

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LOS MANGLARES DE TECOMÁN,
COLIMA, MÉXICO

POR:

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LOS MANGLARES DE TECOMÁN,
COLIMA, MÉXICO

POR:

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

  
ASESOR PRINCIPAL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
AGRONOMÍA

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ Coordinador DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO
División de Agronomía

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LOS MANGLARES DE TECOMÁN,
COLIMA, MÉXICO

POR:

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
AGRONOMÍA

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LOS MANGLARES DE TECOMÁN,
COLIMA, MÉXICO

POR:

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL

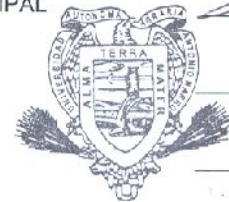
M.C. CELESTINO FLORES LOPEZ

ASESOR

DR. ISMAEL CABRAL CORDERO

ASESOR

DR. ALEJANDRO ZÁRATE LUPERCIO



DEPARTAMENTO FORESTAL

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LOS MANGLARES DE TECOMÁN,
COLIMA, MÉXICO

POR:

JOSÉ LUIS VELIZ RODRÍGUEZ

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

ASESOR PRINCIPAL

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ

ASESOR

DR. ISMAEL CABRAL CORDERO

ASESOR

DR. ALEJANDRO ZÁRATE LUPERCIO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

Esta tesis ha sido apoyada por el Proyecto de Investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con clave 02.03.0207.2385. Responsable M.C. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y mis logros a todas y cada una de las personas que siempre estuvieron apoyándome, especialmente a mis padres, el Sr. Tomas Veliz Cortés y la Sra. María Elena Rodríguez García[†] que son el pilar y la razón más fuerte en mi formación y desarrollo profesional.

A mis abuelos, el Sr. Alegundo Rodríguez Gonzales y Sra. Genoveba García Navarro[†] que son mis segundos padres, siempre estarán conmigo.

A todos mis hermanos por sus consejos y apoyo siempre incondicional.

Y, a todas aquellas personas que puedan utilizar de manera apropiada este documento para el desarrollo de nuevos conocimientos e investigaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios nuestro señor por darme la oportunidad de vivir y estar bien.

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

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

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

Al Dr. Ismael Cabral Cordero, por su valioso tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y sus aportes para la mejora del mismo.

Al Ing. Raymundo Ramírez Delgadillo, por brindarme su confianza para el desarrollo de este trabajo, de igual manera por el aporte en la identificación de las especies y la revisión de dicho trabajo.

Al Dr. Alejandro Zárate Lupercio, agradezco la disposición y apoyo para la conclusión de este trabajo, y sus consejos que serán importantes en mi trabajo profesional.

Al Ing. Simey Cruz por dedicarle un poco de su tiempo a la revisión de este trabajo.

Al Sr. Tomas Veliz Cortés y Sra. María Elena Rodríguez García[†] por darme la oportunidad de vivir y ser quien soy, por darme su amor y apoyo, y por estar conmigo en todo momento, GRACIAS MADRE.

A la familia Rodríguez García, especialmente al Sr. Alegundo Rodríguez González y Sra. Genoveba García Navarro[†] por sus consejos y por haberme dado al ser que más amo en la vida, mi madre.

A todos mis hermanos, especialmente a Guadalupe Veliz por sus consejos y apoyo.

A la familia Flores López por el apoyo y confianza puesta, durante mi estancia en Tecomán, Colima.

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

A mis amigos: Víctor Zúñiga Partida, Sergio Moran Rangel, Miguel Gonzales Jiménez, Domingo López López, Adolfo Vega Esquivel, Javier Carrillo de la Luz, Érica Ruiz de Haro, Juan A. Partida Moncada, Debbye N. Cruz Ramírez y muchos que están en mi mente.

SINCERAMENTE ESTOY AGRADECIDO POR TODO...

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Los manglares de México.....	4
2.1.1 Distribución.....	4
2.1.2 Aspectos ecológicos.....	5
2.1.3 Silvicultura y manejo.....	5
2.2 Diversidad de especies.....	6
2.3 Estructura de los manglares.....	8
2.3.1 Estructura de poblaciones.....	8
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 Descripción general de las poblaciones de manglar en estudio....	10
3.1.1 Ubicación geográfica de las áreas en estudio.....	10
3.1.2 Aspectos ecológicos.....	10
3.1.2.1 Suelos.....	10
3.1.2.2 Clima.....	11
3.1.2.3 Vegetación.....	18
3.2 Diseño de muestreo y establecimiento de sitios permanentes	18
3.3 Variables evaluadas.....	19
3.4 Diversidad.....	20
3.4.1 Riqueza de especies.....	20
3.4.2 Heterogeneidad.....	21
3.4.3 Equitatividad.....	21
3.5 Estructura de poblaciones.....	22
3.5.1 Estructura horizontal.....	22
3.5.1.1 Abundancia (ind Ha ⁻¹).....	22

	3.5.1.2 Dominancia (ab Ha^{-1}).....	23
	3.5.2 Estructura vertical.....	23
	3.5.3 Índice de Valor de Importancia.....	24
4	RESULTADOS.....	26
	4.1 Diversidad.....	26
	4.1.1 Riqueza de especies.....	26
	4.1.2 Heterogeneidad.....	27
	4.1.3 Equitatividad.....	28
	4.2 Estructura de las poblaciones.....	28
	4.2.1 Estructura horizontal.....	30
	4.2.1.1 Abundancia por población y especie.....	30
	4.2.1.2 Dominancia por población y especie.....	32
	4.2.1.3 Abundancia y dominancia de acuerdo a la distribución diamétrica por especie.....	33
	4.2.2 Estructura vertical de las poblaciones.....	38
	4.2.3 Distribución de la regeneración.....	41
	4.2.4 Índice de Valor de Importancia.....	42
5	DISCUSIÓN.....	45
	5.1 Diversidad.....	45
	5.1.1 Riqueza de especies.....	45
	5.1.2 Diversidad.....	46
	5.2 Estructura poblacional.....	46
	5.2.1 Abundancia y dominancia por población y especie.....	47
	5.2.1 Distribución de la regeneración.....	48
	5.2.3 Índice de Valor de Importancia (IVI).....	48
6	CONCLUSIONES.....	50
7	RECOMENDACIONES.....	51
8	LITERATURA CITADA.....	52
9	APÉNDICE.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglar de Tecomán, Colima.....	10
2	Clasificación de las poblaciones por tipo de suelo.....	11
3	Características climáticas para las poblaciones en estudio.....	11
4	Valores promedio por población de los índices de diversidad.....	27
5	Distribución de la abundancia ($N\ Ha^{-1}$) y dominancia ($m^2\ Ha^{-1}$) por especie, de las poblaciones de manglar de Tecomán, Colima.....	31
6	Distribución vertical en estratos de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal, en los manglares de Tecomán, Colima.....	39
7	Índice de Valor de Importancia, densidad relativa y dominancia relativa por especie en los manglares de Tecomán, Colima.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Ubicación general de las poblaciones en estudio en la costa de Tecomán, Colima.....	12
2	Población Boca de Pascuales y sitios de muestreo.....	13
3	Población El Real y sitios de muestreo.....	14
4	Población Tecuanillo y sitios de muestreo.....	15
5	Población Las Margaritas y sitios de muestreo.....	16
6	Población El Chupadero y sitios de muestreo.....	17
7	Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas; Tecomán y Armería, Colima.....	18
8	Representación gráfica de la estratificación vertical de las especies en la población El Chupadero.....	24
9	Diagrama del perfil de vegetación de manglar en Tecomán, Colima, desde el cuerpo de agua hacia tierra firme.....	29
10	Abundancia (Ind ha^{-1}) por especies para cada población en los manglares de Tecomán, Colima.....	34
13	Dominancia (G Ha^{-1} , m^2) de las especies para cada población en los manglares de Tecomán, Colima.....	37

RESUMEN

En cinco manglares del municipio de Tecomán, Colima se determinó la estructura horizontal y vertical, así como la diversidad de especies.

Se establecieron 40 sitios de muestreo de 100 m², utilizando un muestreo selectivo. Se marcaron y midieron todos los árboles del sitio con diámetros mayor o igual a 2.5 cm a la altura del pecho, excepto en *Rhizophora mangle*. Se evaluaron los índices de Shannon, Simpson y el método de rarefacción. La estructura horizontal y vertical, así como el Índice de Valor de Importancia (IVI) se obtuvieron a partir del número de árboles, área basal y altura. También se registró la regeneración por m².

El Chupadero y Tecuanillo presentaron mayor riqueza con 11 y 5 especies respectivamente; mientras Boca de Pascuales (índice de Shannon 0.634 y de Simpson 0.286) y El Chupadero (Shannon 0.563, y Simpson 224) la mayor diversidad. Boca de Pascuales (2633 ind ha⁻¹) y Tecuanillo (2243 ind ha⁻¹) registraron la mayor abundancia, sobre todo en categorías diamétricas menores (5-20 cm). El Real y Boca de Pascuales (39.9 y 28.4 m² ha⁻¹ respectivamente) fueron las dominantes, con área basal en categorías diamétricas mayores. *Laguncularia racemosa* fue la más abundante, dominante e importante, y con mejor regeneración, en las poblaciones evaluadas. La estructura vertical se representó mejor en El Chupadero por una dominancia y abundancia mayor.

Palabras claves: Tecomán, Colima, manglar, estructura, diversidad, riqueza de especies, Índice de valor de importancia.

1 INTRODUCCIÓN

Los manglares son asociaciones vegetales que se encuentran en una zona de convergencia entre el mar y la tierra, por lo regular en áreas tropicales y subtropicales, este conjunto de vegetación entre árboles, arbustos, palmas y helechos cuentan con las adaptaciones ecofisiológicas que les permiten crecer y desarrollarse en terrenos inundados por aguas dulces y salinas; también los podemos encontrar sobre plataformas carbonatadas con nula influencia de drenaje. Su amplitud depende de la composición y exposición de las líneas costeras (Corella *et al.*, 2001; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998).

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

La biodiversidad que se encuentra en los manglares es única, ya que cuentan con hábitats estructurales adecuados para el desarrollo acuático, además son regiones a nivel de eco-regiones, refugio de una alta biodiversidad de especies de fauna terrestres, acuáticas y fauna microbiana (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2002).

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

Este tipo de ecosistema impide la salinización de suelos agrícolas y poblaciones cercanas al mar, además de actuar como filtros biológicos para mejorar la calidad del agua y como protector de enfermedades y plagas hacia estos (Menéndez y Santander, 1994; Estrada-Duran *et al.*, 2001; Foroughbakhch *et al.*, 2004).

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

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

En México es uno de los ecosistemas más importantes tanto social, biológico y económicamente, dado que proporciona bienes y servicios a los habitantes costeros como son; leña, medicinas, taninos (aceites) y madera para construcción; por ejemplo, en Nayarit la madera se utiliza principalmente para la construcción de las galerías secadoras para la hoja del tabaco (Valdez, 2002 y 2004).

En México existen aproximadamente unas 655,667 ha de manglares, los cuales han sufrido grandes pérdidas, en el golfo de México la tasa de deforestación anual se calcula en 2.8% y en el Pacífico del 2%, perdiéndose en total un promedio anual nacional del 2.5%, debido a la desorganización social en comunidades costeras, a los incrementos del consumo de energía para el desarrollo económico, a una mal planeación y a un deficiente manejo de las diferentes actividades, al uso irracional del recurso y a los pocos resultados de investigación; aunado a lo anterior las predicciones

para el 2025 señalan que se perderán alrededor del 40 o 50% del total existente (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1998; SEMARNAT, 2007; INE, 2005; Conabio, 2008).

La situación actual de los manglares de Boca de Pascuales, El Real, Tecuanillo y Las Margaritas en el municipio de Tecomán, Colima, presentan contaminación por desechos de industrias, aguas negras, y el turismo; por otra parte se presenta la tala de árboles, por lo tanto estas prácticas han venido a modificar la estructura y composición del manglar. Tanto la contaminación y la tala inmoderada del manglar ha provocado pérdidas en la biodiversidad (Rzedowski, 2006). Es por esto que se debe implementar un buen manejo de estos recursos para conservarlos.

Por lo anterior, en este trabajo se determinó la estructura y diversidad de especies de los manglares del municipio de Tecomán, Colima, con el propósito de apoyar en la toma de decisiones para el mantenimiento, conservación, restauración y aprovechamiento de este ecosistema.

Tecomán, Colima, cuenta con cinco poblaciones de mangle a lo largo de su costa, pero solo el estero El Chupadero ha sido objeto de estudio en cuanto a su estructura y diversidad de especies, donde se especifican algunas recomendaciones de la aplicación de mejores técnicas de manejo, con el propósito de contribuir al proceso de declaratoria como un área natural protegida (Partida, 2007; SEMARNAT, 2007).

1.1 Objetivo

Determinar la diversidad de especies, así como la estructura horizontal y vertical en los manglares de Tecomán, Colima.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Los manglares de México

En México las investigaciones sobre manglares tienen una historia de apenas unos 40 años (López y Ezcurra, 2002). De acuerdo al último inventario nacional forestal, México cuenta aproximadamente con unas 655,667 Ha de manglares, con pérdidas anuales del 2.8% en el Golfo de México y 2% en las costas del Pacífico (Conabio, 2008; INE, 2005). Los manglares son asociaciones vegetales compuestas por diversas especies, tanto de árboles, arbustos, palmas y helechos, que cuentan con adaptaciones ecofisiológicas, permitiéndoles crecer y desarrollarse en lugares inundados por agua dulce y salada (Conabio, 2008; Corella *et al.*, 2001).

En México los manglares proveen grandes beneficios a los habitantes costeros, así como a las especies animales y al mismo ambiente al proporcionar una variedad de recursos naturales, de bienes y servicios ambientales (Valdez, 2002). Por lo general los bosques de manglar en el país son achaparrados con pocas áreas de estructuras altas (poco desarrollo), debido principalmente a la baja salinidad presente en el agua y la reducida influencia de mareas (FAO, 1974).

México cuenta con cuatro especies verdaderas de mangle, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora harrisonii*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, y una especie considerada como asociada al manglar, *Conocarpus erectus* (Valdez, 2004).

2.1.1 Distribución

Los manglares se pueden encontrar a nivel mundial en dos grupos; los de la región Indo-Pacífico (viejo mundo), que van desde la costa oriental de África hasta la isla de Samoa (Pacífico sur); y los del nuevo mundo que van desde la costa occidental de África entre Mauritania y Angola, en América entre Barbados y Brasil (costa oriental) y entre México y norte de Perú (costa occidental) (Hussain, 1995).

En México se distribuyen a lo largo de las costas del Golfo de México y del Pacífico, en lagunas costeras y sistemas deltáicos. Mostrándose por el lado del Pacífico de manera discontinua desde la Península de Baja California, pasando por el mar de Cortes, hasta las costas de Chiapas. En el Golfo de México, se muestran

de manera continua desde la Laguna Madre de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán (López y Ezcurra, 2002).

De acuerdo con el inventario nacional de manglares, el estado de Campeche cuenta con la mayor superficie de manglar con 196, 552 ha (29.9%), seguido por Yucatán, Sinaloa y Nayarit (12.2, 10.8 y 10.2%). El estado de Colima cuenta con 3,192 ha (0.48%) (Conabio, 2008).

2.1.2 Aspectos ecológicos

Los manglares sostienen una gran biodiversidad, teniendo efecto en las áreas forestadas intermareales y su influencia recae también en tierras adentro. Además constituyen una de las mejores opciones para la captura de carbono ayudando a reducir gases que producen el efecto invernadero (Moreno *et al.*, 2002). También representan una barrera ecológica a lo largo de las costas, así como el refugio ideal para diversas especies de fauna y hábitat natural de especies terrestres, marinas y de aves, por otro lado, son de interés económico para la sociedad que los habitan (Odum y Campbell, 1994).

Las condiciones climáticas influyen en las costas de México, presentando patrones de circulación de este a oeste (por los vientos alisios), teniendo como consecuencia mayor humedad en la vertiente del Golfo de México que en la del Pacífico, lo cual es importante en la determinación de la diversidad y composición de especies (López y Ezcurra, 2002). Esto provoca que exista una inestabilidad en los manglares por los constantes efectos que ocasiona el cambio climático (Yañez-Arancibia *et al.*, 1998).

2.1.3 Silvicultura y manejo

Es importante conocer y determinar la zonificación del manglar, de acuerdo a la topografía y suelo, por lo regular la primera faja (a partir de la parte inundada hacia tierra firme) está compuesta por *Rhizophora mangle*, encontrándose en condiciones de inundaciones permanentes, así como *Rhizophora harrisonii*; *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* se desarrollan mejor en zonas de inundaciones periódicas; finalmente *Conocarpus erectus* se encuentra sobre tierra

firme (sin inundaciones). Esto implica que los tratamientos silvícolas sean diferentes, para lo cual se recomienda en la primera faja métodos selectivos, y tala intensa en las zonas que están menos expuestas al oleaje (método de monte bajo); el método de monte bajo se puede utilizar para cualquiera de las especies, excepto en *Rhizophora mangle* (Samek, 1974).

Un ejemplo claro de manejo se presenta en Tailandia y Malasia, donde se aplican cortas a mata rasa en franjas alternas, con árboles semilleros y rotaciones de 25,30 y 40 años (FAO, 1985).

Es necesario conocer también la problemática ecológica y social que existe donde se desea hacer manejo, en coordinación con éste se debe tomar en cuenta a peces y crustáceos, así como a la demás fauna silvestre, lo cual dará la pauta para la formulación de un plan de manejo adecuado (FAO, 1985; Lugo, 1990). En Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, mediante un diagnóstico preliminar, tomando en cuenta aspectos de fauna y flora, ecológicos y sociales, se planteó un plan de manejo considerando como prioridad la investigación, conservación y educación ambiental (Carmona-Díaz *et al.*, 2004). En un manglar al sur de Marismas Nacionales en Nayarit, se aplicaron cortas de liberación, recomendando la dispersión y picado de la puntas (desperdicios), como parte complementaria de los tratamientos para formar accesos al manglar y lograr el crecimiento de individuos adyacentes (Valdez, 2004).

2.2 Diversidad de especies

La diversidad biológica se refiere a la variedad total de formas de vida; como aquellas que mantienen un amplio acervo genético, riqueza de especies, los diferentes ecosistemas (terrestres y acuáticos) y procesos ecológicos que mantienen estas variedades. También la definen como el número de especies en una comunidad y la uniformidad de cada individuo. Pudiendo dividirse en tres niveles de variabilidad biológica como lo son: ecosistemas, especies y genes (Conabio, 2000; Krebs, 1999; Magurran, 2004). Determinar la diversidad nos servirá para establecer el estado de conservación, grado de desarrollo y una toma de decisiones para los ajustes necesarios de los ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2001).

