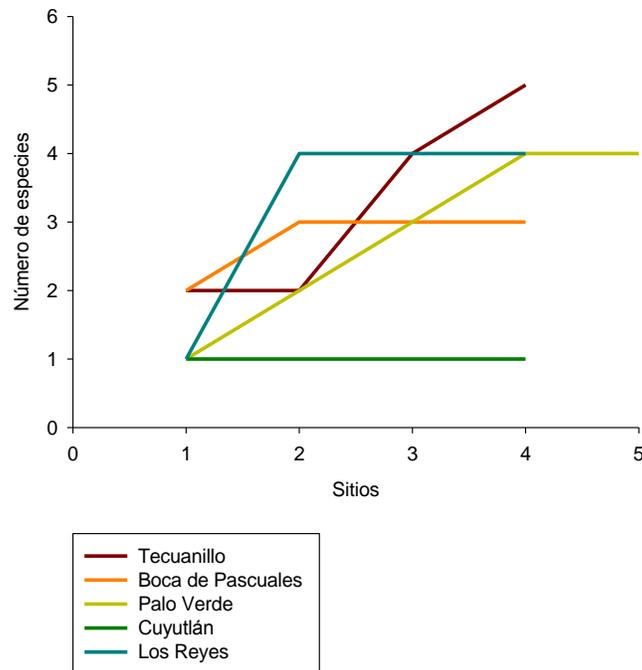


Figura 12. Curva de Acumulación de especies en las ocho localidades de manglar bajo estudio en el estado de Colima (segunda parte).

4.1.2 Índices de diversidad

En El Chupadero (Figura 13) el sitio 7 tiene un índice de Shannon-Wiener de 1.468 y de 0.912 con el de Pielou; el sitio 2 tiene 1.079 y 0.982 respectivamente. Seis sitios tienen 0 en ambos índices ya que solo tienen una especie. La diversidad es de 0.342 con el índice de Shannon-Wiener y de 0.318 con el de Pielou.

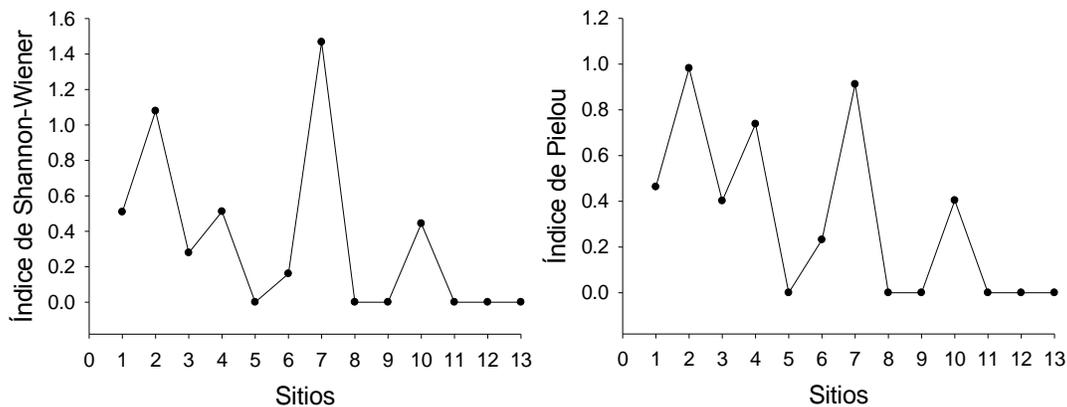


Figura 13. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de El Chupadero.

En Las Margaritas el sitio 1 tiene 0.687 en el índice de Shannon-Wiener, aumentando a 0.991 con el de Pielou; los demás sitios tienen 0 al tener una especie (Figura 14), la diversidad con el primer índice es de 0.172 y 0.248 con el segundo.

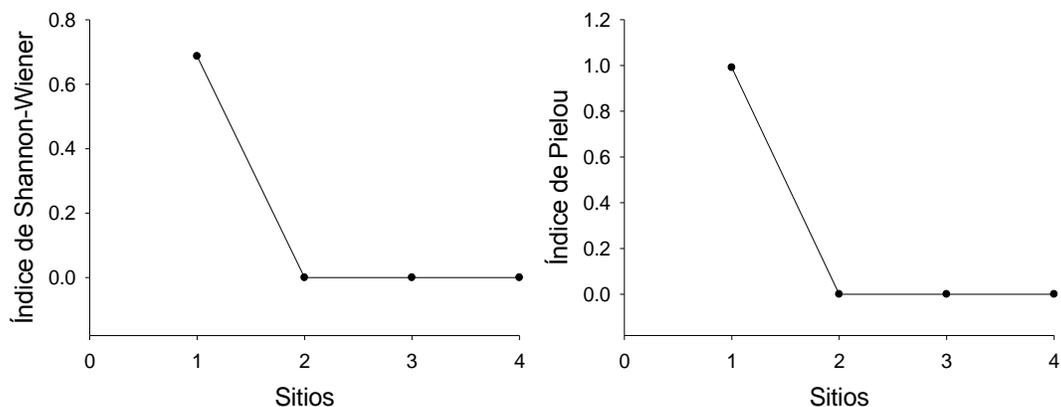


Figura 14. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Las Margaritas.

En Tecuanillo, el sitio 2 tuvo una especie dando 0 en ambos índices, en el sitio 1 el índice de Pielou aumenta en comparación con Shannon-Wiener, los sitios 3 y 4 se mantienen casi igual en ambos índices (Figura 15). La localidad tiene un índice de Shannon-Wiener de 0.336 y de 0.354 con el de Pielou, los valores son similares en ambos índices.

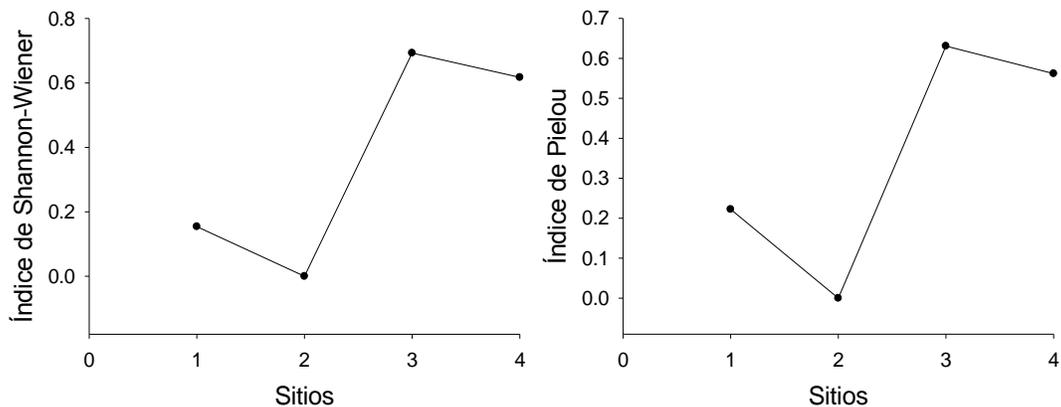


Figura 15. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Tecuanillo.

En Boca de Pascuales, los sitios 1 y 2 tienen un índice de Pielou más alto que el de Shannon-Wiener, los sitios 3 y 4 presentaron una especie resultando en 0 en ambos índices (Figura 16). La diversidad con el índice de Shannon-Wiener es de 0.269, menor obtenido con Pielou, 0.389.

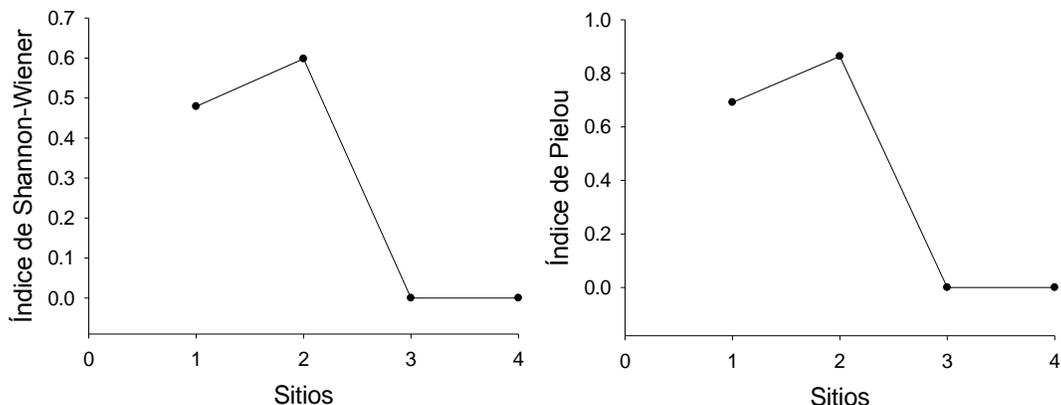


Figura 16. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Boca de Pascuales.

En El Paraíso (Figura 17) los sitios 2 y 8 tienen el índice de Shannon-Wiener más alto que el resto, pero en el de Pielou disminuyen su valor, mientras que el resto de los sitios aumentan en el último índice, los sitios 1 y 3 mantienen los índices en 0. La diversidad con el índice de Shannon-Wiener es de 0.339, muy cercano al de Pielou, 0.360.

