



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ciencias

Estructura y composición de árboles y lianas de la
selva mediana subcaducifolia de la Isla Cozumel,
Quintana Roo.

T E S I S

QUE PARA EL TITULO DE
BIOLOGO

P R E S E N T A :

PAVKA PATIÑO CONDE

DIRECTOR DE TESIS: DR. DIEGO R. PÉREZ SALICRUP

2008





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar dando las gracias al Dr. Diego Pérez Salicrup por darme la oportunidad de colaborar en este trabajo, por su valiosa ayuda y por el tiempo dedicado para elaborar y terminar esta tesis; gracias Diego. También le doy las gracias al Dr. Alfredo Cuarón coordinador del proyecto “Ecología y Manejo para la Conservación de una Biota Endémica Insular Críticamente Amenazada” SEMARNAT CONACYT 2002-CO1-0571/A1, por el apoyo logístico y económico para el trabajo de campo y por su amistad.

Agradezco a los revisores de esta tesis Mariana Hernández, Jorge Meave, Eduardo Pérez y Carlos Martorell por su tiempo y sus valiosos comentarios que enriquecieron este trabajo. También agradezco a Filogonio May y José Luis Tapia por su ayuda en la identificación del material vegetal; a René Martínez Ramos por la ayuda con las ecuaciones alométricas.

Gracias a Angélica, Yunuhe, Benjamín, Christopher y especialmente a Laura, por la ayuda en la toma de datos y por acompañarme a campo y compartir todo el estrés que esto puede causar.

Gracias a Ana Laura, Cristina, Gabee, Gabriela, el Morfin, Toño y Yorch, por la ayuda en la redacción de la tesis. También les doy las gracias a mis compañeros de laboratorio Carmen, Angélica, Yunuhe, Nuria, Diana y Rafael por los ratos de intercambio intelectual y diversión en el laboratorio.

Por último quiero agradecer a Lourdes y Alfredo por su apoyo moral, amoroso y por supuesto económico para que su hijito se titulara; a Laura Elena y Violeta por ser mis carnaladas y por todo su amor. Violeta gracias por la ayuda con los trámites.

Se me olvidaba dar las gracias a todos los comensales de las empavkadas, ya que sin su dinero no me hubiera tardado tanto en terminar la tesis.

RESUMEN

Una forma para describir una comunidad vegetal es documentando los atributos de su estructura, es decir, los patrones de distribución de las especies, la proporción de especies e individuos por forma de vida (árbol, arbusto, liana o pasto), las especies que las componen y las especies dominantes. En este trabajo analizó la estructura y composición de árboles (≥ 5 cm DAP) y lianas (≥ 0.5 cm DAP) de la selva mediana subcaducifolia (SMS), de la isla Cozumel. Se establecieron 10 parcelas circulares (1000 m^2) en un gradiente norte-sur en la parte central de la isla. En cada parcela se hizo un muestreo estratificado de árboles y lianas, utilizando círculos concéntricos anidados para individuos de diferente talla. En cada uno de esos círculos se registro el DAP, la altura (solo árboles) y se identificó la especie de cada uno de los individuos. Se encontraron 64 especies de árboles repartidas en 28 familias. Las familias de árboles más importantes fueron Fabaceae, Sapotaceae y Rubiaceae. Se encontraron 30 especies de lianas repartidas en 8 familias, siendo las más importantes Bignoniaceae, Rubiaceae y Sapindaceae. La densidad de árboles ≥ 5 DAP fue de 3110 ± 318.6 ind/ha con un área basal de $35.5 \pm 2.1 \text{ m}^2$ por ha. La densidad de lianas es de 4164 ± 579 individuos ≥ 0.5 cm DAP por ha con un área basal de $0.68 \pm 0.1 \text{ m}^2$ por ha. La biomasa total fue de 207.1 toneladas, los árboles contribuyen con el 94.9% mientras que las lianas aportan el 5.1% restante. La estructura de la selva parece tener como modelador principal a los huracanes, ya que la isla recibe estos meteoros con una frecuencia aproximada de 10 a 15 años, lo que ha provocado que la densidad de los árboles ≤ 10 cm de DAP dominen la estructura de esta selva. Las lianas también se ven influenciadas por los huracanes, ya que al abrir claros estas aprovechan la mayor cantidad de luz para crecer. En términos generales la selva mediana subcaducifolia de la isla Cozumel presenta una diversidad de árboles considerable, mientras que la diversidad de lianas es menor. La estructura y composición de esta selva, está íntimamente relacionada con el desarrollo de las actividades humanas; así, la

diversidad y composición de las comunidades vegetales se vinculan fuertemente con los procesos de utilización de los recursos de la selva.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS I

RESUMEN II

INDICE GENERAL III

INDICE DE CUADROS V

INDICE DE FIGURAS VI

1. INTRODUCCION 1

 1.1 ANTECEDENTES 3

 1.1.1 Selvas estacionalmente secas 3

 1.1.2 Estudios en la Península de Yucatán 5

2. MÉTODOS 8

 2.1 SITIO DE ESTUDIO 8

 2.2 DISEÑO DE MUESTREO 11

 2.3 ANÁLISIS DE DATOS 12

3. RESULTADOS 15

 3.1 DENSIDAD Y ÁREA BASAL 15

 3.2 BIOMASA 19

 3.3 CURVAS DE ESPECIES 22

 3.4 VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA 24

 3.5 CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES 26

4. DISCUSIÓN 27

 4.1 POLICAULESCENCIA 28

 4.2 DENSIDAD Y ÁREA BASAL 29

| | |
|--|-----------|
| 4.3 BIOMASA | 33 |
| 4.4 NÚMERO DE ESPECIES | 34 |
| 4.5 VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA | 36 |
| 5. CONSIDERACIONES FINALES | 37 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 39 |
| APENDICE A. LISTA DE ESPECIES Y LIANAS DE LA ISLA COZUMEL..... | 46 |
| CUADRO 3. VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON (H') Y EQUIDAD (E) PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE DAP, DE ÁRBOLES Y LIANAS | 23 |
| CUADRO 4. COMPARACIÓN ESTRUCTURAL DE ALGUNAS COMUNIDADES DEL NEOTRÓPICO CON BASE EN CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES..... | 32 |
| CUADRO 5. COMPARACIÓN ESTRUCTURAL DE ALGUNAS COMUNIDADES DEL NEOTRÓPICO CON BASE EN CARACTERÍSTICAS DE LAS LIANAS | 33 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| CUADRO 1. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR FORMA DE VIDA Y CATEGORÍA DE DAP. | 15 |
| CUADRO 2. ESPECIES EXCLUSIVAS DE ÁRBOLES Y LIANAS PARA CADA CATEGORÍA DE DAP. | 21 |
| CUADRO 3. VALORES DEL ÍNDICE DE SHANNON (H) Y EQUITABILIDAD (E) PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE DAP, DE ÁRBOLES Y LIANAS. | 23 |
| CUADRO 4. COMPARACIÓN ESTRUCTURAL DE ALGUNAS COMUNIDADES DEL NEOTRÓPICO CON BASE EN CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES..... | 32 |
| CUADRO 5. COMPARACIÓN ESTRUCTURAL DE ALGUNAS COMUNIDADES DEL NEOTRÓPICO CON BASE EN CARACTERÍSTICAS DE LAS LIANAS. | 33 |
| FIGURA 8. VALORES DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA ESPECIES DE ÁRBOLES Y LIANAS | 23 |
| FIGURA 9. CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS VARIABLES DE DENSIDAD, FRECUENCIA Y ÁREA BASAL AL VIR DE LAS 10 ESPECIES ARBÓREAS MÁS IMPORTANTES DE ÁRBOLES. | 25 |
| FIGURA 10. CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS VARIABLES DE DENSIDAD, FRECUENCIA Y ÁREA BASAL AL VIR DE LAS 10 ESPECIES MÁS IMPORTANTES DE LIANAS. | 25 |
| FIGURA 11. CURVA DE ACUMULACIÓN DE INDIVIDUOS DE ÁRBOLES Y LIANAS CURVA 11 | 26 |
| FIGURA 12. CURVA DE ACUMULACIÓN DE INDIVIDUOS DE ÁRBOLES Y LIANAS CURVA 12 | 27 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. OMBROGRAMA DE LA ISLA COZUMEL | 10 |
| FIGURA 2. UBICACIÓN DE LAS DIEZ PARCELAS DE MUESTRO | 12 |
| FIGURA 3. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS CON DIFERENTE NÚMERO DE TALLOS PARA INDIVIDUOS CHICOS Y GRANDES..... | 16 |
| FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES EN LAS CATEGORÍAS DIAMÉTRICAS DEL COMPONENTE ARBÓREO. | 17 |
| FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIABLES EN LAS CATEGORÍAS DIAMÉTRICAS DE LAS LIANAS..... | 18 |
| FIGURA 6. NÚMERO DE ESPECIES POR FAMILIA DE ÁRBOLES..... | 20 |
| FIGURA 7. NÚMERO DE ESPECIES POR FAMILIA DE LIANAS..... | 22 |
| FIGURA 8. VALORES DE IMPORTANCIA RELATIVA PARA ESPECIES DE ÁRBOLES Y LIANAS | 23 |
| FIGURA 9. CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS VARIABLES DE DENSIDAD, FRECUENCIA Y ÁREA BASAL AL VIR DE LAS 10 ESPECIES ARBÓREAS MÁS IMPORTANTES DE ÁRBOLES. | 25 |
| FIGURA 10. CONTRIBUCIÓN RELATIVA DE LAS VARIABLES DE DENSIDAD, FRECUENCIA Y ÁREA BASAL AL VIR DE LAS 10 ESPECIES MÁS IMPORTANTES DE LIANAS. | 25 |
| FIGURA 11. CURVA DE ACUMULACIÓN DE INDIVIDUOS DE ÁRBOLES Y LIANAS CHICAS.... | 26 |
| FIGURA 12. CURVA DE ACUMULACIÓN DE INDIVIDUOS DE ÁRBOLES Y LIANAS GRANDES.. | 27 |

1. INTRODUCCION

Las comunidades vegetales están compuestas por todas las poblaciones de especies de plantas que coinciden en el tiempo en un área delimitada (Crawley 1998, Begon *et al.* 2006). Una forma para describir una comunidad vegetal es documentando los atributos de su estructura, es decir, los patrones de distribución de las especies, la proporción de especies e individuos por forma de vida (árbol, arbusto, liana o pasto), las especies que las componen y las especies dominantes. Conocer estas características nos permite inferir sobre cuáles son los procesos que determinan los patrones de una comunidad y con base en esto proponer hipótesis sobre su origen (Crawley 1998, Gurevitch *et al.* 2002).

Las lianas, o bejucos leñosos son plantas leñosas trepadoras que germinan en el suelo y que pierden la capacidad de mantenerse erguidas por sí mismas (Hegarty y Caballé 1991, Pérez-Salicrup *et al.* 2001, Solórzano *et al.* 2002, Gerwing *et al.* 2006). Éstas son un componente importante de las comunidades vegetales, sobre todo en las regiones tropicales (Hegarty y Caballé 1991, Schnitzer y Bongers 2002). Las lianas pueden llegar a representar hasta 25% de los tallos leñosos de las selvas tropicales y contribuyen en promedio con un cuarto del total de las especies vegetales (Schnitzer y Bongers 2002). Estas proporciones pueden aumentar conforme disminuye la frecuencia y la cantidad de precipitación y se intensifica la perturbación, mientras que se reducen a latitudes mayores (Schnitzer y Bongers 2002, Quigley y Platt 2003). En cuanto a la fertilidad del suelo no es muy claro el

efecto que tiene sobre la abundancia de las lianas (Schnitzer y Bongers 2002, Quigley y Platt 2003).

En México, los estudios sobre lianas se han enfocado en los mecanismos para trepar los árboles, en su distribución espacial en éstos (Peñaloza 1982, Pérez-Salicrup y de Meijere 2005, Vleut y Pérez-Salicrup 2005) y en la estructura de comunidades de las lianas (Ibarra-Manríquez y Martínez-Ramos 2002). Sin embargo, no hay estudios que comparen la riqueza y la dominancia entre árboles y lianas.