De acuerdo con los estudios ecológicos y cuantitativos realizados, se considera que la diversidad se divide en tres conceptos diferentes (formas de medir la diversidad): heterogeneidad, riqueza de especies y uniformidad (Krebs, 1999).

La heterogeneidad es el concepto más popularmente evaluada en ecología por su facilidad de medición. Con éste se determina la abundancia relativa que existe en una población o comunidad biótica y a partir de ésta se obtiene su diversidad. Este concepto parte de dos caminos distintos; por un lado, el uso de la teoría de muestreo estadístico, para la estructura de comunidades (series logarítmicas y distribución lognormal) y el otro caso es el índice de Shannon que mide la heterogeneidad considerando sitios con la más alta muestra de especies raras o el índice de Simpson que determina aquellos sitios con más especies en común (Krebs, 1999).

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

La riqueza de especies, se refiere al número de especies dentro de una comunidad, se puede determinar haciendo un censo de éstas. El método más utilizado es el de rarefacción, que permite el ajuste de una serie de muestras (diferentes tamaños) para hacer comparaciones y determinar la riqueza de especies existente entre comunidades, por ejemplo, si una comunidad cuenta con 125 especies en una colección de 2200 individuos y otra con 75 en una colección de 750 individuos, se sabe que la primera cuenta con una mayor riqueza de especies. Otra forma para determinar la riqueza de especies es por medio de muestra por cuadrantes en una comunidad (observando la ocurrencia de especies en los cuadrantes). El método de rarefacción es el más indicado cuando se compara la

riqueza de especies entre varias comunidades con diferentes intensidades de muestreo (Krebs, 1999; Moreno, 2001).

La uniformidad se refiere a la abundancia máxima de heterogeneidad posible, cuando todas las especies cuentan con un mismo número de individuos en la misma muestra, evaluando un rango de 0 a 1. El índice de Smith y Wilson mide la variación de la abundancia y la divide entre la abundancia registrada para dar diferentes proporciones, haciendo índices independientes de las unidades muestreadas, este índice se recomienda cuando se cuenta con información de las especies raras y más comunes, además no depende de la riqueza de especies y es sensible para las especies comunes y raras de la comunidad. Por otro lado el índice de Simpson, determina que la diversidad máxima se obtiene cuando las abundancias son iguales (poblaciones grandes). Un problema que se tiene al medir la uniformidad, es que todos suponen conocer el número total de especies de la comunidad (Krebs, 1999; Magurran, 2004).

2.3 Estructura de los manglares

La estructura de los manglares es importante dado que resguarda y protege las costas de eventos naturales. El clima y la salinidad del suelo son los principales factores que definen la estructura y función de los manglares. La estructura del manglar esta mejor conformada en zonas de inundaciones constantes que en aquellas donde no existen, por lo tanto es importante su ocurrencia (aumento de las mareas) dentro del manglar explicando el gradiente espacial del desarrollo estructural y funcional (Jiménez, 1999; Kjerfve *et al.*, 1999; Orihuela *et al.*, 2004; Zaldívar *et al.*, 2004). La producción y diversidad de especies se desarrolla mejor en zonas ecuatoriales por las altas precipitaciones y distribución uniforme durante todo el año (Kjerfve *et al.*, 1999).

2.3.1 Estructura de poblaciones

Los indicadores que determinan el desarrollo estructural de un rodal son la altura y el área basal, así como la diversidad de especies que se pueda encontrar (Corella *et al.*, 2001). La estructura de los manglares está dada por las condiciones de salinidad, presencia de lluvias, por el clima, así como otros factores como la dinámica de los nutrientes, inundaciones, entre otros (Zaldívar *et al.*, 2004).

La estructura es importante ya que mantiene hábitats y una calidad ambiental de los ecosistemas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 2004). Por medio de estudios que definan la estructura, se puede comprender mejor los principios que rigen la fisonomía de los bosques, así como los factores ambientales que influyen en él (Pool *et al.*, 1977). Por lo tanto, es determinante su conocimientos para el desarrollo de mejores estrategias de manejo (Zaldívar *et al.*, 2004).

Conociendo la estructura de la vegetación, se puede llegar a determinar la riqueza de especies, la equidad y la importancia de especies arbóreas (Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003). Algunos estudios han determinado la estructura y la relación que tiene en la producción de materia orgánica, como en el estero El Salado, en Puerto Vallarta, Jalisco (Estrada-Duran *et al.*, 2001).

Conforme se avanza al interior del manglar, el desarrollo estructural es mejor, para determinarlo se ha utilizado el Índice de Valor de Importancia (IVI) y otros como el Índice de Valor Forestal (IVF) y el Índice de Complejidad (IC) (Zaldívar *et al.*, 2004; Corella *et al.*, 2001).

Otros índices utilizados para la estructura son el índice de Homogeneidad y de Shannon, consideran la diferenciación, y toman en cuenta variables como la altura y diámetro (del Río *et al.*, 2003). Por otra lado, los índices de abundancia proporcional se clasifican en índices de dominancia e índice de equidad, donde los recomendables son el índice de Simpson (especies con mayor valor de importancia) y el de Shannon-Wiener (todas las especies en la muestra uniformemente) (Moreno, 2001).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general de las poblaciones de manglar en estudio

3.1.1 Ubicación geográfica de las áreas de estudio

A lo largo de la costa de Tecmán, Colima, se localizan cinco poblaciones de manglar (Figura 1), de las cuales El Chupadero es la mejor representada en superficie, respecto a Tecuanillo, El Real, Las Margaritas y Boca de Pascuales. Se establecieron sitios permanentes de muestreo. En el estero El Chupadero (Figura 6) se evaluaron sitios previamente establecidos (17 sitios de muestreo), y se establecieron nuevos sitios de muestreo en Boca de Pascuales (5 sitios), El Real (9 sitios), Tecuanillo (5 sitios) y Las Margaritas (4 sitios), en las Figuras 2,3,4 y 5 se representan la ubicación de los sitios en las poblaciones de manglar.

Cuadro 1. Superficie, altitud y coordenadas de las poblaciones de manglar de Tecmán, Colima.

Población	Superficie (ha)	Altitud (msnm) [¶]	Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
Boca de Pascuales	7	4	18° 51' 43"	103° 57' 57"
El Real	48	6	18° 49' 40"	103° 55' 10"
Tecuanillo	57	8	18° 49' 39"	103° 53' 28"
Las Margaritas	8.6	3	18° 46' 49"	103° 50' 45"
El Chupadero	1424	7	18° 44' 52"	103° 48' 10"

[¶]msnm= metros sobre el nivel del mar.

3.1.2 Aspectos ecológicos

3.1.2.1 Suelos

En el Cuadro 2 se representan los tipos de suelos dominantes para las poblaciones en estudio; en El Real y Tecuanillo son Solonchak órtico en combinación con Feozem calcárico de clase textural gruesa y contenidos sódicos, formados por suelos de origen aluviones y eólicos. La población Boca de Pascuales cuenta con Fluvisoles eútricos de textura gruesa (desembocadura del río Armería). Las Margaritas presentan un tipo de suelo Solonchak órtico en combinación con Feozem calcárico de clase textural gruesa y altos contenidos sódicos, y el Chupadero presenta Solonchak y Gleysols finos, en combinación con Regosol eútrico de textura gruesa y contenidos sódicos, formado por suelos de origen lacustres (Secretaría de Presupuesto y Programación, 1982 y 1983a; INEGI, 1984).

Cuadro 2. Clasificación de las poblaciones por tipo de suelo.

Estero	Edafología	Geología
Boca de Pascuales	Fluvisol eútrico de clase textural gruesa. [¶]	
El Real	Solonchak órtico y Feozem calcárico de clase textural gruesa y contenidos sódicos. [¶]	
Tecuanillo	Solonchak órtico y Feozem calcárico y Gleyco de clase textural gruesa y contenidos sódicos. [¶]	Formado por suelos de origen aluviones y eólicos. [†]
Las Margaritas	Castañozem háplico y Feozem háplico de textura media.	
El Chupadero	Solonchak y Gleyisol de clase textural fina en combinación con Regosol eútrico de clase textural gruesa y contenidos sódicos. [§]	Formado por suelos de origen lacustre. [§]

Fuente: Secretaria de Programación y Presupuesto (1982)[¶], (1983a)[§]. INEGI (1984)[†].

3.1.2.2 Clima

El clima registrado en las cinco poblaciones es uniforme, de acuerdo a la carta de climas de Colima y Zacatula, en el Cuadro 3 se describe la formula climática correspondiente, el cual pertenece al de tipo cálido húmedo (UNAM-Dirección de Geografía, 1970).

Cuadro 3. Características climáticas para las poblaciones en estudio.

Población	Formula climática
Boca de Pascuales	BS ₁ (h')w(w)i. Clima muy cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor a 22° C, la del mes más frío mayor a 18° C, con lluvias en verano, una precipitación promedio anual de 660.4 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor al 5% del total anual, con cambios isotermas menores a 5° C.
El Real	
Tecuanillo	
Las Margaritas	
El Chupadero	

Fuente. UNAM-Dirección de Geografía (1970).

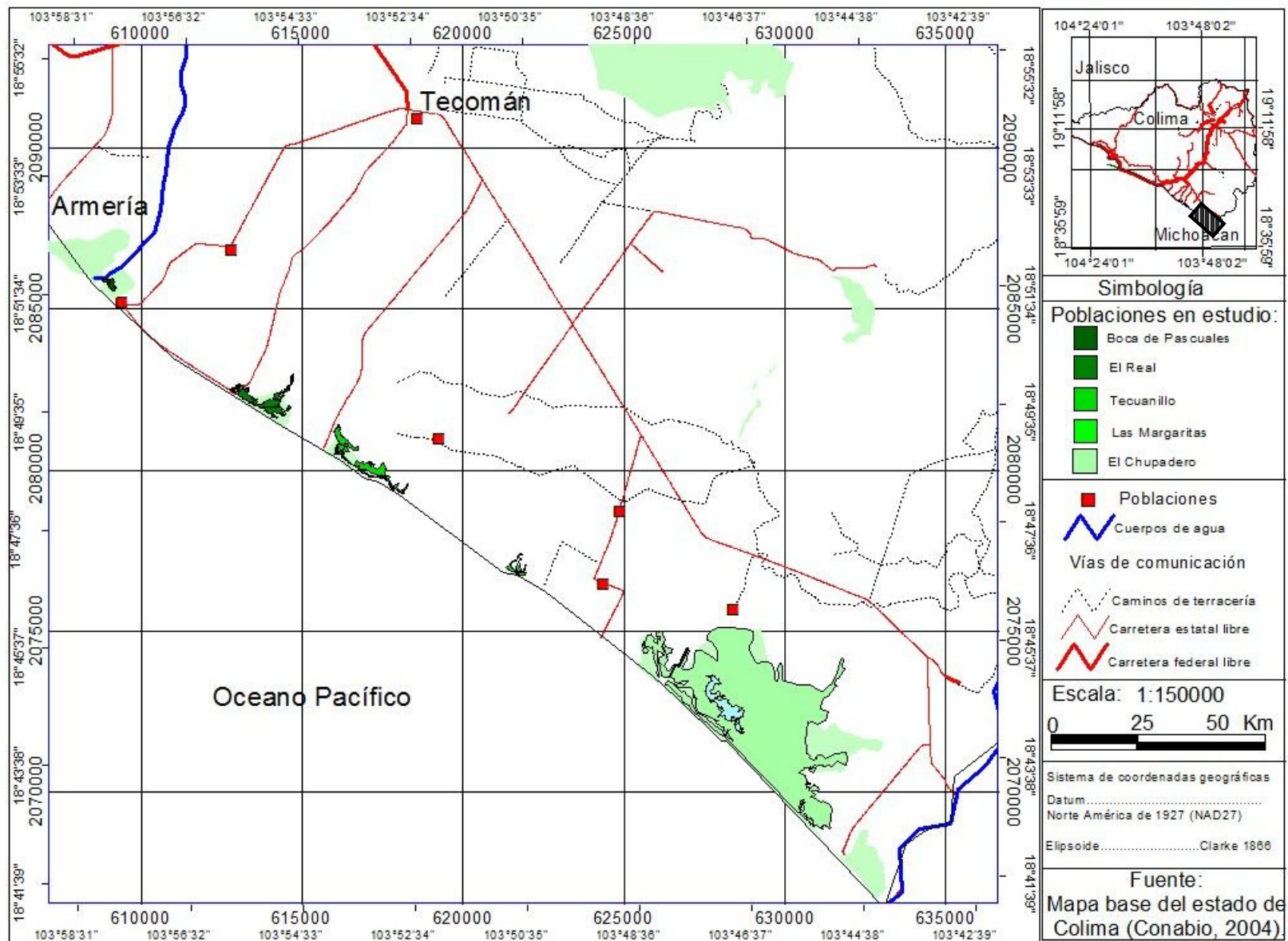


Figura 1. Ubicación general de las poblaciones en estudio, en la costa de Tecmán, Colima

