

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL MANGLAR EN EL
ESTERO EL CHUPADERO, TECOMÁN, COLIMA

POR:

JUAN ANTONIO PARTIDA MONCADA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL MANGLAR EN EL
ESTERO EL CHUPADERO, TECOMÁN, COLIMA

POR:

JUAN ANTONIO PARTIDA MONCADA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

COORDINADOR INTERINO DE LA
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL MANGLAR EN EL
ESTERO EL CHUPADERO, TECOMÁN, COLIMA

POR:

JUAN ANTONIO PARTIDA MONCADA

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

ASESOR

DR. ELADIO H. CORNEJO OVIEDO

ASESOR

M.C. SALVADOR VALENCIA MANZO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2007

Esta tesis ha sido apoyada por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 02.03.0207.2412.

DEDICATORIA

A MI FAMILIA

AMIGOS Y

*A TODO AQUEL QUE HAGA BUEN
USO DE ESTE DOCUMENTO*

AGRADECIMIENTOS

Antes que todo quiero agradecerle a Dios por prestarme la vida y permitirme llegar a esta etapa la cual se cierra para dar paso a otra nueva.

A mi "Alma Mater" la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por forjarme y darme la oportunidad de realizar una vida profesional.

Al Departamento Forestal por todas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

A la Cooperativa Pesquera El Chupadero por permitir el establecimiento de los sitios dentro del estero, especialmente al Sr. Salvador Álvarez y Cecilio Bonilla por la disposición ofrecida para el trabajo en campo, así como por el préstamo de sus lanchas.

De manera muy especial al M.C. Celestino Flores López por su valiosa asesoría y enseñanza, pero principalmente por su amistad, consejos, paciencia y ayuda en todos los aspectos.

Al Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo por su acertada y rápida revisión de este trabajo, así como por brindarme su invaluable amistad.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo por sus comentarios, sugerencias y aportaciones para la mejora de este trabajo, pero sobre todo por todos sus consejos y su gran amistad.

A mis padres Sra. Ana Elena Moncada García y Sr. Juan Partida Nieves que son los pilares fundamentales en mi vida y porque son mis principales maestros en la materia más difícil "La Vida", porque sin su amor y confianza este logro no sería nada. A mi hermano Hugo Adrián Partida Moncada amigo de toda la vida.

A las familias Partida Nieves y Moncada García y a cada uno de sus miembros por el apoyo ofrecido, especialmente a mis abuelos Sr. Norberto Partida, Sra. Margarita Nieves y Emilia García cabezas y ejemplos de estas familias.

A la familia Flores López por hacerme sentir parte de la familia maravillosa que son, en los días que pase en Tecomán, Colima.

Al Ing. Oscar Mares por el apoyo en la elaboración del mapa base del presente estudio.

A mis compañeros de generación en especial a mi compadre Nazario, Juan, Armando, Alejandro, Edith y todos los demás que aprecio de igual manera.

A mis Compas del estado de Nayarit, Jorge, Samuel, David (Michoacán), Iván, Gustavo, Paola, José Luis y Raúl estos dos últimos por su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

Estos dos renglones son para la mejor amiga que la vida me dio, principio y fin Elma Judith Santos Bernal por darme la alegría más grande que experimenta el ser humano mi hijo Juan David.

A todas aquellas personas que escapan de mi mente y que han sido parte importante en mi vida.

Sinceramente GRACIAS

Juan Antonio

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Ecología de manglares.....	4
2.1.1 Distribución.....	4
2.1.2 Especies y ecología de los manglares en México.....	5
2.1.2.1 <i>Rhizophora mangle</i> L.....	6
2.1.2.2 <i>Laguncularia racemosa</i> C.F. Gaertn.....	6
2.1.2.3 <i>Avicennia germinans</i> (L.) L.....	6
2.1.2.4 <i>Conocarpus erectus</i> L.....	7
2.1.3 Estructura y Diversidad de manglares.....	7
2.1.4 Capacidades adaptativas de los manglares.....	8
2.2 Silvicultura manejo y aprovechamiento de manglares.....	9
2.3 Medidas de diversidad de especies y estructura de poblaciones.....	11
2.3.1 Riqueza de especies.....	11
2.3.2 Heterogeneidad.....	11

2.3.3	Equitatividad.....	12
2.4	Estructura forestal de la vegetación.....	13
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1	Descripción del área de estudio.....	14
3.1.1	Ubicación geográfica y propiedad del manglar.....	14
3.1.2	Aspectos ecológicos.....	14
3.2	Diseño de muestreo y establecimiento de los sitios permanentes.....	16
3.3	Variables evaluadas	18
3.4	Diversidad de especies.....	19
3.4.1	Riqueza de especies.....	19
3.4.2	Heterogeneidad.....	20
3.4.3	Equitatividad.....	21
3.5	Estructura de las poblaciones.....	21
3.5.1	Densidad.....	21
3.5.2	Patrones espaciales de la densidad horizontal y vertical.....	22
3.5.3	Panorámica de la distribución de las especies en el sitio.....	23
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Diversidad.....	24
4.1.1	Riqueza de especies.....	24
4.1.2	Heterogeneidad.....	25

4.1.3	Equitatividad.....	28
4.2	Estructura horizontal y vertical de la población.....	30
4.2.1	Densidad.....	30
4.2.2	Distribución diamétrica de la densidad y área basa promedio por especie.....	33
4.2.3	Patrones espaciales de la densidad.....	38
5	CONCLUSIONES.....	40
6	RECOMENDACIONES.....	41
7	LITERATURA CITADA.....	42
8	APÉNDICES.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Valores de los índices de diversidad, para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col	29
2. Valores de densidad y área basal del estrato arbóreo del manglar en los grupos de sitios ordenados de acuerdo con la proporción de especies en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col	31
3. Patrones espaciales de las especies en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col	39

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Ubicación del estero el Chupadero y de los sitios de muestreo, Tecomán, Col.....	15
2. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Cerro de Ortega, Michoacán.....	16
3. Cuadrantes para la ubicación de las especies dentro del sitio de muestreo para evaluar la composición y estructura de especies.....	17
4. Acumulación de especies para 20 sitios de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.....	24
5. Índice de rarefacción en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.....	26
6. Valores del índice alpha para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.....	26
7. Valores del índice de Shannon para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.....	27

8. Valores del índice de Simpson para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.....	28
9. Estructura horizontal en los grupos de sitios de acuerdo a la composición de especies de los sitios mixtos en el manglar el Chupadero, Tecomán Col.....	34
9. Continuación.....	35
10. Estructura horizontal en los grupos de sitios de acuerdo a la composición de especies de los sitios puros en el manglar el Chupadero, Tecomán Col	36

RESUMEN

En el manglar del estero El Chupadero, Tecomán, Colima se determinó la diversidad y estructura, para este propósito se establecieron 20 sitios de muestreo de 100 m² (10m X 10m) en los cuales se evaluó la diversidad y sólo en 12 de estos sitios se evaluó la estructura. Se contabilizó el número total de árboles por especie y por categoría diamétrica y su altura respectiva, se calculó el área basal, así como la cantidad de la regeneración existente en cada sitio de muestreo. Se calcularon los índices de Shannon, Simpson y serie de logaritmos o alpha para determinar la diversidad, con el índice de rarefacción se determinó el sitio más diverso y con la gráfica de especies acumuladas se determinó el número total de especies.

Los valores de los índices de diversidad fueron bajos en comparación con otros estudios de manglar y de otros ecosistemas. De las 10 especies encontradas, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* son dominantes, con la mayor densidad del arbolado en las categorías diamétricas inferiores. El área basal por hectárea determinada de este manglar tipo borde, esta representada por *Laguncularia racemosa* y es alta en comparación a otros estudios realizado, sobre todo en manglares enanos; para el caso de *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* los valores mas altos de área basal fueron en las categorías superiores. Y la mayoría de las especies del manglar mostraron un patrón de distribución de forma agregada. Respecto a la regeneración, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* son las especies con mayor abundancia y variabilidad.

1 INTRODUCCIÓN

Los manglares son asociaciones de árboles o arbustos llamados mangles que se distribuyen a lo largo de las costas tropicales y subtropicales del planeta, están adaptados para vivir en suelos inundables y sujetos a entradas frecuentes de agua salada (Tovilla y Orihuela, 2002).

Los manglares cumplen principalmente tres funciones: 1) de protección, contra tormentas y pérdida de suelo; 2) ecológicas, resguardan una gran diversidad de fauna, refugio de aves migratorias, además que fijan y estabilizan los suelos; y 3) socioeconómica, que son de beneficio directo a las poblaciones humanas aledañas a estos ecosistemas. Pese a esto, los manglares están sujetos a constante presión de uso, por lo que es necesario promover políticas para el uso sustentable de estos ecosistemas (Windevoxhel-Lora e Imbach, 1995).

Cabe señalar que el bienestar de las personas que habitan cerca de los manglares dependen directamente de estos ecosistemas, por ejemplo, en *Rhizophora mangle* L. al descomponerse las hojas en partículas muy finas se cubren de hongos, bacterias y protozoarios que forman detritos vasculares, las cuales sirven de alimento para los peces, camarones y otras especies acuícolas comerciales que viven y se desarrollan en los esteros (FAO, 1974); se estima que entre el 80 y 90% de todas las especies de pesquería dependen en una o más de sus fases de su ciclo de vida de los manglares (Álvarez, 2004).

A pesar de esto, la madera es el producto más utilizado de los manglares, como en combustible, para la obtención de carbón o para utilizarlo en la construcción de techos para ramadas y trampas para la captura de peces y camarón (Hussain, s.f.). Además es utilizada en los esteros los cuales son terrenos pantanosos, intransitables, que suelen llenarse de agua por la lluvia, mar, río o laguna cercana y que abundan plantas acuáticas incluidos los manglares (Real Academia Española, 1992). Un ejemplo claro del aprovechamiento que tiene la madera se presenta en el estado de Nayarit,

donde la madera de *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn es utilizada para la construcción de galeras para el secado de hojas de tabaco (Valdez, 2004). Además, de lo anterior y debido a su potencial biológico y productivo sobresaliente, los manglares son idóneos para brindar servicios de esparcimiento, recreación, investigación y educación ambiental (Álvarez, 2004).

Los bosques de manglar aparte de sustentar una gran diversidad de especies de flora y fauna, realizan también otro importante aporte biológico, la fijación de contaminantes y su desintoxicación la cual se realiza por medio de las raíces de los mangles, así como la estabilización de los sedimentos (Rey y Rutledge, 2002).

Desafortunadamente, en los últimos 25 años se han devastado miles de hectáreas de manglar debido a la presión que existe sobre ellos, por medio de proyectos muy ambiciosos que involucran enormes inversiones, como los son los hidroeléctricos, los acuícolas y los complejos turísticos (Góngora y López, 2005). Otro problema, no menos importante a pesar que sucede a nivel local, es el cambio de uso de suelo que sufren los manglares, para darle entrada a la agricultura, ganadería o pequeños estanques acuícolas para la producción menor de pescado. Por último, los huracanes, principalmente, a los que están en constante amenaza (Rey y Rutledge, 2002). Debido a estas razones se estima que por cada hectárea destruida de manglar en Campeche se pierden aproximadamente un promedio de 757 kg de camarón, anualmente se pierden 14.4 toneladas métricas de camarón lo que equivale a 140 mil dólares anuales (Álvarez, 2004). Se estima que la tasa de deforestación anual promedio de los manglares en México es de 2.8% para la línea del Golfo mientras que para la franja del Pacífico la pérdida de superficie anual es de 2.0 % dando un promedio de deforestación anual para México de 2.5% (INE-SEMARNAT, 2005). También se calcula que a este ritmo de pérdida de superficie de manglar para el año 2025 podría perderse entre el 40 y 50% de la superficie estimada para el año 2000 en el país (INE-SEMARNAT, 2005). Esto se vuelve más alarmante a nivel global, ya que cada año se pierden aproximadamente 100 000 ha por año en el mundo (OIMT, 2003).

El estudio de la estructura horizontal y vertical y la composición de especies de comunidades arbóreas sirve para la mejor toma de decisiones en la ejecución de actividades de manejo de los mismos, así como para la conservación de su riqueza (Bauche *et al.*, 2002; Priego *et al.*, 2003). Por ejemplo, cuando se realiza un cambio de uso del suelo de manglar por un proyecto de inversión, si los beneficios de dicho proyecto es menor a los beneficios del ecosistema, será razón suficiente para detener el proyecto, es aquí donde radica la importancia de estudios de diversidad, estructura y manejo para los bosques de manglar (Sanjurjo y Welsch, 2002).

Por otra parte, mediante el conocimiento de la diversidad y la estructura se puede detectar especies y hábitat que son propensos o están en algún tipo de riesgo, así que, con esta información se pueden encauzar esfuerzos para conservar estas especies o hábitat, a través de las propuestas de declaratoria para darles una protección legal formal ya sea mediante una Norma Oficial Mexicana y/o como un Área Natural Protegida (Huerta y García, 2004).

Dado que no se conoce la estructura y la composición de especies del manglar en el estero El Chupadero Tecomán, Col., se realizó el presente estudio con el propósito de caracterizar la estructura y la composición de especies, y de esta forma tomar decisiones y hacer propuestas de manejo correctas y compatibles con las características biológicas de este ecosistema, además para contribuir en el proceso de declaratoria como Área Natural Protegida (SEMARNAT, 2005) buscando el beneficio de las personas que dependen de forma directa o indirectamente de estos manglares.

1.1 Objetivo

Determinar la estructura horizontal y vertical, así como la composición de especies en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Ecología de los manglares

Los manglares son una de las formas de vegetación más comunes en las zonas intermareales de países tropicales o subtropicales (Hussain, s.f.), son los ecosistemas considerados como los hábitat más productivos y biológicamente diversos del planeta, por ende, los más amenazados (OIMT, 2003). Los manglares forman comunidades florísticamente uniformes compuestos por árboles y arbustos, las especies que se encuentran en México son *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L., *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn y *Conocarpus erectus* L., esta última considerada como especie asociada y no como un mangle verdadero (Pennington y Sarukhán, 1998). Debido a la importancia ecológica, económica y sociocultural que estos ecosistemas representan en México, la NOM-059-SEMARNAT-2001 tiene bajo estatus de protección especial a las especies antes mencionadas (SEMARNAT, 2002).

2.1.1 Distribución

Se puede dividir en el mundo a los bosques de manglar en dos grandes grupos: los manglares del viejo mundo Indo-Pacífico que se forma desde la costa oriental del continente africano y el segundo grupo, es el de las Américas entre Barbados y Brasil, y la costa oriental entre México y el norte de Perú en la costa occidental. Indonesia es el país que cuenta con mayor superficie de manglares en el mundo (Hussain, s.f.). En México la mayoría de los manglares son achaparrados, sólo con excepción de algunas manchas altas, esto a causa de la baja salinidad, casi ausencia de mareas y a la inundación permanente en lluvias, pues los manglares más potentes del mundo están expuestos a mareas amplias (diurnas o semidiurnas) y a la salinidad del mar (FAO, 1974).

Los manglares son afectados por el cambio climático global debido a que se encuentran en la línea frontal del fenómeno, debido a su ubicación donde la elevación

en el nivel del mar es aproximadamente de seis centímetros por década debido al derretimiento de los casquetes polares, aunado con las sequías, incendios y crecimiento de la mancha urbana (Foroughbakhch *et al.*, 2004).

Los ecosistemas de manglar ocupan en el mundo una superficie de 16 millones de ha (Álvarez, 2004) de las cuales México tiene 880 000 ha (INE-SEMARNAT, 2005), siendo el estado de Campeche el que tiene el primer lugar nacional en superficie con 196 000 ha seguido por Sinaloa con 96 000 ha (Álvarez, 2004). La distribución de los manglares en México es muy amplia, debido a las dos grandes líneas costeras que rodean al país. En la línea del Golfo se distribuyen desde la Laguna Madre en Tamaulipas hasta Quintana Roo en la Península de Yucatán; en el Pacífico su distribución es desde Sonora y el sur de la Península de Baja California hasta el sur del estado de Chiapas (Pennington y Sarukhán, 1998). Del total de la superficie de manglar que tiene México aproximadamente un 62% se encuentran en el océano Atlántico (línea del Golfo) mientras que el 38 % restante están en el Pacífico (INE-SEMARNAT, 2005).