En los bosques tropicales, los árboles representan entre 30 y 75% de las especies, lo que los hace la forma de vida dominante (DeWalt y Chave 2004). Su gran abundancia en el número de individuos, además de las grandes tallas diamétricas que alcanzan, hace que los árboles aporten más que 90% del área basal y un valor similar de biomasa. Se ha reportado que los árboles ≥ 30 cm de DAP aportan entre 70 y 80% de la biomasa, mientras que en general las lianas contribuyen con 5%, aunque existen reportes de sitios donde a las lianas corresponde entre 7% y 14% de la biomasa (Hegarty y Caballé 1991, Gerwing y Farias 2000, Chave *et al.* 2001, Schnitzer y Bongers 2002, DeWalt y Chave 2004). Sin embargo, hay pocos análisis en los que se compara la contribución específica de las lianas a la riqueza, el área basal y la biomasa en los bosques tropicales y cuyos valores sean comparados con aquellos obtenidos para árboles.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Selvas estacionalmente secas

Las selvas estacionalmente secas, también llamadas selvas subhúmedas, se caracterizan por desarrollarse en sitios con una marcada estacionalidad de las lluvias, es decir una distribución desigual de la precipitación a lo largo del año (Murphy y Lugo 1986). A nivel mundial estas comunidades vegetales abarcan la mayor superficie en los trópicos y subtropicos. En Centroamérica representan casi 50% del área cubierta por selvas (Murphy y Lugo 1986, Murphy y Lugo 1995).

En México las selvas estacionalmente secas cubren 17% del territorio y más de 60% del área cubierta por selvas tropicales y subtropicales (Challenger 1998, Trejo y Dirzo 2000). Los principales tipos de selvas estacionalmente secas en México son la selva mediana subcaducifolia, la selva baja caducifolia y la selva espinosa (Miranda y Hernández-Xolocotzin 1963, Rzedowski 1994, Challenger 1998, Toledo y Ordóñez 1998).

En particular, la selva mediana subcaducifolia cubre 4% de la superficie de México y se distribuye en manchones discontinuos, desde Sinaloa hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico y en San Luis Potosí y Veracruz en la vertiente del Golfo de México (Miranda y Hernández-Xolocotzin 1963, Rzedowski 1994, Challenger 1998). En la Península de Yucatán se distribuye en una franja que corre desde el sureste de Quintana Roo, atraviesa la parte central del estado de Yucatán y termina en el norte de Campeche. También se presenta en pequeños fragmentos a lo largo de la

costa de Quintana Roo y en las islas más grandes de la península (Miranda y Hernandez-Xolocotzin 1963, Flores y Espejel-Carbajal 1994, Rzedowski 1994, Challenger 1998).

Los árboles presentes en las selvas medianas subcaducifolias son de menor altura y menor diámetro a los observados en las selvas altas perennifolias. Los individuos de la selva mediana subcaducifolia miden entre 20 y 25 m, con individuos emergentes que alcanzan 40 m de altura y raramente sobrepasan 1 m de diámetro (Miranda y Hernández-Xolocotzin 1963, Murphy y Lugo 1986, Flores y Espejel-Carbajal 1994, Rzedowski 1994, Godínez-Ibarra y López Mata 2002).

Durante muchos años se pensó que en la selva mediana subcaducifolia las lianas son menos abundantes y más pequeñas en comparación con la selva alta perenifolia (Phillips *et al.* 1994), pero estudios recientes sugieren que la abundancia de lianas aumenta con la estacionalidad de la temporada de lluvias, por lo tanto actualmente se ha empezado a considerar la importancia de esta forma de vida en la estructura de las comunidades vegetales tropicales (Schnitzer y Bongers 2002, Schnitzer 2005).

En general, se piensa que las selvas estacionalmente secas tienen una menor riqueza de especies vegetales que las selvas altas perennifolias (Gentry 1995). Por ejemplo, Murphy y Lugo (1986) mencionan que en superficies del mismo tamaño, en las selvas estacionalmente secas habitan alrededor de la mitad de las especies de árboles que en las selvas altas perennifolias, aunque existen sitios donde se ha encontrado un mayor número de especies que en algunas

selvas altas perennifolias (Gentry 1995). Gentry (1995) reporta un promedio de 64 especies/0.1 ha para varias selvas estacionalmente secas en todo el mundo, mientras que Trejo y Dirzo (2002) reportan para México un promedio de 74 especies/0.1 ha ≥ 1 cm DAP, el cual resulta ser un número bajo si se compara con las más de 100 e incluso 200 especies/0.1 ha que se han encontrado en las selvas altas perennifolias (Gentry 1995).

A pesar de lo antes mencionado, no puede menospreciarse la contribución que las selvas estacionalmente secas hacen a la diversidad vegetal y animal. Además, debe resaltarse que están entre las comunidades vegetales más amenazadas en todo el mundo debido principalmente al cambio de uso de suelo, por lo que los estudios realizados en este tipo de ecosistemas resultan ser de gran relevancia (Murphy y Lugo 1986, Mooney *et al.* 1995, Challenger 1998, Trejo y Dirzo 2000, 2002).

1.1.2 Estudios en la Península de Yucatán

La Península de Yucatán ha sido estudiada desde finales del siglo XIX por muchos autores entre los que destaca Gaumer (Miranda 1959), quien fue uno de los principales colectores de esta región. Miranda (1959), utilizando los estudios realizados previamente en la Península elaboró una síntesis sobre los tipos de vegetación existentes; en dicho trabajo se describen las características fisiográficas de la Península y hace una clasificación de la vegetación, donde se propone y caracterizan 26 tipos de vegetación (Miranda 1959). Uno de los trabajos más

reciente es el de Flores y Espejel-Carbajal (1994), en el cual a partir de fotografías aéreas, mapas y colectas en la Península, proponen otra clasificación de los tipos de vegetación que se desarrollan en esta región; dichos autores describen 10 tipos de vegetación y 6 asociaciones vegetales.

Otro trabajo en el que también se hace una clasificación, pero sólo de la región sur de la Península (Campeche y Quintana Roo) es el de Pérez-Salicrup (2004), quien a partir de análisis de ordenación y tomando como criterios de clasificación a la presencia, a la abundancia y al área basal de las especies de árboles se distinguen claramente dos tipos de bosque maduro, los bosques medianos y los bosques bajos. Entre los pocos trabajos que clasifican y describen la vegetación del estado de Quintana Roo tenemos el de Sánchez-Sánchez e Islebe (2002) quienes describen cinco comunidades vegetales de acuerdo con las asociaciones de las especies dominantes y tomando en cuenta un gradiente de precipitación. También es necesario mencionar el trabajo realizado por Cabrera *et al.* (1983) en el que a partir de los criterios de clasificación propuestos por Miranda (1959) hacen una pequeña descripción de cada tipo de vegetación, así como un listado de las principales especies por tipo de vegetación y estrato. Cabe mencionar que el estudio de Cabrera *et al.* (1983), es el único que hace una descripción de las especies más importantes por tipo de vegetación.

También hay estudios que tratan sobre las relaciones fitogeográficas de la flora de la Península (Estrada-Loera 1991, Ibarra-Manríquez *et al.* 1995, 2002). La parte norte de la Península de Yucatán se considera una "isla climática", ya que

está rodeada por barreras físicas (océanos en la parte norte y este) y biológicas. Esta característica ha provocado que se desarrolle una gran diversidad florística con un porcentaje significativo de endemismo (10% de las especies), siendo los árboles los que contribuyen más a la diversidad y al componente endémico. En general, todos los autores coinciden en que la Península de Yucatán está más relacionada florísticamente con el norte de Centroamérica que con las Antillas y el resto de México (Estrada-Loera 1991, Ibarra-Manríquez *et al.* 1995, Ibarra-Manríquez *et al.* 2002).

Son pocos los estudios que se han dedicado a caracterizar cuantitativamente los tipos de vegetación de esta región del país (Pérez-Salicrup 2004). Uno de ellos es el de White y Hood (2004), donde a partir de variables ambientales describen los patrones de distribución de las especies y también calculan los valores de la densidad y el área basal de ocho sitios, seis en el estado de Yucatán y dos en Quintana Roo. Con respecto a la biomasa, ésta se ha evaluado cuantitativamente en los estudios de Pérez (2005) y Cairns *et al.* (2003). En el primero se hizo una comparación entre cinco sitios con diferente precipitación y se concluyó que la cantidad de biomasa está relacionada directamente con la precipitación. En el segundo estudio se registró la riqueza, el área basal y la biomasa de una selva mediana subperennifolia (La Pantera). Una aportación importante de este trabajo es el desarrollo de una ecuación de regresión que estima la biomasa en pie, es la única desarrollada para este tipo de vegetación.

En cuanto a trabajos realizados en Cozumel, existe un gran número de estudios sobre fauna (v. gr. Martínez-Morales 1996, Cuarón y Martínez-Morales 1999, Cuarón *et al.* 2004, García-Vasco 2005, Bautista-Denis 2006, González-Baca 2006, Perdomo-Velázquez 2006, Fuentes-Montemayor 2007), pero son pocos los estudios realizados sobre vegetación. Entre los trabajos que abordan la vegetación está el de Téllez y Cabrera (1987), quienes elaboraron un listado florístico; el de Flores (1983, 1992) quien describió los tipos de vegetación de todas las islas de la Península de Yucatán y más recientemente el de Barillas-Gómez (2007) que analizó la influencia de los caminos sobre la estructura de la vegetación en la Isla Cozumel.

Es importante mencionar que Cozumel por ser la isla más extensa de esta región, tiene una mayor variedad de comunidades vegetales y éstas están mejor desarrolladas; por lo tanto, los estudios realizados que describan cualitativa y cuantitativamente la estructura de la vegetación de la isla son relevantes.

Los objetivos de este trabajo son describir cuantitativamente la estructura de la comunidad de árboles y lianas de la selva mediana subcaducifolia, así como determinar la composición de especies y la forma en que contribuyen a la estructura de la selva mediana subcaducifolia de la Isla Cozumel.

2. MÉTODOS

2.1 Sitio de Estudio

La Isla Cozumel es la tercera más extensa de México, se encuentra en el mar Caribe entre 20° 16' y 20° 36' latitud norte, y 86° 44' y 87° 20' de longitud oeste, a 17.5 km al noreste de la costa de Quintana Roo; tiene aproximadamente 39 km de largo y una anchura media de 12.8 km, y su superficie es de 486 km². Se le considera una isla oceánica, debido a la profundidad del canal que la separa del continente (Martínez-Morales 1996, Cuarón y Martínez-Morales 1999, INAFED 2004).

El clima en la isla Cozumel está regulado por vientos constantes provenientes del Este y por las corrientes marinas cálidas (Hamblin 1984). Debido a su tamaño, las condiciones climáticas son bastante homogéneas. En general presenta un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura promedio anual es de 25.5°C, con una variación menor que 5 grados entre los meses cálidos (mayo-septiembre) y los fríos (diciembre-febrero). Esta diferencia se debe a la influencia de los vientos fríos provenientes del norte (*nortes*) y a una humedad relativamente baja durante el periodo de diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 1,504 mm, con una estación de lluvias que abarca desde finales de mayo hasta octubre, y se presentan dos máximos (junio y septiembre-octubre) y un periodo breve de secas entre ellos llamado canícula (julio-agosto). Esta temporada está asociada con la formación de tormentas tropicales y huracanes en el Mar Caribe. Los meses con menor precipitación o

estación seca abarcan de noviembre a abril (Hamblin 1984, Martínez-Morales 1996, INAFED 2004; Figura 1).

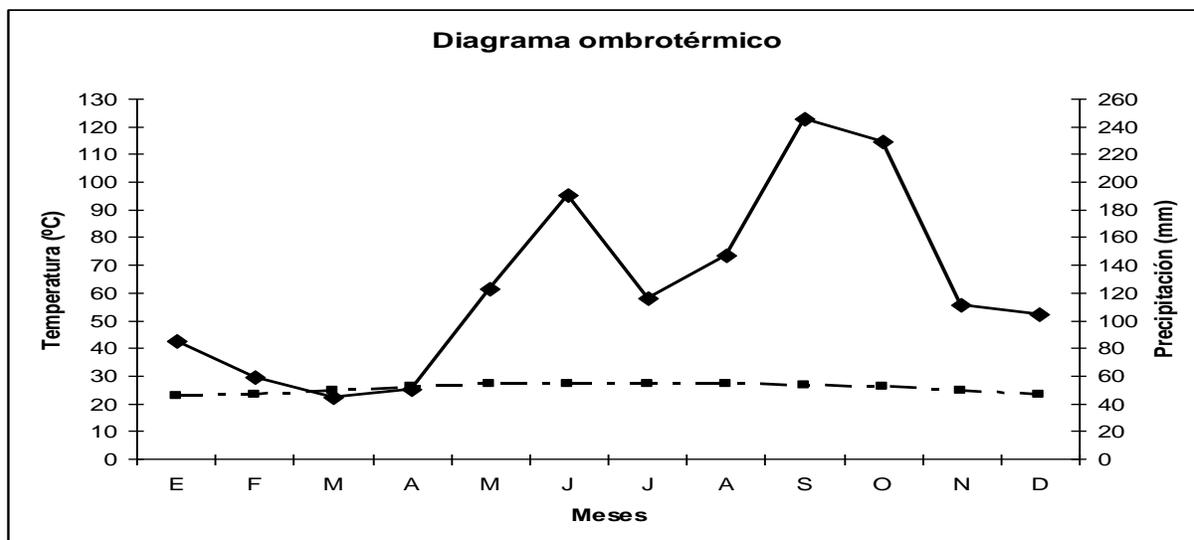


Figura 1. Ombrograma de la Isla Cozumel. La línea punteada representa la temperatura promedio mensual y la línea continua la precipitación total mensual (CONABIO 1994).