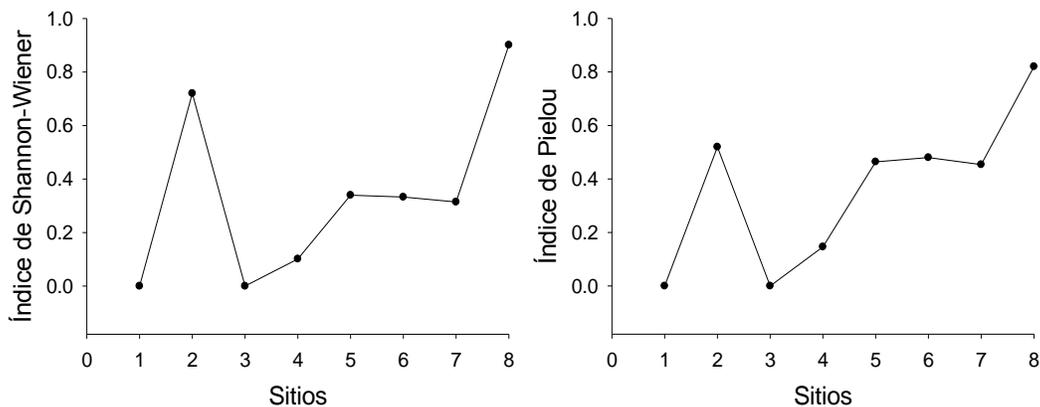


Figura 17. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de El Paraíso.

En Palo Verde, los sitios 1 y 5 tienen 0 en ambos índices; en el caso de los sitios 2 y 3 presentan un aumento en el índice de Pielou con respecto al de Shannon-Wiener (Figura 18) y el sitio 4 con el este último índice tiene un valor bajo. La diversidad es de 0.192 con el índice de Shannon-Wiener y de 0.225 con el de Peilou.

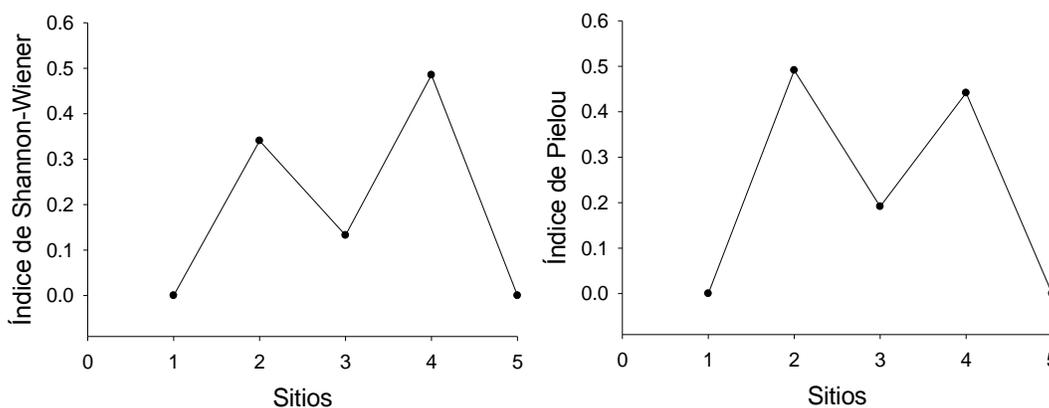


Figura 18. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Palo Verde.

En el caso particular de Cuyutlán (Figura 19) los dos índices se mantuvieron en 0, reflejando que sólo se tuvo presencia de una especie en los cuatro sitios, es única localidad que presenta esta situación. Para Cuyutlán la diversidad de

especies es baja ya que sólo hay una especie debido a que la vegetación es homogénea.

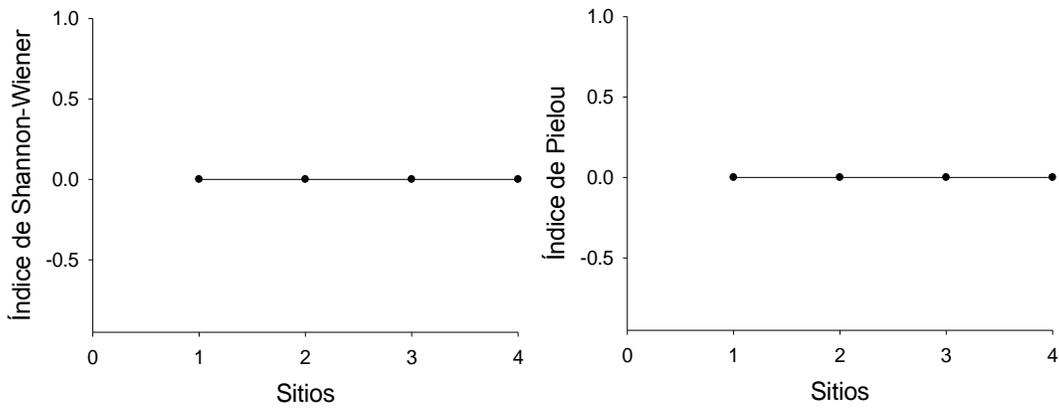


Figura 19. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Cuyutlán.

Por último, Los Reyes manifiesta una condición similar entre los índices, tiene tres sitios (1, 3 y 4) con valor 0 mientras que el sitio 2 tiene un índice de Shannon-Wiener de 0.763 y el de Pielou en 0.550 (Figura 20). La diversidad con el índice de Shannon-Wiener es de 0.191, superior al obtenido con el índice de Pielou, 0.138.

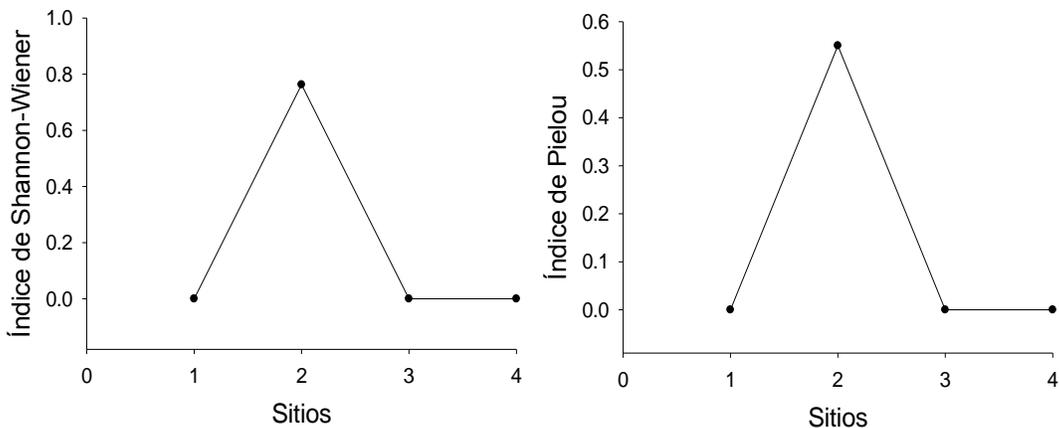


Figura 20. Índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou para la localidad de Los Reyes.

En general, de todas las localidades respecto al índice de Shannon-Wiener, Tecuanillo es la que tiene más alto valor (0.366), le sigue El Chupadero (0.342) y en tercer lugar está El Paraíso (0.339); por otro lado, con el índice de Pielou en primer lugar está Boca de Pascuales (0.389), en seguida está El Paraíso (0.360) y en tercer lugar Tecuanillo (0.354). Con estos datos se verifica que efectivamente las diferencias entre las localidades no son significativas, y podemos plantear un índice general o promedio para las 8 localidades, con el índice de Shannon-Wiener el valor es 0.234 con una desviación estándar de 0.12 y con el índice de Pielou es de 0.254 y su desviación estándar es de 0.13, ambos resultados son muy similares.

4.1.3 Índices de similitud

El índice de Jaccard se calculó con el programa PAST del cual se obtuvo un dendograma (Figura 21), se tuvo en la correlación de Cophen un valor de 0.8425 utilizando el algoritmo Paired group (UPGMA) este es un valor aceptable. Este índice lo que se utiliza es el número de especies de presencia/ausencia, así como las especies compartidas; al 40 % de similitud se trazó una línea horizontal perpendicular al grado de similitud, a partir de esta línea se determinaron cinco conglomerados, el primero incluye las localidades de Las Margaritas y Boca de Pascuales, el segundo El Paraíso, Palo verde y Los Reyes, el tercero Tecuanillo, el cuarto es Cuyutlán y el quinto El Chupadero.

La primera agrupación que corresponde a Las Margaritas y Boca de Pascuales, ambas localidades tienen tres especies cada una de las que comparten sólo dos. De la segunda agrupación (El Paraíso, Palo Verde y Los Reyes), El Paraíso que tiene ocho especies comparte cuatro con Palo Verde mientras que con Los Reyes comparte sólo tres por ello El Paraíso aunque es similar a las otras dos localidades se separa un poco; Palo Verde y Los Reyes que tienen cuatro especies cada una compartiendo tres de ellas.

Tecuanillo, Cuyutlan y El Chupadero son las localidades restantes diferentes que no se agrupan, esto puede deberse a que el número de especies

que comparten es muy poco, es menor a las de los conglomerados anteriores, ya que Tecuanillo de las cinco especies que tiene sólo una comparte con Cuyutlán y dos comparte con El Chupadero, Cuyutlán sólo tienen una especie la cual es compartida con El Chupadero.