El estado de Colima está situado entre las laderas australes del volcán de Colima y la llanura costera del Océano Pacífico, en la República Mexicana, tiene límites con el estado de Jalisco al norte y noreste; con el estado de Michoacán al sureste y con el océano Pacífico al sur y oeste. Ocupa uno de los últimos lugares en el país por su extensión territorial (INEGI, 1999). El estado de Colima tiene una superficie forestal de: 30 665 ha de bosque templado; 212 008 ha de selva y 6 948 ha de vegetación de manglar, Colima no tiene vegetación de zonas áridas pero tiene aproximadamente 66 048 de áreas perturbadas, debido al cambio de uso de suelo, principalmente por la introducción de cultivos de limón y plátano, tal es el caso del municipio de Tecomán, haciendo un total de 315 659 ha de superficie forestal en el estado (SARH, 1994).

2.1.2 Especies y ecología de los manglares en México

A pesar de la diversidad taxonómica de los manglares, existen cuatro especies representativas *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y

Conocarpus erectus que se encuentran en los manglares de México, éstas son semejantes en las hojas que son perennes, carnosas, color semejante y la forma que tienen es muy parecida, por mencionar un ejemplo (Pennington y Sarukhán, 1998). Enseguida se describen sus principales características.

2.1.2.1 *Rhizophora mangle* L.

Esta especie es conocida comúnmente como mangle rojo o colorado, en Colima es conocido como mangle caballero; considerada como la especie pionera en los límites terrestres y marinos, es un árbol o arbusto hasta de 25 m de altura y 30 a 40 cm de diámetro; tiene abundante raíces zancudas, con enormes lenticelas y neumatóforos muy abundantes que le permiten la captación de oxígeno y la fijación de suelo. Sus semillas germina estando unida a la planta madre (viviparidad) y produce una radícula gruesa y verde que llega a tener hasta 40 cm de largo (Apéndice, 1.1) (Pennington y Sarukhán, 1998).

2.1.2.2 *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn.

Conocido comúnmente como mangle blanco o mangle criollo (Colima), es un árbol o arbusto de 20 m de altura y 60 cm de diámetro (Pennington y Sarukhán, 1998), aunque Valdez (2004) reporta para el estado de Nayarit alturas de 30 m y diámetros de 95 cm. Contiene una semilla de 2 cm de largo rodeada por una membrana papirácea y germina dentro del fruto (Pennington y Sarukhán, 1998).

2.1.2.3 *Avicennia germinans* (L.) L.

La sinonimia de esta especie es *Avicennia nitida* Jacq. conocida con el nombre común de mangle negro; es un árbol de hasta 20 m de altura y 40 cm de diámetro (Pennington y Sarukhán, 1998). Se han reportado para Nayarit alturas de 25 m y hasta 1 m de diámetro (Valdez, 2004).

2.1.2.4 *Conocarpus erectus* L.

Esta especie se conoce con el nombre común de mangle negro, prieto o botoncillo (Colima), aunque no es un mangle verdadero debido a que no presenta viviparidad ni raíces zancudas, se le considera una especie asociada (Valdez, 2004); árbol o arbusto aproximadamente con altura de 10 m y 30 cm de diámetro, pero puede llegar a tener alturas de 20 m y diámetro de 80 cm; una de las características más sobresaliente es su corteza con grandes fisuras (Pennington y Sarukhán, 1998).

2.1.3 Estructura y diversidad de manglares

La estructura y diversidad la del manglar son medidas que sirven para determinar el estado en general de los bosques, como la densidad, distribución diamétrica y de alturas de las especies, la riqueza, equidad e importancia de especies arbóreas tanto de ecosistemas naturales, así como para sistemas agroforestales (Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003). La importancia de los estudios de estructura y diversidad va más allá de la importancia ecológica, también tiene gran importancia social, como el caso del estudio realizado por Estrada-Duran *et al.*, (2001) en el Estero El Salado, Puerto Vallarta, quienes determinaron el estado de la estructura y el aporte de hojarasca que produce el manglar, hacia el medio acuático, relacionado con el mantenimiento de especies acuícolas de interés ecológico y económico, por consiguiente los resultados de dicho trabajo sirvieron para fundamentar el Plan de Manejo del estero El Salado, que permitió promulgarlo como Área Natural Protegida. Por lo que, las estrategias de manejo y conservación deben de tomar en cuenta los resultados del estudio de la estructura, la diversidad y la productividad, para el mejor funcionamiento y desarrollo natural de los ecosistemas de manglar (Zaldívar *et al.*, 2004).

La especie de manglar más plástica respecto a su ecología es el *Conocarpus erectus* y sobrevive incluso estando muy alejado de la influencia del mar y en zonas un poco más elevadas, por ejemplo, en grandes dunas arenosas y su madera es mas

resistentes que las maderas de las otras especies, se encuentra de manera más aislada (FAO, 1974). *Rhizophora mangle* se encuentra influenciada y distribuido en las zonas más inundadas (Hernández-Trejo *et al.*, 2006), su madera es dura, los suelos en los que se establece son lodosos y blandos en ausencia de materia orgánica o en suelos que se secan totalmente en secas; *Laguncularia racemosa* se presenta en suelos húmedos pero no inundados, esencialmente es la especie dominante y es la que forma asociaciones con *Rhizophora mangle* (FAO, 1974), *Laguncularia racemosa* es la especie más importante tanto económicamente debido a su abundancia y madera dura como ecológicamente debido a la fijación de metales pesados (Foroughbakhch *et al.*, 2004). *Avicennia germinans* por lo general forma rodales puros, en zonas poco inundadas. En resumen: *Rhizophora mangle* es la especie que desaparece primero en dirección tierra adentro, la segunda es *Laguncularia racemosa* seguida por *Avicennia germinans* y por último, *Conocarpus erectus* de forma más aislada y retirada del mar (FAO, 1974).

Los manglares más robustos se encuentran en zonas estacionalmente inundadas y las que son temporalmente inundadas (sólo en estación húmeda). Los bosques son más bajos y sólo en determinados casos alcanzan una categoría de altura considerable. Las comunidades más altas y variadas se encuentran en suelos arcillo-arenosos y ricos en materia orgánica. Debido a diferencias altimétricas generan variaciones en la periodicidad de las inundaciones, patrón que parece guiar la distribución de la vegetación y suelos (Hernández-Trejo *et al.*, 2006).

2.1.4 Capacidades adaptativas de los manglares

Las especies de mangles tienen muchas capacidades las cuales le permiten tener éxito en su establecimiento, una de sus principales es la capacidad que tienen para filtrar las sales y fijar suelo, así como la tolerancia a inundación periódica o permanente, esto debido a las raíces zacundas y neumatóforos que poseen (Rey y Rutledge, 2002). Otra característica importante es la viviparidad que presentan, como lo es el caso de *Rhizophora* donde la semilla germina estando aun en la planta madre,

para *Laguncularia* y *Avicennia* las semillas se desarrolla dentro del fruto, pero no lo suficiente para romper el pericarpio, a esto se le conoce como criptoviviparidad. La mayor parte de las semillas se desprenden de la planta madre cuando la marea es baja (bajamar), estas se adhieren al fango blando y comienzan a echar y establecer raíces rápidamente para su establecimiento (Hussain, s.f.).

Las raíces de *Laguncularia* y *Avicennia* funcionan como biofiltros de metales pesados seguida por las ramas y hojas, los principales metales pesados que filtran o absorben son: cadmio, plomo y cromo. Lo que demuestra que es posible utilizar estas especies como agentes biorremediadores en cuerpos de agua, ya que las raíces de estas dos especies absorben los metales pesados y los fijan en las porciones leñosas (Foroughbakhch *et al.*, 2004). Así mismo, la gran diversidad de microorganismos que habitan el suelo, forman importantes reservas energéticas e inciden directamente en la riqueza del suelo (Góngora y López, 2005), por lo que el suelo siempre es apto para la regeneración (Hussain, s.f.).

2.2 Silvicultura, manejo y aprovechamiento de manglares

Los manglares se pueden tratar con diferentes intensidades de corta o aprovechamiento, dependiendo de la función protectora que tenga el manglar. No se recomiendan métodos drásticos, es preferible utilizar métodos con intensidades de corta baja o hasta selectivos, sólo en los lugares donde la protección que ofrecen los manglares no sea muy necesaria se pueden utilizar métodos mas intensos incluso hasta matarrasas (Samek, 1974).

Se ha utilizado el método de reproducción de monte bajo con dos variantes: en la primera se extraen solamente los individuos que alcanzan el diámetro comercial, en la segunda variante se dejan individuos del turno anterior hasta que se asegura la regeneración (Valdez, 2004).

La regeneración puede producirse de dos maneras: artificial (vivero) y natural, el espaciamiento de plantación de la regeneración artificial puede ser de 2 x 2 m porque tienen un potencial germinativo alto (90%), se recomienda plantarlos en un lugar donde la plántula esté protegida del oleaje, por ejemplo, detrás de tocones. El turno de las especies de mangle son variables dependiendo de el destino de utilización puede variar desde 5 hasta los 40 años (Samek, 1974).

La producción de los bosques de manglar puede ser vista desde dos perspectivas, la comercial (madera) y la no comercial (pesca de autoconsumo); la principal utilización que tiene la madera de manglares es para construcción, trampas de pesca y cercas de ganado (Sanjurjo y Welsch, 2002), o bien para la construcción de galeras para el secado de tabaco, como lo es en Nayarit, México (Valdez, 2004). Uno de los principales productos obtenidos son los taninos, principalmente de *Rhizophora mangle* y en menor proporción *Laguncularia racemosa*, dicho producto es destinado para la industria de la curtiduría de pieles (Sanjurjo y Welsch, 2002). El contenido de taninos en los manglares es alto, se estima que la corteza de *Rhizophora* contiene de 20 a 30%, mientras que la corteza y hojas de *Laguncularia* contiene alrededor de 15% (Samek, 1974).

En el ejido San Blas, Nayarit con el objetivo de ordenar y regular la producción de *Laguncularia*, ya que el aprovechamiento de esta especie es muy importante y diversificado en esta localidad (Valdez, 2004). Se destaca la importancia de aplicar un sistema silvícola más conveniente y compatible a las características biológicas de las áreas en aprovechamiento, para con esto determinar niveles adecuados de cosecha. En este programa se determinó una extracción anual para *Laguncularia* de 1,416.7 m³

En las localidades de San Blas y Mexcaltitán, Nayarit se estima una ganancia anual de 0.4 a 1.6 millones de pesos, respectivamente, de la venta autorizada de madera comercial (Sanjurjo y Welsch, 2002).

2.3 Medidas de diversidad de especies y estructura de poblaciones

La diversidad de especies se define como el número de diferentes especies en un área o hábitat (Henderson, 2006). Existen tres tipos de diversidad, denominados: alpha, beta y gamma. La primera es la diversidad de especies que se encuentran dentro de una población; la segunda, es una medida promedio y extensión de los cambios de las especies a lo largo de un gradiente, de un hábitat a otro; y la tercera, se refiere a la riqueza de especies que existen en un rango de área geográfica a otro, por ejemplo entre islas (Whittaker, 1972). Los índices que se aplican principalmente para medir la diversidad dentro de una población o hábitat son la riqueza de especies, la heterogeneidad y la equitatividad (Krebs, 1999).

2.3.1 Riqueza de especies

La riqueza de especies es el concepto principal y uno de los más utilizados en las medidas de diversidad en un hábitat. Se refiere al número de especies que se encuentran dentro de una comunidad. Uno de los métodos más utilizados es la gráfica de acumulación de especies (Krebs, 1999) y otro es el índice de rarefacción el cual sirve para estimar el número de especies en una muestra aleatoria de individuos tomada de una población (Krebs, 1999). En resumen, la gráfica de especies acumuladas proporciona el número de especies presentes, y el método de rarefacción señala que población o unidad de muestreo es la más rica en especies, a pesar de que sea más grande o con mayor presencia de especies una de otra (Krebs, 1999).

2.3.2 Heterogeneidad

La heterogeneidad es el concepto que separa la riqueza de especies con la equitatividad. La medida de heterogeneidad indica cuando una población o comunidad es más diversa que otra, aunque tengan igual número de especies; esto es, que si dos comunidades tienen igual número de especies, pero si la abundancia relativa de una de las poblaciones está mejor distribuida, para una medida de heterogeneidad es más

diversa esta población (Krebs, 1999). Dos medidas de heterogeneidad utilizadas son: series logarítmicas y el índice de Shannon.

Una característica sobresaliente en las comunidades es que existen pocas especies que son comunes y en contraste, existe un gran número de especies que son raras. Esto es fácil de determinar por medio de series logarítmicas que es comúnmente utilizado como índice de diversidad; para estimarlo en un área dada, solo se necesita el número de especies en el área y el número de individuos de cada una de esas especies (Krebs, 1999).

El índice de Shannon refleja la heterogeneidad sobre la base de dos factores: número de especies presentes y la abundancia relativa, conceptualmente este índice es el grado de incertidumbre asociado a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

2.3.3 Equitatividad

La medida de equitatividad estima el grado en que se encuentra una población respecto a una comunidad hipotética; esto es, indica la desviación que tiene una comunidad bajo estudio con pocas especies dominantes y muchas especies no comunes, respecto a una comunidad estable donde todas las especies son igualmente comunes. La medida de equitatividad en una población se evalúa principalmente por el índice de Simpson, éste es una medida de dominancia de especies; es decir, a medida que el índice aumenta la diversidad disminuye. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. (Krebs, 1999).

2.4 Estructura forestal de la vegetación

Las características estructurales de cualquier tipo de ecosistemas son muy importantes, para los bosques que están bajo manejo, la estructura forestal es clave para entender la dinámica de los ecosistemas (Franklin y Spies, s.f.).

La estructura de la vegetación puede analizarse con base a valores relativos de área basal, densidad y frecuencia de especies (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002). Para los manglares se han utilizado índices de complejidad, índices de valor forestal e índices de valor de importancia, como lo hizo Salas (2006) en La Encrucijada, Chiapas y Corella *et al.* (2001) en Pantanos de Centla, Tabasco.

Por medio de la estructura podemos manipular los bosques para tomar decisiones o controlar las intervenciones silviculturales para los bosques que están bajo manejo, alcanzando varios objetivos silvícola y económicos (Franklin y Spies, s.f.).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación geográfica y propiedad del manglar

El presente trabajo se realizó en el estero, El Chupadero, Tecomán, Col. a 10 km del entronque el Ahijadero de la carretera Tecomán-Playa Azul y cuya ubicación geográfica es 18° 44' 52" de latitud norte y 103° 48' 10" de longitud oeste, con una altura de 1 msnm (Figura 1) (INEGI, 1999). El límite del estero queda delineado por la zona de mangle y superficie de inundación desde la desembocadura del Río Coahuayana, y sigue por el límite de dicha superficie hasta la desembocadura del drén Chococo, formándose así los límites N, E y W, y con la línea de costa se forma el límite S, llegando al punto de origen por el Río Coahuayana (POFEC, 1993). La concesión del estero pertenece a la Cooperativa Pesquera El Chupadero, quienes se encargan de su vigilancia y de su aprovechamiento pesquero.

3.1.2 Aspectos ecológicos

Los suelos del estero El Chupadero son de origen lacustre (CETENAL, 1980), y corresponde al tipo solonchak los cuales presentan un alto contenido de sales, en parte o todo el suelo, son suelos con poca susceptibilidad a ser erosionados (CETENAL, 1981).

La fórmula climática del lugar es $Aw_0(w)iw''$ que corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación promedio anual de 882 mm y la temperatura media anual de 26.8°C; la estación secas se presenta de febrero a mayo con precipitaciones que van desde los 1.4 hasta 4.9 mm y la estación húmeda de junio a septiembre con precipitaciones de 160 a 230 mm; la temperatura más alta se presenta en el mes de julio con una temperatura promedio de 29°C y la menos cálida es en enero con 24.3°C (García, 1981).