Según Cuarón y Martínez (1999), más de 75% de la isla todavía está cubierta por vegetación original, siendo los principales tipos de vegetación la selva mediana subcaducifolia, que se distribuye en el centro de la isla (53%), y la selva baja caducifolia (13%), que se encuentra limitando a la selva mediana subcaducifolia en la porción oriental de la isla. El resto de la cobertura vegetal está formado por manglares que se encuentran en los extremos norte y sur, y un pequeño parche en el este de la isla, que en total representan 6% de la isla, y por vegetación halófila (que crece en dunas costeras), así como por el “tasistal”, que es una formación dominada por la palma *Acoelorrhaphe wrightii*, aunque hay observaciones que

señalan que en realidad se trata de la palma *Trinax radiata* por lo que a este tipo de vegetación debería llamarse “chital” (F. May Pat com. per.).

2.2 Diseño de muestreo

Se establecieron 10 parcelas circulares en distintos puntos de la isla cubiertos por selva mediana subcaducifolia (Figura 2). Estos sitios se seleccionaron a partir del análisis de fotografías aéreas, y se establecieron en zonas con vegetación original y sin registros de haber sido talados o cortados, lo cual fue corroborado con ejidatarios del único ejido de la isla, San Miguel de Cozumel.

En cada parcela se hizo un muestreo estratificado de árboles y lianas, utilizando círculos concéntricos anidados para individuos de diferente talla (Killeen *et al.* 1998, Pérez-Salicrup 2004). En un círculo de 1000 m² (radio = 17.84 m) se marcaron, identificaron y se les midió el DAP (diámetro a 1.3 m) y la altura a todos los árboles con un DAP \geq 40 cm. En un círculo de 500 m² (radio = 12.61 m) se marcaron, identificaron y se midió la altura y el DAP a árboles DAP 10 - 39.9 cm, y el DAP de las lianas con un DAP \geq 2 cm. Finalmente, en un círculo de 100 m² (radio = 5.64 m) se marcaron, identificaron y se midió la altura y el DAP a árboles con DAP 5 - 9.9 cm, y el DAP de las lianas con un DAP 0.5 - 1.99 cm.

El DAP de las lianas se midió a 1.3 m de altura a partir del suelo, y no a partir del último punto de arraigamiento (Gerwing y Farias 2000, Pérez-Salicrup *et al.* 2001, Gerwing *et al.* 2006). En los árboles policaulescentes que ramificaban por

debajo de 1.3 m se midió el diámetro de todos los tallos. Para la identificación de todas las especies se recolectaron muestras que fueron posteriormente identificadas en el herbario del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Cabe mencionar que todo individuo con un DAP ≥ 5 cm fue considerado como árbol, con excepciónn de las lianas.

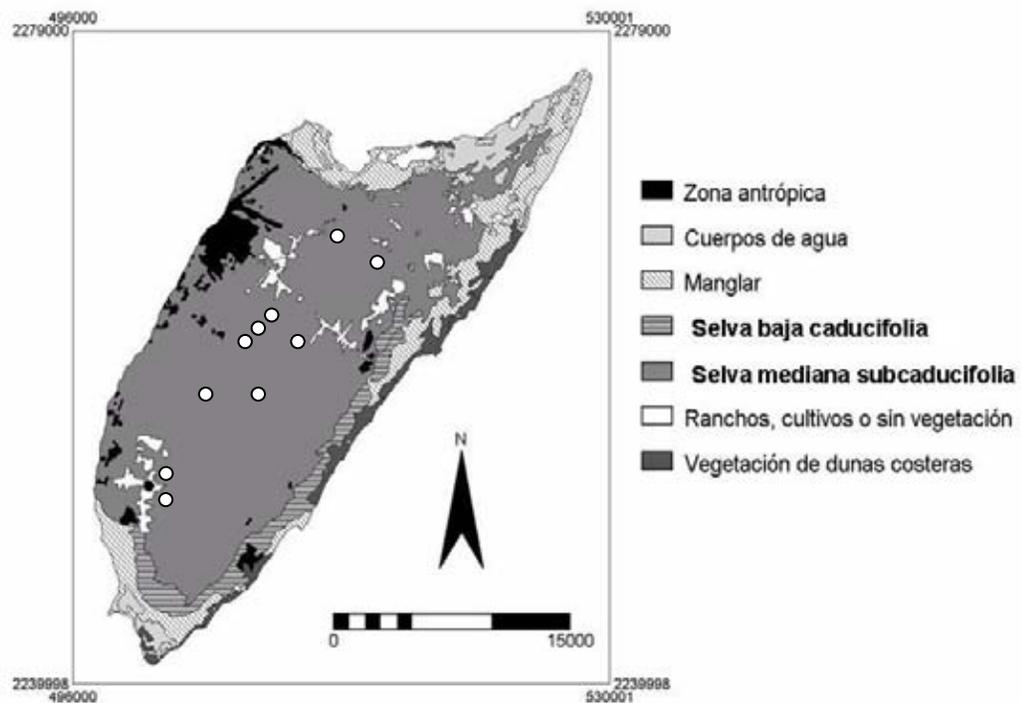


Figura 2. Ubicación de las diez parcelas de muestro (círculos blancos) en la Isla Cozumel, Q Roo (los círculos blancos no están a escala). Se muestran los tipos de vegetación de la isla (Modificado de Romero 2005).

2.3 Análisis de datos

Con el objetivo de describir la estructura de la vegetación, se estimó la densidad y el área basal de árboles y lianas por hectárea, separando la información según los intervalos diamétricos establecidos. Se estimó el número de árboles policaulescentes por hectárea en dos categorías de DAP, 5 – 9.9 cm y ≥ 10 cm, y a partir de una prueba de independencia de χ^2 se evaluó si el número de individuos policaulescentes era independiente de la categoría de DAP.

Se estimó el valor de importancia relativo (VIR) para las especies de árboles y de lianas por separado. Para ello, se estimó la frecuencia relativa (FR) de cada especie como el número de parcelas en las que apareció una especie, la densidad relativa (DR) como la densidad de los individuos de una especie entre la densidad de todas las especies en todas las parcelas, y el área basal relativa por especie (ABR). Para esta última variable, primero se estimó el área basal por individuo a partir de los valores de DAP utilizando la fórmula del área de una circunferencia (Matteuci y Colma 1982, Killeen *et al.* 1998). En el caso de individuos policaulescentes, se estimó el área basal de cada tallo, y luego se sumaron las áreas basales de todos los tallos. El ABR se estimó como la suma del área basal total de una especie, entre el área basal total de todas las especies. Finalmente, se calculó el valor de importancia como $FR + DR + ABR$ para cada especie.

La riqueza de especies se evaluó por medio de curvas de acumulación de especies por individuos, tanto para lianas como para árboles (Condit *et al.* 1998). Se compararon las curvas de acumulación de especie por individuo para árboles \geq

10 cm DAP, y lianas ≥ 2 cm DAP, y las curvas para árboles 5 – 9.9 cm DAP y lianas 0.5 – 1.99 cm DAP. También se estimó el índice de Shannon-Wiener para árboles y lianas de las dos categorías de DAP para cada forma de crecimiento.

La biomasa de los árboles se estimó con ecuaciones propuestas por Cairns *et al.* (2003), desarrollada para un bosque tropical del centro de Quintana Roo, con características similares a nuestro sitio de estudio, aunque con menor precipitación (1200 mm al año). Para individuos mayores o iguales a 10 cm DAP, se utilizó la ecuación:

$$Y = \exp \{-2.173 + 0.868 \ln(D^2 TH) + 0.0939/2\} \quad (1)$$

donde Y es el peso seco en kg, D es el DAP, y TH es la altura del árbol.

Para árboles 5 – 9.9 cm, se estimó una ecuación de la forma

$$Y = \beta_0 + \beta_1 D^2 TH \quad (2)$$

donde Y, D y TH representan las mismas variables de la ecuación (1). Los valores de β_0 y β_1 se obtuvieron calculando el promedio ponderado de los valores obtenidos por Cairns *et al.* (2003) para las especies más abundantes de La Pantera, Quintana Roo.

Para estimar la biomasa de las lianas se utilizó la ecuación propuesta por Gerwing y Farias (2000) para individuos con DAP \geq de 1 cm:

$$\text{Log}(Y) = 0.07 + 2.17 \log(D) \quad (3)$$

donde Y y D representan las mismas variables que en las ecuaciones (1) y (2). Esta ecuación se desarrolló en un bosque estacionalmente seco de la Amazonía brasileña, con una precipitación de 1700 mm al año.

Debido a que las lianas < 1 cm de DAP representan casi la mitad de los individuos de esta forma de vida registradas en este estudio y considerando que se hizo una búsqueda exhaustiva de una ecuación que se adecuara a este grupo de lianas pero sin éxito, se decidió estimar la biomasa de los individuos < 1 cm de DAP con la ecuación (3).

3. RESULTADOS

3.1 Densidad y área basal

La densidad total de individuos encontrada fue de 7,274 ind. ha⁻¹. La densidad de árboles fue de 3,110 ± 318.6 (a partir de este punto se reportan promedios ± 1 E. E.) individuos DAP ≥ 5 cm ha⁻¹, con un área basal de 35.5 ± 2.1 m² ha⁻¹ (Cuadro 1).

Casi la quinta parte de estos árboles fueron policaulescentes, mientras que el resto tuvieron sólo un tallo (

Figura 1).

Cuadro 1. Número de individuos por forma de vida y categoría de DAP.

| Categoría de DAP (cm) | Densidad (ind/ha) | Área Basal (m ² / ha) |
|-----------------------|-------------------|----------------------------------|
| Árboles | | |
| 5 - 9.9 | 2,120 ± 284.7 | 8.8 ± 1.8 |
| 10 - 39.9 | 978 ± 65.4 | 24.6 ± 1.6 |
| > 40 | 12 ± 3.5 | 2.3 ± 0.7 |
| Lianas | | |
| 0.5 - 1.9 | 3,740 ± 582.1 | 0.36 ± 0.05 |
| ≥ 2 | 424 ± 128.3 | 0.32 ± 0.1 |

La proporción de individuos policaulescentes fue dependiente de la categoría de DAP de los árboles ($\chi^2 = 389.2$, g. l. = 2, $p < 0.001$), ya que los

individuos de 5 -9.9 cm DAP tuvieron proporcionalmente un mayor número de tallos policaulescentes que los árboles ≥ 10 cm DAP (

Figura 1).

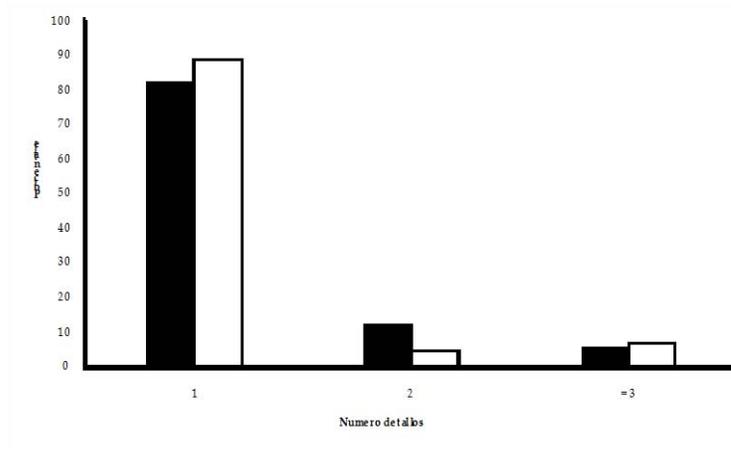


Figura 1. Porcentaje de individuos con diferente número de tallos para individuos 5 - 9.9 cm DAP (barras negras) e individuos ≥ 10 cm DAP (barras blancas) en la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

En la selva mediana subcaducifolia de Cozumel los árboles chicos (individuos de 5 a 9.9 cm DAP) fueron los más abundantes que representan 68% del total de individuos de esta forma de vida y aportan casi una cuarta parte del área basal (Figura 4a y 4b). Los individuos de DAP ≥ 10 (árboles grandes) se describen a continuación. Las categorías de DAP 10 - 19.9 y 20 - 29.9 en conjunto contribuyen con un poco más de la mitad del total del área basal (53%) y con el 29.6% de los individuos (Figura 4a y 4b). Las dos categorías restantes, DAP 30 - 39.9 y ≥ 40 cm aportaron muy poco a la densidad, ya que entre las dos representan el 2.4% de los individuos. Sin embargo, y a pesar de este porcentaje tan bajo,

representaron casi un cuarto (22%) del total del área basal de los árboles (Figura 4a y 4b).