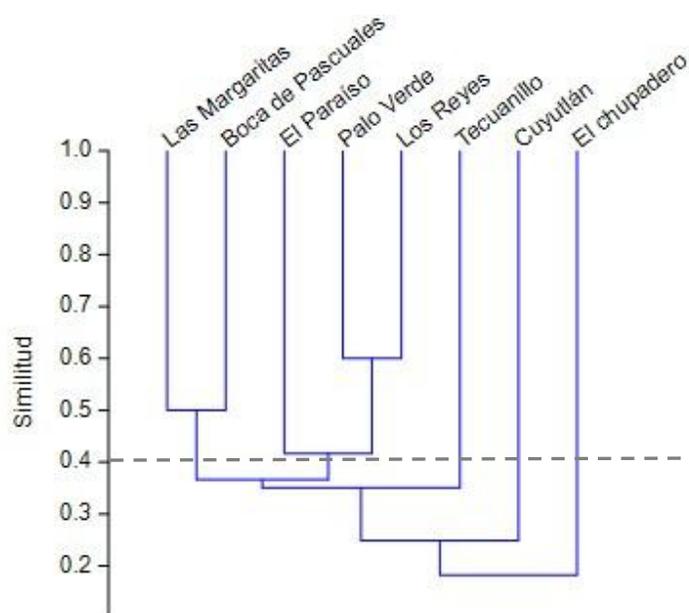


Figura 21. Índice de similitud de Jaccard para las ocho localidades de manglar bajo estudio.

Se calculó también el índice de Morisita-Horn, con el algoritmo que se usó en el índice de Jaccard, este índice utiliza el número de individuos de cada especie por localidad y el total de los individuos por localidad, se obtuvo un dendograma (Figura 22), con 0.9703 en la correlación de Cophen siendo un valor aceptable. Al 96 % de similitud se trazó una línea horizontal para determinar el número de conglomerados, con este índice se agruparon las localidades en tres conglomerados, el primero es El Paraíso, el segundo incluye las localidades de Las Margaritas, Palo Verde, Los Reyes, Cuyutlán, Tecuanillo y El Chupadero, el tercero es Boca de Pascuales.

En El Paraíso, el número de individuos de *Laguncularia racemosa* permanece cercano al promedio en todas las localidades, pero es muy superior en la especie *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*.

Las Margaritas, Palo Verde, Los Reyes, Cuyutlán, Tecuanillo permanecen muy similares, en este grupo todavía se incluye a El Chupadero pero se separa un poco tal vez porque aparece la especie *Hippomane mancinella* con un número de individuos considerables pero no es muy superior como en el caso de las especies de *Conocarpus erectus* y *Coccoloba barbadensis*.

Boca de Pascuales sobresale en número de individuos de *Pithecellobium lanceolatum* y más en *Coccoloba barbadensis*, cabe señalar que en esta localidad es únicamente donde se presenta esta última especie.

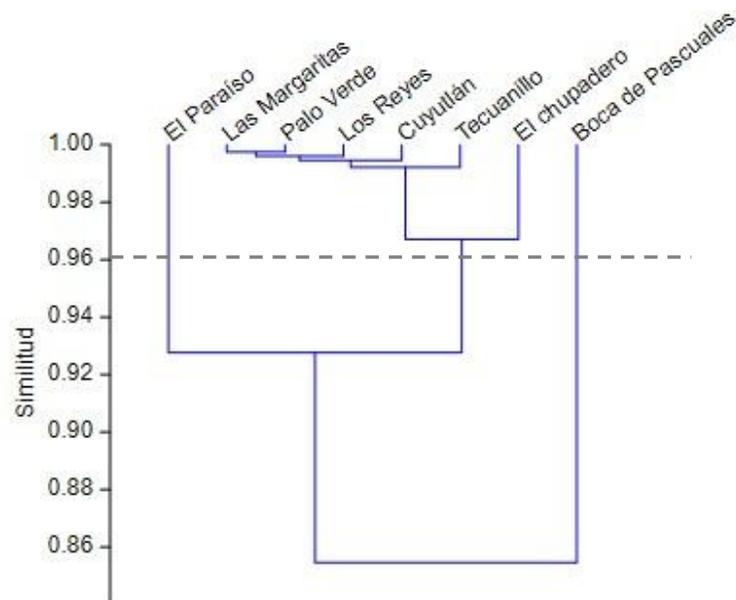


Figura 22. Índice de similitud de Morisita-Horn para las ocho localidades de manglar bajo estudio.

4.2 Estructura horizontal

4.2.1 Índice de Valor de Importancia

Dominancia

La dominancia está dada en función del área basal (AB) de las especies, la cual esta presentada en $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$, de todas las localidades el Tecuanillo tiene un AB total (suma de las AB ha^{-1} de todas las especies presentes en cada localidad) de $62.730 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, lo que la ubica como la localidad más dominante, le sigue en segundo lugar Las Margaritas con $48.492 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, en tercer lugar está El Chupadero de $42.900 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, Cuyutlán ocupa el cuarto lugar con $33.994 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, el quinto con $31.978 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ esta Palo Verde, el sexto es para Boca de Pascuales con $30.419 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$, en séptimo lugar está El Paraíso con $29.678 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ y finalmente en octavo lugar esta Los Reyes con un área basal total de $21.535 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (Figura 23).

En Tecuanillo como especie dominante esta *Laguncularia racemosa* con $58.721 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ de dominancia absoluta lo que representa 93.61 % de dominancia relativa, le sigue *Pithecellobium lanceolatum* de $3.542 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (5.65 %), en el tercero esta *Avicennia germinans* con $0.322 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (0.51 %), la Morfoespecie 3 tiene $0.086 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (0.14 %), y *Rhizophora mangle* con $0.060 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (0.10 %).

En Las Margaritas la especie más dominante es *Laguncularia racemosa* con $37.132 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (76.57 %), le sigue *Pithecellobium lanceolatum* con $6.150 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (12.68 %), y finalmente *Conocarpus erectus* con $5.210 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (10.74 %).

En El Chupadero, *Laguncularia racemosa* es la especie más dominante con $34.854 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (81.25 %) de dominancia relativa, le sigue *Rhizophora mangle* con $3.535 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (8.24 %), *Hippomane mancinella* de $2.334 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (5.44 %), *Conocarpus erectus* con $1.183 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (2.76 %), *Sideroxylon capiri* $0.737 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (1.72 %), Morfoespecie 1 con $0.221 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (0.52 %) y la Morfoespecie 2 con $0.035 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (0.08 %).

Para la localidad de Cuyutlán, la única especie presente es *Laguncularia racemosa*, por tanto, es la especie dominante con un AB de $33.994 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ que representa el 100 %.

En Palo Verde, *Laguncularia racemosa* es la tiene mayor dominancia con un AB de $23.782 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ (74.37 %), le sigue *Rhizophora mangle* con $7.974 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$

(24.93 %), *Pithecellobium lanceolatum* con $0.116 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.36 %), y finalmente *Prosopis juliflora* con $0.106 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.33 %).

Boca de Pascuales tiene a *Laguncularia racemosa* en primera posición con $22.171 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (72.89 %), le sigue *Pithecellobium lanceolatum* con $4.879 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (16.04 %), y por último a *Coccoloba barbadensis* con $3.369 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (11.07 %).

En El Paraíso aparece nuevamente como especie dominante *Laguncularia racemosa* de $21.695 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (73.10 %), posteriormente *Rhizophora mangle* con $3.929 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (13.24 %), *Conocarpus erectus* tiene $3.429 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (11.55 %), *Pithecellobium lanceolatum* de $0.405 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (1.36 %), *Annona reticulata* de $0.139 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.47 %), *Prosopis juliflora* con $0.050 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.17 %), *Terminalia catappa* de $0.021 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.07 %), y por último la Morfoespecie 4 con $0.010 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (0.03 %).

En Los Reyes, nuevamente *Laguncularia racemosa* tiene mayor dominancia con $20.457 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (94.99 %), posteriormente *Guazuma ulmifolia* con $0.515 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (2.39 %), *Pithecellobium lanceolatum* con $0.327 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (1.52 %) y finalmente *Prosopis juliflora* con $0.237 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (1.10 %).

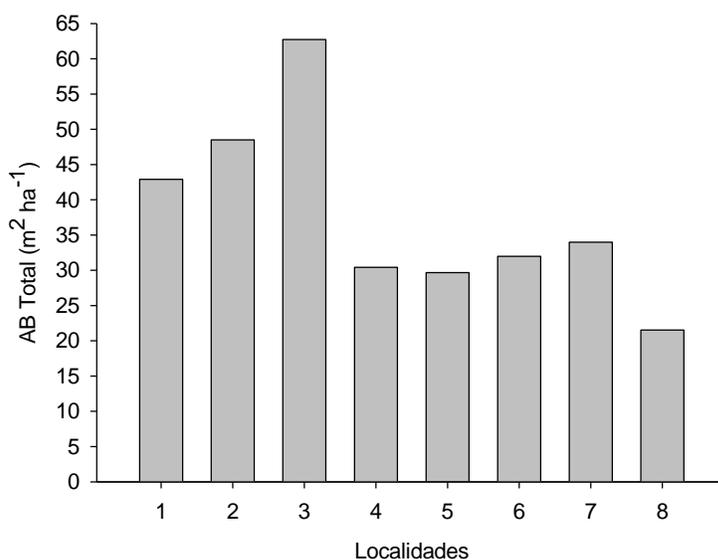


Figura 23. Área basal total de las ocho localidades de manglar bajo estudio. Localidad 1: El Chupadero, 2: Las Margaritas, 3: Tecuanillo, 4: Boca de Pascuales, 5: El Paraíso, 6: Palo Verde, 7: Cuyutlán, y 8: Los Reyes.

Abundancia

En cuanto a la abundancia, la localidad que presenta mayor número individuos ha^{-1} en total es Cuyutlán con 5600 individuos ha^{-1} , después esta Tecuanillo con 4225 individuos ha^{-1} , le sigue El Paraíso con 3413 individuos ha^{-1} , Palo Verde ocupa el cuarto lugar con 3400 individuos ha^{-1} , en el quinto esta Las Margaritas con 3450 individuos ha^{-1} , Los Reyes con 2600 individuos ha^{-1} está en el sexto, con en el séptimo esta Boca de Pascuales al tener 1925 individuos ha^{-1} y en octavo lugar El Chupadero con 1692 ha^{-1} , la Figura 24 muestra los individuos ha^{-1} de cada especie que se presenta por localidad, se ve claramente como *Laguncularia racemosa* está presente considerablemente en las todas las localidades evaluadas.