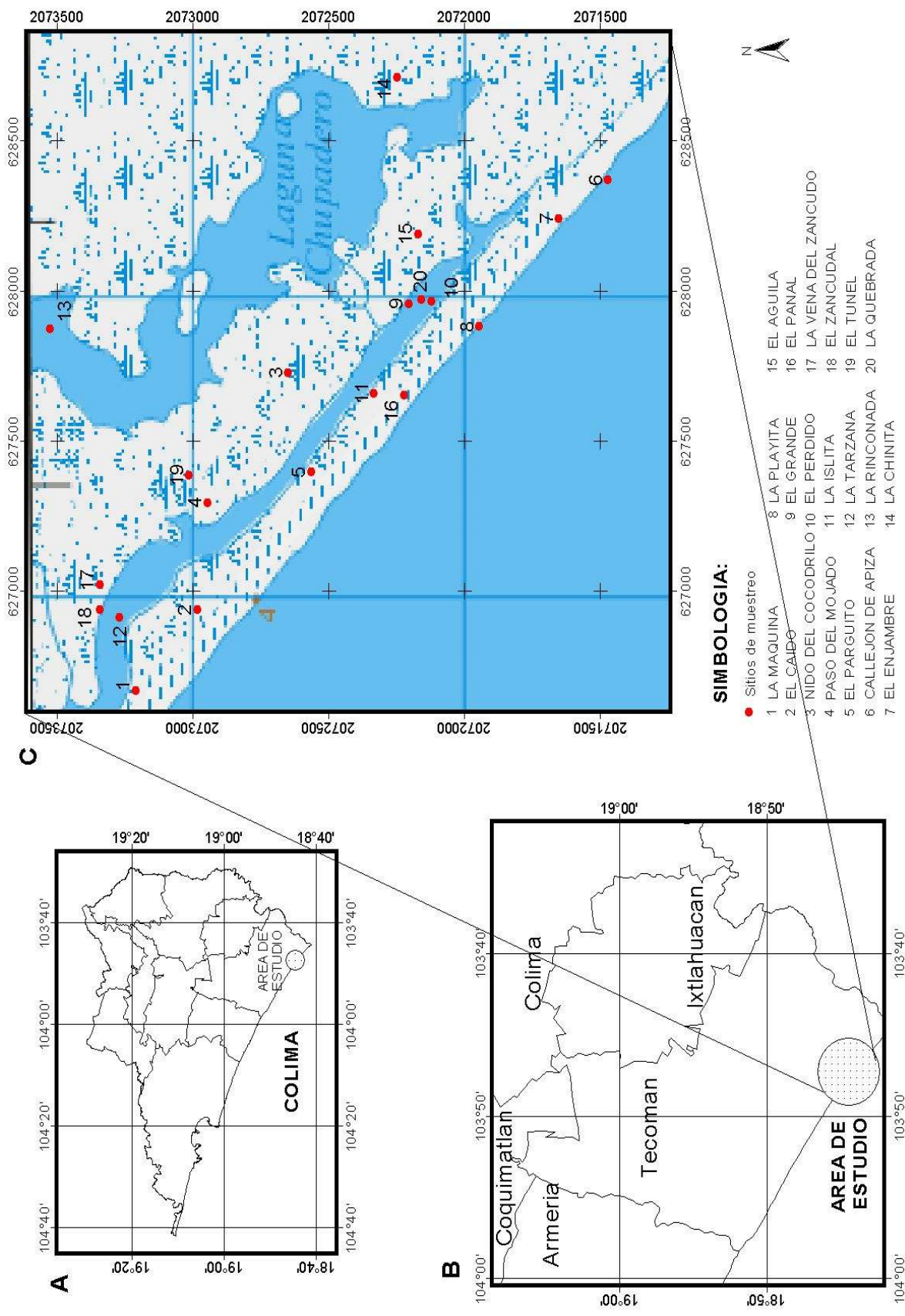


Figura 1. Ubicación del estero el Chupadero y de los sitios de muestreo, Tecomán, Colima.

La estación seca que se presenta cuando la curva de temperatura supera a la de precipitación, y la estación húmeda se manifiesta cuando la curva de precipitación rebasa la curva de temperatura (Figura 2).

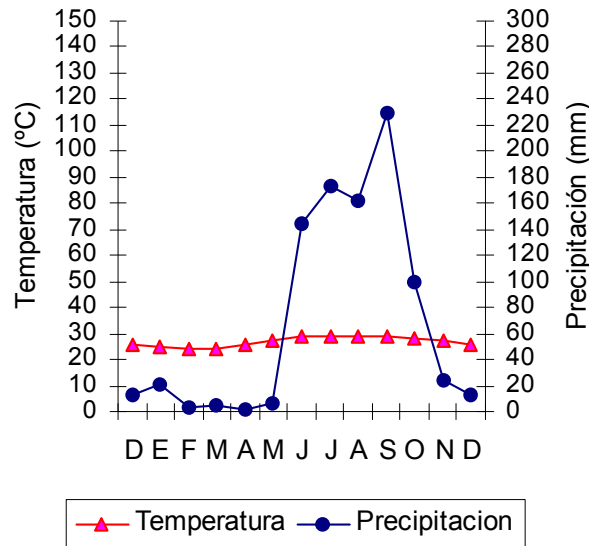


Figura 2. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica de Cerro de Ortega, Michoacán.

La vegetación que existe en el área de estudio son manglares debido al tipo de suelo predominante, ya que éstos toleran grandes cantidades de sales. Existe vegetación de selva mediana, ésta se presentan en las partes del estero más alejadas de la influencia del mar (CETENAL, 1978).

3.2 Diseño de muestreo y establecimiento de los sitios permanentes

Se realizó un recorrido previo al establecimiento de los sitios (enero, 2006), para reconocimiento total del área de estudio. El recorrido se realizó con la ayuda de un miembro de la comitiva pesquera, aprovechando el conocimiento que tiene sobre el estero.

El diseño de muestreo que se utilizó fue el selectivo, porque varias áreas resultaron no accesibles y porque esta prohibido cualquier tipo de desmonte o apertura de brechas en el manglar.

Se establecieron 12 sitios de muestreo permanentes (del sitio número 1 al sitio 12) en el área de estudio en la primera evaluación (abril 2006) los cuales fueron utilizados para evaluar la estructura, posteriormente, en la evaluación final (abril 2007) se establecieron ocho sitios más (del 13 al 20) haciendo un total de 20, los cuales fueron utilizados para determinar la diversidad (Figura 1). Los sitios permanentes son cuadrados de 100 m² (10 m X 10 m), divididos en cuatro cuadrantes enumerados en sentido de las manecillas del reloj, su establecimiento se realizó con la ayuda de una brújula Sunnto, tomando rumbos francos N, S, E, y W hasta cerrar el cuadrado, el cuadrado se delimitó con estacas de madera de 60 cm de largo, con la ayuda de una cinta métrica de 15 metros de longitud.

Una vez dividido los sitios en cuadrantes y haber pintado y enumerado los árboles se procedió a la ubicación de éstos dentro de cada cuadrante; se ubicaron desde el centro hacia fuera del cuadrante, en metros, de Norte a Sur se le denominó punto Y de Este a Oeste el punto X (Figura 3).

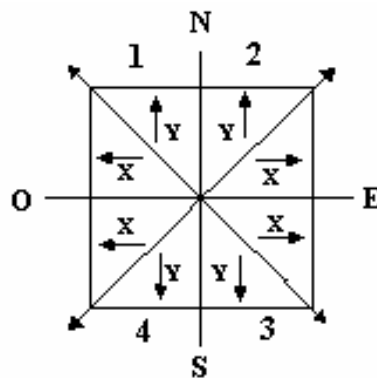


Figura 3. Cuadrantes para la ubicación de las especies dentro del sitio de muestreo para evaluar la composición de especies y la estructura de especies.

3.3 Variables evaluadas

Para las variables evaluadas sólo se consideraron los primeros 12 sitios establecidos. Dentro de los sitios de muestreo para cada cuadrante, los árboles se pintaron y enumeraron a la altura de 1.3 m para que fuera posible su ubicación dentro del sitio. Se midió a todos los árboles mayores de 2.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) de acuerdo con Estrada-Durán *et al.* (2001) y para el caso de *Rhizophora* se midió la parte más gruesa de los tallos tanto como el principal como los secundarios (Apéndice 1.2 y 1.3). La medición de los diámetros se realizó con la ayuda de una cinta diamétrica, la altura de los árboles se obtuvo con la ayuda de un clinómetro y una cinta métrica de 15 m de longitud.

Se registró la altura por especie y por categoría diamétrica de manera directa en la primera evaluación, la altura en la segunda y tercer (final) evaluación, la altura de los árboles se estimó a través de métodos de regresión, es por eso que las especies que presentaron menos de tres individuos no fue posible estimar las dos alturas posteriores a la primera evaluación (Apéndice 3).

Se consideró regeneración a los individuos que no superaron los 2.5 cm de diámetro (Apéndice 1.4). Se establecieron categorías de altura, con rangos de 50 cm (hasta los 5 m). También se evaluó para regeneración, número total de individuos por cuadrante y por especie.

La información que se registró en los formatos de campo (Apéndice, 2) fue: número de árbol, cuadrante, especie, ubicación de especies (X y Y), diámetro, categoría diamétrica, altura, cobertura de dosel, grosor de corteza. Los árboles se organizaron por especie y por categoría diamétrica de 5 cm de rango. Esto significa que la categoría 5 se refiere a aquellos árboles que midieron de 2.5 a 7.5 cm de DAP la categoría siguiente a los que midieron de 7.51 a 12.5 cm de DAP y así sucesivamente. Para identificación del sitio se asignó un número de sitio y la fecha de evaluación, y para su ubicación con la ayuda de un receptor GPS Garmin se obtuvo coordenadas UTM, altitud (msnm) y precisión (m).

3.4 Diversidad

3.4.1 Riqueza de especies

La riqueza de especies se obtuvo mediante dos métodos. El método de la gráfica de especies acumuladas y el método de rarefacción.

La gráfica acumulada se realizó con la ayuda del programa estadístico BioDiversity Professional Versión 2 (Lambhead *et al.*, 1997), en el eje X se presenta el número de sitios y en Y están las especies.

El método de rarefacción al igual que la gráfica de especies acumuladas se obtuvo con la ayuda del programa estadístico BioDiversity Professional Versión 2 (Lambhead *et al.*, 1997), el eje Y representa las especies y el número de sitios en el eje X, con el índice que a continuación de muestra (Krebs, 1999):

$$E(\hat{S}_n) = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Donde:

$E(\hat{S}_n)$ = número de especies esperado en una muestra aleatoria de n individuos.

S = número total de especies en la población

N_i = número de individuos en la especie i

N = número total de individuos en la población = $\sum N_i$

n = valor del tamaño de muestra elegido para estandarización ($n < N$)

$\binom{N}{n}$ = número de combinaciones de n individuos que puedan ser elegidos de una población (colección) de N individuos
 $= N!/n!(N-n)!$

3.4.2 Heterogeneidad

La heterogeneidad se evaluó por el método de serie logarítmica y el índice de Shannon.

La gráfica de diversidad de serie de logaritmos se hizo con BioDiversity Professional Versión 2 (Lambshhead *et al.*, 1997) con el índice de diversidad de serie de logaritmos (Krebs, 1999):

$$\hat{\alpha} = \frac{N(1-x)}{x}$$

Donde:

$\hat{\alpha}$ = índice de diversidad estimada de serie de logaritmos

N = número total de individuos en los sitios

X = parámetro de series logarítmicas

Al igual que los demás índices de diversidad la gráfica de Shannon se realizó con BioDiversity Professional Versión 2 (Lambshhead *et al.*, 1997), utilizando la ecuación siguiente (Krebs, 1999):

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

Donde:

H' = índice de diversidad de especies

s = número de especies

p_i = proporción de muestras totales pertenecientes a i th especie

3.4.3 Equitatividad

Para determinar la equitatividad se utilizó el índice de Simpson fue obtenido por medio de BioDiversity Professional Versión 2 (Lamshead *et al.*, 1997), dicho índice se presenta a continuación (Krebs, 1999):

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

D = índice de Simpson

p_i = proporción de especies i en la comunidad

3.5 Estructura de las poblaciones

3.5.1 Densidad

La densidad se obtuvo a través del conteo en sitios y fue expresada de dos maneras, la primera contabilizando el número de individuos por especie en cada uno de los sitios y la segunda, evaluando el área basal por especie, ambas transformadas a valores por hectárea.

El cálculo para determinar el número de árboles por hectárea se utilizó la siguiente fórmula (Krebs, 1999):

$$\hat{d} = \frac{x}{z}(10,000)$$

Donde:

\hat{d} = número de árboles por hectárea

x = número de árboles en el sitio

z = superficie del sitio (100m²)

Cálculo del área basal

El área basal se calculó mediante la siguiente fórmula (Schreuder *et al.*, 1993), con la cual se determinó el valor de la abundancia:

$$\hat{g} = (\pi/4) \sum (d_i/100)^2 = 0.0000785398 \sum d_i^2$$

Donde:

\hat{g} = área basal estimada.

d_i = diámetro A 1.3 m de altura del árbol en cm.

3.5.2 Patrones espaciales de la densidad horizontal y vertical

Para determinar en cual de los tres patrones espaciales uniforme, aleatorio o agregado, están establecidas las especies de manglar se utilizó el índice de la prueba de dispersión, que está definido como una I (Krebs, 1999).

$$I = \frac{\text{Varianza observada}}{\text{Media observada}} = \frac{s^2}{\bar{x}}$$

Este índice considerando la distribución teórica de Poisson debe comportarse el valor de la varianza debe ser igual al valor de la media, por lo tanto el valor de I será siempre uno para la distribución de Poisson. Y la prueba estadística para este índice de dispersión es una X^2 y se representa a continuación (Krebs, 1999):

$$X^2 = I(n-1)$$

Donde:

I = índice de dispersión

n = número de sitios muestreados

X^2 = Valor de X_i^2

3.5.3 Panorámica de la distribución de las especies en el sitio

Las fotografías panorámicas (Apéndice 4) de los sitios fueron tomadas desde un ángulo fijo y se fueron tomando de derecha a izquierda o viceversa, con un traslape aproximado de un 40% entre cada fotografía, con el fin de poder juntar las fotografías individuales para convertirla en una panorámica. Esto se logró con la ayuda del programa editor de imágenes Canon Photo Stitch Versión 3.1.18.42. La fotografía panorámica se realizó para tener una imagen referente de cada sitio, así como evidencia del manglar al inicio de las evaluaciones y para comparar la evolución de éste con las futuras evaluaciones de los sitios permanentes.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diversidad

4.1.1 Riqueza de especies

La acumulación de especies muestra un aumento en el número de especies al aumentar los sitios de muestreos y tiende a disminuir la pendiente, pero no es posible afirmar que el número de sitios es suficiente para la estimación de la riqueza de especies (Figura 4). Cuando la curva logra alcanzar el máximo número de especies y se estabiliza, se le llama asíntota, lo que significa que el esfuerzo del muestreo es suficiente para la estimación de la riqueza de especies (Escalante, 2003).

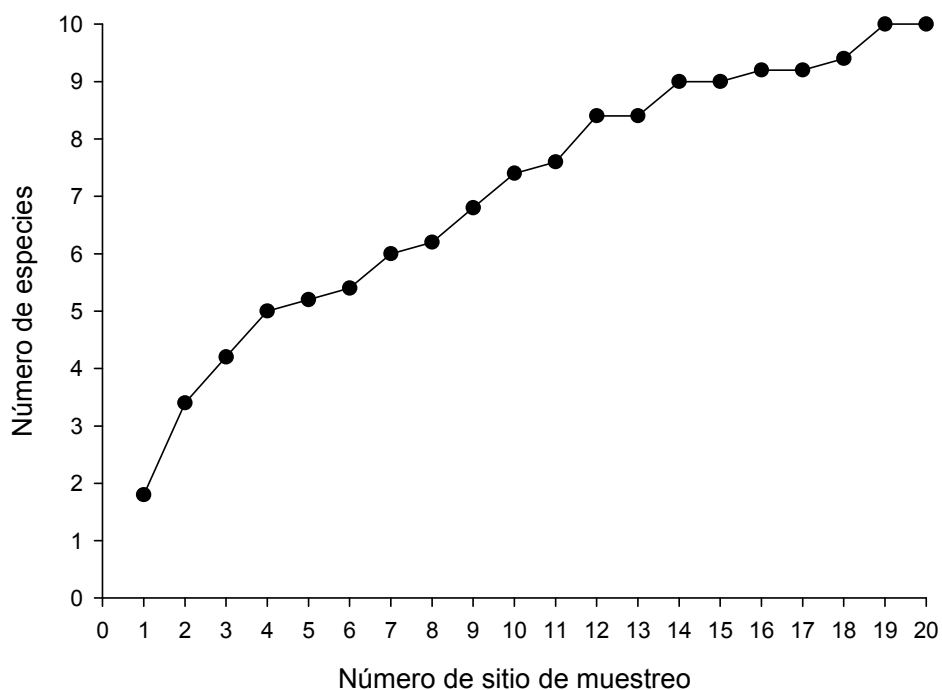


Figura 4. Acumulación de especies para 20 sitios de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Se encontraron 10 especies pertenecientes a 10 géneros, de las cuales sólo dos son especies de mangles, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*. También se encontró *Conocarpus erectus* aunque a éste no se le considera un mangle verdadero. Estos valores son bajos en comparación de los encontrados en un estudio de diversidad florística realizado en los manglares del Santuario Regional de Piura, Perú, donde encontraron 44 especies de fanerógamas pertenecientes a 36 géneros, pero sólo encontraron dos especies de mangles, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* (Charcape-Ravelo y Moutarde, 2005). Sin embargo, se coincide que cuatro especies han sido frecuentemente representativas de los bosques de mangles de América, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*; tal es el caso del estudio florístico en Tenabo, Campeche (Zamora, 2003).