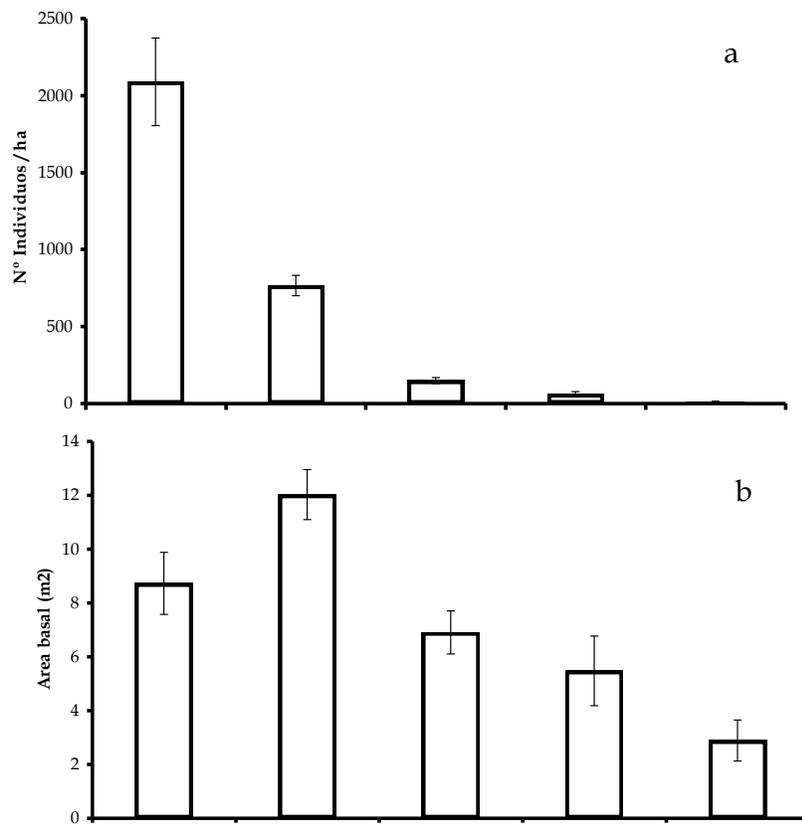
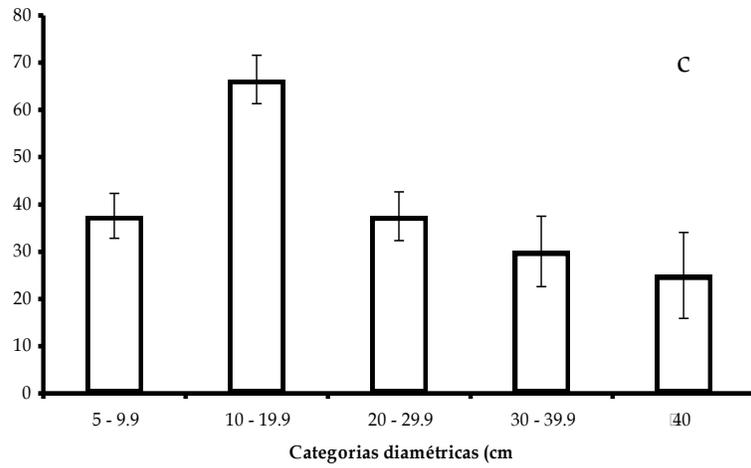


Figura 2. Distribución de las variables en las categorías diamétricas del componente arbóreo. (a) ind/ha, (b) área basal en m²/ha y (c) biomasa en T, en la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Checa el símbolo de desviación estándar.



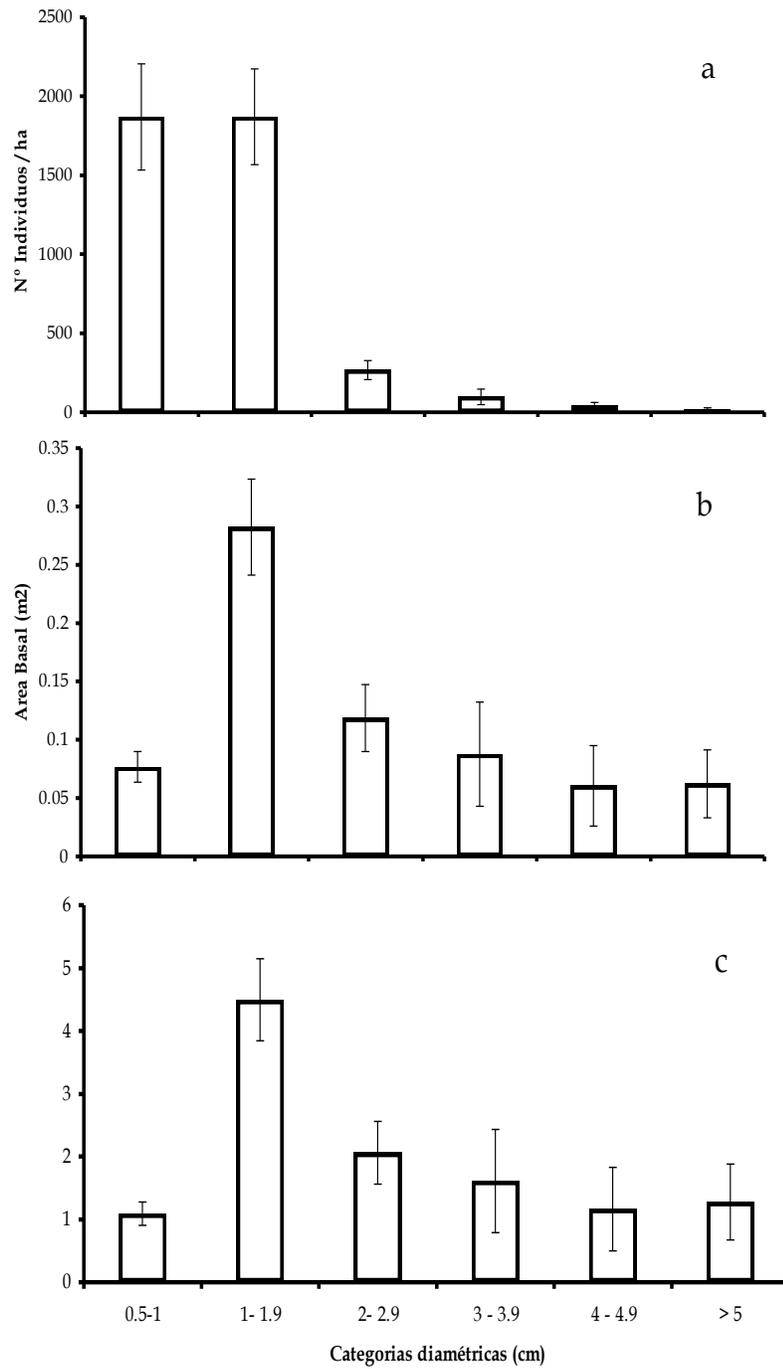


Figura 3. Distribución de las variables en las categorías diamétricas de las lianas. (a) ind/ha, (b) área basal en m²/ha y (c) biomasa en T, en la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

La densidad de lianas fue de $4,164 \pm 579 \text{ ha}^{-1} \geq 0.5 \text{ cm}$ de DAP, con un área basal de $0.68 \pm 0.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Cuadro 1). Aunque la densidad de lianas chicas (individuos de 0.5 - 1.9 cm de DAP) fue mucho mayor (90%), que para lianas grandes (individuos ≥ 2 de cm DAP) que solo represento el 10% del total de lianas, la contribución de estas dos categorías diamétricas al área basal fue muy similar, con 52% y 48% respectivamente (5a y 5b)

3.2 Biomasa

La biomasa total de árboles y lianas de la selva mediana de la Isla Cozumel fue de 207.13 Mg/ha. De éste total, los árboles contribuyeron con el 94.9%, mientras que las lianas representaron sólo el 5.1% restante. La categoría de árboles que aporta más biomasa fue la de DAP 10 - 19.9 cm con 33.8%, seguida por la de DAP 5 - 9.9 y la de DAP 20 -29.9 cm con 19.1%. El porcentaje restante que representa más de un cuarto del total (27.8%) lo aportan los árboles con DAP ≥ 30 cm (categorías 30 - 39.9 y ≥ 40 cm), a pesar de que son muy pocos los individuos de este tamaño su contribución es considerable (Figura 4c). En lo que respecta a las lianas, la categoría que acumuló más biomasa fue la de 1 - 1.9 cm DAP con 42% del total. En orden decreciente le siguen las categorías de 2 - 2.9 cm y 3 - 3.9 cm DAP con 19.4 y 15.2% respectivamente. Al igual que el caso de los árboles, las dos categorías más grandes acumularon casi una cuarta parte, a pesar de tener una densidad muy baja (Figura 5c).

3.3 Número de especies

Se encontraron 64 especies de árboles con DAP ≥ 5 cm, una de las cuales no pudo ser determinada. Estas especies se reparten en 46 géneros y 28 familias (Apéndice A). Cuatro familias de árboles estuvieron representadas por cinco o más especies, mientras que 16 familias sólo incluyeron una especie (Figura 4). De las 64 especies de árboles, diez especies sólo se encontraron en la categoría 5 - 9.9 cm DAP, 14 especies sólo se encontraron en la categoría 10 - 39.9 cm DAP, y no hubo especies exclusivas para la categoría de árboles ≥ 40 cm DAP (Cuadro 2).

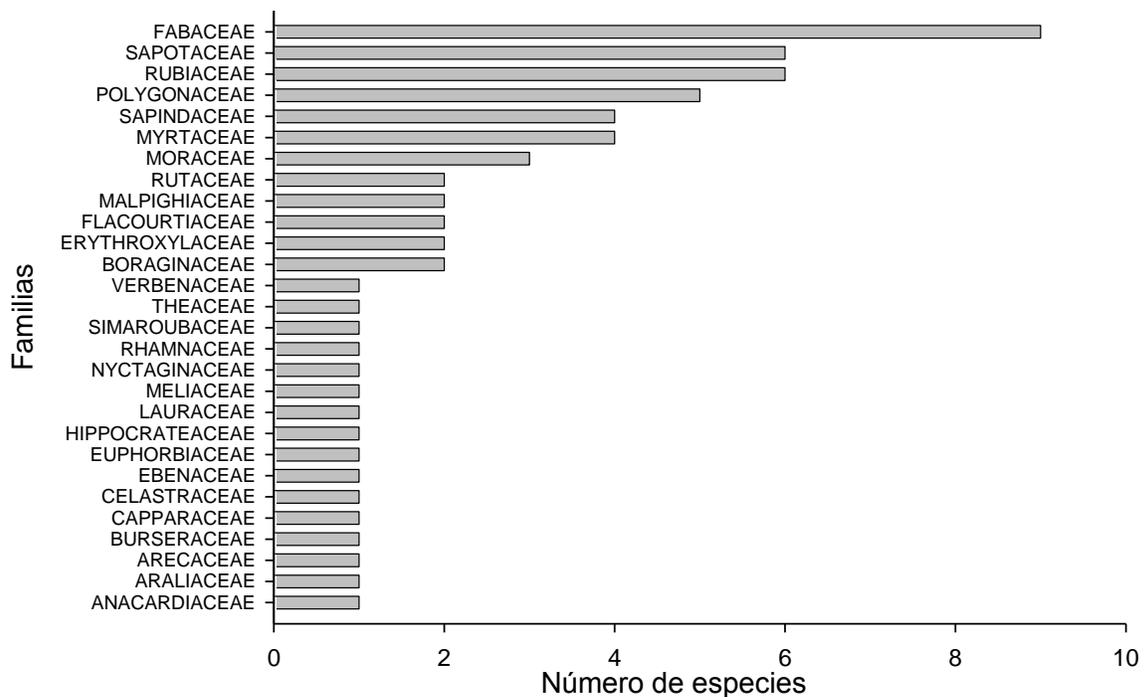


Figura 4. Número de especies por familia de árboles de la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

Cuadro 2. Especies exclusivas de árboles y lianas para cada categoría de DAP.

| Especies de árboles exclusivas de la categoría chica. | Especies de árboles exclusivas de la categoría grande | Especies de lianas exclusivas de la categoría chica | Especies de lianas exclusivas de la categoría grande |
|---|---|---|--|
| <i>Amyris</i> sp1 | <i>Albizia tomentosa</i> | <i>Amphilophium paniculatum</i> | APOCYNACEAE |
| <i>Casearia corymbosa</i> | <i>Allophylus cominia</i> | ASTERACEAE sp1 | ASTERACEAE sp2 |
| <i>Casimiroa tetrameria</i> | <i>Byrsonimia bucidaefolia</i> | <i>Eupatorium odoratum</i> | <i>Hintonia octomera</i> |
| <i>Chrysophyllum mexicanum</i> | CELASTRACEAE sp1 | <i>Morinda</i> sp1 | <i>Morinda yucatanensis</i> |
| <i>Croton</i> sp1 | <i>Cordia dodecandra</i> | <i>Smilax mollis</i> | <i>Pisonea aculeata</i> |
| <i>Eugenia acapulcensis</i> | FABACEAE sp1 | | |
| <i>Lonchocarpus hondurensis</i> | <i>Ficus ovalifolia</i> | | |
| <i>Randia obcordata</i> | <i>Forchameria trifoliata</i> | | |
| <i>Randia</i> sp1 | <i>Krugiodendron ferrum</i> | | |
| <i>Trinax radiata</i> | <i>Malpighia glabra</i> | | |
| | Morfoespecie sp1 | | |
| | <i>Sideroxylon foetidissimum</i> | | |
| | ssp. <i>gaumeri</i> | | |
| | <i>Simarouba glauca</i> | | |
| | <i>Talisia olivaeformis</i> | | |

Para el grupo de las lianas con DAP ≥ 0.5 cm, se encontraron 30 especies, pertenecientes a 15 géneros y a 8 familias (Apéndice A). Dos especies no pudieron ser identificadas, por lo que se les asignó un código de morfoespecie. Sólo dos familias tuvieron cinco o más especies (Bignoniaceae y Rubiaceae), mientras que cuatro sólo presentan una especie (Figura 5). De estas especies, cinco sólo estuvieron presentes en la categoría 0.5-1.9 cm DAP, mientras que cinco sólo se encuentran en la categoría ≥ 2 cm DAP (Cuadro 2).