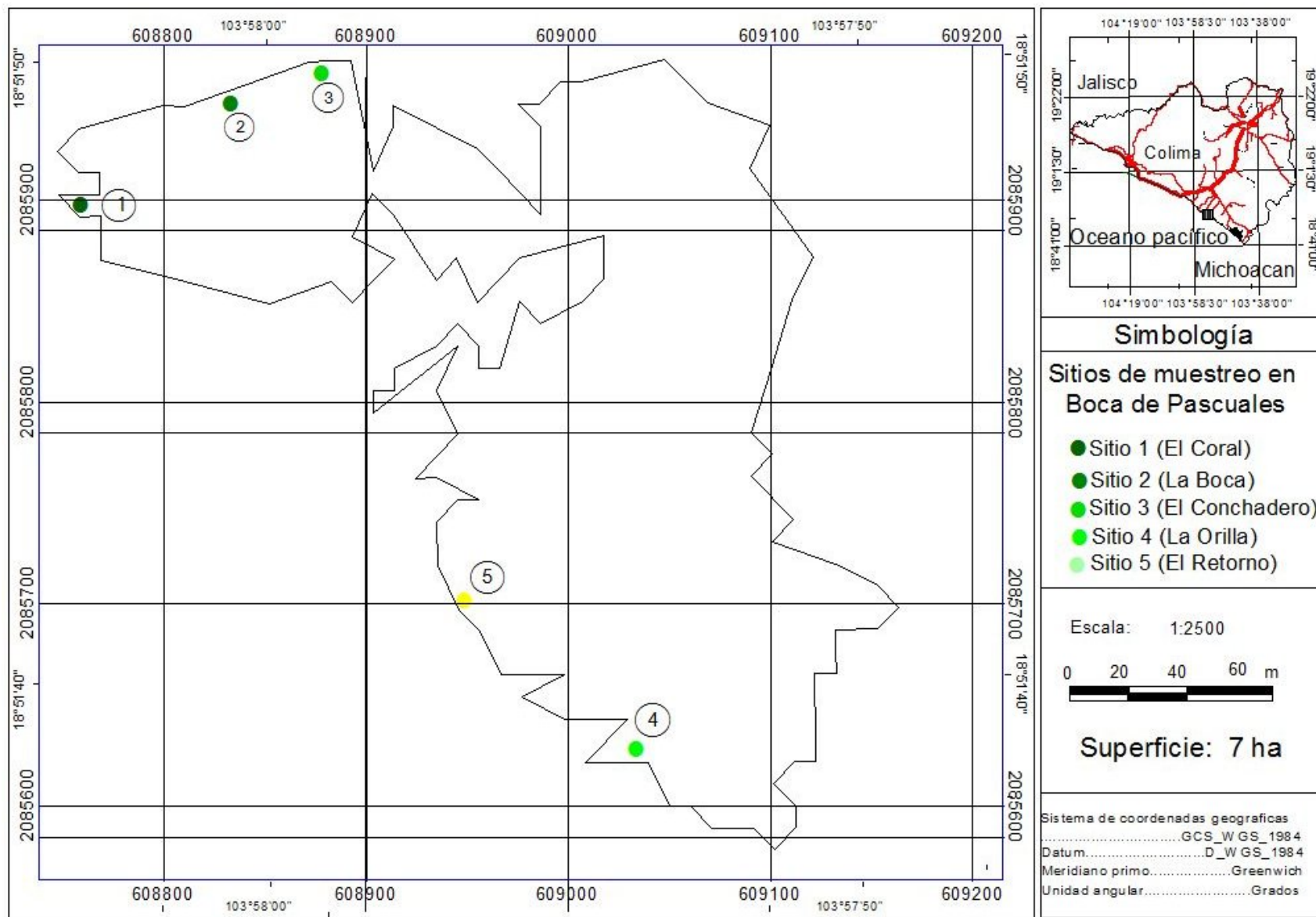


Figura 2. Población Boca de Pascuales y sitios de muestreo

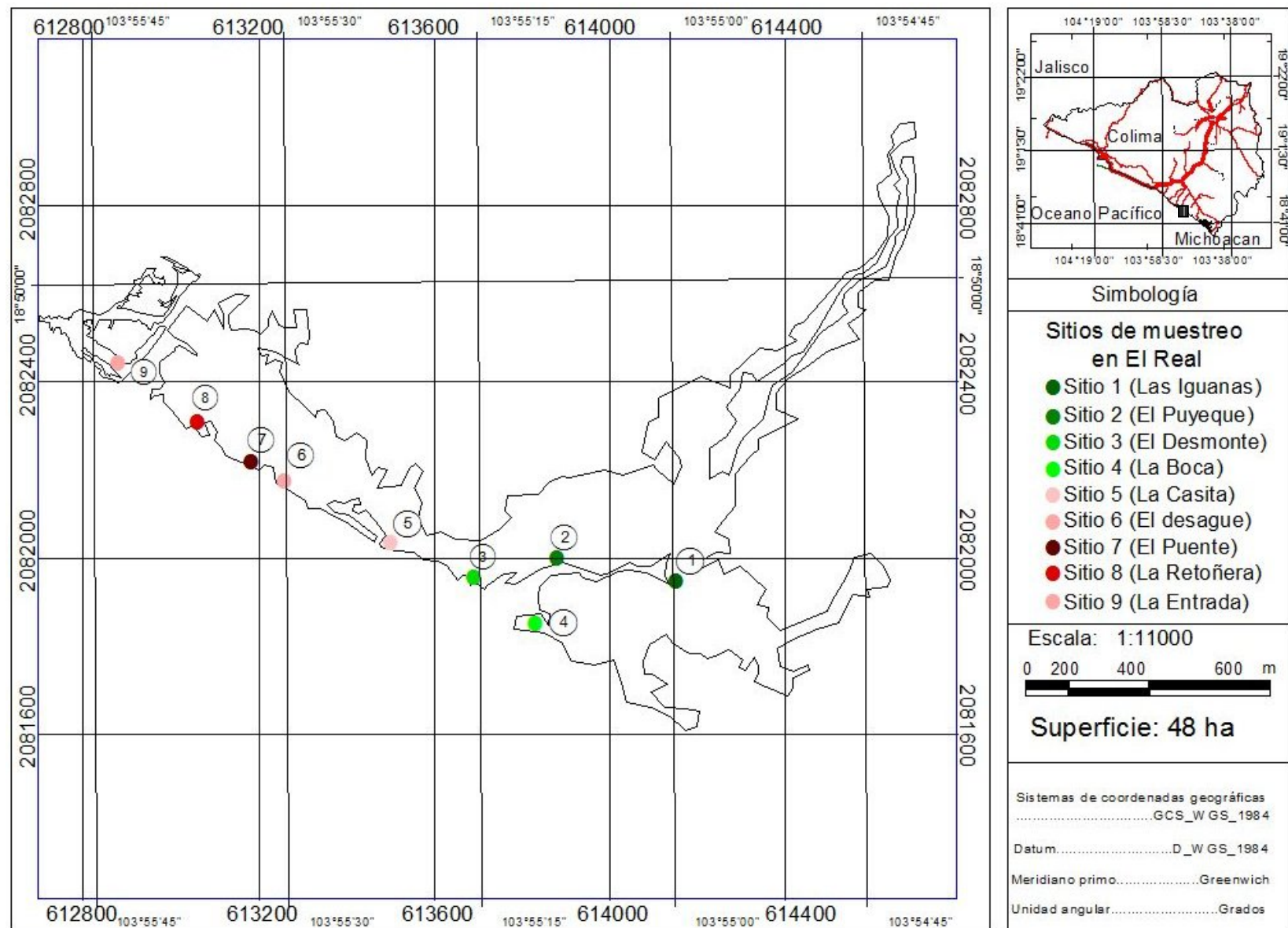


Figura 3. Población El Real y sitios de muestreo

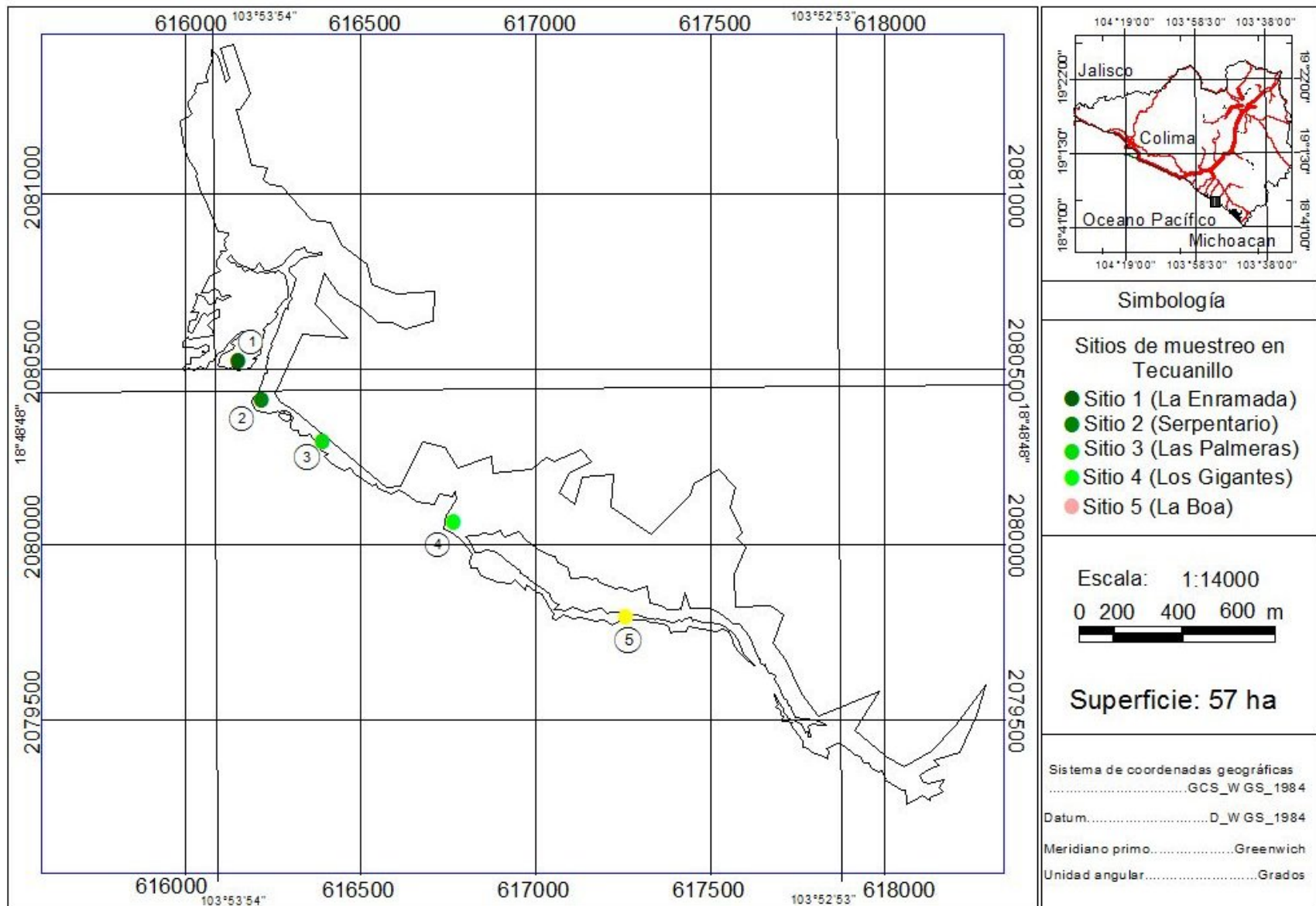


Figura 4. Población Tecuanillo y sitios de muestreo

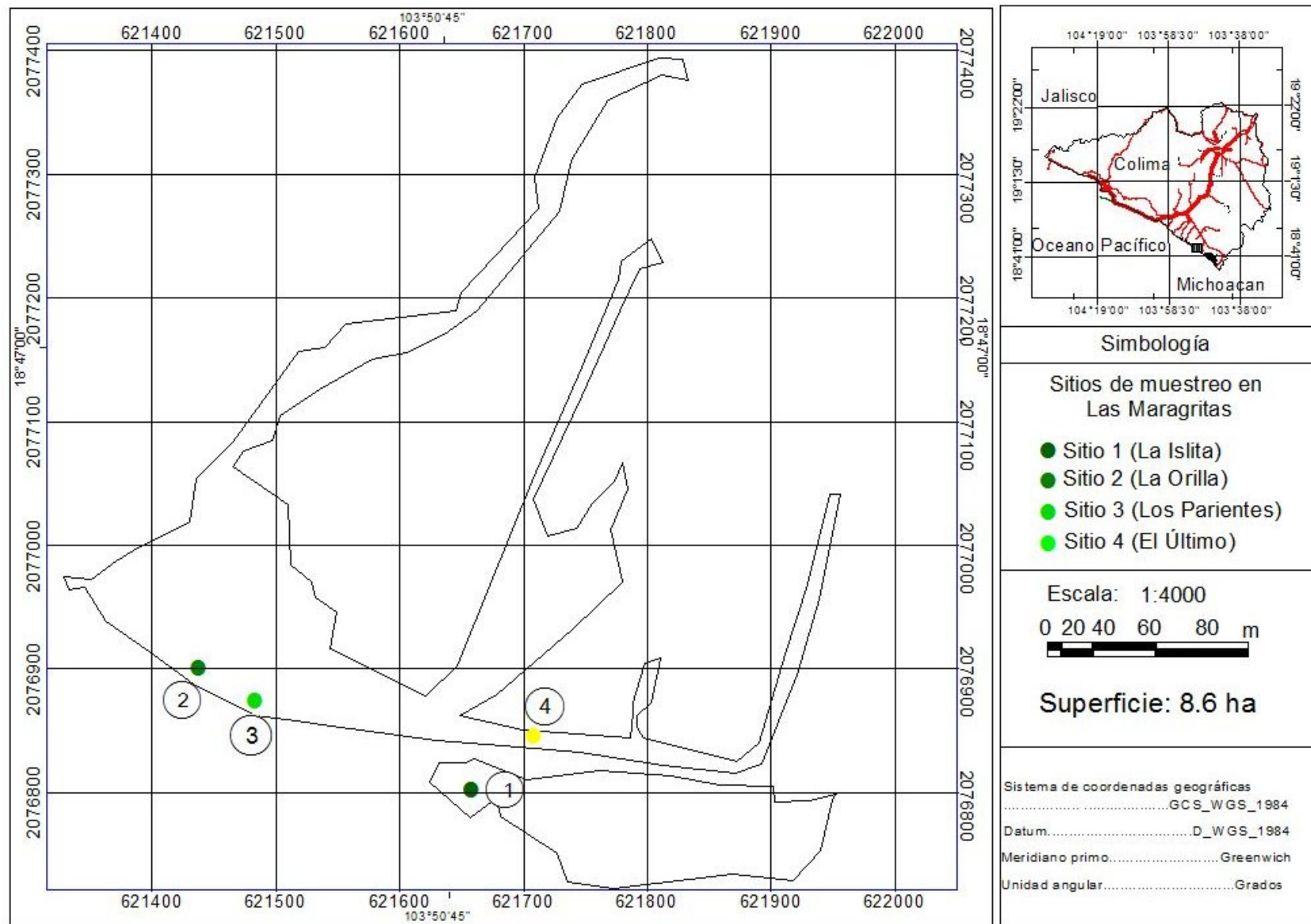


Figura 5. Población Las Margaritas y sitios de muestreo

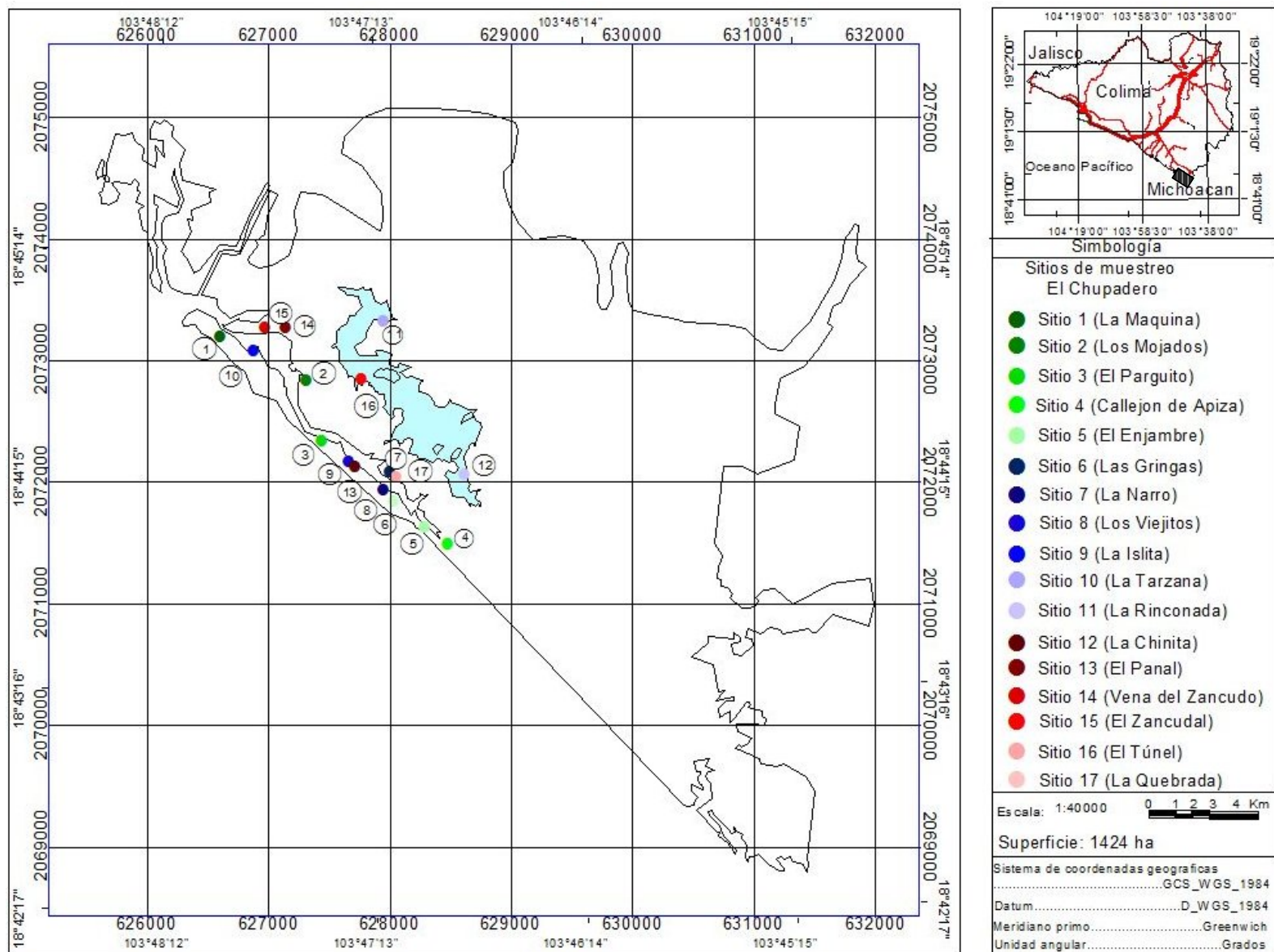


Figura 5. Población El Chupadero y sitios de muestreo

Como se observa en la Figura 7, los meses más secos son de enero a mayo, ya que la curva de la temperatura sobrepasa a la curva de precipitación. Cuando la curva de la precipitación esta por arriba de la temperatura se presentan los meses húmedos, que es cuando se establece la época de lluvias; junio y octubre.

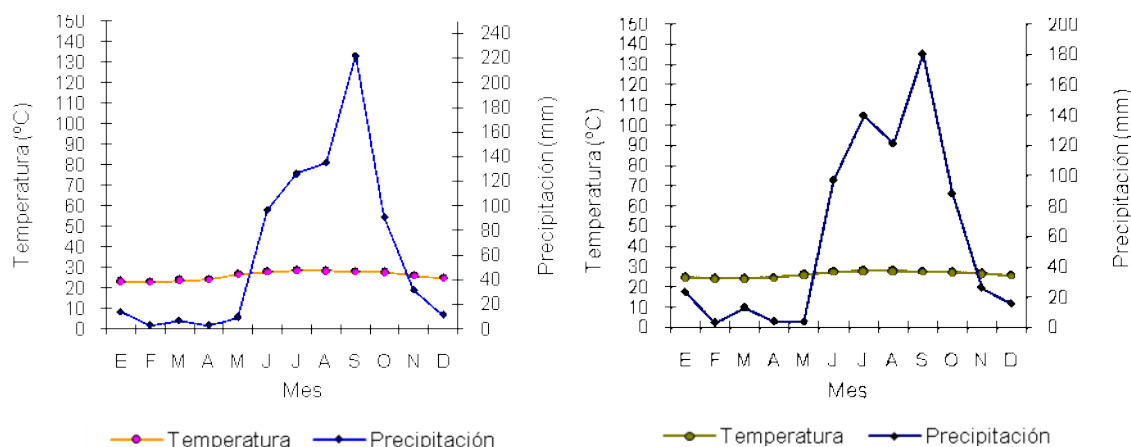


Figura 7. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones meteorológicas; Tecomán y Armería, Colima.

3.1.2.3 Vegetación

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

3.2 Diseño de muestreo y establecimiento de sitios permanente

Se llevó acabo un muestreo de tipo selectivo, dada las condiciones estructurales que presenta el manglar, lo cual no permite el fácil acceso, además de no estar permitido abrir brechas, dado que la mayoría de las especies se encuentran enlistadas en algún estatus de protección en la norma oficial mexicana 059 (SEMARNAT, 2001)

Se evaluaron un total de 40 sitios en los cinco esteros (Boca de Pascuales, El Real, Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero), 23 establecidos durante el recorrido en Enero y Julio de 2008, y se reevaluaron 17 sitios permanentes preestablecidos en el estero El Chupadero (Partida, 2007), con los que se hicieron comparaciones entre los esteros localizados en la costa de Tecomán.

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

3.3 Variables evaluadas

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

En el caso de los nuevos esteros establecidos durante el 2008, no se midió la altura de los árboles, ésta sólo se realizó en el estero el Chupadero (Partida, 2007). A partir de las alturas tomadas por especie en El Chupadero se estimaron las alturas para el resto de las poblaciones utilizando el método de regresión lineal simple.

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

Para el registro de la información de campo, se utilizó un formato (Apéndice 1) en donde se anotaron los datos de localización, nombre del estero, número del rodal, sitio, fecha, altitud (msnm) y las coordenadas de ubicación (UTM) proyectadas con el Datum original WGS 1984, para los últimos tres aspectos se utilizó un receptor GPS. En el caso de las variables a medir, se tiene el número de árbol, especie y diámetro normal a la altura del pecho (dap) (Partida, 2007).

3.4 Diversidad

3.4.1 Riqueza de especies

La riqueza de especies se obtuvo a partir de la gráfica de especies acumuladas (riqueza de especies) y el método de rarefacción, utilizando para ambos casos el programa BioDiversity Professional Versión 2 (Lambshead *et al.*, 1997).

El método de rarefacción utiliza el número de especies contenidas en la muestra y el número de individuos de cada una de éstas. Se determinó a partir de la siguiente formula (Krebs, 1999):

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

Donde:

$E(\hat{S}_n)$ = Número de especies esperadas en una muestra aleatoria de individuos

S = Número total de especies.

N_i = Número de individuos en la especie i

N = Número total de individuos

n = Valor del tamaño de muestra seleccionado

$\left(\frac{N}{n} \right)$ = Número de combinaciones de “ n ” individuos, que se pueden elegir a partir de un conjunto de “ N ” individuos.

Por otro lado la gráfica de especies acumuladas expresa, que al aumentar el número de sitios de muestreo el número de especies aumenta considerablemente hasta llegar a un punto donde se estabiliza (del Río *et al.*, 2003).

3.4.2 Heterogeneidad

Para determinar la heterogeneidad se utilizó el índice de Shannon.