Por otra parte, comparando la diversidad encontrada en los 20 sitios, el sitio 12 presenta la mayor diversidad con 5 especies, seguido por los sitios 4, 10 y 5 que tienen tres especies y los sitios que presentan una sola especie, como es el sitio 11 donde sólo se presenta *Laguncularia racemosa* o el sitio 13 que es únicamente de *Rhizophora mangle* que tienen un valor de uno lo que significa que no presente diversidad ya que sólo presentan una sola especie (Figura 5).

4.1.2 Heterogeneidad

Con respecto a la heterogeneidad (Figura 6), sobresale el sitio 12 en diversidad por tener mayor número de especies con un valor de 1.879, seguido por el sitio 4 y el sitio 10 con valores de 1.575 y 1.222, respectivamente; aunque ambos sitios tienen el mismo número de especies diferentes (3), sin embargo, el sitio 4 se considera más diverso, debido a que la abundancia de cada especie es más uniforme entre las tres especies diferentes, por el contrario en el sitio 10 hay una ligera dominancia por una sola especie sobre las otras dos. Los sitios 8 y 11 son los que tienen los valores de alpha más bajos 0.177 y 0.174, respectivamente, esto se debe a que sólo tienen una sola especie.

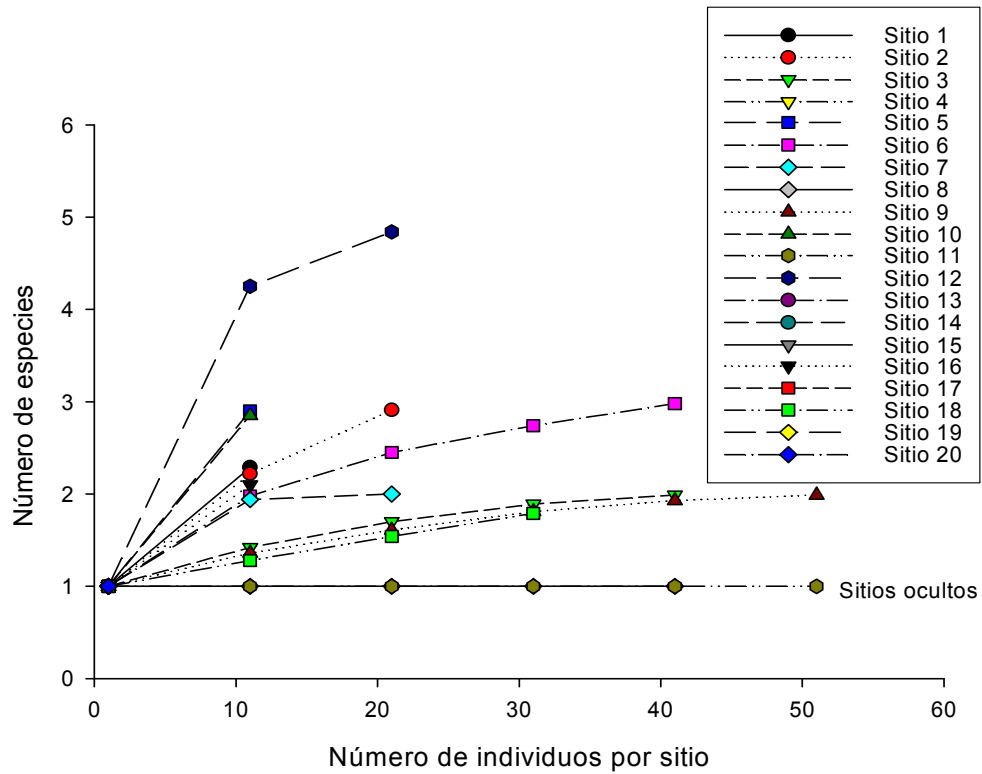


Figura 5. Índice de rarefacción en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

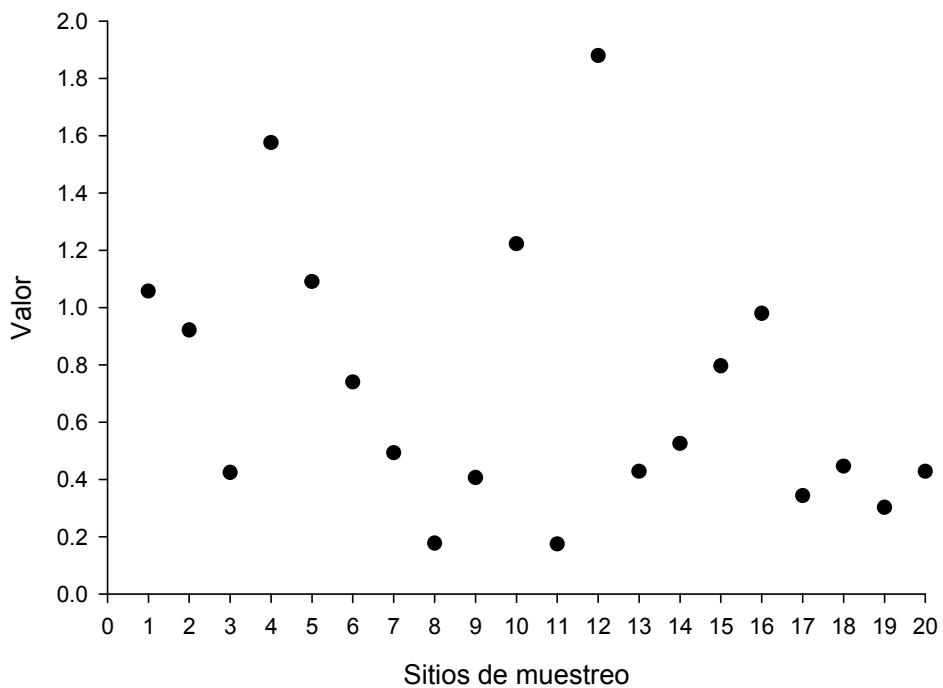


Figura 6. Valores del índice alpha para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Por otra parte, el índice de Shannon tiene la misma tendencia que los resultados del índice alpha, el sitio 12 tiene valor de Shannon más alto (0.624), seguido por los sitio 4 y 10 (con 0.461 y 0.390, respectivamente), la diferencia que tiene el índice de Shannon es que los sitios que tienen una sola especie su valor es cero, debido a eso los sitios que no aparecen en la Figura 7 son los sitios que sólo tienen una especie los cuales se consideran como no diversos (Figura 7). Estos valores son bajos comparados a los encontrados en un estudio realizado para determinar la heterogeneidad en los archipiélagos de Camagüey, Cuba, donde se presentaron valores hasta de 2.60 (Priego *et al.*, 2004). Así también los valores del manglar El Chupadero son bajos en comparación con otros tipos de vegetación, para la región selvática de Gómez Farias, Tamaulipas encontraron valores de Shannon desde 1.13 hasta 2.40 (Valiente *et al.*, 1995); en una selva mediana subperenifolia, en Veracruz, encontraron un valor promedio de 3.17 (Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003).). Estos valores son más altos que los de este estudio, debido a que las áreas muestreadas tienen mayor superficie o mayor número de sitios de muestreo, por lo que se registra un mayor número de especies.

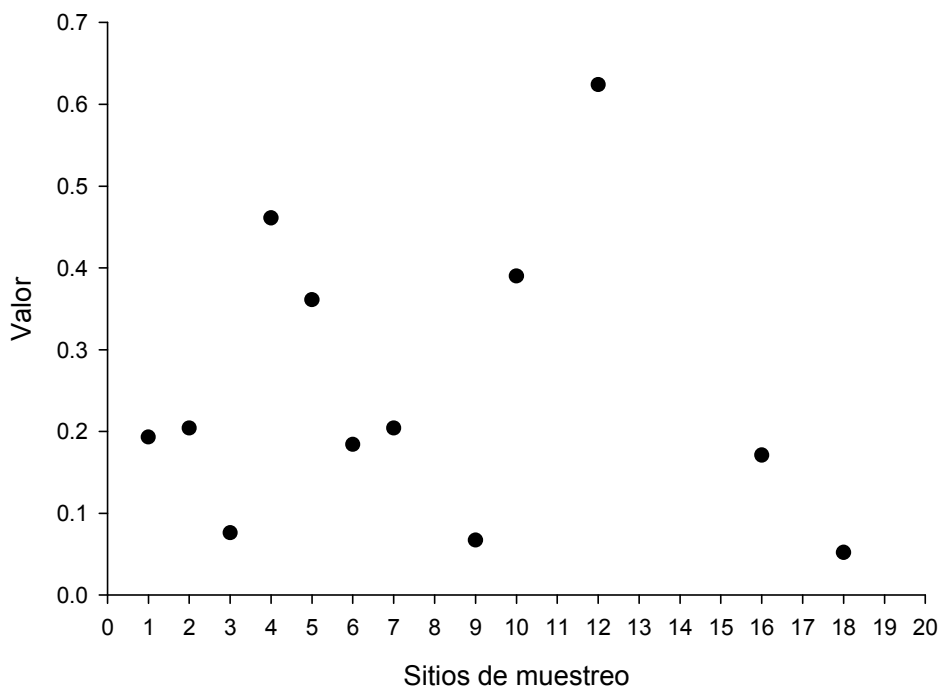


Figura 7. Valores del índice de Shannon para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

4.1.3 Equitatividad

Para evaluar la equitatividad, el índice de Simpson es utilizado frecuentemente. El sitio 12 es el que se considera más diverso con un valor de 0.230 el cual es el valor más bajo, ya que este índice tiene un sentido inverso a los otros índices, de modo que un valor menor es considerado más diverso, esto es porque la equitatividad indica que tan alejada esta un área determinada de una población hipotéticamente estable donde todas las especies serían igualmente comunes. Los sitios que le siguen al 12 en cuanto a diversidad son el 4 y el 10 con 0.287 y 0.397, respectivamente. El valor más alto es 1 por lo que los sitios que tiene este valor son los más alejados a dicha población hipotética, lo cual son considerados como no diversos, por tener una sola especie (Figura 8). El índice de Simpson no es muy utilizado para medir la diversidad en manglares, sin embargo, es utilizado en otros tipos de ecosistemas, Gallardo *et al.* (2005) lo utilizó en selva baja caducifolia en el Cerro de Nizanda, Oaxaca, quien obtuvo valores que van desde 0.06 hasta 0.22; Bauche *et al.* (2002) realizó un estudio en la Sierra de Quila, Jalisco, obteniendo valores desde 0.61 hasta 0.71.

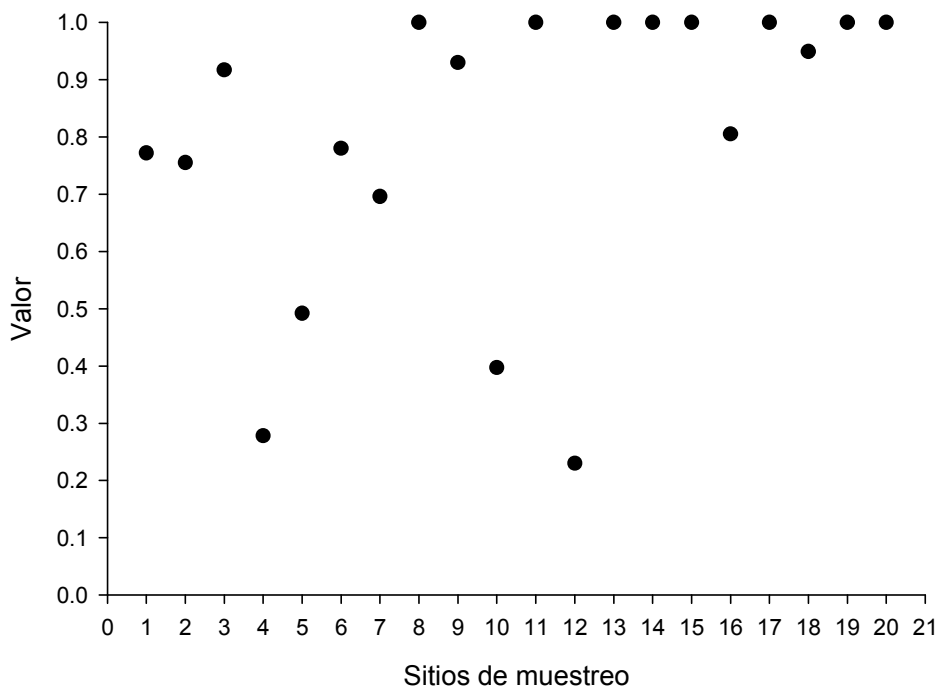


Figura 8. Valores del índice de Simpson para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Comparando los índices para medir la diversidad se puede apreciar que el sitio 12 sobresale con los valores más altos a excepción del valor del índice de Simpson que resultó el valor más bajo por el sentido inverso de este índice, esto significa mayor diversidad, siguiendo en secuencia descendiente los sitios 4 y 10 que ocupan el segundo y tercer lugar, respectivamente (Cuadro 1). Estos índices son los más utilizados para la evaluación de diversidad, en cualquier tipo de vegetación como los que se han venido mencionando, manglares (Priego *et al.*, 2004), selva baja caducifolia (Gallardo *et al.*, 2005), selva mediana subperenifolia (Valiente *et al.*, 1995) y en regiones semiáridas (Huerta y García, 2004).

Cuadro 1. Valores de los índices de diversidad para cada sitio de muestreo en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Sitio	Índices			
	Rarefacción	Alpha	Shannon	Simpson
1	2.29	1.057	0.193	0.772
2	2.91	0.921	0.204	0.755
3	1.99	0.424	0.076	0.917
4	1	1.575	0.461	0.287
5	2.9	1.09	0.361	0.492
6	2.98	0.74	0.184	0.78
7	2	0.493	0.204	0.696
8	1	0.177	0	1
9	1.99	0.406	0.067	0.93
10	2.85	1.222	0.39	0.397
11	1	0.174	0	1
12	4.84	1.879	0.624	0.23
13	1	0.428	0	1
14	1	0.525	0	1
15	1	0.796	0	1
16	2.1	0.979	0.171	0.805
17	1	0.343	0	1
18	1.79	0.446	0.052	0.949
19	1	0.302	0	1
20	1	0.428	0	1

4.2 Estructura horizontal y vertical de la población

4.2.1 Densidad

Según la clasificación de Cintrón *et al.* (1980) y por sus características ecológicas y estructurales el manglar El Chupadero se considera como un manglar de borde, ya que esta al margen de la costa y, no tiene gran movimiento en sus aguas (agua estancada) y el suelo si inunda y seca alternadamente debido a las fluctuaciones de las mareas.

Se encontraron 10 especies diferentes. La única especie que se encontró en los 12 sitios muestreados sin excepción fue *Laguncularia racemosa* por lo que con base en los índices de diversidad y dominancia (en densidad) de esta especie, de los 12 sitios se agruparon 8 considerándose puros, ya que la densidad (ind ha^{-1}) y área basal fueron superiores ($> 65\%$); los sitios 12, 4, 10 y 5, fueron considerados mixtos, debido a que la dominancia de *Laguncularia racemosa* fue menor al 65% , con esto se reafirman los resultados de los índices de diversidad, donde estos sitios se separan de los ocho agrupados (Cuadro 2)

Laguncularia racemosa presentó una densidad de $4,306 \text{ ind ha}^{-1}$ así como los valores más altos de área basal $80.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, seguida por *Rhizophora mangle* con rangos de 100 a 400 ind ha^{-1} y *Conocarpus erectus* en tercer lugar con 100 a 300 ind ha^{-1} (Cuadro 2).