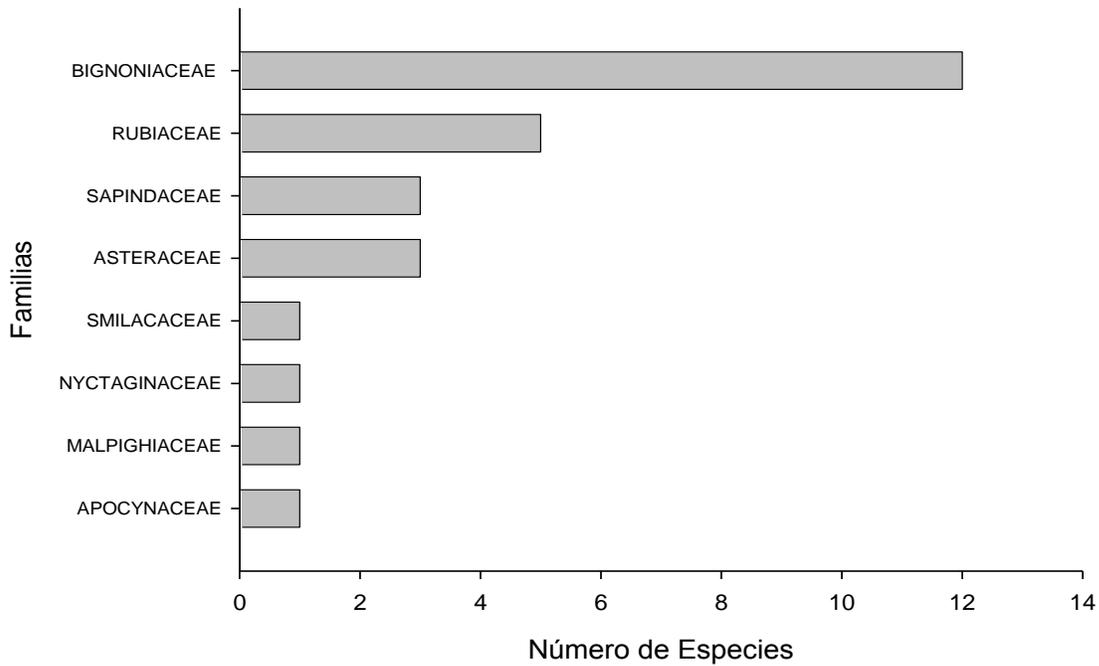


Figura 5. Número de especies por familia de lianas de la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

3.3 Curvas de especies.

A nivel de especies, las curvas de dominancia de árboles y lianas difirieron notoriamente. La comunidad de lianas mostró una mayor dominancia por parte de unas cuantas especies y un menor número de especies raras, lo que refleja una menor equitatividad y sugiere una menor diversidad en comparación con los árboles (Figura 6). Esto se corrobora al observar los valores del índice de Shannon para árboles y lianas y los correspondientes valores del índice de equitatividad (Cuadro 3).

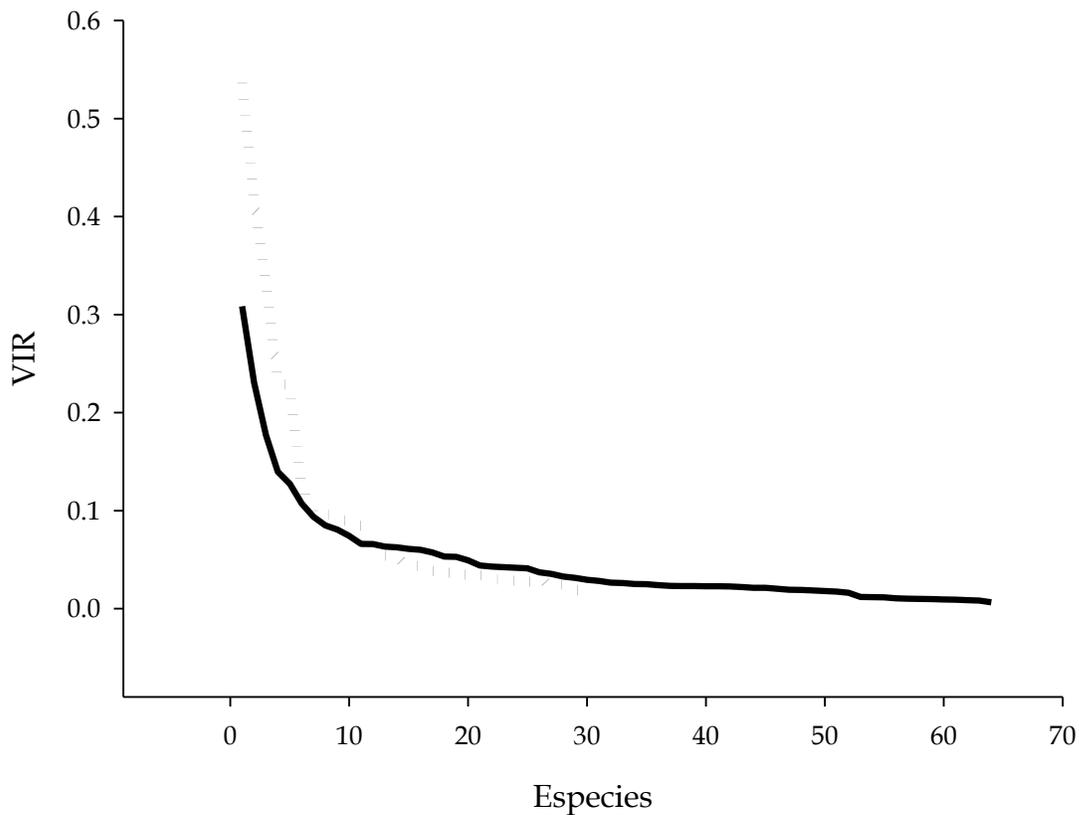


Figura 6. Valores de Importancia Relativa para especies de árboles (línea continua) y especies de lianas (línea punteada) en la selva mediana de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

Cuadro 3. Valores del Índice de Shannon (H) y equitabilidad (E) para las diferentes categorías de DAP, de árboles y lianas.

| Forma de Vida | Categoría diamétrica (cm) | H' | E |
|---------------|---------------------------|------|------|
| Árboles | 5 - 9.9 | 3.39 | 0.89 |
| | ≥ 10 | 2.97 | 0.75 |
| Lianas | 0.5 - 1.9 | 2.52 | 0.77 |
| | ≥ 2 | 2.35 | 0.74 |

3.4 Valor de importancia relativa

Entre las 10 especies de árboles estructuralmente dominantes, es decir, con los valores más altos de VIR, ninguna de las variables estructurales relativas (densidad, frecuencia y área basal) contribuyó homogéneamente a este parámetro. La especie con mayor VIR, *Metopium brownei*, tuvo la densidad más alta del muestreo y sus individuos presentaron un DAP intermedio que al área basal tuvo una aportación relativamente alta. Las siguientes especies en orden decreciente de VIR, *Gliricidia sepium* y *Lysiloma latisiliqua*, tuvieron densidades menores que otras especies del muestreo, pero los individuos muestreados tuvieron diámetros grandes, por lo que su área basal relativa hizo que ocuparan el 2do y el 3er puesto en el orden de VIR. Esto contrasta con la séptima especie en orden de VIR, *Eugenia* sp., la cual tuvo una densidad relativa alta, pero con individuos de diámetros pequeños (Figura 7).

El caso de las lianas no difiere mucho del de los árboles, ya que ninguna de las variables estructurales contribuye de manera homogénea a la VIR. Las dos especies dominantes *Serjania yucatanensis* y *Arrabidaea* sp4, presentan una densidad similar pero *S. yucatanensis* presenta una distribución más amplia y también tiene individuos más grandes por lo que su contribución al área basal es mayor. En el otro extremo están *Paullinia pinnata*, con un alto valor de densidad relativa, pero con un valor bajo de área basal relativa, y una Bignonaceae con poca densidad relativa, pero con un área basal relativamente alta (Figura 8).

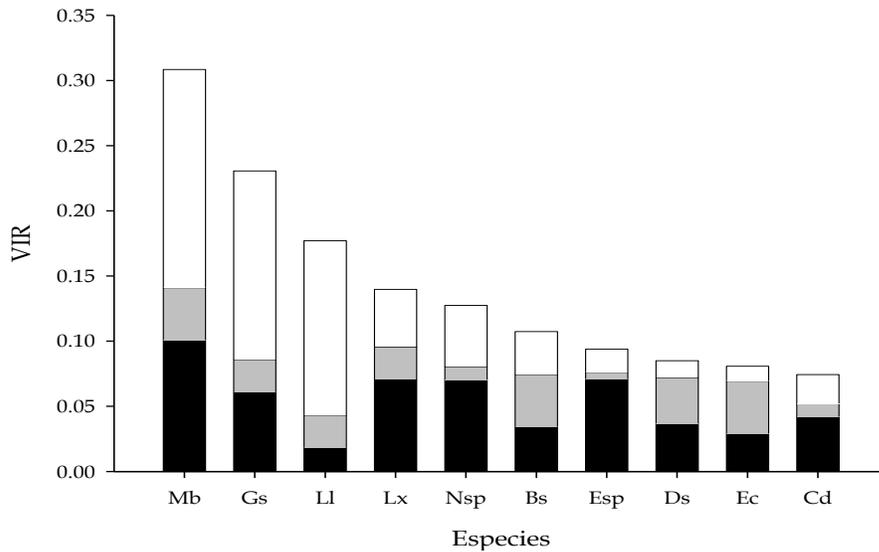


Figura 7. Contribución relativa de las variables de densidad (barras negras), frecuencia (barras grises) y área basal (barras blancas) al VIR de las 10 especies arbóreas más importantes de árboles. *Metopium brownei* (Mb), *Gliricidia sepium* (Gs), *Lysiloma latisiliqua* (Ll), *Lonchocarpus xuul* (Lx), *Neea sp* (Nsp), *Bursera simaruba* (Bs), *Eugenia sp* (Esp), *Diospyros salicifolia* (Ds), *Erythroxylum confusum* (Ec) y *Coccoloba diversifolia* (Cd).