El Índice de Shannon-Wiener es uno de los más utilizados para la determinación de la heterogeneidad (Krebs, 1999), muestra un valor alto de acuerdo al número de especies presentes y este aumenta si las proporciones de cada especie son similares (del Río *et al.*, 2003). Para su determinación se utilizó el programa Krebs/Win the ecological methodology for windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997)

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

Donde:

H' = Información contenida en la muestra, Índice de diversidad de Shannon-Wiener

s = Número de especies.

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

$\log_2$ = Logaritmo base 2.

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

3.4.3 Equitatividad

El Índice de Simpson determina que la máxima diversidad se obtiene cuando existe una misma abundancia en las especies presentes, el cual se considera entre un rango de 0 a 1 (Krebs, 1999), para determinar su valor se utilizó el programa Krebs/Win

the ecological methodology for windows versión 0.9 (Brzustowski, 1997), utilizando el complemento del índice de Simpson.

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

Donde:

$1-D$ = Complemento del Índice de Simpson

P_i = Proporción de especies i en la comunidad

De igual manera los valores mayores muestran la mayor diversidad presente (del Río, 2003).

3.5 Estructura de poblaciones

3.5.1 Estructura horizontal

La densidad se obtuvo a partir de los datos obtenidos en campo, determinando para cada especie el número de árboles y área basal por hectárea (ha).

3.5.1.1 Abundancia (Ind ha⁻¹)

La abundancia se determinó contabilizando el número de árboles en los sitios de muestreo, para lo cual se consideraron dos aspectos; el número de individuos por especie y la determinación del área basal por especie. Ambas evaluaciones fueron proyectadas en hectáreas (ha) (Partida, 2007; Aguirre *et al.*, 2003). Para los cálculos se utilizó el programa Excel (Microsoft, 2007). Para determinar el número de árboles por hectárea se utilizó la siguiente fórmula (promedios por especies y poblaciones).

$$\hat{d} = \frac{x(10000)}{z}$$

Donde:

$\hat{d}$ = Número de árboles

x = Número de árboles ubicados en el sitio

z = Dimensión del sitio (100 m²)

10,000 = Constante representando una ha.

3.5.1.2 Dominancia (ab ha^{-1})

La dominancia se determinó de acuerdo con la fórmula utilizada por Valdez (2002), la cual se muestra a continuación;

$$AB = \frac{\pi}{4 (DAP)^2}$$

Donde:

AB = Área basal (m^2)

π = Constante 3.1416

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1.30 m) en metros

3.5.2 Estructura vertical

Por medio del modelo de regresión simple se calculó la altura del arbolado de Boca de Pascuales, El Real, Tecuanillo y Las Margaritas (Apéndice 6), tomando como referencia las alturas levantadas en El Chupadero, dado que la composición y estructura de las primeras poblaciones presentan cierta similitud en éstas características, suponiendo que existe una correlación entre la altura y diámetro normal de la especie (Johnson, 1976).

Para esto, se consideró la altura máxima encontrada en la población de El Chupadero y se estratificó de acuerdo con el procedimiento realizado por Jiménez *et al.* (2001) y Aguirre *et al.* (2003). El estrato I (superior) correspondió entre el 81-100 % de la altura máxima de la población base; el estrato II (medio) entre 80 - 51 % de la altura máxima y el estrato III (bajo) entre 50 - 0 % de la máxima altura encontrada (Figura 8), agregando para cada estrato, los valores de $G \text{ ha}^{-1}$ (dominancia) e Ind ha^{-1} (abundancia). Para este caso también se utilizó el programa Excel (Microsoft, 2007).

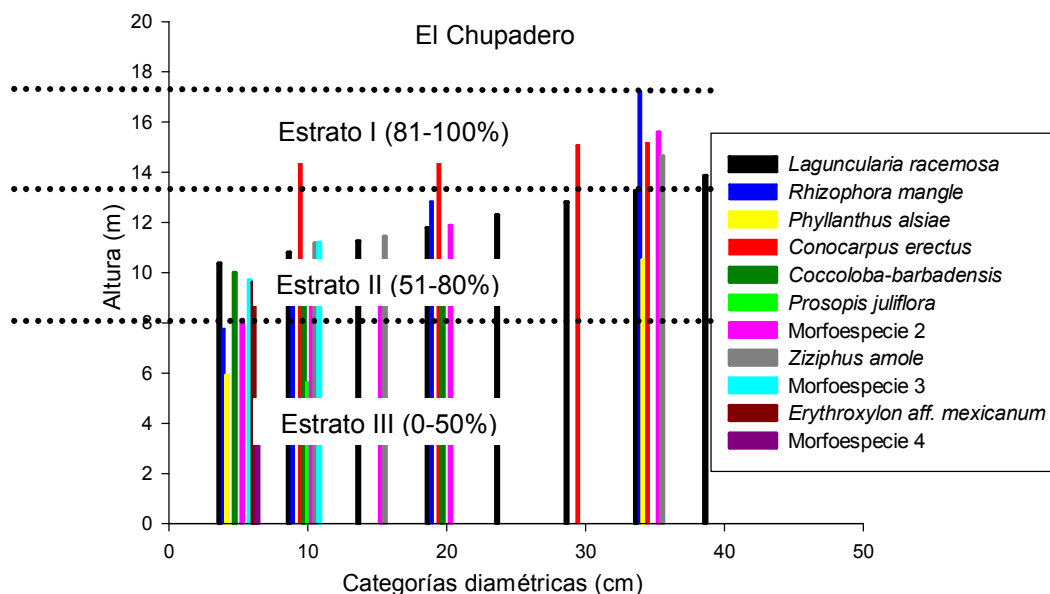


Figura 8. Representación gráfica de la estratificación vertical de las especies en la población El Chupadero.

3.5.3 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Con este índice podemos determinar las condiciones de dominancia de las especies y a la vez el grado de desarrollo del manglar, de acuerdo a lo realizado por Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández (2003), Corella *et al.* (2001) y Salas (2006). Para determinar dicho índice se utilizó la siguiente ecuación,

$$IVI = Dr + Domr + Fr$$

donde:

Dr = Densidad relativa

Domr = Dominancia relativa

Fr = Frecuencia relativa.

Para obtener la *Dr* se utilizó la siguiente ecuación;

$$Dr = \left(\frac{\text{Densidad/especie}}{\text{Densidad todas especies}} \right) 100$$

para la *Domr*,

$$Domr = \left(\frac{\text{Dom/especie}}{\text{Dominancia todas especies}} \right) 100$$

y para obtener *Fr*,

$$Fr = \left(\frac{\text{Frecuencia/especie}}{\text{Frecuencia todas especies}} \right) 100$$

4 RESULTADOS

4.1 Diversidad

4.1.1 Riqueza de especies

En total, 16 especies fueron determinadas en las cinco poblaciones evaluadas, de éstas sólo tres se consideran pertenecientes a manglar verdadero: *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth, *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L., además se encontró *Conocarpus erectus* L., *Pithecellobium lanceolatum* (Humb & Bonpl.) Benth, morfoespecie 2, *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst., *Coccoloba barbadensis* Jacq., *Hibiscus tiliaceus* L., *Phyllanthus alsiae* Urb., morfoespecie 3, *Prosopis juliflora* (SW) DC., *Acacia* sp., morfoespecie 1, *Erythroxylon* aff. *mexicanum* Kunth y morfoespecie 4, todas asociadas a las especies de manglar. En el Cuadro 4 se muestran los sitios evaluados con sus respectivos valores de los índices de diversidad empleados. El Chupadero fue la población que presentó el mayor número de especies (11), seguido por el Tecuanillo con 5 especies.

Con el método de rarefacción se estima el número de especies que se esperan de una muestra de (n) individuos, considerando que todas las muestras son homogéneas, es decir el mismo número de individuos en cada muestra (Krebs, 1999; Magurran, 1987). Los resultados indican que la población de Tecuanillo, El Chupadero y Boca de Pascuales presentaron los valores más elevados con 2.00, 1.98 y 1.95 respectivamente, por lo tanto son las poblaciones que presentan los sitios más homogéneos (Cuadro 4), dado que Boca de Pascuales cuenta con tres especies y Tecuanillo con cinco, toman valores altos por contar con una proporción de individuos similares en los sitios evaluados. El bajo promedio que asumió El Chupadero se debe a la formación de sitios monoespecíficos (una especie), así como a la proporción de individuos diferente en cada una de las especies. Sin embargo, uno de los criterios a considerar para determinar la riqueza es el número de especies presentes, por esto El Chupadero con 11 especies (Cuadro 4) es la población más diversa (Krebs, 1999).

En el caso del índice de Shannon y Simpson, los valores aumentan con el número de especies encontradas en la población y toma valores más altos cuando las proporciones de los individuos de cada especie son similares en las muestras (del Río *et al.*, 2003), esto provocó que los valores de diversidad en las poblaciones de manglar, de menor riqueza fueran más homogéneas y los de mayor riqueza menos homogéneas en cuanto al número de individuos por especie determinada.

Cuadro 4. Valores promedios por población de los índices de diversidad

Población	No. Sitios	Equitatividad	Heterogeneidad	Riqueza de especies	
		1-D [¶]	(H') [§]	E [†]	No. Especies
Boca de Pascuales	5	0.286	0.634	1.95	3
El Real	9	0.178	0.375	1.44	3
Tecuanillo	5	0.172	0.444	2.00	5
Las Margaritas	4	0.171	0.371	1.50	4
El Chupadero	17	0.224	0.563	1.98	11

[¶]1-D= Recíproco del índice de Simpson. [§]H'=Índice de Shannon (log₂). [†]E= Método de rarefacción.

4.1.2 Heterogeneidad

Para determinar la heterogeneidad se pueden seguir dos caminos (índices teóricos y de dominancia) considerando aspectos tanto de uniformidad, así como de la riqueza de especies.

Para la determinación de la heterogeneidad, en este caso se utilizó el índice de Shannon, donde valores altos significan mayor diversidad. Los valores obtenidos indican que Boca de Pascuales, con tres especies, presentó el valor del índice de Shannon más alto (0.634), seguido por El Chupadero (0.563) con 11 especies. El Tecuanillo presentó un valor también elevado de 0.444, respecto a El Real y Las Margaritas (0.375 y 0.371 respectivos). Las Margaritas cuenta con cuatro especies, aún así el valor del índice fue el más bajo, esto se puede deber a que de los cuatro sitios evaluados, tres son monoespecíficos y con la mayor cantidad de individuos, mientras sólo uno combina tres especies y pocos individuos (Cuadro 4).

4.1.3 Equitatividad

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

Se encontró la misma secuencia que para el índice de Shannon, siendo Boca de Pascuales quien presentó el valor más alto del índice de Simpson, seguido por El Chupadero con 0.286 y 0.224 respectivamente, mientras que Tecuanillo, Las Margaritas y El Real tuvieron valores similares. El tamaño de muestra fue un factor que provocó diferencias en los valores promedios poblacionales, por ejemplo Boca de Pascuales, El Real y Tecuanillo con cinco sitios de muestro, Las Margaritas con cuatro y El Chupadero con 17 sitios (Cuadro 4).

De acuerdo a lo antes mencionado podemos afirmar que Boca de Pascuales es la población con la mayor diversidad presente. Mientras que El Chupadero y Tecuanillo tienen una diversidad similar. Sin embargo, El Chupadero cuenta con la mayor riqueza de especies.

4.2 Estructura de las poblaciones

De acuerdo con las especificaciones que hacen Boderó y Robadue (1995) sobre las características estructurales de los manglares, se considera Boca de Pascuales como una asociación de manglar de tipo ribereño, esto por desarrollarse a las orillas del río Armería (constantes movimiento de agua dulce-salada), mientras que el resto de las poblaciones se pueden considerar como manglar de tipo borde o franja, al encontrarse en los bordes estuarinos donde la entrada de agua salada es discontinua y existe poco movimiento dentro de la vegetación. La entrada de agua a estos últimos esteros está dada por la subida de la marea, así como por la abertura de la boca que conecta al mar, regulada por los pescadores del lugar.

Las especies muestran una tendencia de distribución por zonas, las cuales se diferencian en este trabajo, conforme se avanza de la parte inundada hacia tierra firme,

se encontró primeramente que *Rhizophora mangle* ocupa suelos inestables e inundados, en una franja de cinco metros en promedio, después aparece *Laguncularia racemosa* dominando en una franja de 50 m aproximadamente, donde se asocia con *Avicennia germinans* (sólo en El Real y Tecuanillo) y, finalmente, se localiza *Conocarpus erectus* en una zona de suelos estables, asociada con especies no exclusivas de manglar. En la Figura 9, se muestra una interpretación del perfil de distribución de las especies evaluadas en el presente estudio, de acuerdo a la clasificación establecida por Jiménez (1999), donde la zona externa está sujeta a inundaciones periódicas por mareas y causes de ríos, mientras que la zona interna es dominada por los procesos terrígenos con entrada de agua estacional por la subida de las mareas.

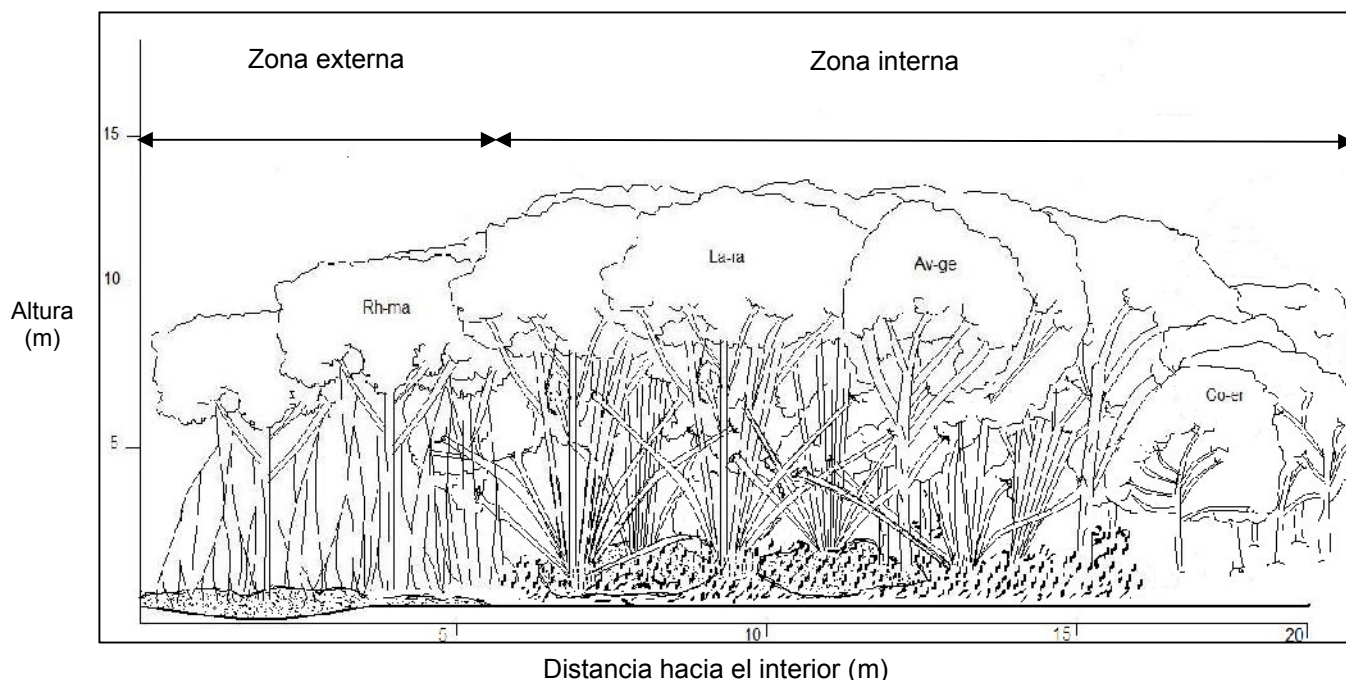


Figura 9. Diagrama del perfil de vegetación de manglar en Tecomán, Colima, desde el cuerpo de agua hacia tierra firme. Rh-ma= *Rhizophora mangle* La-ra= *Laguncularia racemosa*. Av-ge= *Avicennia germinans*. Co-er= *Conocarpus erectus*.

4.2.1 Estructura horizontal

4.2.1.1 Abundancia por población y especie

La población Boca de Pascuales fue la de mayor abundancia al presentar un valor promedio de 2,633 ind ha⁻¹ (Cuadro 5), seguida por Tecuanillo (2,243), El Real (2,094), Las Margaritas (1,792) y al final El Chupadero (714 Ind ha⁻¹).

Para la población Boca de Pascuales (manglar tipo ribereño) se determinó una superficie aproximada de siete hectáreas de manglar, en donde las especies mejor representadas (Cuadro 5) son *Laguncularia racemosa* con 4,133 ind ha⁻¹, seguida por *Hibiscus tiliaceus* (2,467 Ind ha⁻¹) y *Pithecellobium lanceolatum* (1,300 ind ha⁻¹).

El Real (manglar tipo borde) cuenta con una superficie aproximada de 48 hectáreas, donde la especie *Laguncularia racemosa* es la más abundante con 3,950 ind ha⁻¹, seguida por *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* con 1,433 y 900 ind ha⁻¹ respectivamente.

La población de Tecuanillo (Manglar tipo borde) tiene una superficie aproximada de 57 ha. Aquí se agrupan cinco especies, de las cuales *Laguncularia racemosa* presenta la mayor abundancia respecto a las demás especies, así como en el resto de las poblaciones, con 9,115 ind ha⁻¹, la mayoría de los individuos se encontró en las primeras dos categorías diamétricas (5 y 10 cm). Mientras que *Pithecellobium lanceolatum*, *Avicennia germinans*, *Acacia* sp y *Rhizophora mangle* (900, 700, 300 y 200 ind ha⁻¹ respectivamente) tuvieron una abundancia muy baja (Cuadro 5).

En la población Las Margaritas se evaluaron cuatro sitios en una superficie de ocho hectáreas aproximadamente, de los cuales tres fueron monoespecíficos por *Laguncularia racemosa*, la mayoría de los individuos de ésta especie se encontraron en las primeras categorías diamétricas (5 a 25 cm), presentando una abundancia de 6,167 ind ha⁻¹. En un sólo sitio se asocian otras especies, calculándose una abundancia para *Conocarpus erectus* de 500 ind ha⁻¹, *Pithecellobium lanceolatum* 300 ind ha⁻¹ y la morfoespecie 1 con 200 ind ha⁻¹.

Cuadro 5. Distribución de la abundancia ($N\ ha^{-1}$) y dominancia ($m^2\ ha^{-1}$) por especie de las poblaciones de manglar de Tecomán, Colima.