Esta tendencia fue encontrada por Félix-Pico *et al.* (2004) en un estudio realizado en la costa oriental de la Bahía de la Paz, B.C.S. sólo para *Laguncularia* y *Rhizophora*; sin embargo, en el manglar Zacatecas, B.C.S. la especie más abundante fue *Rhizophora*, seguida por *Laguncularia* (González-Zamorano *et al.*, 2004). Los

Cuadro 2. Valores de densidad y área basal del estrato arbóreo del manglar en los grupos de sitios ordenados de acuerdo con la proporción de especies, en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Dominancia [¶]	La ra		Ziziphus sp. / La ra		La ra / Rh ma		La ra / Phy sp.		La ra / Co er	
	Densi- dad (ind ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Densi- dad (ind ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Densi- dad (ind ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Densi- dad (ind ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)	Densi- dad (ind ha ⁻¹)	Área basal (m ² ha ⁻¹)
Total	4306 (n=8)	80.6 (n=8)	2500 (n=1)	51.03 (n=1)	900 (n=1)	11.92 (n=1)	1300 (n=1)	70.49 (n=1)	1600 (n=1)	34.03 (n=1)
Valores relativos	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Especies										
La ra	77.15	67.23	24	42.62	44.44	94.63	----	----	----	----
Rh ma	4.26	3.04	----	----	33.33	3.44	53.85	78.88	68.75	63.56
Co er	2.32	8.18	12	22.01	----	----	----	----	12.50	0.91
Si ca	11.61	12.16	----	----	----	----	----	----	18.75	35.53
Hi ma	2.32	1.58	----	----	----	----	----	----	----	----
Zi sp	----	----	36	30.28	----	----	----	----	----	----
Cu ve	----	----	4	0.63	----	----	----	----	----	----
Ph sp.	2.32	7.82	----	----	22.22	1.93	----	----	----	----
Ca co	----	----	24	4.47	----	----	38.46	20.30	----	----
Pr sp	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Donde: La ra= *Leguncularia racemosa*, Rh ma= *Rhizophora mangle*, Co er= *Conocarpus erectus*, Si ca= *Sideroxylon capiri*, Hi ma= *Hipomane mancinella*, Ph sp.= *Phyllanthus sp.*, Ca co= *Caesalpinia coriaria*, Ziziphus = Zi sp, Pr sp = *Prosopis sp.*, Cu ve= *cuero de venado* (no identificada). n= número de sitios agrupados. ¶ la dominancia es en base a densidad.

resultados de *Laguncularia* y *Conocarpus* son altos comparando con los obtenidos por el estudio de Salas (2006) hecho en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas; sin embargo, *Rhizophora* fue superior con 1109 ind ha⁻¹.

Esto no sucedió con los valores encontrados por González (2002) en el manglar el Conchalito, B.C.S. donde los valores de *Laguncularia* (449 ind ha⁻¹) y *Rhizophora* (45 ind ha⁻¹) fueron menores a los encontrados en el presente estudio.

Con respecto al área basal promedio para El Chupadero fue de 49.75 m² ha⁻¹ total, que superan a los encontrados por González (2002) y Félix-Pico (2003) quienes encontraron valores de 36 y 32 m² ha⁻¹ respectivamente en las costas de Baja California Sur, debido a que los manglares de B.C.S. son de un tipo especial de manglar conocidos como bosques enanos o hamacas, por lo que tienen un crecimiento limitado debido a la alta salinidad de los suelos (Cintrón *et al.*, 1980).

Los resultados obtenidos para *Laguncularia* y *Conocarpus* en área basal y densidad superan a los de Salas (2006) en Chiapas y Corella *et al.* (2001) en Tab., pero en contraste, los valores de *Rhizophora* son bajos en comparación a estos estudios, ya que los manglares de ambos trabajos son de tipo ribereño, porque se desarrollan sobre los márgenes de los ríos hasta donde se permita la intrusión de agua salada, aquí los mangles especialmente *Rhizophora* tiene los porte más grandes que ningún otro de los tipos de manglar (Cintrón *et al.*, 1980). A manera de aclaración, estos estudios se realizaron sólo para tres especies *Laguncularia*, *Rhizophora* y *Avicennia*, esta última no se encuentra en los sitios muestreados.

4.2.2 Distribución diamétrica de la densidad y área basal promedio por especie.

La mayor concentración de especies se encuentran en las categorías diamétricas menores (5-15) a mayor categoría diamétrica es muy notoria la disminución del número de individuos, en las tres especies. Esta misma situación es encontrada por Salas (2006) en La encrucijada, Chiapas y por Estrada-Duran *et al.* (2001) en Puerto, Vallarta, Jal. (Figura 9).

La categoría diamétrica más grande que se encontró fue de 55 cm y perteneció a la especie de *Laguncularia racemosa* (Figura 10). Las categorías diamétricas de esta especie son mayores que las del manglar el Conchalito, B.C.S. que van desde los 2.5 a 9.5 cm reportados por González (2002), debido a la condiciones de alta salinidad que impera en los suelos, por lo que su crecimiento es reducido.

La mayor concentración de individuos de *Laguncularia racemosa* se encuentra entre las categorías de 10 a 15 cm (Figura 10). Corella *et al.* (2001) obtuvieron esta misma distribución de individuos y esta misma tendencia a medida que los diámetros son más grandes el número de individuos disminuye, como sucede en este estudio. Sin embargo, en el estudio realizado por Salas (2006) encontró que la mayor concentración de individuos estaba en las categorías de 5 y 10 cm. Lo anterior tiene mucha relación con la distribución del área basal, ya que las categorías de 10 a 15 cm tienen los valores más altos (Figura 9 y 10). Salas (2006) obtiene resultados similares, donde las categorías de 10 y 15 cm tienen dominancia en el área basal. Por el contrario, en un estudio hecho en Tabasco (Corella *et al.*, 2001) encontraron la mayor área basal distribuida en la categoría diamétrica de 35 cm.

Rhizophora mangle presentó la mayor densidad en la categoría diamétrica de 5 cm la cual fue muy superior a las categorías de 10, 20 y 35 cm (Figura 9). Salas (2006) obtuvo una distribución diamétrica similar donde la categoría que tuvo mayor cantidad

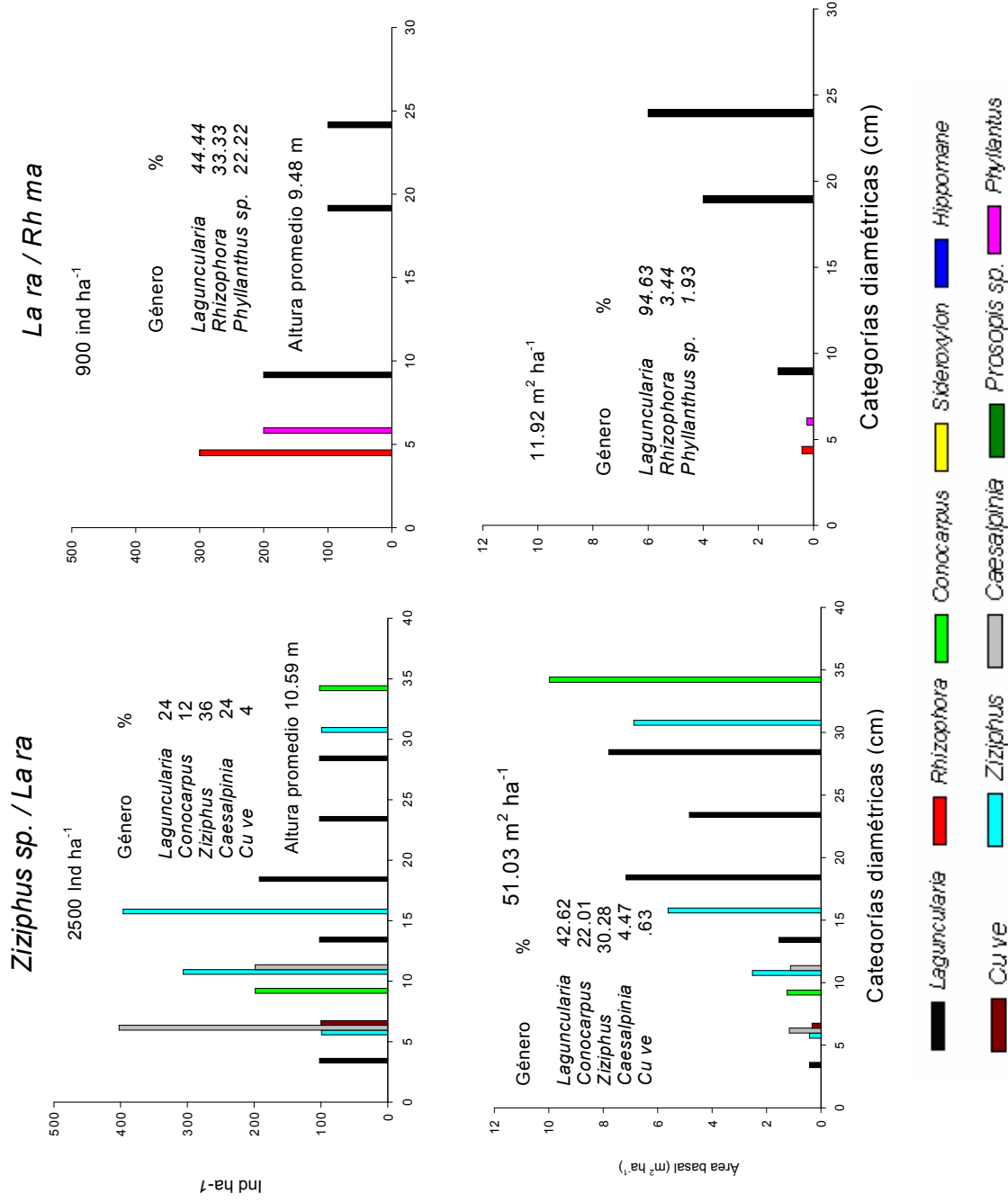
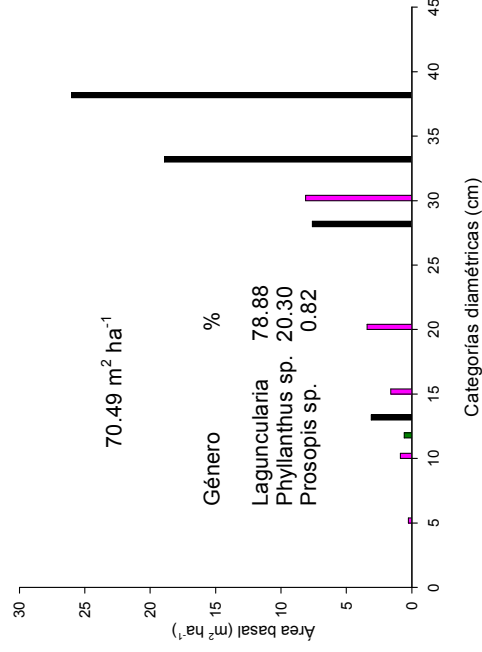
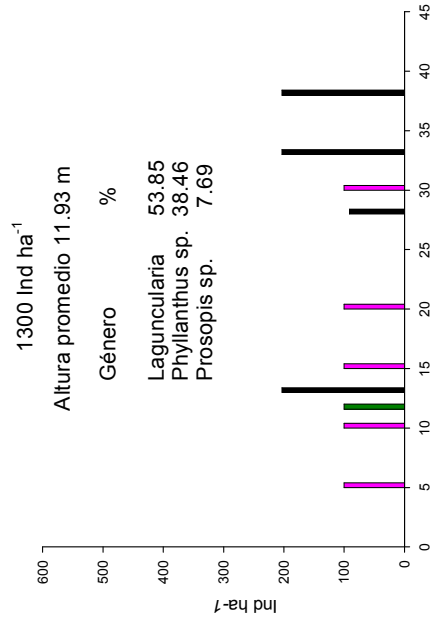


Figura 9. Estructura horizontal en los grupos de sitios de acuerdo a la composición de especies de los sitios mixtos en el manglar el Chupadero, Tecomán Col.

La ra / Phyllanthus sp.



La ra / Coer

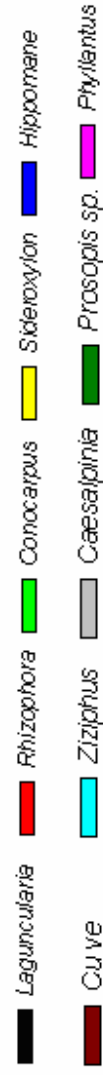
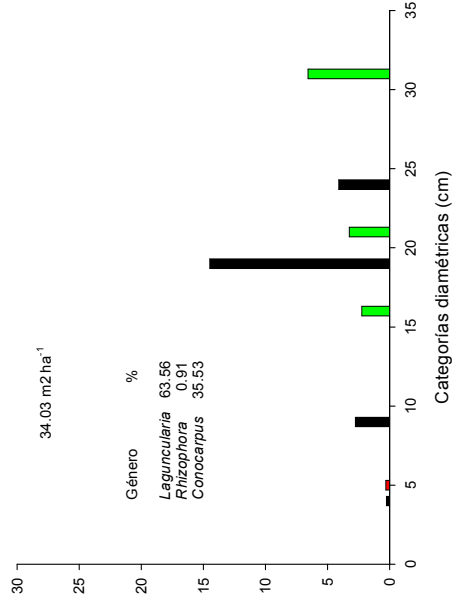
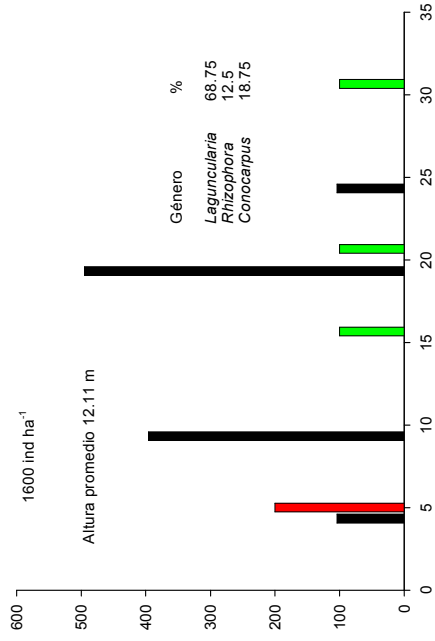


Figura 9. Continuación.