Cuyutlán es la localidad que tiene más individuos ha^{-1} y como única especie *Laguncularia racemosa*, la cual tiene una abundancia de 5600 individuos ha^{-1} lo que es el 100 % de abundancia relativa.

En Tecuanillo, también *Laguncularia racemosa* es la especie con mayor abundancia al tener 3675 individuos ha^{-1} (86.98 %), contrastando drásticamente con las demás especies, ya que por ejemplo *Pithecellobium lanceolatum* sólo tiene 325 individuos ha^{-1} (7.69 %), *Avicennia germinans* 150 individuos ha^{-1} (3.55 %), *Rhizophora mangle* 50 individuos ha^{-1} (1.18 %), y la Morfoespecie 3 tiene 25 individuos ha^{-1} (0.59 %).

Por su parte, en El Paraíso la especie con mayor abundancia absoluta es *Laguncularia racemosa* al tener 2275 individuos ha^{-1} que representa el 66.67 % de densidad relativa, seguida de *Conocarpus erectus* con 588 individuos ha^{-1} (17.22 %), *Rhizophora mangle* es la tercera especie con 375 individuos ha^{-1} (10.99 %), *Pithecellobium lanceolatum* presenta 125 individuos ha^{-1} (3.66 %), las especies de *Prosopis juliflora*, *Annona reticulata*, *Terminalia catappa* y la Morfoespecie 4 tienen 13 individuo ha^{-1} lo que representa 0.37 % de densidad relativa cada una.

Palo Verde tiene 3120 individuos ha^{-1} (91.76 %) de *Laguncularia racemosa*, siendo esta la especie con mayor abundancia, le sigue en mucho menor valor *Rhizophora mangle* que sólo presenta 180 individuos ha^{-1} (5.29 %) y con valor un

tanto más bajos las especies de *Pithecellobium lanceolatum* con 60 individuos ha⁻¹ (1.76 %) y *Prosopis juliflora* con 40 individuos ha⁻¹ (1.18 %).

Las Margaritas, en esta comunidad nuevamente *Laguncularia racemosa* está en primera posición al tener 3225 individuos ha⁻¹ (93.48 %), y nuevamente la diferencia es muy marcada en comparación con las demás especies de esta localidad puesto que *Pithecellobium lanceolatum* tiene 125 individuos ha⁻¹ (3.62 %) y *Conocarpus erectus* tiene 100 individuos ha⁻¹ (2.90 %).

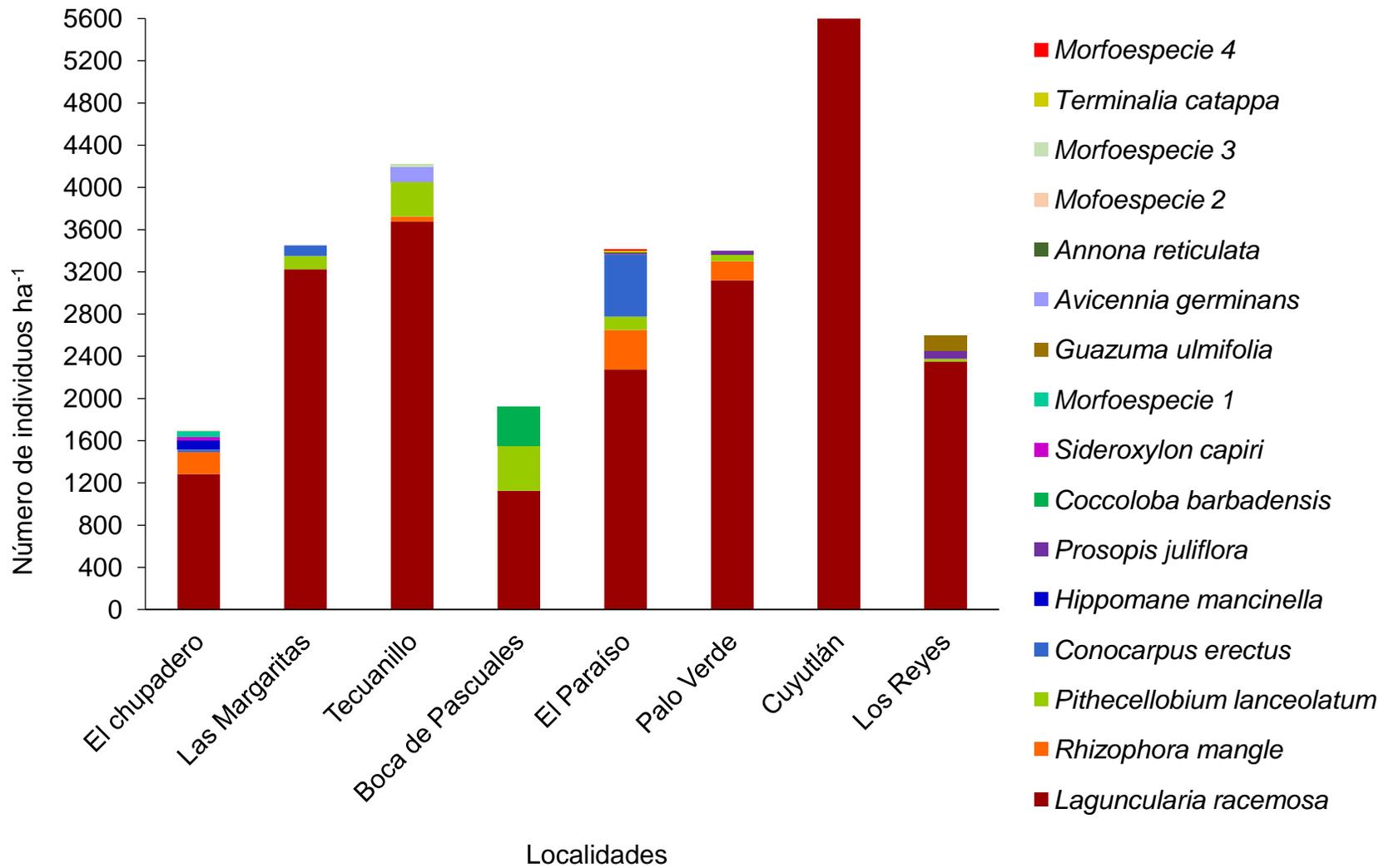


Figura 24. Número total de individuos ha^{-1} de las ocho localidades de manglar bajo estudio incluyendo las especies presentes en cada localidad.

En Los Reyes, *Laguncularia racemosa* alcanza a tener 2350 individuos ha^{-1} (90.38 %), mientras que las demás especies tienen valores muy bajos como *Guazuma ulmifolia* con 150 individuos ha^{-1} (5.77 %), *Prosopis juliflora* tiene 75 individuos ha^{-1} (2.88 %) y *Pithecellobium lanceolatum* sólo tiene 25 individuos ha^{-1} (0.96 %).

En la localidad Boca de Pascuales, se tiene nuevamente a *Laguncularia racemosa* como la especie con mayor abundancia al tener 1125 individuos ha^{-1} (58.44 %), *Pithecellobium lanceolatum* tiene 425 individuos ha^{-1} (22.08 %) y por último esta *Coccoloba barbadensis* la cual tiene 375 individuos ha^{-1} (19.48 %).

La última localidad es El Chupadero en la cual la mayor abundancia la ocupa nuevamente *Laguncularia racemosa* con 1285 individuos ha^{-1} (75.91 %), le sigue *Rhizophora mangle* con 208 individuos ha^{-1} (12.27 %), después esta *Hippomane mancinella* que tiene 85 individuos ha^{-1} (5.0 %), todavía en menor valor esta la Morfoespecie 1 que tiene 46 individuos ha^{-1} (2.73 %), *Sideroxylon capiri* presenta 38 individuos ha^{-1} (2.27 %), *Conocarpus erectus* 23 individuos ha^{-1} (1.36 %) y la Morfoespecie 2 con tan solo 8 individuos ha^{-1} (0.45 %).

Frecuencia

Respecto a la frecuencia, para la localidad El Chupadero se evaluaron 13 sitios en total; *Rhizophora mangle* es la especie que tiene mayor presencia al encontrarse en 10 sitios teniendo un valor de 0.7692 en frecuencia absoluta (FA) lo que representa el 38.46 % de frecuencia relativa (FR), *Laguncularia racemosa* se presentó en ocho sitios teniendo un valor de FA de 0.6154 (30.77 %), *Hippomane mancinella* está en 4 sitios con una FA de 0.3077 (15.38 %) y en menor frecuencia están las especies de *Conocarpus erectus*, *Sideroxylon capiri*, Morfoespecie 1 y la Morfoespecie 2 que sólo se presentaron una vez en la localidad con una FA de 0.0769 (3.85 % cada una).

En Las Margaritas fueron cuatro los sitios evaluados en los que *Laguncularia racemosa* se presentó en tres de ellos teniendo una FA de 0.75 y 60 % de frecuencia relativa, mientras que *Pithecellobium lanceolatum* y *Conocarpus*

erectus tuvieron presencia en una especie en cada una, ambas especies con una FA de 0.25 (20 % cada una de frecuencia relativa).