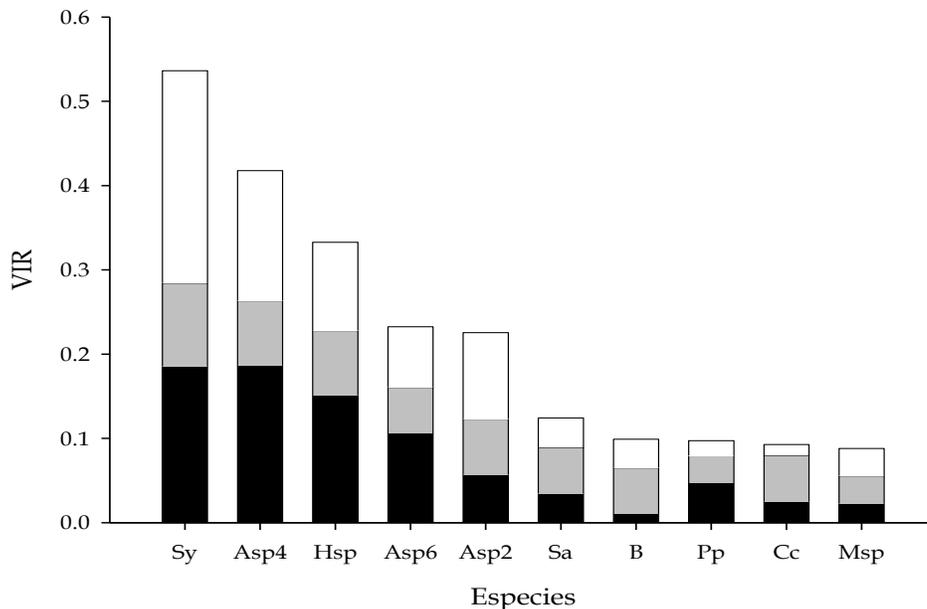


Figura 8. Contribución relativa de las variables de densidad (barras negras), frecuencia (barras grises) y área basal (barras blancas) al VIR de las 10 especies más importantes de lianas. *Serjania yucatanensis* (Sy), *Arrabidaea sp4* (Asp4), *Heteropteris* (Hsp), *Arrabidaea sp6* (Asp6), *Arrabidaea sp2* (Asp2), *Serjania adiantoides* (Sa), *Bignoniaceae* (B), *Paullinia pinnata* (Pp), *Chiococca coriacea* (Cc) y Morfoespecie sp1 (Msp)

3.5 Curvas de acumulación de especies

Las curvas suavizadas de acumulación de especies por individuo sugieren que hay más especies para los árboles y lianas de las categorías de DAP menores (5 - 9.9 cm DAP para árboles y 0.5 - 1.9 cm para lianas) que para las categorías mayores (≥ 10 cm DAP para árboles y ≥ 2 cm DAP para lianas). Este mismo patrón se mantuvo al ajustar las curvas de acumulación de especies con relación a la densidad de individuos (*sensu* Condit *et al.* 1998). Es importante notar que la relación del número de especies de árboles por número de especies de lianas es de 2.3. Esta relación se mantuvo tanto para árboles y lianas chicas, así como para árboles y lianas grandes ([Figura 9](#) y [Figura 10](#))

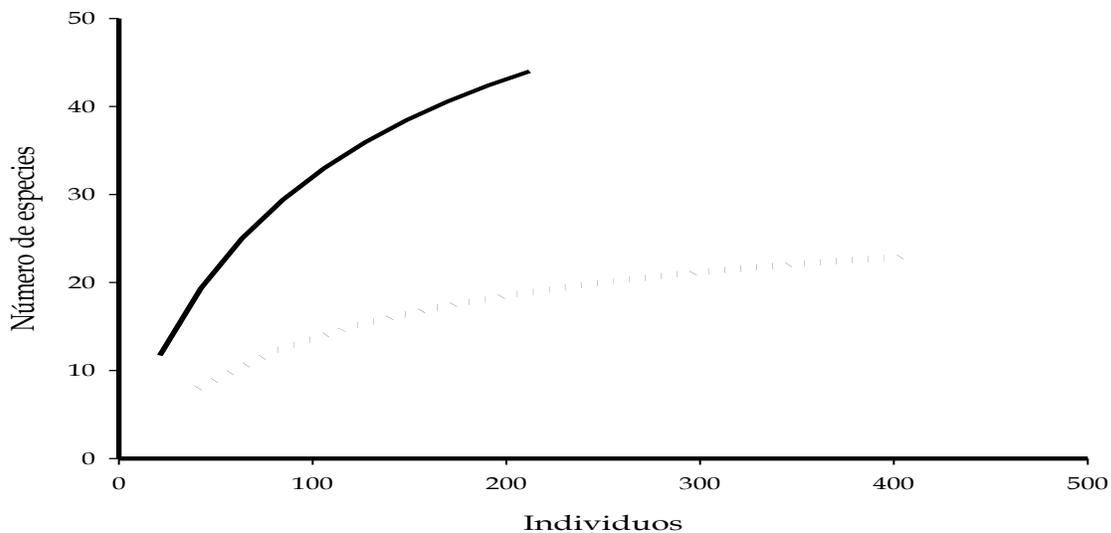


Figura 9. Curva de acumulación de especies por individuos de árboles 5- 9.9 cm DAP (línea continua) y lianas de 0.5 - 1.9 cm DAP (línea punteada).

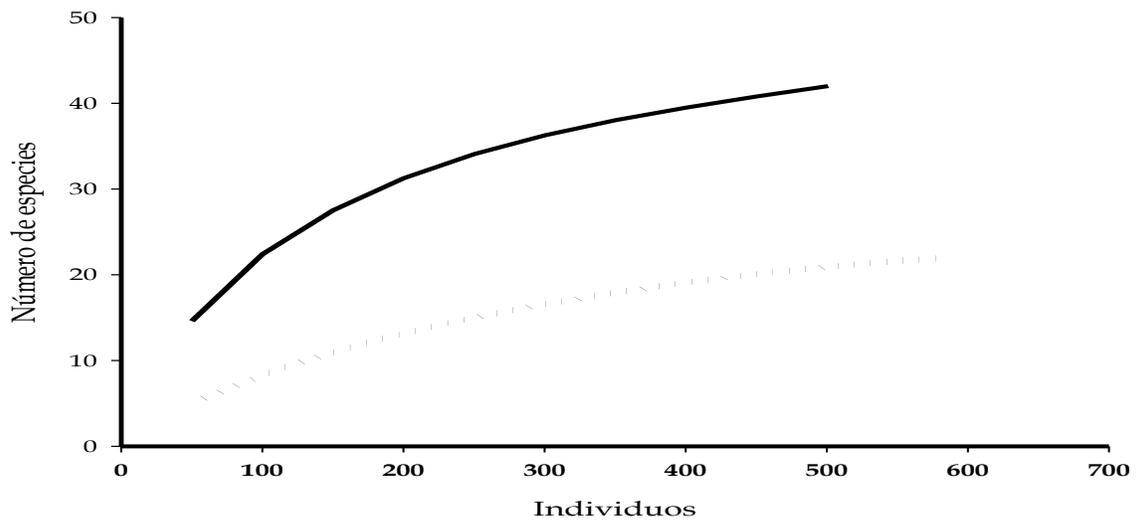


Figura 10. Curva de acumulación de especies por individuos de árboles ≥ 10 cm DAP (línea continua) y lianas ≥ 2 cm DAP (línea punteada).

4. DISCUSIÓN

Uno de los principales objetivos de los estudios de estructura y composición es el comparar los resultados obtenidos con otros sitios, con el fin de establecer diferencias o generalidades entre sitios. Sin embargo, es importante destacar que la comparación de resultados puede dificultarse, debido a la heterogeneidad en los métodos de muestreo entre estudios. Por ejemplo, la mayoría de los estudios difieren en las categorías diamétricas utilizadas y en los criterios de inclusión en función de las formas de crecimiento o diámetros mínimos de los árboles. En el caso de las lianas esto se hace más evidente, ya que se han realizado muy pocos análisis cuantitativos sobre la estructura de comunidades de lianas en México (Ibarra-Manríquez y Martínez-Ramos 2002).

Considerando lo anterior, la presente discusión gira principalmente alrededor de tratar de explicar qué factores influyen en la estructura de esta comunidad vegetal. Además se hace referencia a algunos estudios que permiten identificar y caracterizar los rasgos distintivos de la selva mediana subcaducifolia de la Isla Cozumel.

4.1 Policaulescencia

La presencia de un alto porcentaje de individuos policaulescentes es una característica común en las selvas estacionalmente secas del Caribe (Dunphy *et al.* 2000). Una de las posibles explicaciones de esta condición está relacionada con los disturbios tanto naturales como humanos. En el caso de la vegetación de Cozumel

en este estudio, la policaulescencia parece estar más vinculada con los disturbios naturales, en particular con los huracanes. Los vientos originados por los huracanes provocan la ruptura de los tallos de los árboles e incluso llegan a derribarlos generando claros que permiten que la luz llegue hasta el sotobosque. La entrada de luz a este nivel promueve la generación de rebrotes (Dunphy *et al.* 2000, Van Bloem *et al.* 2007).

La diferencia que se observó en el número de individuos policaulescentes entre las dos categorías diamétricas de árboles puede deberse también al impacto de los huracanes, ya que la caída de ramas o de individuos grandes sobre los árboles chicos provoca en la mayoría de los casos ruptura desde la base de estos últimos (obs. per.) Esta diferencia también puede estar relacionada con las especies presentes en la isla, ya que existen un gran número de individuos de *Gymnopodium floribundum* y *Randia longiloba* que son especies policaulescentes, así como *Nectandra salicifolia*, la cual a pesar de no estar reportada como especie policaulescente, en la isla la mayoría sus individuos tienen dos o tres tallos (obs. per.).

4.2 Densidad y área basal

La densidad de individuos, tanto de lianas como de árboles, en la selva mediana subcaducifolia de la isla Cozumel se encuentran en la parte alta del intervalo que se reporta para varios sitios, tanto de selvas estacionalmente secas como de selvas altas perennifolias (**Cuadro 1** y **Cuadro 2**).

En relación al crecimiento de las lianas en la Isla Cozumel se tiene que la isla presenta una marcada estacionalidad de lluvias, con una temporada de secas que dura cinco meses durante los cuales la precipitación es <100 mm. Esta temporada la pueden aprovechar las lianas, ya que se ha documentado que su tasa de crecimiento se mantiene e incluso puede ser mayor durante la estación seca (DeWalt y Chave 2004, Schnitzer 2005). Por lo tanto, parece que la estacionalidad de las lluvias sería uno de los factores que fomentan la abundancia de lianas

El segundo aspecto que regula la abundancia de lianas, se relaciona con los disturbios naturales, particularmente los huracanes, ya que al igual que los árboles las lianas aprovechan la apertura de claros y ya que son especies de un crecimiento mas rápido colonizan primero los claros (Schnitzer 2005).

Para tratar de explicar la densidad de la comunidad arbórea, se tienen que tomar en cuenta varios factores; entre ellos destacan, por su importancia, la precipitación, los huracanes y las actividades humanas. Dunphy *et al* (2000) menciona que varias selvas estacionalmente secas del caribe presentan una alta densidad de árboles, principalmente de diámetros < 10 cm. Considerando que en la isla Cozumel caen alrededor de 1500 mm de lluvia anual, lo que sumado a la humedad relativa, producto de los vientos provenientes del Mar Caribe, permiten que esta región presente una de las densidades arbóreas más altas para una selva estacionalmente seca (DeWalt *et al.* 2000, DeWalt y Chave 2004, Rice *et al.* 2004, Schnitzer 2005).

De igual manera, otro factor que puede regular la densidad y el tamaño de los árboles, son los huracanes. Como se sabe, Cozumel se localiza en una zona geográfica donde arriban un gran número de huracanes y cada 8 -15 años azota uno de gran fuerza (categoría 5). Se asume que estos meteoros pueden regular la estructura de la selva al derribar ramas y árboles que establecen claros que permiten la regeneración natural de la estructura de la comunidad vegetal. La frecuencia de huracanes también puede provocar que los individuos no alcancen grandes tallas, tanto en diámetro como en altura, ya que son más susceptibles al efecto de los vientos (Murphy y Lugo 1990, Sánchez-Sánchez e Islebe 1999, de Gouvenain y Silander Jr 2003, Van Bloem *et al.* 2007).

Un tercer aspecto que podría afectar la densidad de individuos es el estrés provocado por la salinidad del mar (Dunphy *et al.* 2000), variable que no se evaluó en el presente estudio, por lo que, en el caso particular de las comunidades vegetales de Cozumel, no se puede afirmar ni rechazar tal aseveración.

Entre los estudios que se pueden tomar como referencia para los árboles está el de Pérez (2005) en varios sitios en el sur de la Península de Yucatán (SPY) y el de Sánchez-Sánchez (1987) en el Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín. En el primer trabajo los árboles de DAP < 10 cm comprenden más de 50% de la densidad total, mientras que en el segundo llegan a representar 79% de los individuos del Jardín Botánico, aunque en ese estudio la categoría diamétrica utilizada fue diferente (3.3 a 9,9 cm DAP).

Por lo tanto, se puede decir que la estructura diamétrica al igual que las alturas (datos no reportados), de los árboles de Cozumel refleja una comunidad de individuos de diámetros menores, tanto de árboles como de lianas, en comparación con sitios que presentan la misma o menor cantidad de precipitación. Otro resultado que apoya esta conclusión es la cantidad de individuos ≥ 40 cm de DAP que se registraron en la isla, que si se comparan s con los que reportó Pérez (2005) para el sur de la Península de Yucatán, resultan ser pocos, a pesar de que la cantidad de lluvia que cae en esa región es menor que la que cae en la Isla Cozumel.