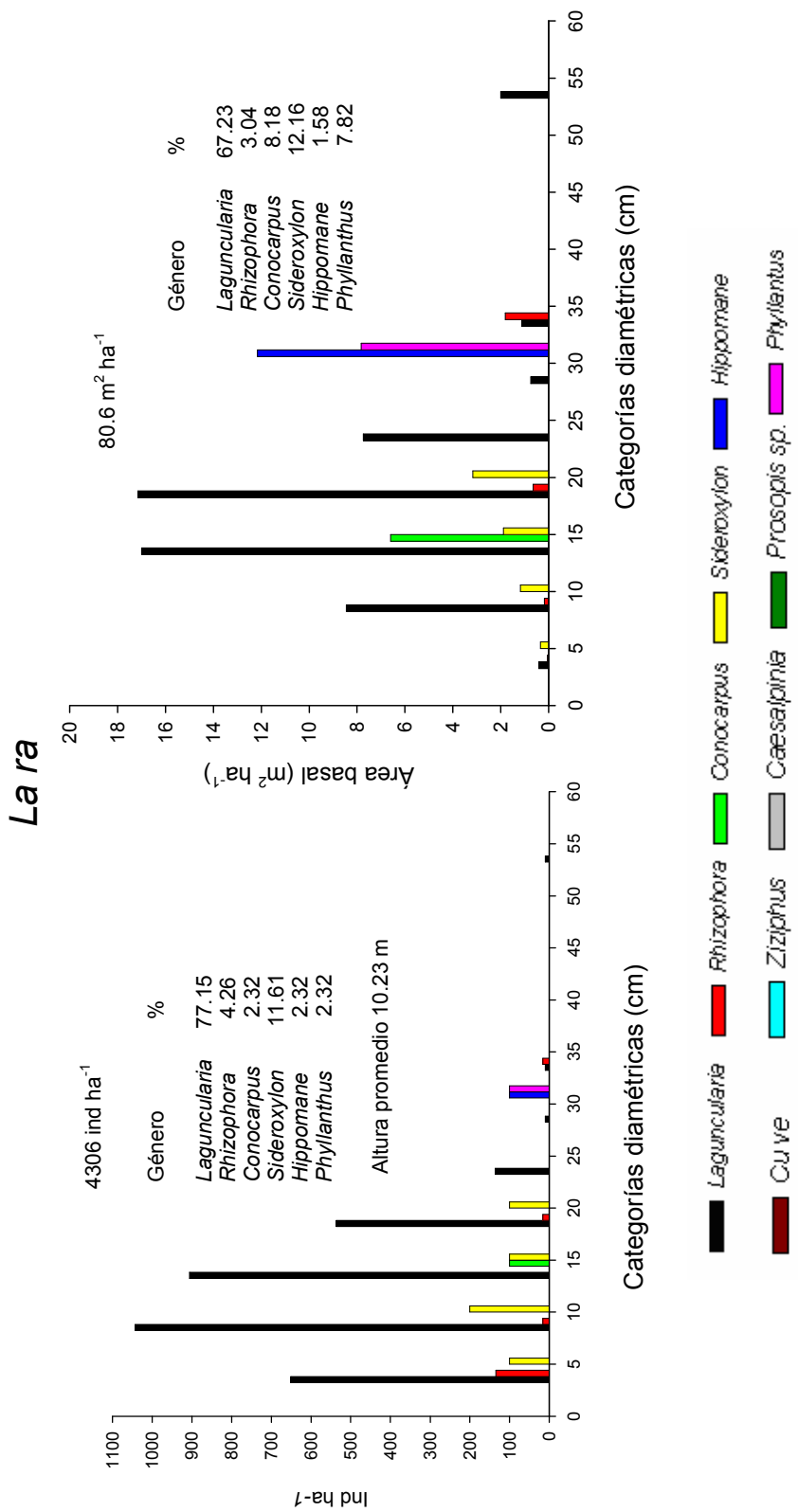


Figura 10. Estructura horizontal en los grupos de sitios de acuerdo a la composición de especies de los sitios puros en el manglar el Chupadero, Tecomán Col.

de individuos fue la de 5 cm. Para esta misma especie Corella *et al.* (2001) encontraron la mayor densidad en las categorías de 10 a 15 cm.

El área basal se presenta de manera distinta, el valor más alto esta concentrado en la categoría diamétrica de 35 cm seguida por la de 20 cm (Figura 9).

Salas (2006) obtuvo una distribución del área basal uniforme con una ligera dominancia de las categorías de 15 cm y 20 cm. Corella *et al.* (2001) encontró que la categoría diamétrica de 10 cm presenta el valor mas alto de área basal.

Conocarpus erectus presenta el mismo comportamiento en cuanto a la densidad y al área basal. Mayor densidad de individuos en las categorías de 10 y 15 cm y valores mas altos del área basal se encuentran en la categoría diamétrica de 30 y 35 cm (Figura 9 y 10).

Las alturas promedios encontradas en el manglar El Chupadero no rebasaron los 13 m, donde el promedio altura más alto fue en el grupo de *La ra / Co er* de 12.21 m, la especie que presentó la altura más alta en el El Chupadero fue *Conocarpus erectus*. Estrada-Duran *et al.* (2001) en el estero El Salado, donde el promedio de alturas fue de 5 m y a los encontrados por González (2002) y González-Zamorano (2004) que en ambos estudios las alturas del manglar de la costa sur de la península de Baja California no superaron los 4 m de altura, ya que estos manglares son de tipo enano.

Los promedios de altura de la segunda y última evaluación fueron obtenidos por medio de modelos de regresión, con los valores reales de las alturas tomadas en la primera evaluación y con el sesgo que en éstas se pudiera haber producido, es por eso que los valores posteriores a la primera evaluación disminuyen en lugar de aumentar, además son valores promedios, por lo que es posible que en las incorporaciones entre categorías diamétricas, individuos que tuvieran mayor altura se incorporaran a la categoría inmediata, reduciendo así el promedio en altura (Apéndice 3).

Las especies que presentaron mayor regeneración fueron *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, y la mayor parte fue entre las categoría de altura de <0.5 y 1m, los sitios mas abundantes en regeneración son el 3 con *Rhizophora*, y el 8 y 9 con *Laguncularia* (Apéndice 5).

La mortalidad prácticamente fue muy escasa, tan sólo ocho individuos de *Rhizophora mangle*, debido a que El Chupadero se encuentra debidamente protegido y concesionado por los miembros de la Cooperativa Pesquera y se ha prohibido la corta de madera en el lugar, especialmente en las partes donde se establecieron las unidades de muestreo para este trabajo.

4.2.3 Patrones espaciales de la densidad

Los patrones espaciales de las especies del manglar El Chupadero en su mayoría es de forma agregada, ya que en especies como *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* la reproducción es por medio de rebrotes de los mismos troncos por lo que su crecimiento es “amontonado” la mayoría de la veces.

Para el caso específico de *Rhizophora mangle* su patrón espacial también es de manera agregada, ya que por medio de sus raíces y la capacidad que tienen de fijar suelo, es considerada la especie pionera de los mangles por lo que tiende a formar rodales monoespecíficos en zonas inundadas permanentemente.

Ziziphus sp., *Sideroxylon capiri*, *Phyllanthus sp.* y *Caesalpinia coriaria* tienen un patrón agregado, esto se debe a que estas especies presentan un crecimiento policotómico (que su tronco se divide en dos o más tallos antes de los 1.30 m) por lo que en un sólo individuo se consideraron varios troncos en la evaluación. Las especies que presentaron un patrón de distribución aleatorio sólo tuvieron un individuo cada una (Cuadro 3).

Cuadro 3. Patrones espaciales de las especies en el manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

Especies	Varianza	Media	X^2_{ij}	g.l.	P = < 0.05	Patrón espacial
<i>La ra</i>	402.3447	19.15	399.1932	19	0	Agregado
<i>Rh ma</i>	4.6184	2.25	39	19	0.0044896	Agregado
<i>Co er</i>	0.8711	0.35	47.2857	19	0.0003467	Agregado
<i>Hi ma</i>	0.0947	0.1	18	19	0.52273	Aleatorio
<i>Ziziphus</i>	4.05	0.45	171	19	0	Agregado
<i>Si ca</i>	1.25	0.25	95	19	0	Agregado
<i>Cu ve</i>	0.05	0.05	19	19	0.4569394	Aleatorio
<i>Phy sp.</i>	1.4105	0.4	67	19	4.00E-07	Agregado
<i>Ca co</i>	1.8	0.3	114	19	0	Agregado
<i>Prosopis</i>	0.05	0.05	19	19	0.4569394	Aleatorio

g.l. = grados de libertad, *La ra* = *Laguncularia racemosa*, *Rh ma* = *Rhizophora mangle*, *Co er* = *Conocarpus erectus*, *Hi ma* = *Hippomane mancinella*, *Ziziphus* = *Ziziphus sp.*, *Si ca* = *Sideroxylon Capiri*, *Phy sp.* = *Phyllanthus sp.*, *Ca co* = *Caesalpinia coriaria*, *Prosopis* = *Prosopis sp.*, *Cu ve* = no identificada, $\sum J_i$ cuadrada.

5 CONCLUSIONES

Los valores de los índices de diversidad, son bajos en comparación con otros estudios de manglar y de otro tipo de ecosistemas.

De las 10 especies encontradas en el manglar El Chupadero, tres especies son dominantes en el estero *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*, por lo que se reafirma la representatividad de estas especies en los manglares.

La mayor densidad del arbolado del manglar El Chupadero se encuentra en las categorías diamétricas inferiores, por lo que podemos decir que el bosque de manglar tiene un desarrollo normal con una buena base de reemplazo para las categorías diamétricas superiores, sobre todo para las especies de *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*.

El área basal por hectárea determinada de este manglar tipo borde, esta representada por *Laguncularia racemosa* y es alta en comparación a otros estudios realizado, sobre todo en manglares enanos.

El área basal para *Laguncularia racemosa* se encuentra la mayor parte distribuidas en las categorías diamétricas inferiores por ser estas categorías más densas. Para el caso de *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* los valores mas altos de área basal fueron en las categorías superiores.

La mayoría de las especies del manglar El Chupadero mostraron un patrón de distribución de forma agregada o amontonado, debido a el hábito de crecimiento de estas especies.

Laguncularia racemosa y *Rhizophora mangle* son las especies con mayor abundancia y variabilidad de regeneración, que es modificad por factores como el nivel del agua y la estación del año.

6 RECOMENDACIONES

Establecer la continuidad en la evaluación de los 20 sitios permanentes y el aumento de éstos para otras extensiones de manglar, así como la evaluación de otros manglares de la costa de Colima y Michoacán con el propósito de reafirmar la descripción de la diversidad y estructura del manglar.

Estudiar los elementos asociados a la diversidad y estructura del manglar El Chupadero, como fauna, propagación, establecimiento de regeneración y efecto de contaminación del estero.

Apoyar la propuesta de declaratoria que se tiene para el establecimiento del estero El Chupadero como Área Natural Protegida, para la cual este trabajo puede servir de referencia para la toma de decisiones.

7 LITERATURA CITADA

- Álvarez, A. E. 2004. Los manglares de México [en línea]. México: FAO. [Fecha de consulta: 15 de marzo 2006]. Disponible en: <<http://www.gaia.org.mx/informacion/boletin10.html>>
- Bauche P., P. R. Villavicencio G., A. Gallegos R. y M. Huerta M. 2002. Índices de diversidad aplicados a comunidades arbóreas en la zona de protección de flora y fauna "Sierra de Quila", estado de Jalisco. CUCBA, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 9 p.
- CETENAL. 1978. Carta de vegetación y uso del suelo. E13B64. Cerro de Ortega. Escala 1:50 000.
- CETENAL. 1980. Carta geológica. E13B64. Cerro de Ortega. Escala 1:50 000.
- CETENAL. 1981. Carta edafológica. E13B64. Cerro de Ortega. Escala 1:50 000.
- Charcape-Ravelo, M. y F. Moutarde. 2005. Diversidad florística y conservación del Santuario Regional de Piura Manglares San Pedro de Vice-Sechura. Rev. Peru. Biol. 12(2): 327-334.
- Cintrón, G., A.E. Lugo y R. Martínez. 1980. Structural and functional properties of mangrove forest. A Symposium Signaling the Completion of the Flora of Panama. Universidad de Panama. A publicarse en: Monographs in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden.
- Corella J., F., J. I. Valdez H., V. M. Cetina A., F. V. Gonzáles C., A. Trinidad S. y J.R. Aguirre R. 2001. Estructura forestal en un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. Cien. For. En Méx. 26 (90): 73-103.
- Escalante, E. T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos: ciencia y cultura. No. 52: 53-56.
- Estrada-Durán., G., F. G. Capul-Magaña y A. L. Capul-Magaña. 2001. Aspectos de la estructura y producción de hojarasca del bosque de manglar del Estero el Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. Ciencia y Mar 5(15): 3-12.
- FAO. 1974. Ecología y reforestación de los manglares de México [en línea]. México. [Fecha de consulta: 26 de enero 2006]. Disponible en: <<http://www.fao.org.htm>>
- Félix-Pico E. F., O. E. Holguín-Quiñones, L. Godínez-Orta y N. A. Santa-María- Gallegos. 2004. Estructura de las comunidades de mangles de bahía de Loreto, isla San José, isla Espíritu Santo costa oriental de la bahía de la Paz. Libro de resúmenes del I taller sobre manglares de la Península de B.C.

- Foroughbakhch, R., A. Céspedes., M. A. Alvarado., A. Núñez y Badii, M. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México [en línea]. México. [Fecha de consulta: 26 de enero 2006]. Disponible en : <www.uanl.mx/publicaciones/ciencia-uanl/17/2/pdfs/art_manglares.pdf>
- Franklin J. F. y T. A. Spies. S. f. Composition, function, and structure of old-growth Douglas-fir forest. Department of Agriculture, Forest Service.
- Gallardo, C., J. A., J.A. Meave y E. A. Pérez G. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del cerro verde, Nizanda (Oaxaca), México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No 76 : 19-35.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México D.F 155 p.
- Godínez-Ibarra O. y L. López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperenifolia. Anales de Instituto de Biología UNAM. Serie Botánica 73(2): 32 p.
- Góngora, F. y J.J. López N. 2005. Manglares y comunidades locales una aproximación a la realidad en América Latina [en línea]. México. [fecha de consulta: 7 de diciembre 2005]. Disponible en: <www.unizar.es/fnca/america/docu/3610.pdf>
- González Z. P. 2002. Estructura y análisis especial de la cobertura del manglar el "Conchalito", B. C. S. Tesis profesional. Departamento de Pesquería y Biología Marina. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B. C. S. 88 p.
- González-Zamorano P., E. Serviere-Zaragoza, E. F. Balart, A. Mazariegos, J. L. León-de-la-Luz, R. Domínguez-Cadena, J. Ramírez, L. Campos y C. Dawes. 2004. Estructura, cobertura y producción de hojarasca del manglar Zacatecas, Baja California Sur. Libro de resúmenes del I taller sobre manglares de la Península de B.C.
- Henderson, P.A. 2006. Practical methods in ecology. Ed Blackwell Publishing. University Oxford. UK. 163 p.
- Hernández-Trejo, H., A. Prieto-Santander, J. López-Portillo y E. Insunza-Vera. 2006. Los paisajes físico-geográficos de los manglares de la laguna de la mancha, Veracruz, México [en línea]. México, 2006. [Fecha de consulta: 21 de marzo 2006]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es>
- Huerta M., F.M. y E. García M. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México: implicaciones para la conservación. Interciencia. 8(29): 435-441.

- Hussain, Z. s.f. Silvicultura de manglares [en línea]. FAO. [fecha de consulta: 29 de octubre 2005]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/v5200s/v5200s09.htm>>
- INE-SEMARNAT. 2005. Evaluación preeliminar de las tasas de pérdida de la superficie de manglar en México [en línea]. México [Fecha de consulta: 25 de mayo 2006]. Disponible en: <www.ine.gob.mx/download/manglar_inf_final.pdf>
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 1999. Aspectos geográficos de Colima [en línea]. México [Fecha de consulta: 16 de febrero del 2006]. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/col/ubic_geo>
- Krebs, Ch. J. 1999. Ecological Methodology. University of British, Columbia. Ed. Addison Wesley Logman. EUA. 620 p.
- Lamshead, P.J.D., G.I.J. Paterson y J.D. Gage. 1997. Biodiversity Professional Version 2. Written by Neil Mc Alece. Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science.
- OIMT. 2003. Manglares una mar de riquezas [en línea]. Organización Internacional de Maderas Tropicales. [Fecha de consulta: 7 de diciembre 2005]. Disponible en: <www.itto.or.jp/live/Live_Server/364/brochure_mangrove_s.pdf>
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. Árboles tropicales de México. 2ª edición. Editorial Redacta. FAO. México. 521 p.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza de especies. *Interciencia* 31(8): 9.
- Priego S., A. P. Moreno C., J.L. Palacio P., J. López P. y D. Geissert K. 2003. Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de la flora en cuencas costeras del estado de Veracruz, México. *Investigaciones Geográficas*. No. 52: 31-542.
- Priego S., A., J. L. Palacio P., P. Moreno C., J. Lopez P. y D. Geissert K. 2004. Heterogeneidad del paisaje y riqueza de flora: su relación en el archipiélago de Camaguey, Cuba. *Interciencia* 003(29): 138-144
- POFEC. 1993. Programa de ordenamiento ecológico del territorio del estado de Colima [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de enero del 2006]. Disponible en: <www.ordenjuridico.gob.mx/statal/COLIMA/Programas/COLPro1.pdf>
- Real Academia Española. 1992. Diccionario de la lengua Española. Tomo 1. Vigésima primera edición. Ed. Espasa Calpe. Madrid, España. 1077 p.