Población	Especie	$N\ ha^{-1}$	$G\ ha^{-1}$	Altura (m)
Boca de Pascuales (Manglar tipo ribereño)	La-ra	4133	65.365	11.6
	Pi-la	1300	10.706	6.3
	Hi-ti	2467	9.209	4.5
	Total	7900	85.280	-
	Promedio	2633	28.000	7.0
El Real (Manglar tipo borde o franja)	La-ra	3950	86.122	11.6
	Rh-ma	900	2.538	8.2
	Av-ge	1433	31.000	11.6
	Total	6283	119.660	-
	Promedio	2094	39.887	10.0
Tecuanillo (Manglar tipo borde o franja)	La-ra	9115	98.554	12.5
	Rh-ma	200	0.192	6.0
	Av-ge	700	2.853	10.7
	Pi-la	900	5.843	5.33
	<i>Acacia</i> Sp.	300	2.000	5.6
	Total	11215	109.442	-
	Promedio	2243	21.888	8.0
Las Margaritas (Manglar tipo borde o franja)	La-ra	6167	52.170	12.1
	Pi-la	300	3.664	7.0
	Co-er	500	15.247	14.5
	Morfoespecie 1	200	0.138	3.0
	Total	7167	71.219	-
	Promedio	1792	17.805	9.0
El Chupadero (Manglar tipo borde o franja)	La-ra	3780	104.573	12.1
	Rh-ma	1025	18.504	11.4
	Co-er	700	27.000	15.0
	Morfoespecie 2	650	16.797	10.9
	Zh-am	400	11.072	12.4
	Co-ba	500	7.370	10.0
	Ph-al	100	0.260	5.9
	Morfoespecie 3	600	1.228	10.5
	Pr-ju	100	0.622	5.6
	Er-me	100	0.321	9.6
	Morfoespecie 4	200	9.962	7.1
	Total	8155	197.709	-
	Promedio	741	17.974	10.0

$N\ ha^{-1}$ = Número de Individuos por hectárea. $G\ ha^{-1}$ = Área basal por hectárea (m^2). La-ra= *Laguncularia racemosa* (L) Gaerth. Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. Av-ge= *Avicennia germinans* L (L). Pi-la= *Pithecellobium lanceolatum* (H. y B.) Benth. Co-er= *Conocarpus erectus* L. Zi-am= *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. Co-ba= *Coccoloba barbadensis* Jacq. Ph-al= *Phyllanthus alsiae* Urb. Er-me= *Erythroxylon* aff. *mexicanum* Kunth. Hi-ti= *Hibiscus tiliaceus* L., Pr-ju= *Prosopis juliflora* (SW) DC.

Por último El Chupadero con una superficie de 1424 hectáreas de manglar, la mayor a todas las poblaciones evaluadas, presenta una estructura mejor desarrollada, dado que la distribución de sus individuos es continua en sus categorías diamétricas (5 a 40 cm). *Laguncularia racemosa* (Cuadro 5) fue la más abundante (3,780 ind ha⁻¹), seguida por *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* (1,025 y 700 ind ha⁻¹ respectivamente), además los valores de la morfoespecie. 2, morfoespecie. 3, *Coccoloba barbadensis* y *Ziziphus amole* también sobresalen (650, 600, 500 y 400 ind ha⁻¹ respectivamente), mientras que la morfoespecie. 4 (campanillo), *Phyllanthus alsiae*, *Prosopis juliflora*, y *Erythroxylon* aff. *mexicanum* (200, 100, 100 y 100 ind ha⁻¹ respectivamente), presentaron la menor abundancia (Cuadro 5)

4.2.1.2 Dominancia por población y especie

De acuerdo con los valores representados en el Cuadro 5, el comportamiento de la dominancia fue diferente a las poblaciones con mayor abundancia, ya que, en este caso la población de El Real presentó el área basal (m² ha⁻¹) más elevado, seguida por Boca de Pascuales, Tecuanillo, El Chupadero y Las Margaritas (39.9, 28.4, 21.9, 17.9 y 17.8 m² ha⁻¹ respectivamente).

En la población Boca de Pascuales (Cuadro 5), *Laguncularia racemosa* fue la especie dominante con 65.365 m² ha⁻¹, seguida por *Pithecellobium lanceolatum* (10.7 m² ha⁻¹) por contar con categorías diamétricas (CD) mayores que *Hibiscus tiliaceus* (9.2 m² ha⁻¹).

La dominancia en El Real está representada por *Laguncularia racemosa* con 86.100 m² ha⁻¹. Se presentó *Avicennia germinans* combinada con la especie dominante, con un área basal mayor que la de *Rhizophora mangle* (30.9 y 2.5 m² ha⁻¹ respectivamente).

En Tecuanillo se registraron diámetros en las categorías superiores (30, 40 y 50 cm) para *Laguncularia racemosa*, formándose la especie dominante con un área basal de 98.5 m² ha⁻¹ (Cuadro 5). Otras especies que sobresalen en este aspecto son

Pithecellobium lanceolatum con valores más altos de área basal que *Avicennia germinans*, *Acacia* sp. y *Rhizophora mangle* (5.8, 2.8, 1.9 y 0.190 m² ha⁻¹ respectivos).

En las Margaritas *Laguncularia racemosa* (Cuadro 5) presentó la mayor dominancia (52.1 m² ha⁻¹) por encontrarse en tres sitios como especie única (monoespecífico). Mientras que *Conocarpus erectus* mostró el valor más alto en el único sitio donde se encontró (15.2 m² ha⁻¹), así como *Pithecellobium lanceolatum* y morfoespecie 1 que presentaron un área basal baja (3.6 y 0.140 m² ha⁻¹ respectivos).

En El Chupadero se encontró a *Laguncularia racemosa* como la especie dominante con 104.6 m² ha⁻¹, el valor más alto de todas las poblaciones, esto indica un mejor desarrollo estructural por contar con individuos en todas las categorías diamétricas presentes. *Conocarpus erectus* tuvo mayor dominancia que *Rhizophora mangle* por contar con diámetros mayores (27.0 y 18.5 m² Ha⁻¹ respectivos), mientras que la morfoespecie 2, *Ziziphus amole*, morfoespecie 4 (Campanillo), *Coccoloba barbadensis*, morfoespecie 3, *Prosopis juliflora.*, *Erythroxylon. aff mexicanum* y *Phyllanthus alsiae* (16.80, 11.00, 10.0, 7.40, 1.20, 0.62, 0.32 y 0.26 m² ha⁻¹ respectivos) registraron los valores de área basal más bajos.

4.2.1.3 Abundancia y dominancia de acuerdo a la distribución diamétrica por especie

El comportamiento de la abundancia que presentan tres especies principales, se representa en las Figuras 10, 11 y 12, en éstas se observa una tendencia general, dado que los valores más altos de abundancia corresponden a las primeras categorías diamétricas (CD) disminuyendo proporcionalmente conforme la categoría diamétrica aumenta.

En el caso de *Laguncularia racemosa* el mayor número de individuos se encontró en las categorías de 5 y 10 cm (Figura 10a), en la población de Tecuanillo la cifra alcanza los 4,140 y 1,200 ind ha⁻¹, y en Las Margaritas se contabilizaron 3,100 y 1,600

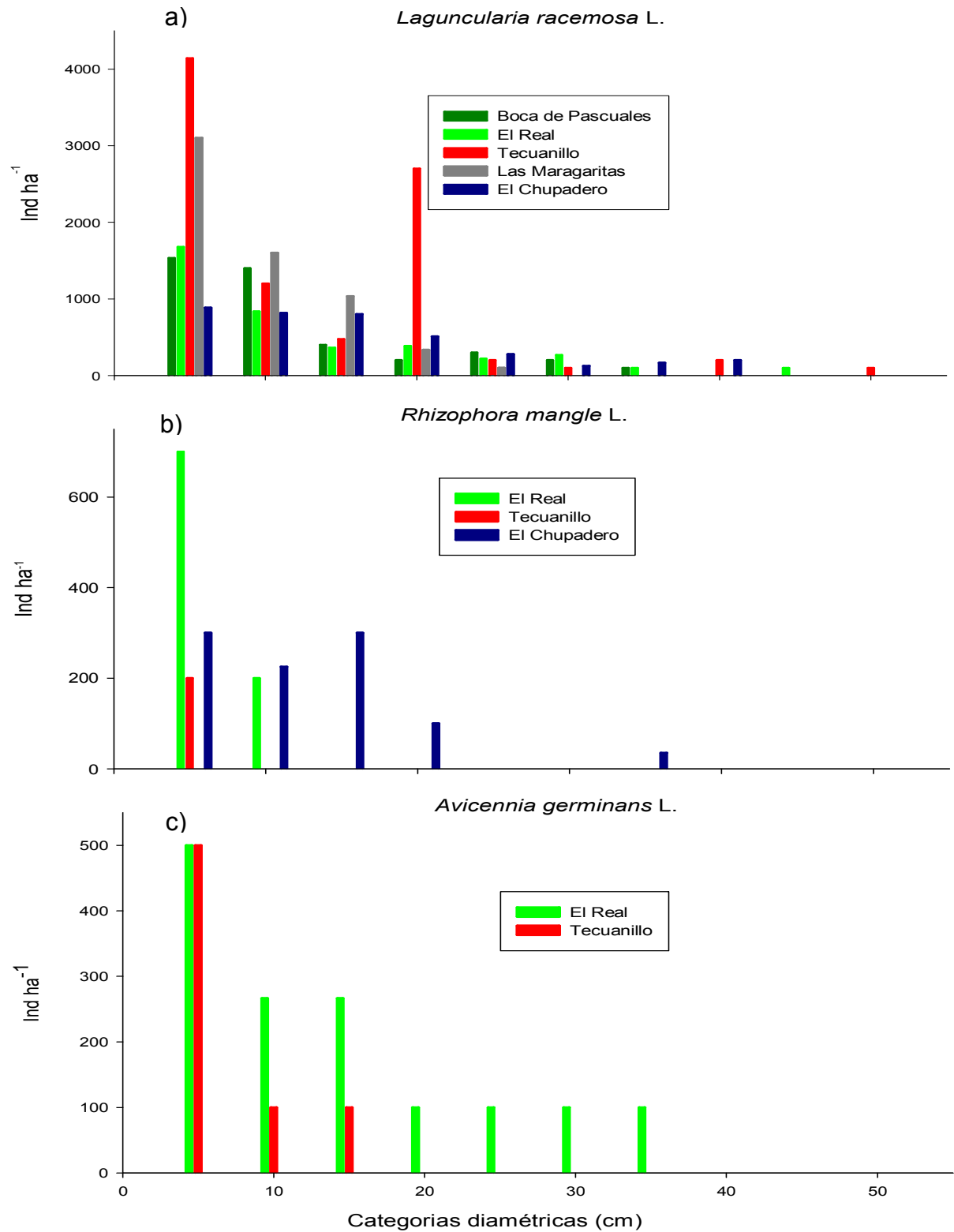


Figura 10. Abundancia (Ind ha^{-1}) por especies para cada población en los manglares de Tecmán, Colima.

ind ha¹, para las CD mencionadas; estas son las poblaciones más destacadas en este rubro, además de registrar la CD mayor (50 cm) en la población de Tecuanillo.

La distribución de los individuos en *Rhizophora mangle* fueron más frecuentes en las CD de 5 hasta los 20 cm, encontrándose tres poblaciones (El Real, Tecuanillo y El Chupadero). En la categoría diamétrica menor (5 cm) El Real concentró la mayor abundancia, más del doble, que el resto de las poblaciones. En las siguientes CD El Chupadero presentó la mayor abundancia, siendo estable hasta la categoría de 20 cm. El comportamiento de esta especie muestra un equilibrio en las primeras CD y una caída repentina después de los 20 cm (Figura 10b).

Avicennia germinans únicamente se encontró en El Real y Tecuanillo, presentando mayor abundancia en la CD de 5 cm (500 ind ha¹ en ambas poblaciones), mientras en la CD de 10 y 15 cm el número de individuos se mantuvo estable (en ambas poblaciones), y en las demás CD sólo fue representada en El Real (20, 25, 30 y 35 cm) (Figura 10c).

Conocarpus erectus se encontró en los límites de los sitios con dirección hacia lugares más firmes. En la CD de 10 cm, El Chupadero presentó la densidad más alta (200 ind ha¹), luego se mostró estable en las siguientes CD (15, 20, 25, 30 y 35 cm), mientras que en Las Margaritas la mayor abundancia se concentró en las CD de 20 y 25 cm (200 ind ha¹) (Apéndice 2, Figura 11d).

Hibiscus tiliaceus, en Boca de Pascuales mostró mayor densidad (2,000 ind ha¹) en la categoría de 5 cm. Ésta especie crece adecuadamente en la desembocadura del río Armería, mientras que *Coccoloba barbadensis* en El Chupadero concentró su totalidad en la categoría diamétrica de 10 y 20 cm (Apéndice 2, Figura 11e).

Los datos del resto de las especies evaluadas se presentan en las Figuras de los Apéndices 2 y 3, las cuales también coinciden con una mayor abundancia en las CD de 5, 10 y 15 cm.

En las Figuras 13, y 14 (Apéndice 4), se expresa el comportamiento de la dominancia ($\text{m}^2 \text{ ha}$) y su distribución en cada categoría diamétrica.

De manera general la dominancia se comporta inversamente proporcionada al caso de la abundancia, ya que los valores menores de área basal aparecen en las CD menores y al incrementarse un valor el otro también aumenta. La Figura 13a presenta un comportamiento diferente, porque en sus primeras dos CD muestran valores bajos (5 y 10 cm), en las CD intermedias (15, 20, 25 y 30) se incrementa y mantiene más o menos una continuidad, después los valores bajan en la CD de 35 cm y finalmente existe un incremento a partir de la CD de 40 cm.

Laguncularia racemosa se presentó en las CD de 15, 20, 25 y 30 cm, con una distribución de área basal cercanamente uniforme en todas las poblaciones, siendo las más sobresalientes Las Margaritas y El Chupadero en la categoría de 15 cm (18.30 y $14.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), en la categoría de 20 cm El Chupadero domina ($14.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), seguida por El Real y Boca de Pascuales (12.30 y $5.90 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente), mientras que Las Margaritas y Tecuanillo tienen valores similares (10.30 y $10.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente). Por otro lado, en la CD de 25 cm Boca de Pascuales y El Chupadero presentan los valores más elevados con 14.50 y $13.10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 13a). En la CD de 30 cm El real y Boca de Pascuales dominan sobre las demás poblaciones (19.20 y $15.40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente), se hace mención primero de estas CD por estar mejor representadas todas las poblaciones. Sin embargo, las CD con valores más elevados en área basal son las de 40 cm encontradas en El Chupadero ($27.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) y en Tecuanillo ($26.7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$). Ésta especie también se presentó con CD de 50 cm en Tecuanillo ($17.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$).

Rhizophora mangle, concentró la mayor área basal en la CD de 35 cm ($9.90 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) estando sólo en El Chupadero, conforme disminuía la CD se observó un área basal menor. El Real y Tecuanillo presenciaron valores mínimos en las CD de 5 y 10 cm (Figura 13b).

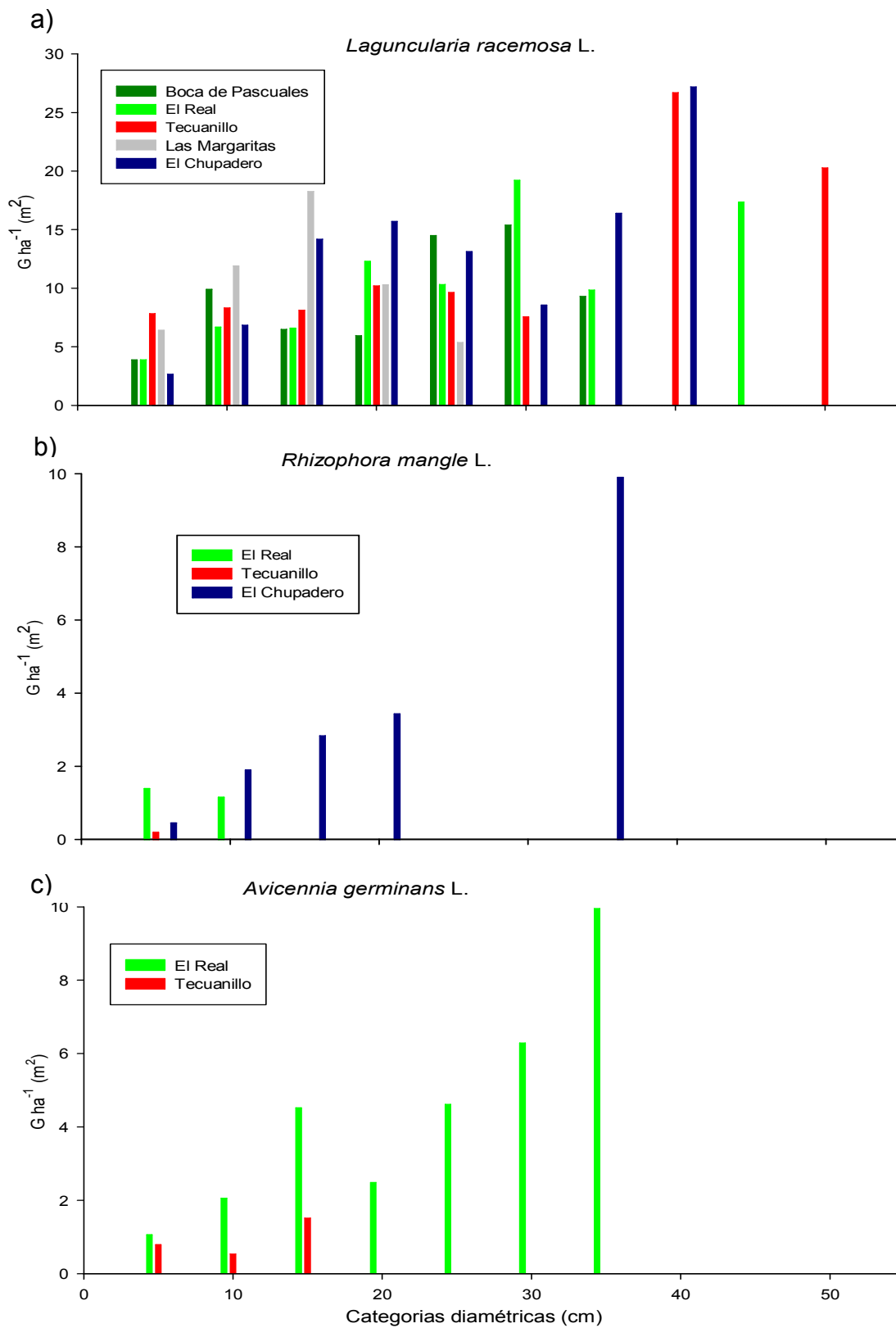


Figura 13. Dominancia ($G\ ha^{-1},\ m^2$) de las especies para cada población en los manglares de Tecomán, Colima.