Tecuanillo tiene cuatro sitios, de los cuales *Laguncularia racemosa* se presentó en todos ellos, por lo que tuvo una frecuencia absoluta de 1 dando por tanto una frecuencia relativa de 44.44 %, *Pithecellobium lanceolatum* se presenta en la mitad de los sitios con una FA 0.5 (22.22 %); las especies de *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y la Morfoespecie 3 se presentan en un sitio, por lo que tienen una FA de 0.25 lo que representa el 11.11 % de frecuencia relativa cada una.

En Boca de Pascuales el total de sitios de muestreo son cuatro, *Laguncularia racemosa* fue la especie que se presentó en todos los sitios por lo que tiene una FA de 1 y la frecuencia relativa de 66.67 %, *Pithecellobium lanceolatum* y *Coccoloba barbadensis* tuvieron presencia de un sitio cada una con un valor de 0.25 de FA (16.67 %).

El Paraíso tiene ocho sitios, en siete de ellos se presentó *Laguncularia racemosa* con una FA de 0.875 y una FR de 38.89 %, *Pithecellobium lanceolatum* se presentó en cuatro sitios teniendo una FA de 0.5 (22.22 % de FR), *Rhizophora mangle* se presenta en dos sitios con una FA 0.25 (11.11 %); las especies de *Conocarpus erectus*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Annona reticulata*, *Prosopis juliflora*, *Terminalia catappa* y la Morfoespecie 4 se presentan en un sitio cada una y tienen una FA de 0.125 (5.56 %).

En la localidad de Palo Verde de los cinco sitios establecidos, en cuatro de ellos se presentó *Laguncularia racemosa* con un valor de FA de 0.8 (44.44 %), *Rhizophora mangle* y *Pithecellobium lanceolatum* se presentaron en la mitad de los sitios y su FA es de 0.4 (22.22 %), *Prosopis juliflora* se encontró en un sitio lo que representa 0.2 de FA (11.11 %).

En Cuyutlán en los cuatro sitios establecidos se presentó *Laguncularia racemosa* en todos ellos por tanto la frecuencia absoluta es de 1 y la relativa del 100 %.

Los Reyes tiene un total de cuatro sitios en la que *Laguncularia racemosa* también se presenta en todos ellos con una FA de 1 pero una FR de 57.14 % ya

que el resto de la frecuencia es de las especies de *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora* y *Pithecellobium lanceolatum* y que tienen presencia en 1 sitio de la localidad teniendo un FA de 0.25 y una FR de 14.25 %.

Índice de Valor de Importancia por localidad

Con base a los valores de Dominancia, Abundancia y Frecuencia relativa que se describieron anteriormente se determinó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual refleja el valor que tiene cada especie en cada localidad (Cuadro 5), las especies están ordenadas de acuerdo al IVI de mayor a menor y los valores están dados en porcentaje (%), la suma total del IVI es de 100 % al igual que cada una las variables que lo conforman (Cuadro 5).

Localidad 1 El Chupadero. *Laguncularia racemosa* es la especie que tiene el más alto de IVI al tener 62.64 % ya que los datos de dominancia y abundancia relativa es mucho más alto que las demás especies, sólo en la frecuencia relativa ocupó el segundo lugar aunque se mantuvo muy cercano al valor más alto. *Rhizophora mangle* está en segundo lugar al tener 19.66 % del IVI contrastando con las demás especies que tienen un valor bajo, la Morfoespecie 2 es la que tiene 1.46 % siendo este valor el más bajo de la localidad.

Localidad 2 Las Margaritas. *Laguncularia racemosa* se presenta de nueva cuenta con el IVI más alto 76.68 % haciendo un contraste muy marcado con las especies de *Pithecellobium lanceolatum* y *Conocarpus erectus* las cuales tienen un valor bajo pero muy cercano entre ellas 12.10 y 11.21 respectivamente.

Localidad 3 Tecuanillo. *Laguncularia racemosa* sigue siendo la especie que ocupa el más alto IVI al tener el 75.01 % de éste, le sigue *Pithecellobium lanceolatum* con el 11.85 % y las demás especies presentan un IVI todavía más bajo reflejando en su dominancia relativa un valor muy por debajo de las dos especies con el IVI alto.

Localidad 4 Boca de Pascuales. *Laguncularia racemosa* sigue siendo la especie con mayor IVI al tener el 66 % con respecto a las otras dos especies, las cuales se mantienen con un valor cercano pero tienen un valor menor al 19 %.

Localidad 5 El Paraíso. Con un IVI de 59.55 % *Laguncularia racemosa* sigue teniendo el valor más alto, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* se mantienen cercanas con 11.78 y 11.44 % respectivamente, el resto de las especies tienen un valor decreciente hasta llegar a 1.99 % correspondiente a la Morfoespecie 4.

Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las ocho localidades de manglar bajo estudio con las especies encontradas en cada una.

Localidades	Especie	DOR*	AR*	FR*	IVI*
El Chupadero					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	81.25	75.91	30.77	62.64
2	<i>Rhizophora mangle</i>	8.24	12.27	38.46	19.66
3	<i>Hippomane mancinella</i>	5.44	5.00	15.38	8.61
4	<i>Conocarpus erectus</i>	2.76	1.36	3.85	2.66
5	<i>Sideroxylon capiri</i>	1.72	2.27	3.85	2.61
6	Morfoespecie 1	0.52	2.73	3.85	2.36
7	Morfoespecie 2	0.08	0.45	3.85	1.46
	Total	100	100	100	100
Las Margaritas					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	76.57	93.48	60.00	76.68
2	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	12.68	3.62	20.00	12.10
3	<i>Conocarpus erectus</i>	10.74	2.90	20.00	11.21
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Tecuanillo					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	93.61	86.98	44.44	75.01
2	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5.65	7.69	22.22	11.85
3	<i>Avicennia germinans</i>	0.51	3.55	11.11	5.06
4	<i>Rhizophora mangle</i>	0.10	1.18	11.11	4.13
Boca de Pascuales					
	<i>Laguncularia racemosa</i>	72.89	58.44	66.67	66.00
2	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	16.04	22.08	16.67	18.26
3	<i>Coccoloba barbadensis</i>	11.07	19.48	16.67	15.74
	Total	100	100	100	100

DOR: dominancia relativa, AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia, *: expresado en porcentaje (%).

Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) para las ocho localidades de manglar bajo estudio con las especies encontradas en cada una. Continuación

Localidades	Especie	DOR*	AR*	FR*	IVI*
El Paraíso					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	73.10	66.67	38.89	59.55
2	<i>Rhizophora mangle</i>	13.24	10.99	11.11	11.78
3	<i>Conocarpus erectus</i>	11.55	17.22	5.56	11.44
4	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	1.36	3.66	22.22	9.08
5	<i>Annona reticulata</i>	0.47	0.37	5.56	2.13
6	<i>Prosopis juliflora</i>	0.17	0.37	5.56	2.03
7	<i>Terminalia catappa</i>	0.07	0.37	5.56	2.00
8	Morfoespecie 4	0.03	0.37	5.56	1.99
	Total	100	100	100	100
Palo Verde					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	74.37	91.76	44.44	70.19
2	<i>Rhizophora mangle</i>	24.93	5.29	22.22	17.48
3	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	0.36	1.76	22.22	8.12
4	<i>Prosopis juliflora</i>	0.33	1.18	11.11	4.21
	Total	100	100	100	100
Cuyutlán					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	100	100	100	100
	Total	100	100	100	100
Los Reyes					
1	<i>Laguncularia racemosa</i>	94.99	90.38	57.14	80.84
2	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.39	5.77	14.29	7.48
3	<i>Prosopis juliflora</i>	1.10	2.88	14.29	6.09
4	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	1.52	0.96	14.29	5.59
	Total	100	100	100	100

DOR: dominancia relativa, AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia, *: expresado en porcentaje (%).

Localidad 6 Palo Verde. Con 70.19 % de IVI *Laguncularia racemosa* sigue teniendo el Valor más alto; y con 17.48 % de IVI esta *Rhizophora mangle*,

Pithecellobium lanceolatum tiene el 8.12 % lo que la ubica en tercer lugar y finalmente *Prosopis juliflora* que tiene el 4.21 % de IVI.

Localidad 7 Cuyutlán. Esta localidad al tener una sola especie y tener por consiguiente los datos de dominancia, Abundancia y Frecuencia relativa en 100 %, *Laguncularia racemosa* tiene un IVI también del 100 %.

Localidad 8 Los Reyes. *Laguncularia racemosa* sigue teniendo el IVI más alto al tener el 80.84 %, después de Cuyutlán esta es la segunda localidad en la que esta especie es más superior a las otras especies. *Guazuma ulmifolia* con 7.48 % está en el segundo lugar, y el resto de las especies tienen un valor muy similar a esta especie, quedando el valor más bajo en 5.59 % correspondiente a *Pithecellobium lanceolatum*.

Índice Valor de Importancia general

Se determinó el IVI general considerando las 16 especies encontradas en total, en el Cuadro 5 se muestran los valores obtenidos y estos se complementan con el Apéndice 9 y con la Figura 25, la cual muestra el número de individuos que se encuentran por especie en cada una de las ocho localidades de manglar, en esta se aprecia como *Laguncularia racemosa* está presente en todas las localidades y el número de individuos es superior a las otras especies.

La especie con el mayor IVI general como era de esperarse es *Laguncularia racemosa* (70.27 %) ya que en cada una de las localidades se mantuvo en primera posición, esta especie ocupa más de lo que suman el resto ya que las demás especies tuvieron menos del 30 %. *Rhizophora mangle* es la especie con el segundo lugar en el IVI con 9.85 % pero el valor es mucho menor que la primera, y el tercer lugar está *Pithecellobium lanceolatum* con el 6.75 %, mientras que *Conocarpus erectus* esta hasta el cuarto lugar (3.72 %) y *Avicennia germinans* hasta el lugar 11 con apenas 0.57 %.