En relación al efecto de la actividad humana sobre la estructura de la selva de Cozumel, de acuerdo con las observaciones que se realizaron durante el desarrollo del trabajo de campo, la mayor densidad de lianas se encontró en los sitios cercanos a las rancherías, mientras que la menor densidad ocurrió en las parcelas que se ubicaron en el centro de la isla. Lo que permite aseverar que entre mayor ha sido el tiempo de disturbio mayor la cantidad de lianas. No obstante, que el trabajo no fue diseñado para ver la interacción entre la actividad humana y abundancia de lianas este aspecto tendría que ser motivo de un trabajo que pusiera como aspecto central la interacción entre las actividades humanas y la densidad de lianas.

Cuadro 1. Comparación estructural de algunas comunidades del neotrópico con base en características de los árboles

| Localidad | Precipitación (mm) | DAP (cm) | Densidad (ind/ha) | Área Basal (m ² /ha) | Autor |
|-------------------------------|--------------------|-------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Los Tuxtlas (Ver, Méx.) | 4639 | ≥ 1 ≥ 10 | 2976 346 | 38.1 34.9 | Bongers <i>et al.</i> 1988 |
| Santa Gertrudis (Ver, Méx.) | 1845 | ≥ 1 | 4368 | 38.6 | Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002 |
| Bonampak (Chis, Méx.) | 2609 | ≥ 3.3 | 1893 | 41.4 | Meave del Castillo 1983 |
| Paracou (Guayana, Fr.) | 3000 | ≥ 2 ≥ 10 | 5833 1467 | | Koponen, 2004 |
| Puerto Morelos (Q. Roo, Méx.) | 1105 | ≥ 3.3 | 3533 | 32.6 | Sánchez, 1987 |
| Cozumel (Q. Roo, Méx.) | 1504 | ≥ 5 ≥ 10 | 2120 990 | 8.8 26.9 | Presente trabajo |

Cuadro 2. Comparación estructural de algunas comunidades del neotrópico con base en características de las lianas.

| Localidad | Precipitación (mm) | DAP (cm) | Densidad (ind/ha) | Área Basal (m ² /ha) | Autor |
|-----------------------|--------------------|----------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Montes Azules | 3000 | ≥ 1 | 2092 | 1.95 | Ibarra-Manríquez y Martínez-Ramos |
| El Verde Costa Rica | 3500 | ≥ 1 | 524 | 0.28 | Rice <i>et al</i> 2004 |
| Cozumel(Q. Roo, Méx.) | 1504 | ≥ 0.5 | 4164 | 0.68 | Presente trabajo |

4.3 Biomasa

Este trabajo es pionero en determinar la contribución que hacen tanto lianas como árboles a la biomasa en una selva mediana en México. En la mayoría de selvas tropicales y subtropicales los individuos de tallas diamétricas grandes contribuyen con más biomasa. Se ha documentado que individuos ≥ 30 cm DAP aportan entre 70 y 80% de la biomasa de una comunidad (DeWalt y Chave 2004). Para Cozumel esto no es el caso, debido a que la mayoría de los individuos del componente arbóreo se encuentran en las categorías pequeñas e intermedias (≤ 30 cm) y son éstas las que aportan un poco más de dos terceras partes de la biomasa. Esto es otro indicador de que la estructura de la selva mediana subcaducifolia es pequeña, como posible resultado de los huracanes.

En la isla Cozumel, las lianas contribuyen con 5.1% de la biomasa total. Esta proporción es baja si se consideran su alta densidad, pero resulta lógico, ya que la gran mayoría son individuos de tallas diamétricas pequeñas. Además, la proporción de biomasa que aportan las lianas tiende a ser pequeña en la mayoría de las selvas, ya que raramente sobrepasa 5% del total de biomasa en selvas maduras, aunque existen estudios en los que las lianas aportan hasta el 14% de la biomasa (Chave *et al.* 2001, DeWalt y Chave 2004, Gerwin y Farias 2000, Hegarty y Caballé 1991, Schnitzer y Bongers 2002).

Considerando que la isla sufre frecuentemente el impacto de los huracanes, también se esperaría que la abundancia de lianas fuera mayor y por lo tanto su biomasa también lo fuera. Por ejemplo, en Australia, Webb (1958) fue el primer autor en documentar un sitio como “bosque de lianas” y atribuyó su existencia a la frecuencia de los ciclones en esa zona.

4.4 Número de especies

De los tres estados de la porción mexicana de la Península de Yucatán, Quintana Roo es el que tiene la mayor riqueza de especies de árboles (351 especies, Ibarra-Manríquez, *et al.*, 1995). De acuerdo con ese último trabajo y con la “Flórula de la Isla Cozumel” (Téllez y Cabrera, 1987), las 64 especies de árboles que se registraron en la selva mediana subcaducifolia representan, de acuerdo a Manríquez *et al.*, 18.2% de las especies de árboles reportadas para el estado y 45% para la isla de acuerdo con Téllez y Cabrera (1987).

Se podría argumentar que el porcentaje de especies de árboles encontradas en este estudio es bajo con relación al número de especies registradas para Quintana Roo. Sin embargo, si se considera que Cozumel sólo representa alrededor de 1% de la superficie del estado, que es un sistema insular y que además se encuentra en el límite norte de distribución de las selvas tropicales y del flujo de especies vasculares (considerando que la Península y la isla tienen afinidades florísticas con Centroamérica), este porcentaje resulta ser considerable (Ibarra-Manríquez *et al.* 1995, Wendt 1998, Ibarra-Manríquez *et al.* 2002)

Uno de los pocos trabajos con los que se puede comparar en la parte florística este trabajo es el que realizó Sánchez (en el Jardín Botánico del Centro de Investigaciones de Quintana Roo, en Puerto Morelos). Él encontró 99 especies vegetales en 3000 m². Es importante mencionar que incluyó en su muestreo arbustos y hierbas; por ello, la riqueza de especies registrada es tan alta. Utilizando datos de ese trabajo, se estimó un promedio de 42 especies de árboles ≥ 3.3 cm DAP en 1000 m², valor que resulta ser el doble del que encontramos en la selva mediana subcaducifolia de Cozumel (21 especies ≥ 5 cm DAP en 1000 m²). Una posible explicación se debe a que él incluyó individuos más pequeños.

Alternativamente, podríamos ignorar la influencia de los individuos pequeños, y concluir que Cozumel tiene menos especies de árboles que selvas similares de la Península.

Las 30 especies de lianas encontradas representan casi la totalidad de las reportadas para la isla (33 especies; Téllez y Cabrera 1987). Una posible explicación es que las lianas pueden tener distribuciones más amplias en la isla, y que hay menos especies raras, lo que garantiza que con un sistema de muestreo como el utilizado en este estudio se documenten la mayoría de las especies. Por otro lado, es probable que el número de especies de lianas esté sobrestimado, ya que de las 12 especies de la familia Bignoniaceae 10 especies no pudieron ser identificadas a nivel de especie, debido a la falta de estructuras reproductivas. También cabe la posibilidad de que el trabajo de Téllez y Cabrera (1987) no reporte la totalidad de

las especies de lianas que se encuentran en la isla debido al tipo de muestreo que realizaron.

La distribución de los árboles en este estudio tiende a ser dispersa y esto se refleja en la curva de acumulación de especies por individuos. Al igual que en la mayoría de las selvas tropicales, la distribución de las especies es dispersa, algunos trabajos reportan un individuo por especies por hectárea (Hubbell 1979). A diferencia de los árboles, la distribución de las lianas tiende a ser agregada y dominada por unas pocas especies, esto se ha visto con más claridad en sitios después de ser perturbados (Hegarty y Caballé 1991, Ibarra-Manríquez y Martínez-Ramos 2002).

4.5 Valor de importancia relativa

La dominancia, en términos del valor de importancia de, *Metopium brownei* puede estar relacionada con la alta incidencia de huracanes, ya que esta especie aparentemente se ve beneficiada por la apertura de claros, al responder positivamente a la luz (Vázquez-Yañes *et al* 1999). Otro factor que contribuye a esta dominancia es la capacidad de *M. brownei* de crecer tanto en suelos someros y bien drenados (como los de la isla), como en suelos susceptibles a inundaciones temporales (Vázquez-Yañes *et al* 1999, Barillas-Gómez 2007). Esta especie también es resistente al fuego (Pennington y Sarukhán 1998, Vázquez-Yañes *et al* 1999) y debido a que la isla tiene una historia de ocupación humana antigua, es posible

que el manejo agrícola también haya contribuido a su dominancia (Cabrera *et al.* 1983, Pennington y Sarukhán 1998, Vázquez-Yañes *et al* 1999).

La especie dominante en la comunidad de lianas fue *Serjania yucatanensis*, que es una especie que utiliza zarcillos como estructura para sujetarse y trepar. Esta característica anatómica le permite explotar mejor la gran cantidad de tallos de tallas diamétricas pequeñas que existen en Cozumel.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La comunidad de árboles de la isla Cozumel es más heterogénea que la comunidad de lianas en la selva mediana subcaducifolia, ya que la mayoría de las especies arbóreas son raras (están representadas por pocos individuos), mientras que la comunidad de lianas está dominada por tres especies. Esto es una característica de selvas que sufren perturbación (Ibarra-Manríquez y Martínez-Ramos 2002).

Sería conveniente realizar experimentos que tengan la finalidad de conocer si la sal transportada por los vientos afecta la estructura de las comunidades vegetales que habitan la isla. Los experimentos, tratarían de explicar que tanta cantidad de sal está llegando a la parte central de la isla, para identificar si tiene un efecto sobre las comunidades de árboles y lianas de la selva mediana subcaducifolia de Cozumel.

Conviene insistir en la importancia de la alta diversidad de árboles presentes en la Isla Cozumel. A pesar de tener una superficie de 485 km², esta isla mantiene 64 especies de árboles, que comparado con superficies equivalentes en la zona continental de México resulta alto, por lo que es necesario tenerlo en consideración para fines de las políticas de conservación que se establezcan para dicha isla. Además de lo anterior, debe citarse que en esta selva se desarrolla una palma (*Trinax radiata*) que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.

De acuerdo con Challenger (1998) la estructura y composición de las selvas mayas está íntimamente relacionada con el desarrollo de las actividades humanas; así, la diversidad y composición de las comunidades vegetales de esta zona se vinculan fuertemente con los procesos de utilización de los recursos de la selva. Esto pareciera aplicarse a la zona de estudio del presente trabajo.

6. LITERATURA CITADA.

Barillas-Gómez, A. L. 2007. Influencia de la exposición al borde sobre la estructura de la vegetación de la selva mediana en la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán. México.

Bautista-Denis, S. M. 2006. Distribución, abundancia y dieta de perros y gatos ferales en la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.

Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing. Oxford, Reino Unido.

Bongers, F., J. Pompa, J. Meave del Castillo y J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* **74**: 55-80.

Cabrera, E., M. Sousa y O. Téllez. 1983. Imágenes de la Flora Quintanarroense. Chetumal, Q. Roo, México, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A. C.

Cairns, M. A., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaes. 2003. Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management* **186**: 125-132.

Challenger, A. 1998. Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro. México, D. F., Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM y Sierra Madre.

Chave, J., B. Riéra, y M. A. Dubois. 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology*. **17**: 79-96.

Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. 2004.

Condit, R., et al. 1998. Assessing forest diversity on small plots: calibration using species-individual curves from 50-ha plots. En: . F. Dallmier and J. A. Comiskey. *Forest Biodiversity Research: monitoring and modeling conceptual background and old world case studies. Man and the Biosphere Series* **20**: 247-268. UNESCO. The Parthenon Publishing Group. Londres, Reino Unido.

Crawley, M. J. 1998. The structure of plant communities. En: M. J. Crawley. Plant Ecology. University Press Cambridge, Cambridge, Gran Bretaña.

Cuarón, A. D. y M. A. Martínez-Morales. 1999. *Boa constrictor*, an introduced predator threatening the endemic fauna on Cozumel Island, México. Biodiversity and Conservation **8**: 957-963.

Cuarón, A. D., M. A. Martínez-Morales, K. W. Mcfadden, D. Valenzuela y M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, México. Biodiversity and Conservation **13**: 317-331.

DeWalt, S. A., S. A. Schnitzer y J. S. Denslow. 2000. Density and diversity of liana along a chronosequence in a Central Panamanian lowland forest. Journal of Tropical Ecology. **16** 1: 1-19.

Dunphy, B. K., P. G. Murphy y A. E. Lugo. 2000. The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forests: Studies of Guanica forest, Puerto Rico. Tropical Ecology. **41** 2: 161-167.

DeWalt, S. J. y J. Chave. 2004. Structure and biomass of four lowland neotropical forests. Biotropica. **36** : 7-19.

Estrada-Loera, E. 1991. Phytogeographic relationships of the Yucatan Peninsula. Journal of Biogeography. **18** : 687-697.

Flores, J. S. 1983. "Vegetación insular de la Península de Yucatán." Boletín de la Sociedad Botánica de México **45**: 23-37.

Flores, J. S. 1992. Vegetación de las islas de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

Flores, J. S. y I. Espejel-Carbajal. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México, Universidad Autónoma de Yucatán.