Para *Avicennia germinans* la CD de 30 y 35 cm es dominante en la población de El Real con los más altos valores de área basal (9.90 y $6.30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), esta especie también se encuentra en Tecuanillo en las primeras tres CD con valores bajos (Figura 13c).

En el Apéndice 4, Figura 14f, se presenta el comportamiento de *Conocarpus erectus*, en la CD de 15 y 20 cm se encuentra en dos poblaciones, dominando en ambas categorías en Las Margaritas (5.90 y $8.70 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), sin embargo, en El Chupadero muestra individuos en todas las CD (10 a 35 cm) por lo tanto, la dominancia en este caso es mayor que en Las Margaritas.

Pithecellobium lanceolatum fue una especie representativa en tres de las poblaciones evaluadas (Apéndice 4, Figura 14d), donde el valor más alto de área basal se encontró en la CD de 20 cm (Las Margaritas), por otro lado, la población Boca de Pascuales presenta valores iguales en la CD de 15 y 25 ($4.10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), y similares en la CD de 5 cm.

Coccoloba barbadensis expresó un área basal mayor en la CD de 20 cm ($5.90 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) en la población de El Chupadero, disminuyendo gradualmente hacia CD menores, mientras que, *Hibiscus tiliaceus* en Boca de Pascuales, tuvo la mayor área basal en la categoría diamétrica de 5 cm ($4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), disminuyendo conforme aumentaban las CD (Apéndice 4, Figura 14j).

El resto de las especies por lo regular, se encontraron sólo en una población (principalmente en El Chupadero), con valores de área basal poco representativas (Apéndice 4, Figura 14 e,g,h,i,k).

4.2.2 Estructura vertical de las poblaciones

En el Cuadro 5 se presenta la altura promedio de cada especie, la cual fue determinada a partir de un modelo de regresión lineal simple (Apéndice 6), donde *Conocarpus erectus* fue la que expresó la altura promedio mayor con 15 metros (m) en

Cuadro 6. Distribución vertical en estratos de las especies de acuerdo al número de árboles y área basal, en los manglares de Tecomán, Colima.

Población		Estrato						Total	
		Superior		Medio		Bajo		N/Ha	G/Ha
Especie	I (81-100%) (13.8 - 17 m)		II (51-80%) (9 -13.7 m)		III (0-50%) (0 - 8.9 m)				
	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	-	-	
Boca de Pascuales	La-ra	-	-	4133	65.4	-	-	4133	65.40
	Pi-la	-	-	100	4.1	1200	6.6	1300	10.70
	Hi-ti	-	-	-	-	2467	9.2	2467	9.20
Total		-	-	4233	69.5	3667	15.8	7900	85.3
El Real	La-ra	-	-	3950	86.1	-	-	3950	86.00
	Rh-ma	-	-	200	1.1	700	1.4	900	2.50
	Av-ge	-	-	1433	31.0	-	-	1433	31.00
Total		-	-	5583	118.3	700	1.4	6283	119.7
Tecuanillo	La-ra	300	47.0	8815	51.6	-	-	9115	98.60
	Rh-ma	-	-	-	-	200	0.2	200	0.20
	Av-ge	-	-	200	2.1	500	0.8	700	2.90
	Pi-la	-	-	-	-	900	5.8	900	5.80
	Acacia Sp.	-	-	-	-	300	2.0	300	2.00
Total		300	47	9015	53.7	1900	8.8	11215	109.4
Las Margaritas	La-ra	100	5.40	6067	46.8	-	-	6167	52.20
	Pi-la	-	-	-	-	300	3.7	300	3.70
	Co-er	300	6.50	200	8.7	-	-	500	15.20
	Morfosp. 1	-	-	-	-	200	0.138	200	0.14
Total		400	11.9	6267	55.5	500	3.8	7167	71.2
El Chupadero	La-ra	200	27.2	3580	77.4	-	-	3780	104.6
	Rh-ma	100	9.90	625	8.2	300	0.5	1025	18.50
	Co-er	700	27.0	-	-	-	-	700	27.00
	Morfosp. 2	100	8.80	300	6.3	250	1.6	650	16.80
	Zh-am	100	8.35	300	2.7	-	-	400	11.10
	Co-ba	-	-	500	7.4	-	-	500	7.40
	Ph-al	-	-	-	-	100	0.3	100	0.30
	Morfosp. 3	-	-	600	2.5	-	-	600	2.50
	Pr-ju.	-	-	-	-	100	0.6	100	0.60
	Er-me	-	-	100	0.3	-	-	100	0.30
	Morfosp. 4	-	-	100	9.8	100	0.1	200	9.96
Total		1200	81.2	6105	114.6	850	3.1	8155	198.9

N/ha= Individuos por hectárea. G/ha= Área basal por hectárea (m²/ha). La-ra= *Laguncularia racemosa* (L) Gaerth. Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. Av-ge= *Avicennia germinans* L (L). Pi-la= *Pithecellobium lanceolatum* (H. y B.) Benth. Co-er= *Conocarpus erectus* L. Morfosp. 2= morfoespecie 2 (Chupadero). Zi-am= *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. Co-ba= *Coccoloba barbadensis* Jacq. Ph-al= *Phyllanthus alsiae* Urb. Morfosp. 3= morfoespecie 3 (Chupadero). Morfosp. 1= morfoespecie 1 (Las Margaritas). Er-me= *Erythroxylon* aff. *mexicanum* Kunth. Morfosp. 4= morfoespecie 4 (Campanillo, El Chupadero). *Hibiscus tiliaceus* L., Pr-ju= *Prosopis juliflora* (SW) DC., *Acacia* sp.

El Chupadero y 14 m en Las Margaritas. Sin embargo, la altura máxima encontrada entre las poblaciones fue de 17 m en El Chupadero, representada por *Rhizophora mangle* en la CD de 35 cm. A partir de esta altura se determinó la estratificación de las poblaciones. El Cuadro 6 muestra los valores obtenidos para cada población.

Las poblaciones de Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero mostraron un estrato I (superior) bien determinado, de las cuales El Chupadero fue la que presentó el valor más alto de abundancia y dominancia (1,200 ind ha⁻¹ y 81.20 m² ha⁻¹), sin embargo, el estrato II (medio) fue el mejor representado por todas las poblaciones y por casi todas las especies, mientras que el estrato III (bajo) también cuenta con valores representativos en todas las poblaciones (Cuadro 6).

En la población Boca de Pascuales dos especies aparecen en el estrato II (medio), donde *Laguncularia racemosa* fue la más abundante y dominante, seguida por *Pithecellobium lanceolatum*. Mientras que *Hibiscus tiliaceus* sólo se presentó en el estrato III (bajo) en combinación con *Pithecellobium lanceolatum* (Cuadro 6).

En El Real las tres especies de mangle compartieron el estrato II (medio), mejor representado por *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, y una menor proporción de *Rhizophora mangle* pero mejor representada en el estrato III (bajo), sin la presencia de las demás especies (Cuadro 6).

En la población de Tecuanillo únicamente se presentó *Laguncularia racemosa* en el estrato I (superior), y con buena representación en el estrato II, superando en abundancia y dominancia a *Avicennia germinans*. Mientras que, en el estrato III se presentaron todas las especies excepto *Laguncularia racemosa*, con valores bajos comparados con los demás estratos (Cuadro 6).

En Las Margaritas también presentó un estrato superior (I), siendo *Conocarpus erectus* la especie mejor representada, seguido por *Laguncularia racemosa*, en el estrato medio (II) la situación se mostró a favor de *Laguncularia racemosa*, y el estrato

III estuvo compuesto por *Pithecellobium lanceolatum* y la morfoespecie 1 con un total de individuos y área basal bajos (Cuadro 6).

Finalmente, en El Chupadero cuya población presentó mayor diversidad de especies, encontrando que el estrato I presenta el valor total más alto que en las demás poblaciones. *Conocarpus erectus* fue la especie más abundante, pero con similar dominancia que *Laguncularia racemosa*, encontrándose otras especies como *Rhizophora mangle*, la morfoespecie 2 y *Ziziphus amole* con la misma abundancia pero con diferente dominancia (Cuadro 6). Sin embargo, en el estrato II la mayoría de las especies están bien representadas, sobresaliendo *Laguncularia racemosa* como la principal en abundancia y dominancia. *Rhizophora mangle* aparece de manera continua en los tres estratos, así como la morfoespecie 2. *Coccoloba barbadensis* y la morfoespecie 3 se encontraron sólo en el estrato II, pero con valores representativos, mientras que *Erythroxylon* aff. *mexicanum* tuvo valores mínimos en este mismo estrato. La morfoespecie 4 (campanillo) también se encontró en el estrato II y III, mientras que *Prosopis juliflora* y *Phyllanthus alsiae* sólo presentaron valores en el estrato III en combinación con *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus*.

Se puede observar que *Laguncularia racemosa* formó parte, sólo de los estratos I y II, lo cual significa un desarrollo acelerado en altura, mientras que *Rhizophora mangle* se puede encontrar en los tres estratos proporcionalmente. Por otro lado, *Avicennia germinans* comparte posición en el estrato II con *Laguncularia racemosa*, también se encontraron valores en el estrato III (Cuadro 6).

4.2.3 Distribución de la regeneración

De las especies encontradas cuatro fueron representadas por nuevos individuos, en el Apéndice 5, se presentan los valores promedios de los individuos en categorías de alturas (rangos de 0.50 m) para cada especie.

Laguncularia racemosa fue la que presentó la mayor regeneración, donde la máxima cantidad se dio en la categoría de altura menor a 0.5 m, en El Real con más de

3,000 ind sitio⁻¹, seguida por Tecuanillo y El Chupadero arriba de 2,500 ind sitio⁻¹, mientras que Boca de Pascuales participó con menos de 300 ind sitio⁻¹, la categoría de 0.50 m fue dominada por El Chupadero con más de 2,500 ind sitio⁻¹. Se presentó también en las categorías de 1 (El Chupadero), 1.5 (El Real), 2 (Boca de Pascuales y El Real) y 2.5 m (Boca de Pascuales), con valores de 100 ind sitio⁻¹ (Apéndice 5, Figura 15a).

Rhizophora mangle tuvo la mayor regeneración en la categoría de altura menor de 0.50 m, principalmente en Tecuanillo con más de 2,200 ind sitio⁻¹, encontrándose también en El Chupadero pero con 800 ind sitio⁻¹. Las categorías de alturas de 0.5, 1 y 1.5 m, las mostró únicamente El Chupadero al presentar las mejores condiciones de inundaciones periódicas para su desarrollo (Apéndice 5, Figura 15b).

Por último *Pithecellobium lanceolatum*, de igual manera presentó el mayor número de renuevos en la categoría de altura menor a 0.50 m (500 ind sitio⁻¹) (Apéndice 5, Figura 15c), así como *Hibiscus tiliaceus* con unos 370 ind sitio⁻¹ (Apéndice 5, Figura 15d), ambos en Boca de Pascuales. Por otro lado, *Conocarpus erectus* presentó 300 ind sitio⁻¹ en las categorías de altura de 2 y 4.5 m en Las Margaritas.

4.2.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

En las poblaciones de manglar analizadas en Tecmán, Colima, *Laguncularia racemosa* resultó ser la especie más abundante, representada en densidad relativa en porcentaje, (Boca Pascuales 52, El Real 62.8, Tecuanillo 81, Las Margaritas 86 y El Chupadero 48 %) y dominante, representada en dominancia relativa, (Boca Pascuales 76.6, El Real 71.9, Tecuanillo 90, Las Margaritas 73.2 y El Chupadero 53 %) al presentar los porcentajes relativos en las poblaciones estudiadas, seguida de *Rhizophora mangle* localizado en El Real, Tecuanillo y El Chupadero (14.3, 1.8 y 13% respectivamente), de igual manera *Pithecellobium lanceolatum* aparece en tres poblaciones (Boca de Pascuales, Tecuanillo y Las Margaritas). Se encontró además *Avicennia germinans* en El Real y Tecuanillo (22.8 y 6.4% respectivo) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índice de Valor de Importancia, densidad relativa y dominancia relativa por especie en los manglares de Tecomán, Colima.

Especie	Boca de Pascuales			El Real			Tecuanillo			Las Margaritas			El Chupadero		
	IVI	DR	DOMR	IVI	DR	DOMR	IVI	DR	DOMR	IVI	DR	DOMR	IVI	DR	DOMR
1 La-ra	179.0	52.3	76.6	204.07	62.87	71.97	221.33	81.28	90.06	209.3	86.05	73.25	132.59	48.12	53
2 Rh-ma	-	-	-	24.14	14.32	2.12	11.96	1.78	0.18	-	-	-	56.62	13.05	9.4
3 Av-ge	-	-	-	71.79	22.81	25.91	28.85	6.24	2.61	-	-	-	-	-	-
4 Pi-la	49.0	16.5	12.6	-	-	-	23.36	8.02	5.34	26	4.19	5.15	-	-	-
5 Co-er	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.05	6.98	21.41	30.47	8.91	14
6 Morfoespecie. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.03	8.27	8.5
7 Zi-am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.32	5.09	5.6
8 Co-ba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.72	6.37	3.7
9 Ph-al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.04	1.27	0.1
10 Morfoespecie 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.07	3.82	0.6
11 Pr-ju.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.22	1.27	0.3
12 <i>Acacia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	14.5	2.67	1.82	-	-	-	-	-	-
13 Morfoespecie 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.65	2.79	0.19	-	-	-
14 Er-me	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.07	1.27	0.2
15 Morfoespecie 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.85	2.55	5
16 Hi-ti	72.0	31.2	10.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

IVI = Índice de Valor de Importancia. DR = Densidad Relativa. DOMR = Dominancia Relativa.

La-ra= *Laguncularia racemosa* L. Rh-ma= *Rhizophora mangle* L. Av-ge= *Avicennia germinans*. Pi-la= *Pithecellobium lanceolatum* (Roxb) Benth. Co-er= *Conocarpus erectus* L. Zi-am= *Ziziphus amole* (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. Co-ba= *Coccoloba barbadensis* Jacq. Ph-al= *Phyllanthus alsiae*. Er-me= *Erythroxylon* aff. *mexicanum* Kunth. Hi-ti= *Hibiscus tiliaceus* L., Pr-ju= *Prosopis juliflora*.

El Cuadro 7 muestra que *Laguncularia racemosa* fue la especie más sobresaliente en las cinco poblaciones por su valor de importancia (179, 204.07, 221.33, 209.3 y 132.59 %), especialmente en Tecuanillo y Las Margaritas. Por otro lado, a pesar que *Rhizophora mangle* se localiza en tres poblaciones, es más importante en El Chupadero (56.6 %), mientras que *Avicennia germinans* es la segunda en importante en El Real (71.79 %) y Tecuanillo (28.85 %), por lo tanto supera a *Rhizophora mangle* (Cuadro 7).

La tercera especie en importancia en los manglares de Tecomán fue *Pithecellobium lanceolatum* al encontrarse en tres poblaciones (49, 23.36 y 26 %), aún cuando *Hibiscus tiliaceus* (72 %) en Boca de Pascuales tiene un valor de importancia mayor *P. lanceolatum*, es en la única población donde aparece, por lo tanto no es tan representativa comparada con la anterior.

Otras especies que cuentan con valores de importancia altos son *Conocarpus erectus* en Las Margaritas y El Chupadero (45.05 % y 30.47% respectivamente), así como la morfoespecie 2, *Ziziphus amole*, morfoespecie 4 y *Coccoloba barbadensis* (22.03, 13.32, 12.85 y 12.72 % respectivamente), el resto de las especies representaron poca importancia entre las poblaciones (Cuadro 7).

En resumen las principales especies con valor de importancia elevados en las poblaciones de manglar analizadas en Tecomán, Colima, son en primer lugar *Laguncularia racemosa* con los máximos valores, seguidas en orden descendentes por *Avicennia germinans*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Hibiscus tiliaceus*, el resto de las especies presentaron valores mínimos aunque no dejan de ser importantes (Cuadro 7).

5 DISCUSIÓN

5.1 Diversidad

5.1.1 Riqueza de especies

Los valores de riqueza de especies del presente estudio fueron muy bajos (en todas las poblaciones) comparadas con las encontradas en La Manzanilla y Boca de Iguanas en Jalisco, registrando 45 familias, 93 géneros y 127 especies de plantas vasculares, la riqueza aumentó por encontrarse una zona de transición de un bosque tropical subcaducifolio (Ramírez-Delgadillo *et al.*, 2006). Por otro lado, en Piura, Perú, manglares de San Pedro de Vicechura-Sechura encontraron 44 especies de fanerógamas, pertenecientes a 21 familias y 36 géneros (Charcape-Ravelo y Moutarde, 2005). Las especies de manglar encontradas en Jalisco fueron *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, las mismas que se encontraron en este estudio, mientras que en Perú solo se encontraron *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* (manglar tipo borde).

La riqueza encontrada en El Chupadero fue similar a la encontrada en los Petenes (islas) de Campeche con una riqueza de 11, 8, y 12 especies, y mayores a los encontrados en la barra costera El Mogote (manglar tipo borde), Baja California Sur (nueve en la parte interna del manglar y seis en la externa), mientras que Tecuanillo (presente estudio) es muy similar a las especies encontrados en la parte externa del manglar en Baja California Sur (Durán, 1995; Romero *et al.*, 2006).

Las asociaciones de otras especies con los manglares son comunes en las zonas más internas del manglar alejada de los litorales en zonas de transición con otro tipo de vegetación, esta combinación genera mayor riqueza de especies (Romero *et al.*, 2006; Ramírez-Delgadillo *et al.*, 2006), ésto nos indica que los manglares de tipo cuenca son los que mantienen una mayor riqueza de especies que los de tipo borde y ribereños. En los manglares de Tecmán se nota claramente que los manglares de tipo borde cuentan con la mayor riqueza que el de tipo ribereño.

5.1.2 Diversidad

En otros estudios tanto de manglares como en selvas se ha aplicado el índice de Shannon utilizando en la fórmula el logaritmo natural ($\ln$) como base (Romero *et al.*, 2006; Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003), en el caso de este estudio se utilizó en la ecuación el logaritmo base dos ($\log_2$).