En cuanto a los valores de dominancia, abundancia y frecuencia absoluta general, *Laguncularia racemosa* tienen una área basal de 32.223 m² ha⁻¹ (82.37 %), con 2487 individuos ha⁻¹ (83.20 %) y 0.826 (45.24 %) respectivamente. Por su

parte, *Rhizophora mangle* es la segunda especies en el IVI general, tiene 2.554 m² ha⁻¹ (6.74 %), 148 individuos ha⁻¹ (4.95 %), y una frecuencia absoluta de 0.326 (17.86 %). *Pithecellobium lanceolatum* supera a *Conocarpus erectus*, tiene 1.362 m² ha⁻¹ (3.59 %), 107 individuos ha⁻¹ (3.56 %), y la frecuencia absoluta es de 0.239 (13.10 %). *Conocarpus erectus* mantiene los valores de dominancia y abundancia cercanos a los de *Pithecellobium lanceolatum*, pero esta última especie es superior en frecuencia; *Conocarpus erectus* tiene 1.384 m² ha⁻¹ (3.65 %) con 117 individuos ha⁻¹ (3.93 %) y una frecuencia absoluta de 0.065 (3.57 %).

Avicennia germinans, se ubicó en el lugar 11 de IVI general al tener 0.028 m² ha⁻¹ (0.07 %), 13 individuos ha⁻¹ (0.44 %) y con frecuencia de 0.022 (1.19 %).

Cuadro 5. Índice de Valor de Importancia general de todas las especies encontradas en el muestreo en las ocho localidades de manglar.

Especie	IVI*
1 <i>Laguncularia racemosa</i>	70.27
2 <i>Rhizophora mangle</i>	9.85
3 <i>Pithecellobium lanceolatum</i>	6.75
4 <i>Conocarpus erectus</i>	3.72
5 <i>Hippomane mancinella</i>	2.43
6 <i>Prosopis juliflora</i>	1.37
7 <i>Coccoloba barbadensis</i>	1.02
8 <i>Sideroxylon capiri</i>	0.70
9 Morfoespecie 1	0.60
10 <i>Guazuma ulmifolia</i>	0.58
11 <i>Avicennia germinans</i>	0.57
12 <i>Annona reticulata</i>	0.44
13 Morfoespecie 2	0.43
14 Morfoespecie 3	0.43
15 <i>Terminalia catappa</i>	0.42
16 Morfoespecie 4	0.42
Total	100

*: expresado en porcentaje (%).

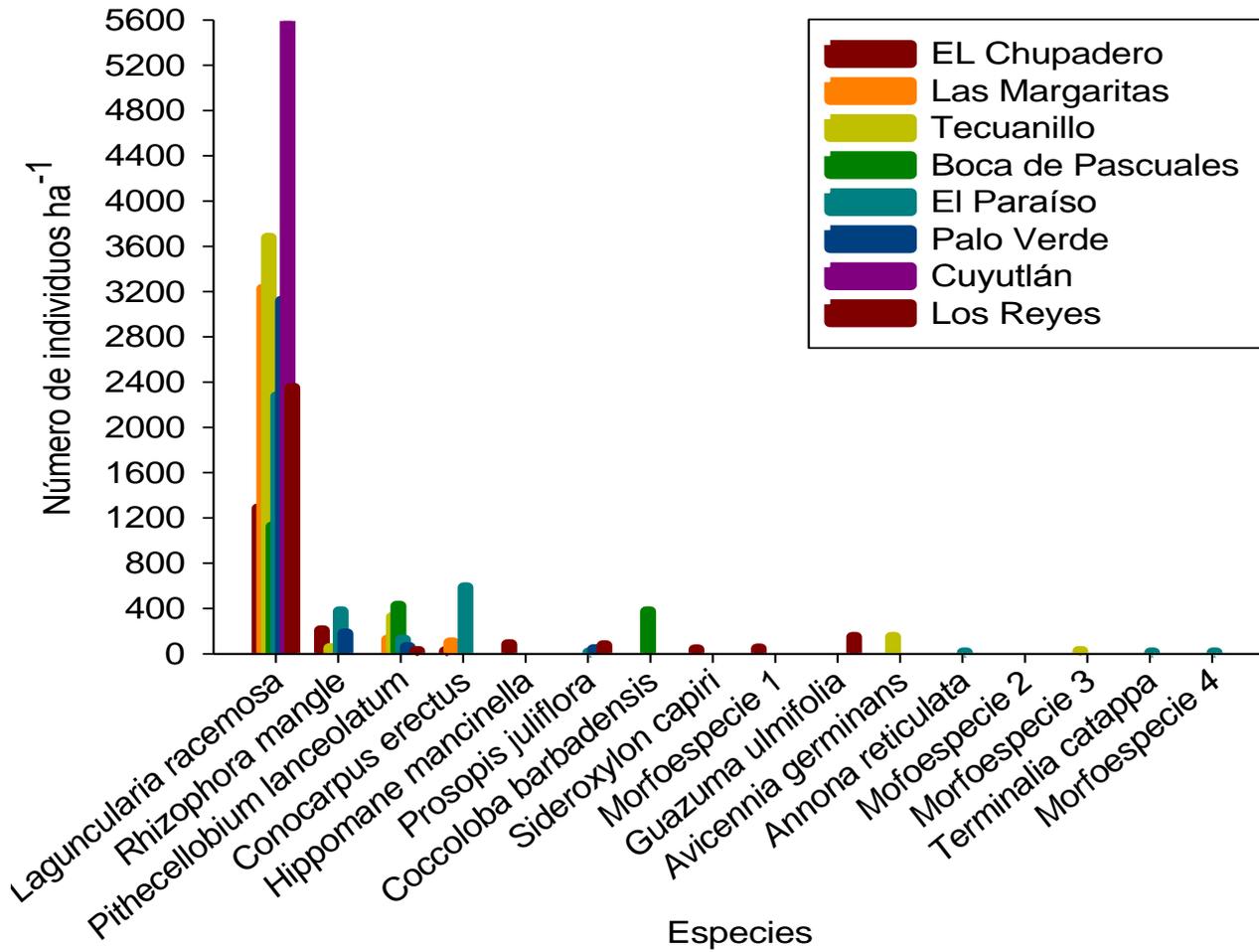


Figura 25. Número de individuos del total de especies encontradas en las ocho localidades de manglar bajo estudio.

En cuanto al análisis de varianza se compararon las ocho localidades a través de los valores obtenidos del índice de Shannon-Wiener y el índice de Pielou para comparar la diversidad y en cuanto a dominancia o estructura horizontal, se compararon los valores de área basal general de todas las especies de cada sitio por localidad, y el valor de las áreas basales de las especies que son propias del manglar como *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

En la prueba de análisis de varianza no se mostró que haya una diferencia significativa entre las localidad tanto en diversidad como en estructura horizontal; aunque los valores no sean iguales, estadísticamente no son diferentes. Los datos también se transformaron a log (logaritmo con base 10) y de nueva cuenta no presentaron diferencia significativa, los valores obtenidos en el análisis estadístico se muestran el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados de análisis de varianza de las siete variables comparadas para determinar si hay diferencia significativa entre las ocho localidades de manglar evaluadas.

Variable	Pr>F
Índice de Shannon-Wiener	0.7728
Índice de Pielou	0.6688
Área basal general	0.4520
Área basal de <i>Laguncularia racemosa</i>	0.5079
Área basal de <i>Rhizophora mangle</i>	0.4627
Área basal de <i>Avicennia germinans</i>	0.1507
Área basal <i>Conocarpus erectus</i>	0.7532

5 DISCUSIÓN

5.1 Diversidad

5.1.1 Riqueza de especies

El número de especies encontradas en total para las ocho localidades son 16, este número es similar al encontrado por Veliz-Rodríguez (2009), ya que también reporta 16 y de estas al menos un 44 % aproximadamente de las especies coinciden por las encontradas en este estudio.

Por otro lado este número de especies es superior al encontrado en el estero El Chupadero por Partida-Moncada (2007), con las que comparte aproximadamente el 50 % de las especies que reporta; también es más del doble de las especies registradas en una parte del manglar del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz (Rodríguez-Zúñiga *et al.*, 2011), en el que se registraron 7 de las cuales solo las especies de manglar verdadero son las compartidas.

5.1.2 Índices de diversidad

En cuanto a los índices de Shannon-Wiener y el de Pielou, todas las localidades en promedio tienen un índice bajo, pero el tener una localidad con valor de 0, en Cuyutlán, hace que el promedio disminuya un poco más.

En promedio en valor del índice de Shannon-Wiener es todavía superior al reportado por Partida-Moncada (2007) en 0.149 en la localidad de El Chupadero.

El valor del índice obtenido es muy bajo en comparación con estudios anteriores para algunas de las localidades que son reevaluadas, Veliz-Rodríguez (2009) calculó también el índice de Shannon-Wiener para El Chupadero en 0.829, Las Margaritas 0.215, Tecuanillo 1.171, El Real 1.415 y Boca de Pascuales tiene 0.657, teniendo un promedio de 0.857; las localidades de Tecuanillo y El Real que sobresalían en ese estudio actualmente, por las observaciones de campo, sufren tala ilegal y serios problemas de contaminación, el índice de la primera localidad

bajó drásticamente y en la segunda localidad, tal es el grado de contaminación que tiene que no se pudo evaluar en éste estudio.