- Rey R., J. y R. Rutledge. 2002. Los mangles [en línea]. Florida: University of Florida. [Fecha de consulta: 5 de diciembre 2005]. Disponible en: <www.edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN19600.pdf >
- Salas, R., R. L. 2006. Estructura forestal de un manglar en la reserva de la biosfera "La Encrucijada", Chiapas. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. UACH. Chapingo Estado de México. 63 p.
- Samek V. 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifoliados. Ciencia y Técnica. Instituto Cubano del libro. La Habana, Cuba. 291 p.
- Sanjurjo R. E. y S. Welsch C. 2002. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares [en línea]. México. [Fecha de consulta: 30 de diciembre 2006]. Disponible en: <www.ine.gob.mx/dgipea/download/pea-ri-2001-001.pdf>
- SARH. 1994. Principales tipos de vegetación en México [en línea]. México. [Fecha de consulta: 15 de octubre 2005]. Disponible en: <www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/anexos.pdf>
- Schreuder H. T., T. G. Gregoire y G. B. Wood. 1993. Sampling methods for multiresource forest inventory. Ed: John Wiley & Sons, Inc. EUA. 268 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo del 2002. México D.F.
- SEMARNAT. 2005. Aviso mediante el cual se informa al público en general que están su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del Decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de santuario, la zona conocida como Playa Boca Apiza-El Chupadero-El Tecuanillo, con una superficie de 40 hectáreas, localizada en el Municipio de Tecmán, en el Estado de Colima. Diario Oficial de la Federación. 13 de julio 2005.
- Tovilla H. C. y D. E. Orihuela B. 2002. Manual de técnicas y métodos de restauración de zonas alteradas en manglar. ECOSUR. Tapachula Chiapas, México. 90 p.
- Valdez H., J. I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. Madera y Bosques. No esp. 2: 93-104.
- Valiente B. A., F. González M. y D. Piñero D. 1995. a vegetación Selvática de la región de Gómez Farias, Tamaulipas, México. Acta Botánica Mexicana. No. 38: 1-36.
- Villavicencio-Enríquez., L., Valdez-Hernández, J.I. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. Agrociencia 37: 413-423.

Windevoxhel-Lora, N. y A. Imbach,. 1995. Uso sostenible de manglares en América Central [en línea]. [fecha de consulta:26 de enero 2006]. Disponible en: <
www.iucn.org/places/orma/areas/Humedales/enlinea/1.pdf>

Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-51.

Zaldívar J., A., J. Herrera S., C. Coronado M. y D. Alonzo P. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y Bosques*. No esp. 2: 25-35.

Zamora, C. P. 2003. Contribución al estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Tenabo, Campeche, México. *Polibotánica*. No 015. pp. 1-40.

8 APÉNDICES

Apéndice 1. Características morfológicas más sobresalientes y medición de los diámetros de *Rhizophora mangle*.



Figura 1.1 Semilla vivípara de *Rhizophora mangle*



Figura 1.2 Raíces zancudas de *Rhizophora mangle*



Figura 1.3 Medición del diámetro en *Rhizophora mangle*



Figura 1.4. Regeneración de *Rhizophora mangle*

Apéndice 2. Formatos para el levantamiento de datos en campo para ambos estratos (arbóreo y regeneración).

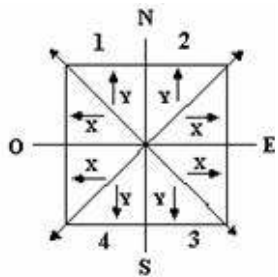
DEPARTAMENTO FORESTAL U.A.A.A.N
 Diversidad y Estructura del Manglar en él
 Estero el Chupadero, Tecomán, Colima
 Sitios cuadrados de 10x10 m (100 m²)

RODAL	ALTITUD msnm	PRECISIÓN (m)
SITIO	COORDENADAS UTM	
FECHA		

No Árbol	Cuadrante	Especie	X (m)	Y (m)	DAP (cm)	Altura (m)	GC (cm)	Cobertura

DAP	Diámetro a la altura de pecho (1.30 m)
CD	Categoría diamétrica.
GC	Grosor de corteza.
X	Posición de N a S
Y	Posición de E a W

La ubicación de los puntos X y Y se determinará en metros desde el centro del cuadro al vértice. Se dividió en cuatro cuadrantes enumerados con sentido del



OBSERVACIONES:

Figura 2.1 Formato para levantamiento de datos en campo del estrato arbóreo.

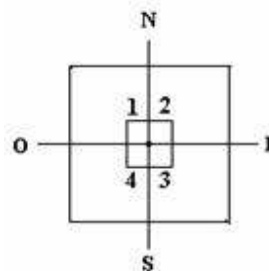
DEPARTAMENTO FORESTAL UAAAN Diversidad y Estructura del Manglar en el Estero el Chupadero, Tecomán, Colima Sitios cuadrados de 2x2 m (4 m ²)
REGENERACIÓN

RODAL	ALTITUD msnm	PRECISIÓN (m)
SITIO	COORDENADAS UTM	
FECHA		

		FRECUENCIA DE GÉNEROS				
Cuadrante	Cat. de Altura (m)					Observaciones
	< 0.5					
	0.5					
	1					
	1.5					
	2					
	2.5					
	3					
	3.5					
	4					
	4.5					
	5					

NOTA. Se considera como regeneración a las especies con diámetro menor a 2.5 cm.

El cuadro para medir regeneración se estableció en el centro del sitio de 100 m². Se dividió en cuatro cuadrantes enumerados con sentido

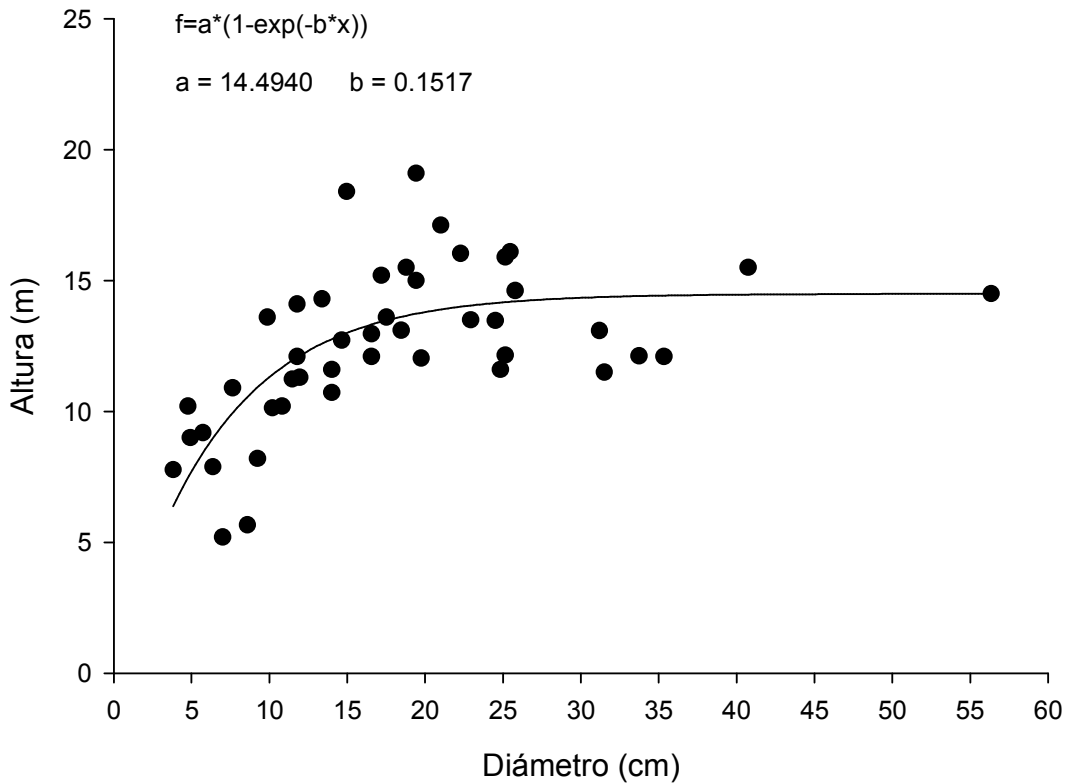


OBSERVACIONES:

Figura 2.2 Formato para levantamiento de datos de regeneración en campo.

Apéndice 3. Diagramas de dispersión ajustados y cuadros de comparación de modelos para la estimación las alturas de la segunda y tercer evaluación.

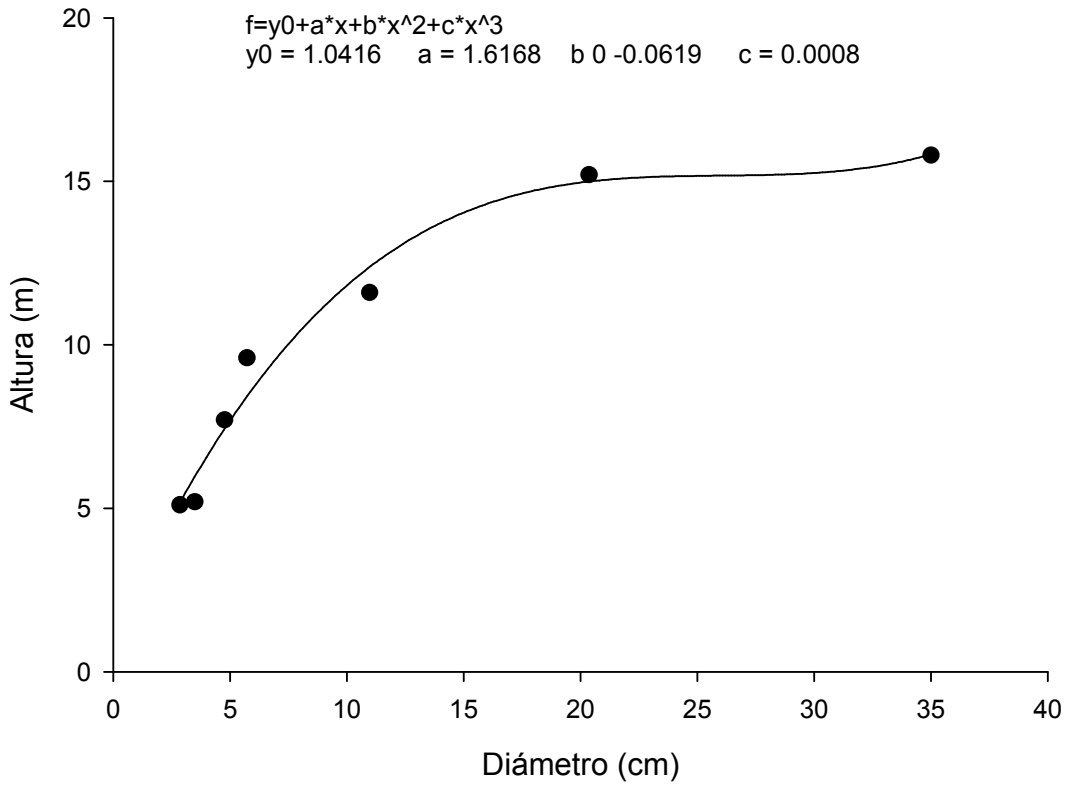
Laguncularia racemosa



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.2431	.2255	7.0731	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.4090	.3808	5.6542	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	.5161	.4807	4.7425	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$
Exponencial	.4718	.4595	4.9385	$f=a*(1-\exp(-b*x))$

Figura 3.1 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Laguncularia racemosa*.

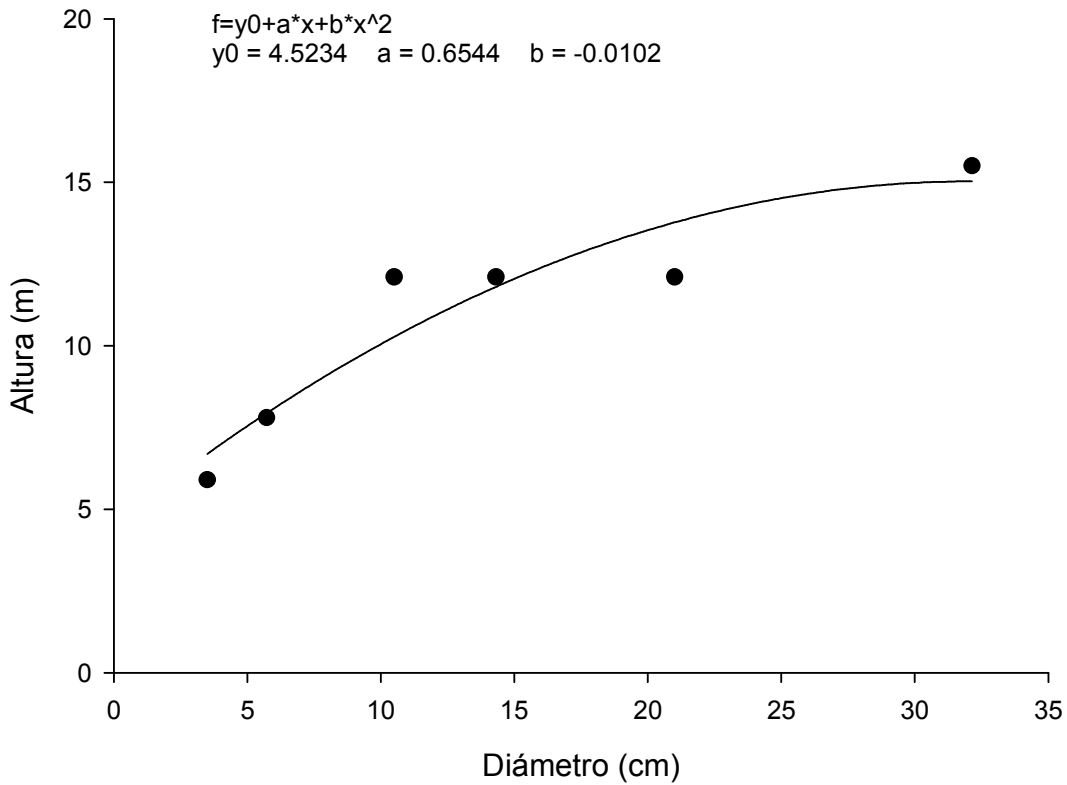
Rhizophora mangle



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.7995	.7594	4.6403	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.9639	.9459	1.0437	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	.9765	.9530	2.7189	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

Figura 3.2 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Rhizophora mangle*

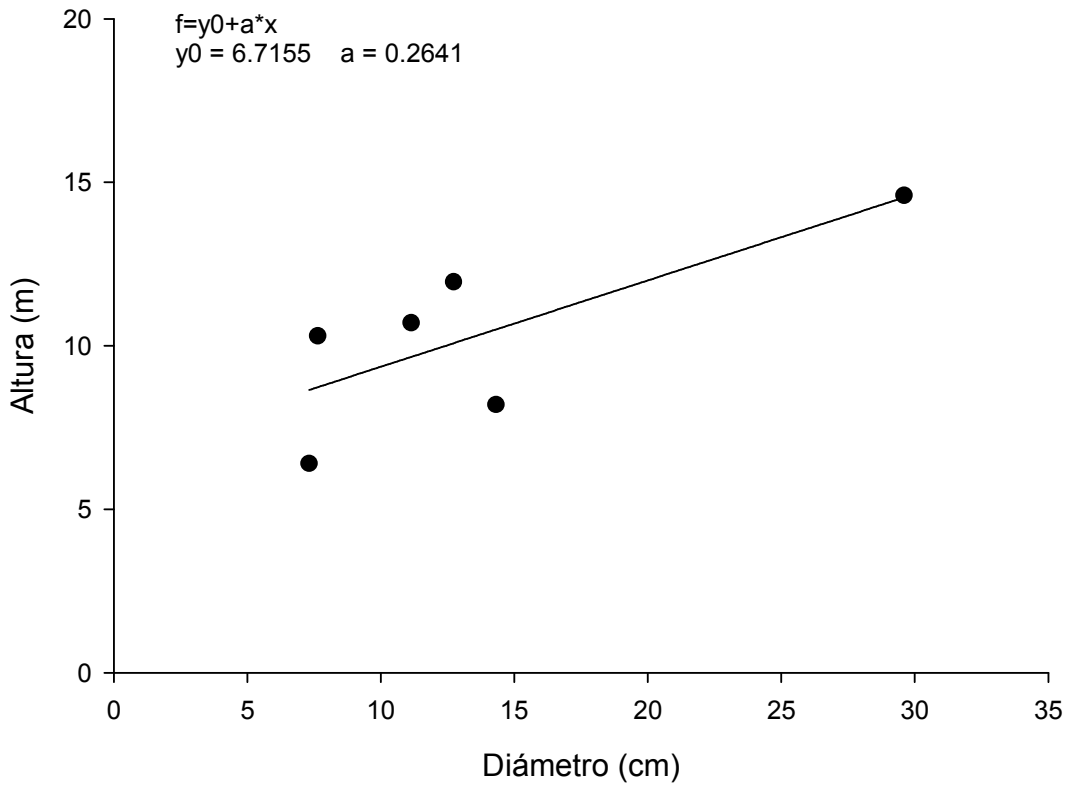
Phyllanthus sp.