Los valores de diversidad de Shannon y Simpson en cualquier tipo de selva presentan una mayor diversidad, que los bosques de manglar, por la alta concentración de especies (Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández, 2003; Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002). En otros casos como en los manglares del Mogote (franja o borde) Baja California Sur, demuestran mayor diversidad que las poblaciones de Tecmán, Colima, por encontrarse en una zona de transición entre dunas costeras y salitrales (Romero *et al.*, 2006); es posible que estos ecosistemas tengan un mejor balance de sus individuos en las especies presentes, que en las poblaciones de Tecmán (Romero *et al.*, 2006). Por el lado del Golfo, en la Laguna de San Andrés (cuenca), estero Garrapatas (borde), Laguna el Carpintero (cuenca), Laguna La Costa (Tamaulipas) y Laguna Pueblo Viejo (Veracruz) presentaron una diversidad similar a la encontrada en las poblaciones de manglar de Tecmán, Colima (Foroughbakhch *et al.*, 2004).

Otros estudios han utilizado en la fórmula de Shannon el antilogaritmo como es el caso de los Petenes de Campeche (manglar tipo borde), obteniendo valores elevados (6.8) y un índice de Simpson también elevado (5.39), respecto a las poblaciones en estudio (Duran 1995).

Es evidente que el uso del índice de Simpson y Shannon ha sido de gran utilidad para determinar la diversidad en selvas, y han sido poco los estudios que enfocan el uso de estos índices en bosques de manglares.

5.2 Estructura poblacional

La frecuencia de las especies de manglar es muy similar en todos los casos con *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* o viceversa, y siempre en la parte más interna del manglar se encuentra *Conocarpus erectus* (Corella

et al., 2001; Estrada-Durán *et al.*, 2001; Zaldívar *et al.*, 2004; Félix-Pico *et al.*, 2005; Foroughbakhch *et al.*, 2004), tanto por el Golfo como en el Pacífico. En el caso de las poblaciones de Tecomán, Colima la frecuencia de las especies se comportó diferente con *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

5.2.1 Abundancia y dominancia por población y especie

Los resultados promedios de abundancia encontrados en el estero El Conchalito (manglar tipo borde), Baja California Sur, fueron altos (2652 ind ha⁻¹), pero bajos en dominancia (9.15 m² ha⁻¹), el alto número de individuos se debe a que son asociaciones de mangles achaparrados, por lo tanto existen categorías diamétricas menores, reflejado en el área basal, la cual comparada con los valores encontrados en las poblaciones estudiadas es baja (Félix *et al.*, 2006).

La abundancia en Boca de Pascuales, El Real, Tecuanillo y Las Margaritas supera a lo encontrado en la Encrucijada (manglar tipo ribereño) Chiapas (1700 ind ha⁻¹), mientras que en área basal sólo la población de Boca de Pascuales y El Real sobresalen en este aspecto (23.3 m² ha⁻¹) (Salas, 2006). En un manglar tipo ribereño pantanos de Centla, Tabasco la abundancia fue similar a la encontrada en Boca de Pascuales (2601 contra 2633 ind ha⁻¹), mientras que los encontrados en el estero El Salado (manglar tipo ribereño), Puerto Vallarta, Jalisco, sobrepasan a todas las poblaciones de Tecomán (Corella *et al.*, 2001; Estrada-Durán *et al.*, 2001). Por otro lado, la abundancia de los manglares en Baja California (la isla San José, estero Las Lisas en Loreto y El Conchalito) fueron menores que los encontrados en Boca de Pascuales (2415, 893 y 1036 ind ha⁻¹ contra 2633 ind ha⁻¹), y Tecuanillo, El Real y Las Margaritas sobresalen con respecto al estero Las Lisas en Loreto y El Conchalillo (Félix-Pico *et al.*, 2005).

Por otro lado, el comportamiento del área basal en pantanos de Centla, Tabasco (24.39 m² ha⁻¹) fue mayor que en Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero, sobresaliendo únicamente El Real y Boca de Pascuales (Corella *et al.*, 2001), mientras que los obtenidos en Puerto Vallarta (manglar tipo ribereño), Jalisco y Piñones (manglar

tipo cuenca) Puerto Rico fueron bajos comparados con este estudio (Estrada-Duran *et al.*, 2001; Pool *et al.*, 1977).

Valdez (1991), en Marismas Nacionales encontró al manglar de tipo ribereño con mayor dominancia promedio por sitio, que los de tipo borde y cuenca, mientras que los de tipo cuenca fueron los más abundantes en cuanto a número de individuos promedio por sitio que los otros tipos.

En el presente estudio los resultados promedios para cada tipo de manglar fueron contrarios a lo mencionado por este mismo autor, ya que en Boca de Pascuales (manglar tipo ribereño) se encontró el mayor número de individuos por hectárea respecto a las demás poblaciones (manglar tipo borde), y de igual manera sobresale en área basal al Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero, pero menor que El Real. Esto se debe a que las especies de Boca de Pascuales no cuentan con valores continuos en sus categorías diamétricas, mientras que en El Real la secuencia fue más normal.

5.2.2 Distribución de la regeneración

La presencia de la regeneración en las poblaciones de manglar en Tecmán, Colima, se mostró escasa y en forma de pequeños agregados. La baja presencia de renuevos se debe, quizás, a los bajos periodos de inundación al interior del manglar. *Laguncularia racemosa* fue la especie que presencio mayor regeneración por sitio y todas en etapa de plántula (menor de 10 cm de altura).

5.2.3 Índice de Valor de Importancia (IVI)

La especie más importante en los manglares de Tecmán fue *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Rhizophora mangle*, la misma secuencia encontró Pool *et al.* (1977) en Roblitos y Río las Cañas (manglar tipo ribereño) con *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*; mientras que en el estero el Conchalito (manglar tipo borde) en Bahía de la Paz, Baja California Sur, fue *Laguncularia racemosa* como más importante sobre *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*. En Centla (manglar tipo ribereño), Tabasco la especie más importante fue *Rhizophora mangle*, seguida por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* (Félix

et al., 2006; Corella *et al.*, 2001). En un manglar de Veracruz la importancia fue diferente que los casos interiores con *Avicennia germinans* como la especie más importante seguido por *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* (Basáñez *et al.*, 2006).

6 CONCLUSIONES

1. Boca de Pascuales y El Chupadero son las poblaciones con mayor riqueza de especies.
2. El manglar de tipo ribereño (Boca de Pascuales) es más diverso en los valores de heterogeneidad y equitatividad, que los de tipo borde (El Real, Tecuanillo, Las Margaritas y El Chupadero).
3. La presencia de sitios monoespecíficos afecta a los valores promedios de los índices de diversidad.
- 4.- *Laguncularia racemosa* fue la más dominante, abundante e importante en todas las poblaciones que el resto de las especies.
- 5.- El Chupadero es la población con mejor desarrollo estructural por presentar valores absolutos de abundancia y dominancia proporcionales en los estratos.
- 6.- *Laguncularia racemosa* es la más dominante en estructura vertical y es la especie que mejor se desarrolla en los manglares de Tecmán, Colima.
7. La dominancia y abundancia en cada uno de los estratos afirma que Boca de Pascuales, El Real y Las Margaritas se encuentran en una tapa de desarrollo inicial (joven) y, Tecuanillo y El Chupadero en una etapa de desarrollo intermedio (árboles maduros).

7 RECOMENDACIONES

1. Determinar el tamaño de muestra de cada población para saber si los sitios muestreados fueron suficientes para el estudio.
2. Continuar con las evaluaciones de los sitios establecidos en los manglares de Tecomán, para conocer la dinámica de las poblaciones y generar información que respalde las propuestas de conservación.
3. Complementar con estudios dirigidos a la calidad del agua y suelo para determinar su influencia en el desarrollo y composición del manglar. Así como aspectos de fenología de especies y fauna asociada, que serán importantes para una mejor toma de decisiones en el desarrollo de estrategias de conservación.

8 LITERATURA CITADA

- Aguirre C., O.A., J. Pérez J., Kramer H. y Akca A. 2003. Análisis estructural de ecosistemas forestales en el Cerro del Potosí, Nuevo León, México. *Ciencia UANL* 6(2): 219-225.
- Basáñez M., A.J., O. Pérez G. y Paula R. Mencion. 2006. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 6(1): 114-120.
- Bodero Q., A., Robadue, Jr. D. 1995. Estrategia para el Manejo del Ecosistema de Manglar, Ecuador. *In* Manejo Costero integrado en Ecuador. Ochoa, M., editor, Ecuador. Fundación Pedro Vicente Maldonado. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros. pp. 247-306.
- Brzustowski J. 1997. Krebs/win Ecological Methodology for Windows version 0.9. Microsoft corporation and the Regents of University of California. Por Charles Krebs Ecological methodology. (En línea). Fecha de consulta, 17 de diciembre de 2008. Disponible de forma gratuita en: <<http://www2en.biology.ualberta.ca/brzusto/ftp/Krebs/index.html>>.
- Carmona-Díaz, G.; J.E. Morales-Mávila y E. Rodríguez-Luna. 2004. Plan de manejo para el manglar de Sontecomapan, Catemaco, Veracruz, México: una estrategia para la conservación de sus recursos naturales. *Madera y Bosques* Número especial 2:5-23.
- Charcape-Ravelo, M. y Moutarde F. 2005. Diversidad florística y conservación del Santuario regional de Piura, manglares de San Pedro de Vice-Sechura. Weigend, Rodríguez y Arana (Comps.) *Revista Perú Biología* 12(2): 327-334.
- Conabio. 2008. Manglares de México. México, DF. Edición electrónica. (En línea). Fecha de consulta, 13 de abril de 2008. Archivo disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/manglaresMexico.pdf>>.
- Conabio. 2004. Mapa base del estado de Colima. Escala de impresión 1:415000. México. Fecha de consulta, 19 de diciembre de 2008. Disponible de forma gratuita en: <<http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl>>.
- Conabio. 2000. Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 103 p. (En línea). Fecha de consulta, 12 de junio de 2008. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx>>

/institucion/ cooperacion_internacional/doctos/introd-enb.html.>

- Corella J., F., V. Hernández J.I., C. Alcalá V.M., G. Cossio F.V., T. Santos A y A. Rivera J.R. 2001. Estructura forestal de un bosque de mangles en el Noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México* 26 (90): 73-102.
- del Río M., F. Montes, I. Cañellas y G. Montero. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales* 12 (1): 159-176.
- Durán G., R. 1995. Diversidad florística de los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana*, (31): 73-84.
- Estrada-Durán, G., Cupul-Magaña, F.G. y Cupul-Magaña, A.L. 2001. Aspectos de la estructura y producción de hojarasca del bosque de manglar del estero El Salado, Puerto Vallarta, Jalisco. *Ciencia y Mar* 5(15): 3-12.
- FAO. 1985. Ordenación de manglares en Tailandia, Malasia e Indonesia. Estudio 4 FAO Medio Ambiente. Roma, Italia. 64 p.
- FAO. 1974. Programa de investigaciones y fomento pesqueros, México. Ecología y reforestación en los manglares de México. FAO Informe técnico 6. (En línea). Fecha de consulta, 18 de junio de 2008. Archivo disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AC597S/AC597S00.htm>.
- Félix-Pico E., F., Holguín-Quiñones O. E., Godínez-Orta L. y Santa-María-Gallegos N. A. 2005. Estructura de las comunidades de mangles de Bahía de Loreto, Isla San José, Isla Espíritu Santo y Costa oriental de la Bahía de la Paz. Resúmenes del I Taller sobre Manglares de la Península de Baja California: diagnóstico y perspectivas de investigación 2005. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur. 28 p.
- Félix P., E.F., Q. Holguín O.E., H. Herrera A. y F. Verdugo F. 2006. Producción primaria de los mangles del estero El Conchalito en Bahía de la Paz (Baja California Sur, México). *Ciencias Marinas* 32 (1A): 53-63.
- Foroughbakhch P., R., Cespedes A.E., Alvarado M.A., Núñez A. y Badii M.H. 2004. Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México. *Ciencia UANL* 7(2): 203-208.

- Godínez-Ibarra, O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 73(2): 283-314.
- Hussain, Z.M. 1995. La silvicultura de manglares. FAO. (En línea). Fecha de consulta, 3 de junio de 2008. Archivo disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/v5200s/v5200s09.htm>>.
- INE. 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. SEMARNAT. Dirección general de investigación de ordenamiento ecológico y conservación de los ecosistemas. (En línea) consultado, 31 enero de 2008. Archivo disponible en: <http://www.imacmexico.org/file_download.php?Location=S_U&filename=11435790921manglar_evaluacion.pdf>.
- INEGI. 1984. Carta geológica E13B64 Tecomán, Colima. 1:50 000.
- Jiménez, J.A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales de los manglares del Pacífico de Centro América: contrastes climáticos. *In: Ecosistemas de Manglar en América Tropical: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.)*. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. p. 51-70.
- Jiménez J., Aguirre O. y Kramer H. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Investigación Agrícola: Sistemas de Recursos Forestales*. 10(2): 355-366.
- Johnson R. 1976. Estadística elemental. Editorial Trillas, México DF. 511 p.
- Kjerfve, B., L. Drude de La C., C.E. Rezende y A.R. Coelho O. 1999. Hydrological and Hydrogeochemical variations in mangrove ecosystems. *In: Ecosistemas de Manglar en América Tropical. A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.)* Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. p. 71-82.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Ed. Addison Wesley Logman, 2^a edition. University of British Columbia E.U.A. 620 p.
- Lambshead, P.J.D., G.I.J. Paterson y J.D. Gage. 1997. BioDiversity Professional Version 2. Written by Neil Mc Aleece. Natural History Museum & The Scottis Association

for Marien Science. (En línea). Fecha de consulta, 17 de diciembre de 2008. Disponible de forma gratuita en: <<http://www.bio.unipg.it/ecologia/download/bdpro.zip.htm>>.

López P., J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión. Madera y Bosques. Número especial. pp 27-51.

Lugo, A. E. 2002. Conserving Latin American and Caribbean mangroves: issues and challenges. Madera y Bosques. Número especial. pp 5-25.

Lugo, A. E. 1990. Mangroves of the Pacific islands: research opportunities. General Technical Report PSW-118. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Berkeley, CA. USA. 13 p.

Magurran, A. E. 1987. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vendrá. Bangor. 200 p.

Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Ed. Blackwell Science. USA. 248 p.

Menéndez C., L. y P. Santander, A. 1994. Los manglares de Cuba: Ecología. Instituto de Ecología y sistemática. La Habana, Cuba. Pp. 64-75.

Microsoft. 2007. Microsoft Office Excel Microsoft Corporation.

Moreno C., E.; G. Peña A.; G. Castorena Ma. del C.; O. Solorio C.A. y P. López D.J. 2002. Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. Madera y Bosques. Número especial. pp. 115-128.

Moreno C., E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M y T- Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.

Odum, H. T. y Campbell, D. 1994. El valor ecológico y ambiental de los manglares: El método EMergetic. Santiago, Chile: FARO: Revista para la administración de zonas costeras en América Latina. (En línea). Fecha de consulta, 25 de enero de 2008. Archivo disponible en: <http://www.crc.uri.edu/download/Odum_Campbell_FARO_1_ESPbw.pdf>.

Orihuela B., D. E.; C. Tovilla H.; H.F.M. Vester y T. Álvarez L. 2004. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. Madera y Bosques. Número especial 2:45-61.

- Partida M., J. A. 2007. Diversidad y estructura del manglar en el estero El Chupadero, Tecomán, Colima. Tesis profesional Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 68 p.
- Pool, D. J., Snedaker S. C. y Lugo A. E. 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica* 9(3): 195-212.
- Ramírez-Delgadillo, R., Mercado-Muñoz F. y Castro-Castro A. 2006. Clasificación y florística del manglar de Manzanilla-Boca de Iguanas, Municipio la Huerta, Jalisco, México. Instituto de Botánica (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. pp. 566-569.
- Rodríguez de la V., R. A.; I. M. González T. y L. Quintanar M. 2001. Los índices de diversidad, una nueva vía en la medición del desarrollo humano. *Economía y desarrollo* 1 (8): 149-167.
- Romero L., B.E., L. de la Luz J.L., P. Navarro J.J. y D. Agüero G. 2006. Estructura y composición de la vegetación de la barra costera El Mogote, Baja California Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 79: 21-32.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, 504 pp. (En línea). Fecha de consulta, 30 de enero de 2008. Archivo disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/vegetacion_de_mexico.html>.
- Samek V. 1974. Elementos de Silvicultura de los Bosques Latifoliados. Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba. 291 p.
- Salas R. R.L. 2006. Estructura forestal de un manglar en la reserva de la biosfera “La Encrucijada”, Chiapas. Tesis profesional de licenciatura Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 63 p.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1982. Carta edafológica E13B54 Tecomán, Colima. 1:50 000.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983a. Carta geológica E13B64 Cerro de Ortega. 1:50 000.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983b. Carta de vegetación y uso del suelo E13B64 Cerro de Ortega. 1: 50 000.

- SEMARNAT. 2007. Inventario Nacional de Manglares, herramienta fundamental para la conservación del ecosistema. Comunicado de prensa 167/07. Fecha de consulta (20 de agosto de 2008). Archivo disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/saladeprensa/boletindeprensa/Pages/boletin07-167.aspx>.
- SEMARNAT. 2001. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL- protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestre- categorías de riesgos y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio a lista de especies en riesgo.
- UNAM-Dirección de Geografía. 1970. Carta de climas. Clasificación de climas según Köppen modificado por Enriqueta García; isoterma e isoyetas medias anuales. Colima 13Q-VI. 1:500 000.
- Valdez H., J.I. 1991. Estructura fisonómica del bosque de mangles de la laguna de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional de Licenciatura. División de Ciencias Forestales UACH, México. 263 p.
- Valdez H., J.I. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. Madera y Bosques. Número especial. pp. 129-145.
- Valdez H., J.I. 2004. Manejo forestal de un manglar al sur de Marismas Nacionales, Nayarit. Madera y Bosques. Número especial 2: 93-104.
- Villavicencio-Enríquez, L. y Valdez-Hernández J.I. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestales rusticanos de café en San Miguel, Veracruz, México. Agrociencia 37: 413-423.
- Yáñez-Arancibia, A., R. Twilley R. y Lara-Domínguez A.L. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. Madera y Bosques 4(2): 3-19.
- Zaldívar J., A., S. Herrera J., M. Coronado C. y P. Alonzo D. 2004. Estructura y productividad de los manglares de la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. Madera y Bosques. Número especial 2: 25-35.