Para otros manglares, el valor obtenido es bajo, Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado (2012) en Costa Rica reporta para la Laguna Gandoca una media del índice de Shannon-Wiener de 0.33 y de 0.69 para el Estero Moín.

5.1.3 Índices de similitud

Se identificaron las localidades que tienen un grado de similitud o diferencia reflejándolo en dendogramas, con el índice Jaccard se formaron cinco conglomerados mientras que con el índice de Morisita-Horn fueron tres, el número varía entre índices debido a las variables que utilizadas. Por un lado, el índice Jaccard solo mide la presencia/ausencia de especies entre las localidades evaluadas enfatizando en las especies compartidas, lo que es útil cuando hay muchos elementos compartidos, es uno de los índices más usados (Herrera-Moreno, 2000; Lozada-Dávila, 2010), con el índice Morisita-Horn, la información se complementa, ya que utiliza el número de individuos de cada especie y el total de ellos por localidad; ambos índices muestran de mejor manera y más a fondo como están las comunidades.

El índice de Morisita y su representación en dendogramas permite agrupar la vegetación mostrando su grado de similitud, por ejemplo en los petenes de Campeche (Zamora-Crescencio *et al.*, 2015), este índice también ha sido usado en otros países con el mismo fin (Gomes-Silva *et al.*, 2008).

Los índices de Jaccard y Morisita, se pueden usar de manera conjunta en los estudios (De Faria-López *et al.*, 2011), dado que el segundo índice se puede usar como la manera cuantitativa de confirmar o complementar la información obtenida por el primer índice (Carmona-Lara, 2008).

Para calcular estos índices se hace uso del análisis multivariado, para la ordenación de datos reduciendo tiempo e información, además si tenemos varias especies como en este caso es más fácil, además evita hacer suposiciones de

cuáles son los conglomerados sin tener la información concreta (Lozada-Dávila, 2010).

5.2 Estructura horizontal

5.2.1 Índice de Valor de Importancia

Los valores obtenidos en este estudio demuestran un aumento en el IVI de algunas localidades en las que se establecieron sitios de permanentes de muestro, Veliz-Rodríguez (2009) evaluó cinco localidades del estado de Colima, en ellas la especie que presentó mayor IVI fue *Laguncularia racemosa*, en la localidad Boca de Pascuales tiene 59.67 %, en El Real 68.02 %, en Tecuanillo 73.78 %, en Las Margaritas tiene 69.77 % y en el Chupadero 44.20 %.

Rhizophora mangle muestra un aumento su IVI en Tecuanillo y El Chupadero, al tener 4.13 % en la primera localidad ubicándola en la cuarta posición y de 19.66 % en la segunda localidad ubicándola en segundo lugar, en el estudio de Veliz-Rodríguez esta especie estaba en el quinto lugar en Tecuanillo con 3.99 % y segundo lugar también en El Chupadero con 18.99 % Veliz-Rodríguez (2009).

Pithecellobium lanceolatum está presente de seis de las ocho localidades evaluadas y esta especie está cobrando mayor importancia ya que ahora ocupa el segundo lugar en las localidades donde antes tenía presencia como la tercera especie con el IVI más alto (Veliz-Rodríguez (2009), en Boca de Pascuales tenía 16.33 %, en Tecuanillo el 7.79 % y Las Margaritas tenía el 8.67 %; en El Chupadero esta especie continua sin presencia.

Conocarpus erectus disminuyó su IVI en Las Margaritas al tener ahora el tercero lugar con 11.21 %; ya que estaba en el segundo lugar con 15.02 %; en El Chupadero también disminuyó, ahora está en la cuarta posición con 2.66 % y antes estaba en la tercera posición con 10.16 %. *Avicennia germinans* es otra especie que también disminuyó su IVI, en Tecuanillo está en tercer lugar con 5.06 %, antes era la segunda especie con mayor valor en esta localidad al tener 9.62 % del IVI.

También para el estero Palo Verde, Colima, Téllez-García y Valdez Hernández (2012) determinaron en el IVI en un rodal mixto para las especies de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, 66.90 y 33.07 % respectivamente, lo que al comparar los datos obtenidos en el presente estudio y los presentados por Téllez-García y Valdez Hernández representa un valor muy similar en cuanto a la primera especie pero inferior en la segunda, lo que también se manifiesta en el IVI general.

En otros manglares de la costa este del país muestran in IVI diferente al obtenido en este estudio, En Baja California Sur (Ochoa-Gómez, 2014) *Rhizophora mangle* tiene un IVI de 50.04 %, mientras que *Laguncularia racemosa* alcanza el 43.05 % y *Avicennia germinans* tiene 6.89 %; por otro lado, en el estado de Yucatán, en la Laguna Celestún Zaldívar-Jiménez *et al.* (2004) encontró que la especie que más domina es *Rhizophora mangle* con el IVI de 52 %, seguido por *Avicennia germinans* con 26 % y por ultimo *Laguncularia racemosa* con 22 %.

En comparación con otros manglares del continente y opuesto a lo que tenemos, Manrow-Villalobos y Vilchez-Alvarado (2012) reportan para la Laguna de Gandoca como especies con mayor IVI a *Rhizophora mangle* al tener el 76.38 % de 10 especies, le sigue *Laguncularia racemosa* con el 12.45 % y *Pterocarpus officinalis* Jacq. con 2.78 %, mientras que en el Estero Moín tiene 16 especies de las cuales *Pterocarpus officinalis* es la que tiene mayor IVI al tener 36.13 %, *Laguncularia racemosa* con 21.49 % y *Rhizophora mangle* tiene 19.05 %, también hay presencia de *Avicennia germinans* la cual ocupa el cuarto lugar con un IVI de 10.92 %.

5 CONCLUSIONES

La diversidad de especies calculada entre las localidades es baja y similar.

La similitud de especies indica que no hay diferencia entre las localidades, pero se manifiesta diferente agrupación debido a que, por un lado, se enfatiza en las especies compartidas y por otro, se diferencian las localidades que tienen especies con alto número de individuos.

La estructura horizontal en cuanto a área basal es semejante entre las localidades, de las especies mezcladas del manglar sobresale *Laguncularia racemosa* con mayor valor de importancia, le sigue *Rhizophora mangle* y posteriormente *Pithecellobium lanceolatum*.

6 RECOMENDACIONES

Estimar las varianzas de los sitios y en las diferentes localidades para determinar el tamaño de muestra adecuado que nos permita describir la curva de acumulación de especies y las variables de estructura horizontal.

Continuar la investigación al monitorear y establecer nuevos sitios de muestreo en los manglares del estado, que permita conocer los factores que generan cambios en la diversidad y estructura, ampliando la información sobre ellos.

7 LITERATURA CITADA

- Acharya, G. 2002. Life at the margins: the social, economic and ecological importance of mangroves. *Madera y Bosques* 8: 53-60. [Consultada: 09 de marzo de 2016]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61780103>>.
- Aguirre-Calderón, O. A. 2002. Índices para la caracterización de la estructura del estrato arbóreo de ecosistemas forestales. *Ciencia Forestal en México* 27: 5-27.
- Agraz-Hernández, C. M., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F. J. Flores-Verdugo, y J. J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de campo: identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Calderón, C., O. Aburto y E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. *CONABIO. Biodiversistas* 82: 1-6.
- Carmona-Lara, M. D. P., R. Foroughbakhch, A. Flores-Valdés, M. A. Alvarado y M. A. Guzmán-Lucio. 2008. Flora cactológica y especies asociadas en el área natural protegida Sierra Corral de los Bandidos, Nuevo León, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 7: 307-323.
- CNA. 1998. Cuencas hidrológicas. Escala 1:250 000. Comisión Nacional del Agua. México.
- CONABIO. 2004. Mapa base del estado de Colima. Escala 1:415 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2009. Manglares de México: extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.
- CONABIO. 2013. Manglares de México. Extensión, distribución y monitoreo. 1ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 130 p.
- CONAFOR. 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Colima 2013. Comisión Nacional Forestal. Texcoco, Estado de México. 131 p.

- Córdova-Avalos, A., J. L. Alcántara-Carbajal, R. Guzmán-Plazola, G. D. Mendoza-Martínez y V. González-Romero. 2009. Desarrollo de un índice de integridad biológica avifaunístico para dos asociaciones vegetales de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 25: 1-22.
- Corona-Santoyo, G. A. 2005. "Diversidad íctica en ríos de la vertiente del Pacífico del estado de Chiapas". *Revista Digital Universitaria* [en línea]. 10 de agosto de 2005, 6: 12 p. [Consultada: 24 de febrero de 2016]. Disponible en: <<http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art81/int81.htm>>.
- Daniel, T. W., J. A. Helms y F. S. Backer. 1982. *Principios de silvicultura*. Ed. McGraw-Hill. México, DF. 492 p.
- De Faria-Lopes, S., V. S. Do Vale, A. P. De Oliveira e I. Shciavini. 2011. Análise comparativa da estrutura e composição florística de Cerrado no Brasil central. *Interciencia* 36: 8-15.
- De la Garza-García, J., B. N Morales-Serrano., y B. A. González-Cavazos. 2013. *Análisis estadístico multivalente: un enfoque teórico y práctico*. Ed. McGraw-Hill. México. 712 p.
- Endara-Agramont A. R., S. Franco-Maass, G. E. Nava-Bernal y J. I. Valdez-Hernández. 2011. Estructura y regeneración en bosques tropicales de alta montaña: el caso del parque nacional Nevado de Toluca. *In: Bosques y Árboles del Trópico Mexicano: estructura, Conocimiento y Usos*. Endara-Agramont A. R., A. Mora-Santacruz, y J. I. Valdez-Hernández (editores). Ed. Pandora, S. A. Guadalajara, Jalisco, México. pp: 1-22.
- FAO. 2007a. Los manglares de América del Norte y de América Central 1980-2005. Informes nacionales. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper 138, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 161 p.
- FAO. 2007b. The world's mangroves 1980-2005. Forestry Paper 153, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 89 p.
- Foroughbakhch P, R., A. E. Céspedes C., M. A. Alvarado V., A. Núñez G. y M. H. Badii. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como