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.8092	.7616	2.8654	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.8819	.8031	2.3659	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	.9881	.9703	.3559	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

Figura 3.3 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Phyllanthus* sp.

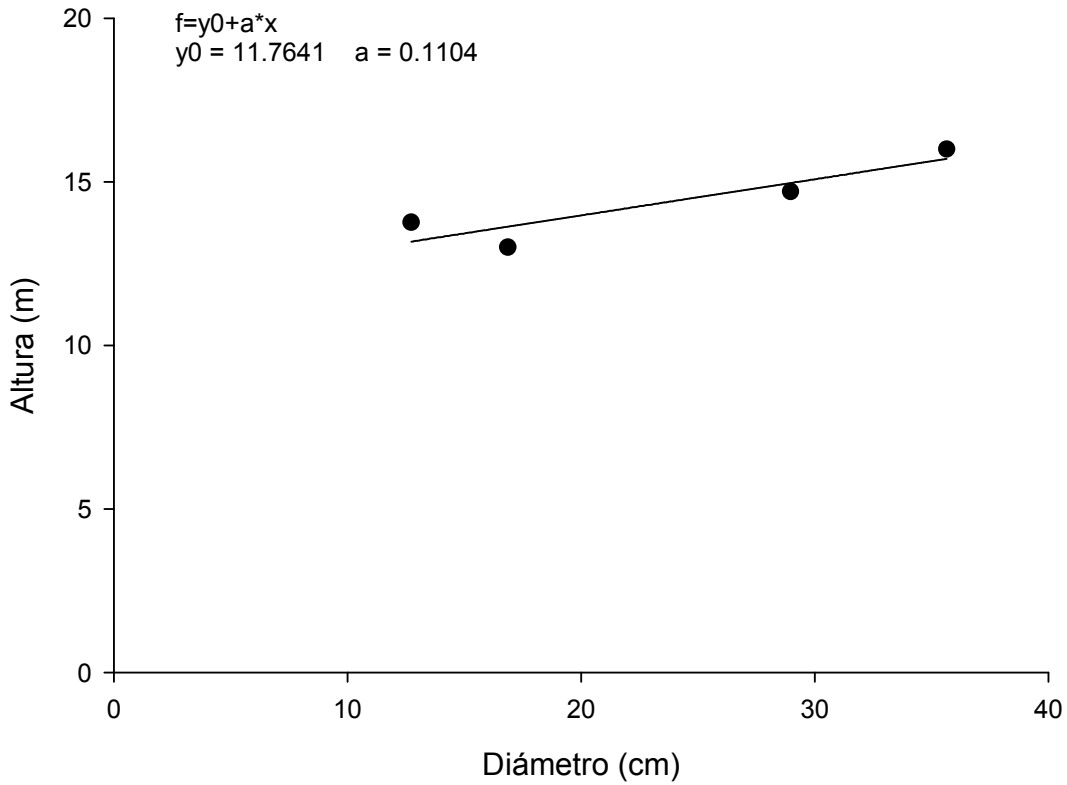
Ziziphus sp.



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.5756	.4695	4.3468	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.5758	.2930	5.7935	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	.8099	.5249	3.8952	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

Figura 3.4 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Ziziphus* sp.

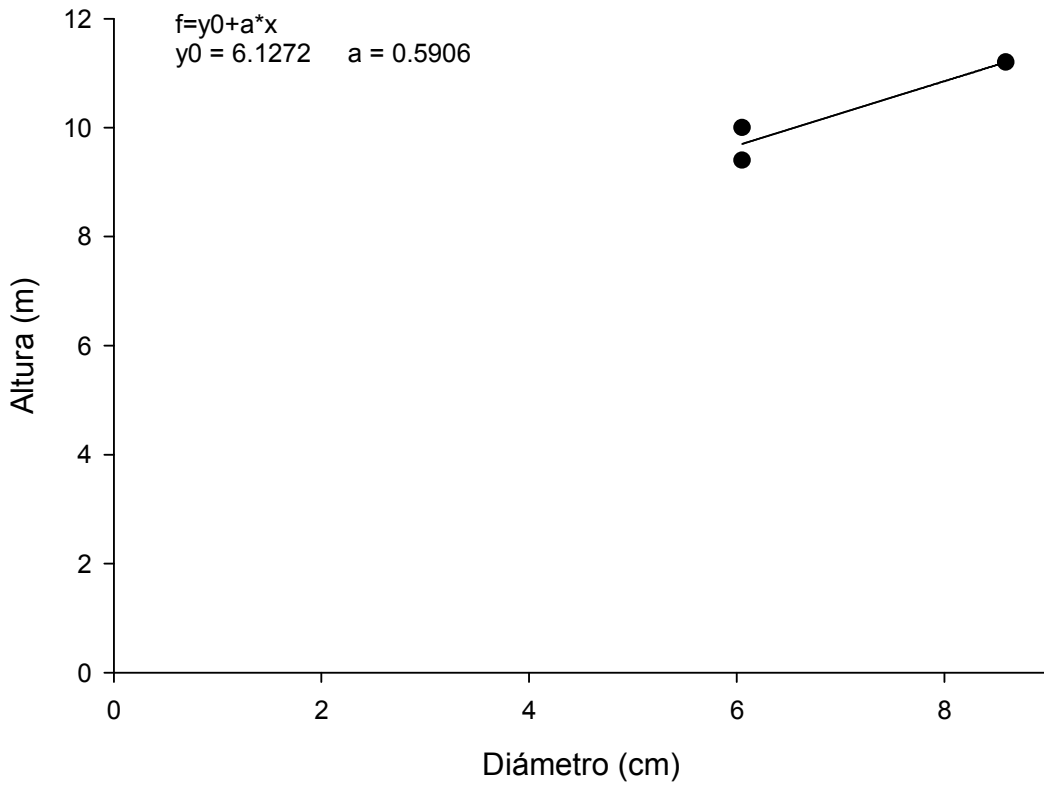
Conocarpus erectus



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.8204	.7307	.4501	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.9508	.8526	.2464	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	1	1	+Inf	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

Figura 3.5 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Conocarpus erectus*.

Caesalpinea coriaria



Modelo	R ²	R ajustada	CME	Ecuación
Lineal	.8928	.7857	.1800	$f=y_0+a*x$
Cuadrático	.8928	+inf	.75	$f=y_0+a*x+b*x^2$
Cúbico	.8928	+inf	+inf	$f=y_0+a*x+b*x^2+c*x^3$

Figura 3.6 Diagrama de dispersión y cuadro de comparación de modelos de *Caesalpinia coriaria*.

Apéndice 4. Fotografías panorámicas de los veintes sitios utilizados en este estudio. Las fotografías fueron tomadas durante las tres evaluaciones de éste trabajo.



4.1 Sitio 1 “La Maquina” (enero 2007)



4.2 Sitio 2 “El Caído” (enero 2007)



4.3 Sitio 3 “Nido del Cocodrilo” (abril 2007)



4.4 Sitio 4 “Paso del Mojado” (abril 2007)



4.4 Sitio 5 “El Parguito” (enero 2007)



4.6 Sitio 6 “Callejón de Apíza” (enero 2007)



4.7 Sitio 7 “El Enjambre” (enero 2007)



4.8 Sitio 8 “La playita” (abril 2007)



4.9 Sitio 9 “El Grande” (abril 2007)



4.10 Sitio 10 “El Perdido” (abril 2007)



4.11 Sitio 11 “La isleta” (abril 2007)



4.12 Sitio 12 “La Tarzána” (enero 2007)



4.13 Sitio 13 “La Rinconada” (abril 2007)



4.14 Sitio 14 “La Chinita” (abril 2007)



4.15 Sitio 15 “El Águila” (abril 2007)



4.16 Sitio 16 “El Panal” (abril 2007)



4.17 Sitio 17 “La Vena del Zancudo” (abril 2007)



4.18 Sitio 18 “El Zancudal” (abril 2007)



4.19 Sitio 19 “El Túnel” (abril 2007)



4.20 Sitio 20 “La Quebrada” (abril 2007)

Apéndice 5. Distribución diamétrica de la regeneración.

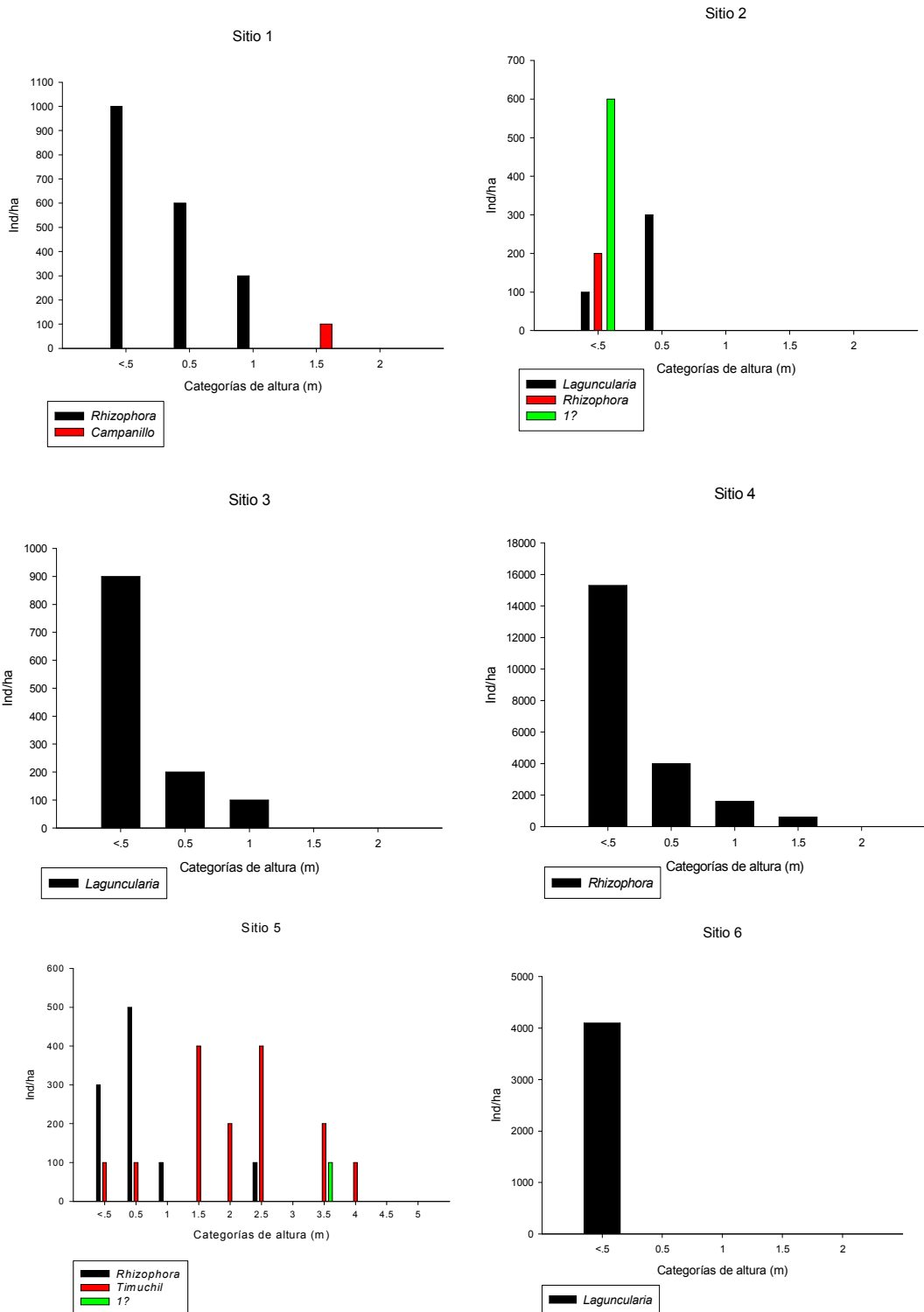


Figura 5.1 Densidad para cada categoría de altura de las especies en los sitios (1-6) de la regeneración del manglar El Chupadero, Tecomán, Col.

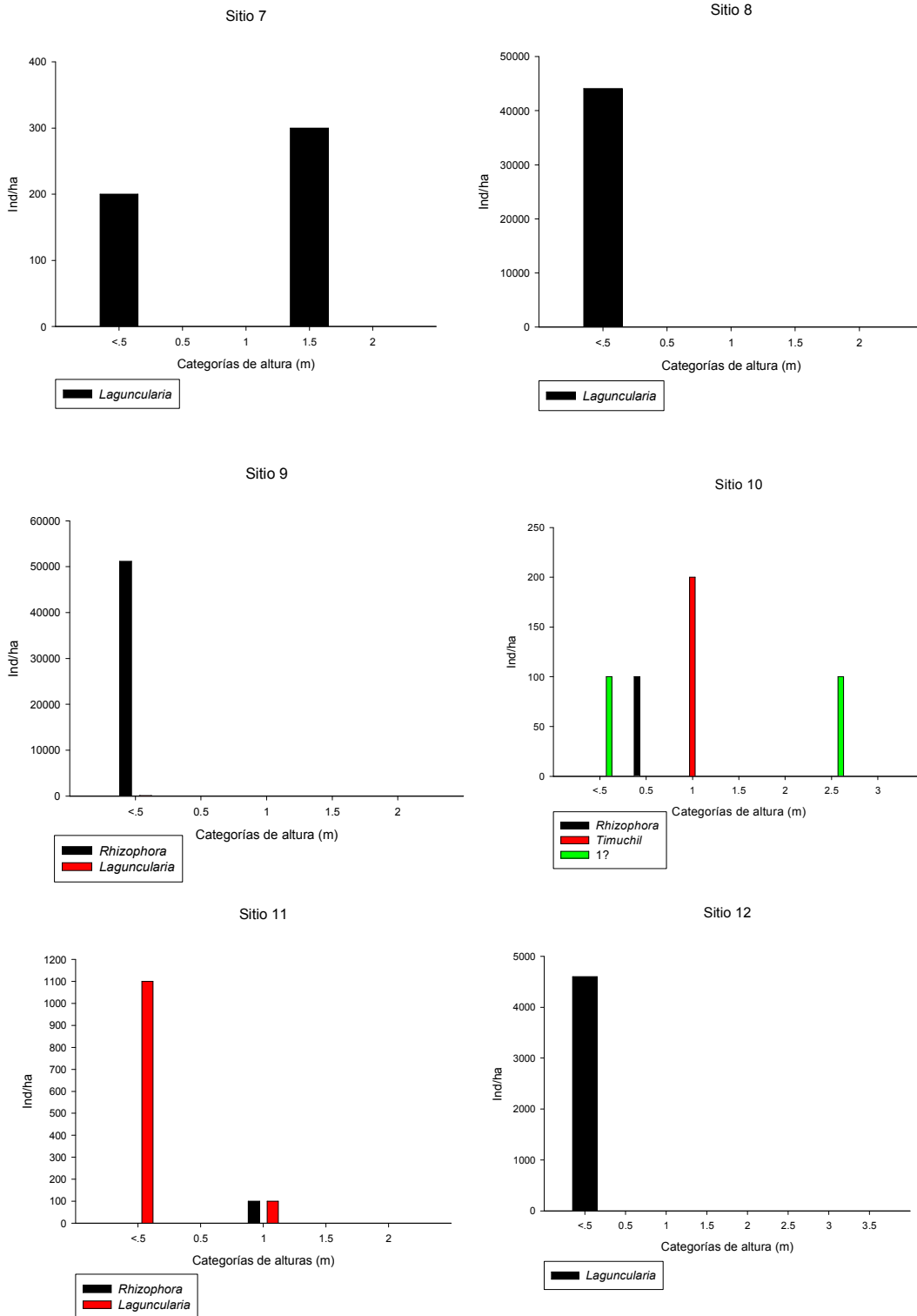


Figura 5.2 Densidad para cada categoría de altura de las especies en los sitios (7-12) de la regeneración del manglar El Chupadero, Tecomán, Col.