APÉNDICE

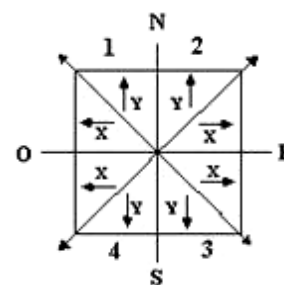
Apéndice 1. Formatos para la captura de información dasométrica y de regeneración en las poblaciones de manglar, Tecomán, Colima.

DEPARTAMENTO FORESTAL, U.A.A.A.N Diversidad y Estructura de los Manglares de Tecomán, Colima, México. Sitios cuadrados de 10x10 m (100 m ²)	Rodal	Altitud (msnm)	Precisión (m)
	Sitio	Coordenadas UTM	
	Fecha		

No. Árbol	Cuadrante.	Especie	dap (cm) [¶]			Altura (m)		GC (cm) [§]		
			1 ^{ra} E	2 ^{da} E	3 ^{ra} E	1 ^{ra} E	2 ^{da} E	1 ^{ra} E	2 ^{da} E	
										Cobertura

dap [¶]	Diámetro a la altura de pecho (1.30 m)
GC [§]	Grosor de corteza.
X	Posición de Norte a Sur
Y	Posición de Este a Oeste
E	Evaluaciones

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 reloj.



* Se midieron solamente árboles con diámetro igual o mayor a los 2.5 cm a la altura del pecho (dap).

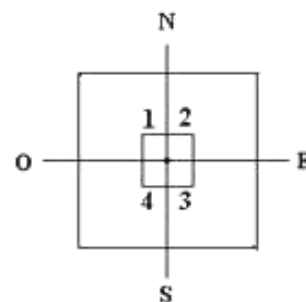
Observaciones: _____

DEPARTAMENTO FORESTAL, UAAAN Diversidad y Estructura de los Manglares de Tecomán, Colima, México	Rodal	Altitud (msnm)	Precisión (m)
	Sitio	Coordenadas UTM	
REGENERACIÓN Sitios cuadrados de 1x1 m (1 m ²)	Fecha		

		Frecuencia de géneros				Observaciones
Cuadrante	Categoría de Altura (m)					
	< 0.5					
	0.5					
	1					
	1.5					
	2					
	2.5					
	3					
	3.5					
	4					
	4.5					
	5					

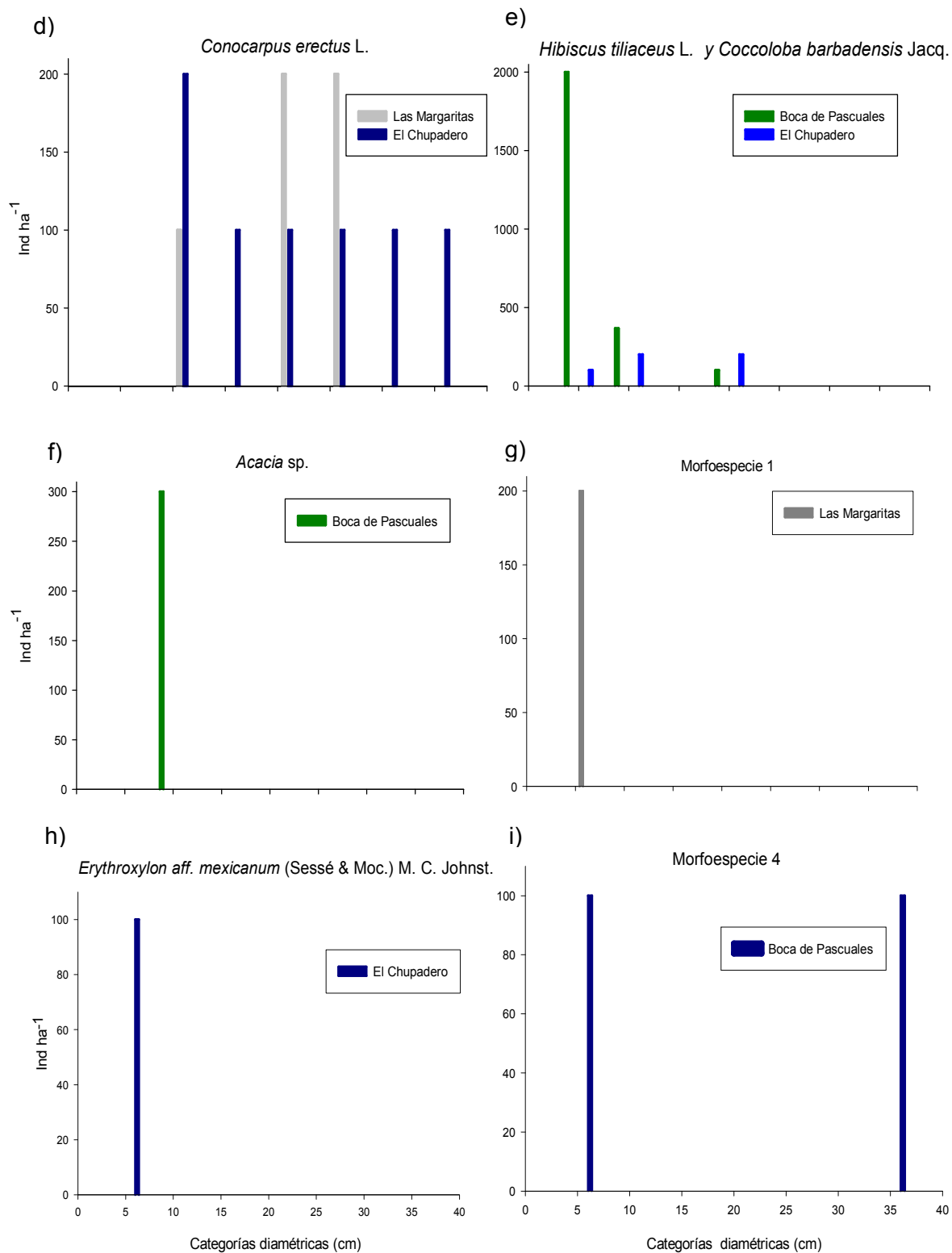
NOTA. Sé considera regeneración aquellas especies con diámetro menor a 2.5 cm

Para evaluar la regeneración, se estableció un sitio de 1 m² en el centro del sitio de 100 m². Se dividió en cuatro cuadrantes enumerados en el sentido de las manecillas del reloj y se contabilizó toda la regeneración.

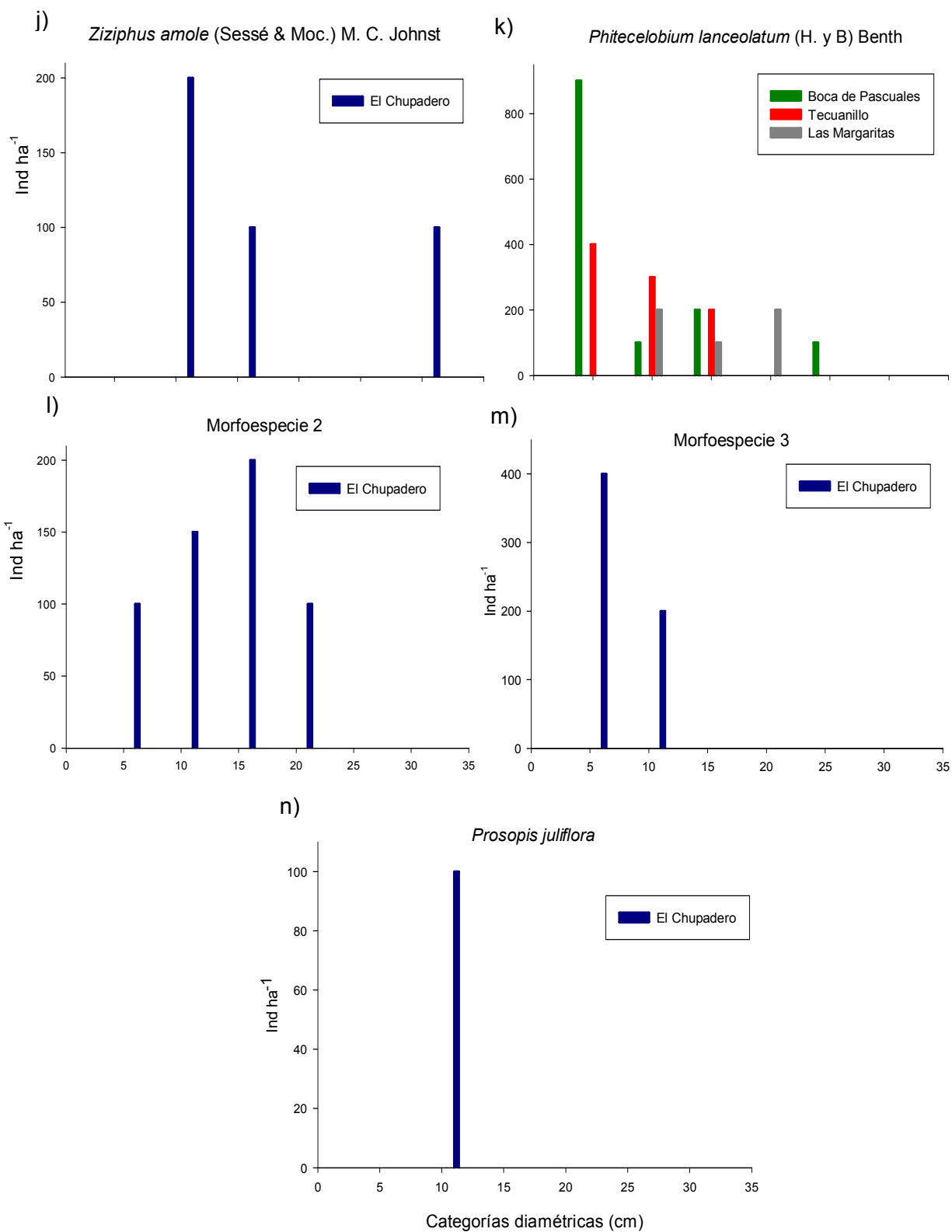


Observaciones: _____

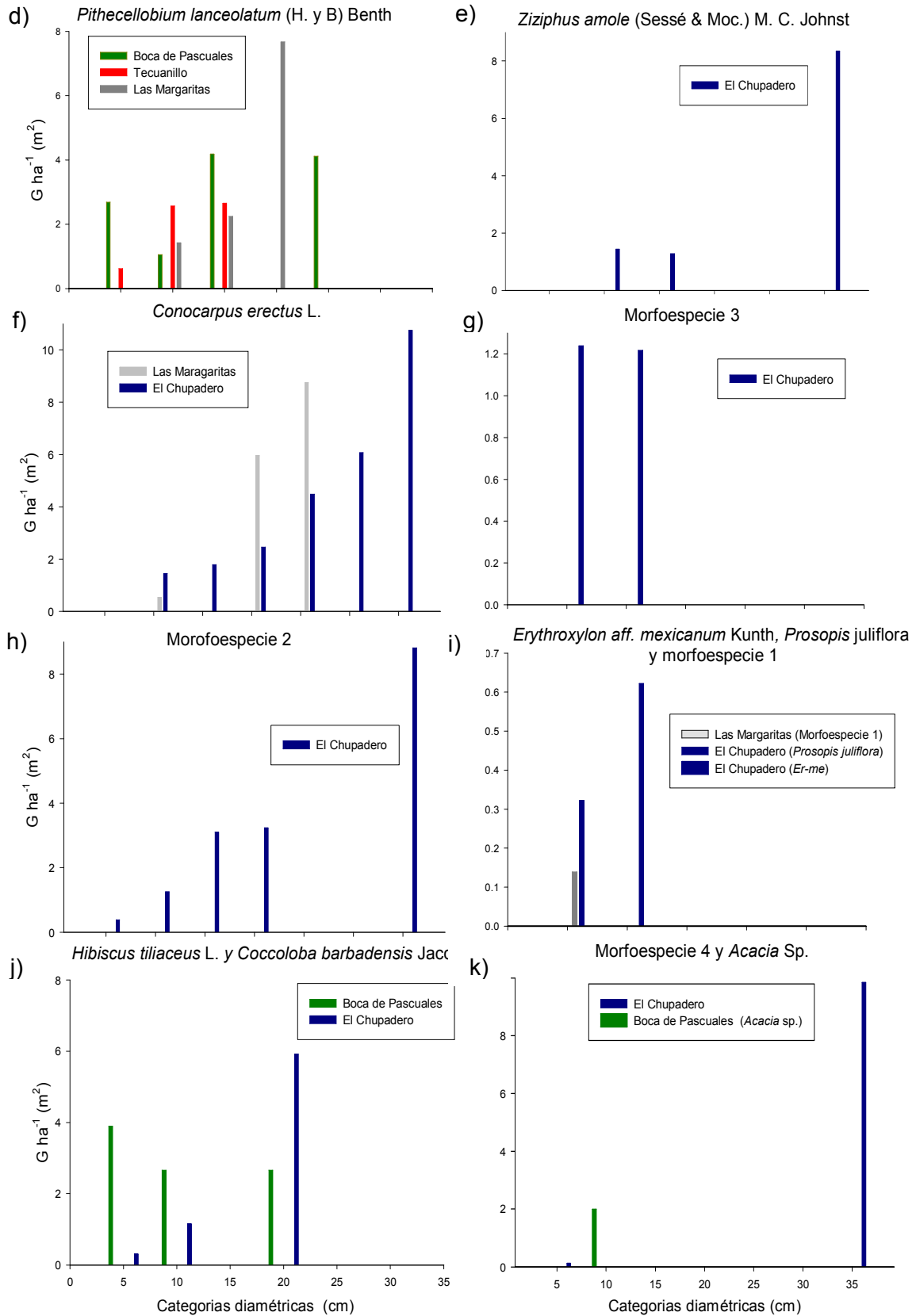
Apéndice 2. Figura 11d,e,f,g,h,i. Abundancia de cada especie por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar, Tecomán, Colima.



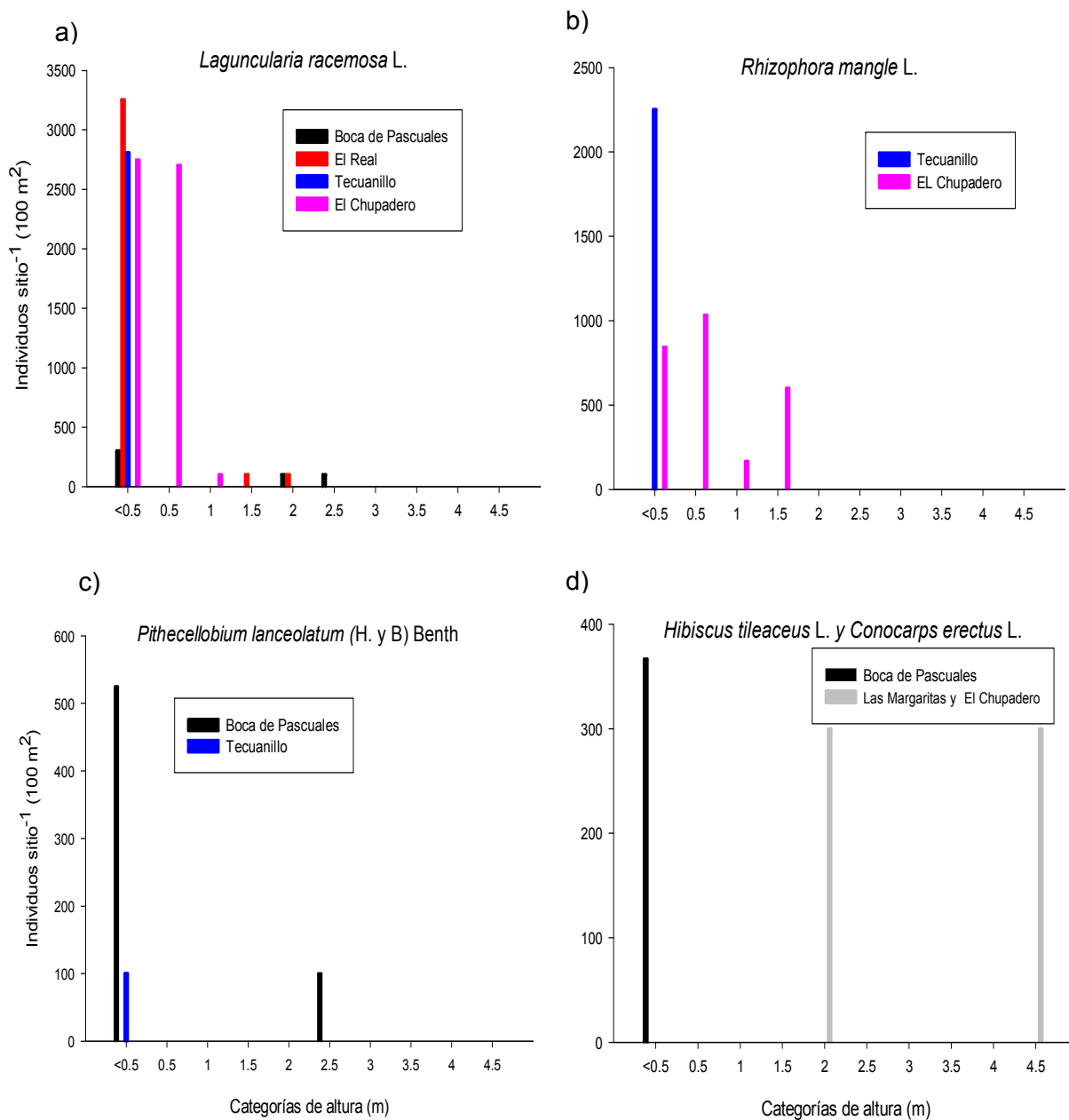
Apéndice 3. Figura 12 j,k,l,m,n. Abundancia de cada especie por categoría diamétrica en las poblaciones de manglar, Tecomán, Colima.



Apéndice 4. Figura 14 d,e,f,g,h,i,j,k. Dominancia de las especies en cada categoría diamétrica en las poblaciones de manglar, Tecomán, Colima.



Apéndice 5. Figura 15 a,b,c,d. Regeneración promedio por sitio en las poblaciones de manglar, Tecomán, Colima.



Apéndice 6. Fórmula del modelo de regresión para el cálculo de altura de las especies en cada población.

Se utilizó la ecuación de regresión simple para determinar la altura de todas las especies:

$$H = B_0 + (B_1 * DAP)$$

Donde:

H = Altura (m)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm)

B_0 = Intercepción de la línea de regresión en el eje Y.

B_1 = Coeficiente de correlación (pendiente de la recta).

A continuación se muestra la representación gráfica de las alturas promedio de las especies por categoría diamétrica en cada población;