- fitorremediadores en el Golfo de México. Ciencia UANL VII. Abril-junio. pp: 203-208.
- Frankham, R., J. D. Ballou and D.A. Briscoe. 2002. Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press. New York, U. S. A. 617 p.
- García, E.-CONABIO. 1998. Climas (Clasificación de Köeppen, modificado por García). Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Gomes-Silva, H., N. D. Figueiredo y G. Vasconcellos-de Andrade. 2008. Estrutura da vegetação de um cerrado e a heterogeneidade regional do Cerrado no Maranhão, Brasil. Revista Ávore 32: 921-930.
- Harold, W. y Jr. Hocker. 1984. Introducción a la biología forestal. A. G. T. Editor, S. A. México, DF. 446 p.
- Herrera-Moreno, A. 2000. La clasificación numérica y su aplicación en la ecología. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana. 88 p.
- Herrera-Silveira, J.A., Teutli H.C., Zaldivar J.A., Caamal S.J., Alvarado E., Andueza T, Pérez C. R., Morales, O.S., y Cortés, B.O. 2009. Propuesta metodológica para evaluar el grado de deterioro de los ecosistemas de manglar: el caso Yucatán. CINVESTAV/SEMARNAT-INE. Informe Final, Septiembre 2009. 59 p.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 117 p.
- INIFAP-CONABIO, 1995. Edafología, escalas 1:250 000 – 1:1 000 000. Escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias y la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- INE. 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. 21 p.
- Kuehl, R. O. 2001. Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2da. edición. Editorial Tomson. Australia. 666 p.

- López-Portillo, J. y E. Ezcurra, 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques*. Número especial: 27-51.
- Lozada-Dávila, J. R. 2010. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Revista Forestal Venezolana*, Año XLIV 54. Enero-junio. pp. 77-88.
- Lugo, A. E. y S. C. Snedaker. 1974. The Ecology of Mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64. [Consultada: 23 de mayo de 2016]. Disponible en: <<http://www.jstor.org/stable/2096879>>.
- Manrow-Villalobos, M. y B. Vilchez-Alvarado. Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. 2012. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 9: 01-18.
- Molles Jr, M. C. 2013. *Ecology: concepts and applications*. Ed. Mc-Graw-Hill. New York. 567 p.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Moreno-Ruiz, J. A. 2013. Comparación de la cobertura y fragmentación del bosque de manglar entre un área natural protegida y área adyacente sin esquema de protección. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura. Yucatán, México. 90 p.
- Ochoa-Gómez, J. G. 2014. Estructura y productividad de manglar de Balandra, BCS. México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Tesis de Maestría. 50 p.
- Orians, G. H. and M. J. Groom. 2006. Global Biodiversity: patterns and processes. *In: Principles of Conservation Biology*. M. J. Groom, G. K. Meffe, C. R. Carroll and Contributors (publishers). 3rd ed. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, U.S. A. pp: 27-62.
- Partida-Moncada, J. A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 68 p.

- Rico-Gray, V. 1981. *Rhizophora harrisonii* (Rhizophoraceae), un nuevo registro para las costas de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 41: 163-165.
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., P. Ramírez-García y G. Gutiérrez-Granados. 2011. Efecto de la extracción no controlada de maderas sobre la comunidad y estructura de tamaños de los manglares de Alvarado, Veracruz, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 89: 107-113.
- Rodríguez-Zúñiga M. T., C. Troche-Souza, A. D. Vázquez-Lule, J.D. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, A. Uribe-Martínez, J. Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, M. I. Cruz-López y R. Ressler. 2012. Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 2ª y 3era etapas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. GQ004. México, D.F. 279 p.
- Rosales-Chávez, L. 2014. Gobernación se involucra en la atención al problema de contaminación de playas tecomenses. Colima Noticias, el periódico por internet. [Consultada: 07 de febrero de 2016]. Disponible en: <<http://colimanoticias.com/gobierno-se-involucra-en-la-atencion-al-problema-de-contaminacion-de-playas-tecomenses/>>.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.
- Sánchez, O., 2007. Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación. *In*: Perspectiva sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez-Huitzil y L. Zambrano (editores). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, U.S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A.C. y Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. México, DF. pp: 11-36.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2006. Manual de la Convención de Ramsar. Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar. Gland, Suiza. 121 p.

- [Consultada: 19 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf>.
- SEMARNAT. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 10 de abril de 2003. pp: 26-47.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 30 de diciembre de 2010, México D.F. pp: 1-78.
- Silva-Bátiz, F. A., S. Hernández-Vázquez, A. J. Nené-Preciado y A. D. Vázquez-Lule. 2009. Caracterización del sitio de manglar Laguna de Cuyutlán, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. 18 p.
- Téllez-García, C. P. y J.I. Valdez Hernández. 2012. Caracterización estructural del manglar en el estero Pao Verde, Laguna de Cuyutlán, Colima. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 18: 395-408.
- Torres, J. y A. L. Quintanilla-Montoya. 2014. Alteraciones antrópicas: historia de la Laguna de Cuyutlán, Colima. Investigación ambiental Ciencia y política pública 6: 29-42.
- Vásquez-Lule A. y M. T. Rodríguez-Zúñiga. (Sin fecha). *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 4 p.
- Veliz-Rodríguez, J. L. 2009. Diversidad y estructura de los manglares de Tecomán, Colima, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 66 p.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdova, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

- Zaldívar-Jiménez, A., Herrera-Silveira, J., Coronado-Molina, C. y D. Alonso-Parra. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y bosques* 10: 25-35.
- Zamora-Crescencio, P., M. Jean-Francois, V. Rico-Gray., M. D. R. Domínguez-Carrasco., P. Villegas., C. Gutiérrez-Báez y R. C. Barrientos-Medina. 2015. Composición y estructura arbórea de petenes en la Reserva de la Biosfera de Los Petenes, Campeche, México. *Polibotánica* 39: 1-19.
- Zarco-Espinoza, V. M., J. I. Valdez Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia* 26: 1-17.

8 APÉNDICE

Apéndice 1. Fotografías de los 13 sitios de la localidad de El Chupadero en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.



Sitio 5.



Sitio 6.



Sitio 7.



Sitio 8.



Sitio 9.



Sitio 10.



Sitio 11.



Sitio 12.



Sitio 13.

Apéndice 2. Fotografías de los cuatro sitios de la localidad Las Margaritas en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.

Apéndice 3. Fotografías de los cuatro sitios de la localidad Tecuanillo en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.

Apéndice 4. Fotografías de los cuatro sitios de la localidad Boca de Pascuales en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.

Apéndice 5. Fotografías de los ocho sitios de la localidad El Paraíso en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio3.



Sitio 4.



Sitio 5.



Sitio 6.



Sitio 7.



Sitio 8.

Apéndice 6. Fotografías de los cinco sitios de la localidad Palo Verde en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.



Sitio 5.

Apéndice 7. Fotografías de los cuatro sitios de la localidad Cuyutlán en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.

Apéndice 8. Fotografías de los cuatro sitios de la localidad Los Reyes en el momento que fueron evaluados.



Sitio 1.



Sitio 2.



Sitio 3.



Sitio 4.

Apéndice 9. Índice de Valor de Importancia (IVI) y número de especies encontradas por sitio en las ocho localidades muestreadas.

Localidad	El Chupadero												Las Margaritas				Tecuanillo				Boca de Pascuales						
	Sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Especie																											
1 La-ra		12	3	23	19	39	51	5		15					23	36	70	54	33	19	41	10	6	13	16		
2 Rh-ma		1	2	2			2		4	1	1	6	6	2				2									
3 Pi-la															5						1	12	17				
4 Co-er									3						4												
5 Hi-ma		1	2						7		1																
6 Pr-ju																											
7 Co-ba																									15		
8 Si-ca					5																						
9 Morfo-1									6																		
10 Gu-ul																											
11 Av-ge																					6						
12 An-re																											
13 Morfo-2									1																		
14 Morfo-3																								1			
15 Te-ca																											
16 Morfo-4																											
Número de individuos		14	7	25	24	39	53	22	4	1	17	6	6	2	9	23	36	70	56	33	26	54	27	21	13	16	
Número de especies		3	3	2	2	1	2	5	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	3	2	2	1	1	

La-ra: *Laguncularia racemosa*, Rh-ma: *Rhizophora mangle*, Pi-la: *Pithecellobium lanceolatum*, Co-er: *Conocarpus erectus*, Hi-ma: *Hippomane mancinella*, Pr-ju: *Prosopis juliflora*, Co-ba: *Coccoloba barbadensis*, Si-ca: *Sideroxylon capiri*, Morfo-1: Morfoespecie 1, Gu-ul: *Guazuma ulmifolia*, Av-ge: *Avicennia germinans*, An-re: *Anonna reticulata*, Morfo-2: Morfoespecie 2, Morfo-3: Morfoespecie 3, Te-ca: *Terminalia catappa*, Morfo-4: Morfoespecie 4, DOR: dominancia relativa, AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, IVI: Índice de Valor de Importancia, *: expresado en porcentaje (%).