Fuentes-Montemayor, E. 2007. Efectos de borde provocados por caminos sobre poblaciones de ratones endémicos de la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

García-Vasco, D. 2005. Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (*Procyon pygmaeus*), un carnívoro insular endémico. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney and E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forest* Cambridge University Press: 146-194. Cambridge, Gran Bretaña.
- Gerwing, J. J. y D. L. Farias. 2000. Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of total aboveground biomass for an eastern Amazonian Forest. *Journal of Tropical Ecology* **16**: 327-335.
- Gerwing, J. J., A. S. Schnitzer, J. R. Burnham, F. Bongers, J. Chave, S. J. DeWalt, N. E. C. Ewang, R. Foster, D. Kenfack, M. Martínez-Ramos, M. Parren, N. Parthasarathy, D. R. Pérez-Salicrup, F. E. Putz y D. W. Thomas. 2006. A standard protocol of liana censuses. *Biotropica* **38**: 256-261.
- Godínez-Ibarra, O. y L. López-Mata. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana perennifolia. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* **73** : 283-314.
- González-Baca, C. A. 2006. Ecología de forrajeo de la boa (*Boa constrictor*), un depredador introducido a la Isla Cozumel. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.
- Gurevitch, J., S. M. Scheiner y G. A. Fox. 2002. *The Ecology of Plants* Sinauer Associates. Massachusetts, EUA.
- Hamblin, N. L. 1984. Animal use by the Cozumel Maya. Tesis de Doctorado. University of Arizona. Tucson, Arizona.
- Hegarty, E. E. y G. Caballé. 1991. Distribution and abundance of vines in forest communities. En: F. E. Putz and H. A. Mooney. *The Biology of Vines* Cambridge University Press Cambridge, Reino Unido.
- Hubbell, S. P. 1979. Tree dispersion, abundances, and diversity in a tropical dry forest. *Science* **203**: 1299-1309.
- Ibarra-Manríquez, G. y M. Martínez-Ramos. 2002. Landscape variation of liana communities in a Neotropical rain forest. *Plant Ecology* **160**: 91-112.
- Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor y R. Durán. 1995. Riqueza de especies y endemismos del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **57**: 47-77.
- Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor, R. Durán y J. Meave. 2002. Biogeographical analysis of the tree flora of Yucatan Peninsula. *Journal of Biogeography* **29**: 17-29.

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2004. Enciclopedia de los Municipios de México. México, D. F.

Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani y N. Rojas. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region on Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* **14**: 803-827.

Koponen, P., P. Nygren, D. Sabatier, A. Rousteau y E. Saur. 2004. Tree species diversity and forest structure in relation to microtopography in a tropical freshwater swamp forest in French Guiana. *Plant Ecology* **173**: 17-32.

Magaña-Rodríguez, B. 2005. Patrones sucesionales de composición y estructura de la comunidad regenerativa del bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Martínez-Morales, M. A. 1996. The Cozumel Curassow; abundance, habitat preferences and conservation. Tesis de Maestría. Cambridge, Reino Unido.

Mascaro, J., S. A. Schnitzer y W. P. Carson. 2004. Liana diversity, abundance, and mortality in a tropical wet forest in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* **190**: 3-14.

Matteuci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación Organización de los Estados Americanos. Washington. D. C.

Miranda, F. 1959. Vegetación de la Península Yucateca. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento E. Beltrán. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C.: 215-271. México, D. F.,

Miranda, F. y E. Hernandez-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**: 29-179.

Mooney, H. A., S. H. Bullock y E. Medina. 1995. Introducción. En: H. A. Mooney, S. H. Bullock and E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forest* Cambridge University Press: 1-8. Cambridge, Reino Unido.

Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* **17**: 67-88.

Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1990. Dry forests of the tropics and subtropics: Guánica Forest in context. *Acta Científica* **4**:15-24.

- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney and E. Medina. *Seasonally Dry Tropical Forest* Cambridge University Press: 9-34. Cambridge, Reino Unido.
- Peñaloza, J. 1982. Morphological specialization and attachment succes in two twining lianas. *American Journal of Botany* **69**: 1043-1045.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*, 2a edición. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México. D. F.
- Perdomo-Velázquez, H. 2006. Caminos como barreras para el movimiento de aves de sotobosque en la selva mediana subcaducifolia en la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán, México.
- Pérez, E. 2005. Estructura, biomasa y dinámica de árboles en bosques medianos que siguen un gradiente de precipitación, en el sur de la Península de Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 62. Morelia, Michoacán, México.
- Pérez-Salicrup, D. R. 2004. Forest types and their implications. En: B. L. T. II, J. Geoghegan y D. R. Foster. *Integrate land-change science and tropical deforestation in the southern Yucatán: final frontiers*. Oxford University Press: 63-80. Oxford, Reino Unido.
- Pérez-Salicrup, D. R. y W. de Meijere. 2005. Number of lianas per tree an number of trees climbed by lianas at Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* **37** : 153-156.
- Pérez-Salicrup, D. R., V. L. Sork y F. E. Putz. 2001. Lianas and trees in a liana forest of Amazonian Bolivia. *Biotropica* **33** 1: 34-47.
- Phillips, O. L., P. Hall, H. A. Gentry, S. A. Sawyer y R. Vásquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **91**: 2805-2809.
- Quigley, M. E. y W. J. Platt. 2003. Composition and structure of seasonally deciduous forest in the Americas. *Ecological Monographs* **73**: 87-106.
- Rice, K., N. Brokaw y J. Thompson. 2004. "Liana abundance in a Puerto Rico forest." *Forest Ecology and Manangement* **190**: 33-41.

Romero-Najera I. 2005. Distribución, abundancia y uso de habitat de *Boa constrictor* introducida a la isla Cozumel. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 69. Morelia, Michoacán, México.

Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. México, D. F., LIMUSA.

Sánchez-Sánchez, O. M. 1987. Estructura y composición de la selva mediana subperennifolia presente en el Jardín Botánico del CIQRO, Puerto Morelos, Q Roo. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

Sánchez-Sánchez, O. y G. A. Islebe. 1999. Hurricane Gilbert and structural changes in a tropical forest in south-eastern Mexico. *Global Ecology and Biogeography* **8**: 29-38.

Sánchez-Sánchez, O. y G. A. Islebe. 2002. Tropical forest communities in southeastern Mexico. *Plant Ecology* **158**: 183-200.

Schnitzer, S. A. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist* **166**: 262-276

Schnitzer, S. A. y F. Bongers. 2002. The ecology of lianas and their role in forest. *Trends in Ecology & Evolution* **17**: 223-230

Solórzano, S., G. Ibarra-Manríquez y K. Oyama. 2002. Liana diversity and reproductive attributes in two tropical forest in Mexico. *Biodiversity and Conservation* **11**: 197-212.

Téllez, O. y E. Cabrera. 1987. Flórmula de la Isla Cozumel, Q. Roo. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Toledo, V. M. y M. J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México: 739-757. México, D. F.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* **94**: 133-142.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* **11**: 2063-2084.

Van Bloem, S. J., P. G. Murphy y A. E. Lugo. 2007. A link between hurricane-induced tree sprouting, high stem density and short canopy in tropical dry forest. *Tree Physiology* **27** 3: 475 - 480.

Vázquez-Yañes

Vleut, I. y D. R. Pérez-Salicrup. 2005. Lianas and their supporting plants in the understory at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* **21**: 577-580.

Webb, L. J. 1958. Ciclonas as an ecological factor in tropical lowland rain-forest, North Queensland. *Australian Journal of Botany* **6**: 220-228

Wend. 1998. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México: 739-757. México, D. F.

White, D. A. y C. S. Hood. 2004. Vegetation patterns and environmental gradients in tropical dry forest of the Yucatan Peninsula. *Journal of Vegetation Science* **15**: 151-160.

APENDICE A. Lista de especies y lianas de la isla Cozumel.

| Familia | Especies de árboles | Especies de lianas |
|-----------------|--|---|
| Anacardiaceae | <i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb. | |
| Apocynaceae | | Apocynaceae sp1 Juss. |
| Asteraceae | | <i>Eupatorium odoratum</i> L. Asteraceae sp1 Berch. y J. Presl Asteraceae sp2 Berch. y J. Presl |
| Araliaceae | <i>Dendropanax arboreus</i> (L) Decne y Planch | |
| Arecaceae | <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult y Schult | |
| Bignoniaceae | | <i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth en Humb., Bonpl. & Kunth <i>Arrabidaea</i> sp1 DC. <i>Arrabidaea</i> sp2 DC. <i>Arrabidaea</i> sp3 DC. <i>Arrabidaea</i> sp4 DC. <i>Arrabidaea</i> sp5 DC. <i>Arrabidaea</i> sp6 DC. <i>Cydista diversifolia</i> <i>Cydista</i> sp1 Miers <i>Cydista</i> sp2 Miers <i>Cydista</i> sp3 Miers <i>Cydista</i> sp4 Miers Bignoniaceae sp1 Juss |
| Boraginaceae | <i>Cordia dodecandra</i> A. DC. <i>Cordia</i> sp1 L. | |
| Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. | |
| Capparaceae | <i>Forchhammeria trifoliata</i> Radlk. ex Millsp | |
| Celastraceae | <i>Celastraceae</i> sp1 R. Br | |
| Ebenaceae | <i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. | |
| Erythroxylaceae | <i>Erythroxylum confusum</i> Britton. <i>Erythroxylum</i> sp1 Kunth | |
| Euphorbiaceae | <i>Croton</i> sp1 L. | |
| Fabaceae | <i>Albizia tomentosa</i> (Micheli) Standl <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm <i>Fabaceae</i> sp1 Lindl <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. <i>Lonchocarpus hondurensis</i> Benth <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell. | |

| | | |
|-----------------|---|---|
| | <i>Lysiloma latisiliqua</i> (L.) Benth: <i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. <i>Swartzia cubensis</i> (Britton y P. Wilson) Standl | |
| Flacourtiaceae | <i>Casearia corymbosa</i> Kunth <i>Casearia</i> sp1 Jacq. | |
| Hippocrateaceae | <i>Hippocratea excelsa</i> Kunth | |
| Lauraceae | <i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees | |
| Malpighiaceae | <i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl <i>Malpighia glabra</i> (L.) | <i>Heteropteyis</i> sp1(L.) DC. |
| Meliaceae | <i>Trichilia</i> sp1 P. Browne | |
| Moraceae | <i>Ficus ovalifolia</i> L. <i>Ficus</i> sp1 L. <i>Ficus</i> sp2 L. | |
| Myrtaceae | <i>Eugenia acapulcensis</i> Steud. <i>Eugenia</i> sp1 L. <i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied Myrtaceae <i>Psidium</i> sp1 L. | |
| Nyctaginaceae | <i>Neea</i> sp1 Ruiz y Pav | <i>Pisonia aculeata</i> L. |
| Polygonaceae | <i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsl. <i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq <i>Coccoloba</i> sp1 P. Browne <i>Coccoloba spicata</i> Lundell <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe. | |
| Rhamnaceae | <i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb. | |
| Rubiaceae | <i>Exostema mexicanum</i> A. Gray. <i>Guettarda combsii</i> Urb. <i>Guettarda eliptica</i> Sw. <i>Randia longiloba.</i> Hemsley <i>Randia obcordata</i> S. Watson <i>Randia</i> sp1 L. | <i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc <i>Chiococca coriacea</i> Mart. y Gal. <i>Hintonia octomera</i> (Hemsl.) Bullock <i>Morinda</i> sp1 L. <i>Morinda yucatanensis</i> Greenm. |
| Rutaceae | <i>Amyris</i> sp1 P. Browne <i>Casimiroa tetrameria</i> Millsp. | |
| Sapindaceae | <i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw. <i>Blomia</i> sp1 Miranda <i>Talisia oliviformis</i> (Kunth.) Radlk <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk | <i>Paullinia pinnata</i> L. <i>Serjania adiantoides</i> Radlk <i>Serjania yucatanensis</i> Standl. |
| Smilacaceae | | <i>Smilax mollis</i> (Humb y Bonpl.) ex Willd |
| Sapotaceae | <i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee ex. Standl. <i>Manilkara sapota</i> (L.) P. Royen. <i>Pouteria campechiana</i> (Kunth.) Baehni. <i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. <i>Sideroxylon foetidissimum</i> ssp.gaumeri (Pittier.) T. D. | |

| | | |
|---------------|--|----------------|
| | <i>Sideroxylon</i> sp1 Duhamel | |
| Simaroubaceae | <i>Simarouba glauca</i> DC. | |
| Theaceae | <i>Ternstroemia tepezapote</i> Schltdl y Cham. | |
| Verbenaceae | <i>Vitex gaumeri</i> Greenm | |
| | Morfoespecie 2 | |
| | | Morfoespecie 3 |
| | | Morfoespecie 4 |