



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA**

Caracterización de la vegetación leñosa del Fundo Legal del ejido de Yaxcabá, Yucatán.

QUE PRESENTA EL ALUMNO (A)

Cortés Sosa Diana María

Matrícula 2113062223

ASESORES:

**M. en C. Aurora Chimal Hernández
UAM-Xochimilco**

**Dr. Samuel I. Levy-Tacher
El Colegio de la Frontera Sur - San Cristóbal de las Casas**

Ciudad de México a 12 de Octubre del 2017.

Resumen:

Se estudio la composición y la estructura de la vegetación secundaria de la Selva Baja Subcaducifolia del Fundo Legal de la localidad de Yaxcabá, Yucatán, México. Se delimitaron 8 parcelas de muestreo de 20 x 20m² (3,200m² en total), midiendo todos los individuos mayores a 2.5cm de DAP. El análisis estructural de la vegetación se basó en la distribución diamétrica, estructura vertical y valor de importancia de las especies. La diversidad se estimó con el índice de Shannon-Wiener (H') y el inverso del índice de Simpson (I=D-1). Se registraron 2,615 individuos leñosos de 41 especies, agrupadas en 35 géneros y 16 familias. EL valor de H' fue de 2.5. La familia con mayor número de especies fue Fabaceae con 12 especies. El mayor Índice de Valor de Importancia se encuentra en *Gymnopodium floribundum*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum* y *Lonchocarpus xuul* que concentran el 34.1% del total. Los individuos de estas especies son los más sobresalientes de esta comunidad vegetal. Los valores extrapolados mostraron un área basal de 35.4 m²/ha. La altura promedio fue 6.3 m. La estructura de la vegetación del Fundo legal de Yaxcabá es semejante a la de otros estudios de la región y denota un buen estado de desarrollo y conservación de la reserva local.

Palabras clave: Estructura, composición, Selva Baja Subcaducifolia, Fundo Legal, Yaxcabá,

Índice

1. Introducción

- 1.1 Ecosistemas tropicales y su proceso de transformación.
- 1.2 Procesos de deforestación en la Península de Yucatán
- 1.3 Los fondos legales, reservas forestales mayas yucatecas.
- 1.4 Evaluación de las Reservas locales.
- 1.5 Justificación y objetivos

2. Metodología

2.1 Área de estudio

- 2.1.2. Ubicación geográfica
- 2.1.4. Relieve y suelo
- 2.1.5. Hidrografía
- 2.1.6. Clima
- 2.1.7. Vegetación
- 2.1.3. Principales actividades productivas

2.2 Trabajo en campo

- 2.2.1 Selección de sitios de muestreo
- 2.2.2 Registro de individuos
- 2.2.3 Captura de datos
- 2.2.4 Determinación de especies

2.3 Análisis de datos

- 2.3.1 Caracterización de Estructura de la vegetación
- 2.3.2 Caracterización de la composición de la vegetación
- 2.3.3 Determinación del Índice de Valor de Importancia (IVI)
- 2.3.4 Determinación de Diversidad

3. Resultados

3.1 Composición florística

3.2 Densidad, área basal y altura

- 3.2.1 Clases diamétricas y estructura vertical

3.3 Índice de Valor de Importancia

3.3 Diversidad y riqueza

4. Discusión

4.1 Composición florística

4.2 Densidad

4.3 Área Basal

4.4 Distribución diamétrica y estructura vertical

4.5 Índice de Valor de Importancia

4.6 Diversidad

4.7 Caracterización de la vegetación

5. Conclusiones

6. Agradecimientos

7. Referencia bibliográfica

8. Anexos

- 8.1 Anexo 1: Lista de especies de la vegetación del Fundo Legal.

1. Introducción

Las selvas tropicales son el tipo de vegetación más desarrollado y exuberante debido a la alta diversidad de especies que poseen, resguardan cientos de especies de flora y sirven como refugio de la fauna silvestre (Vázquez-Negrín, *et. al.*, 2011). En años recientes estos ecosistemas han recibido mayor atención no sólo por la alarmante reducción del área que ocupan, sino también por el papel que juegan en la estabilización del suelo y regulación del clima (Mendoza, *et. al.*, 1995).

La pérdida de la vegetación original de las selvas como consecuencia ha dado a la formación de un abigarrado mosaico de comunidades con vegetación secundaria o acahuals (Miranda y Hernández-X., 1963; Rzedowski, 2006). En México estas áreas se han incrementado considerablemente en los últimos años, esto debido al avance de la frontera agrícola y al crecimiento poblacional (López, *et. al.*, 2014).

En el caso de la Península de Yucatán que cuenta con una extensa área de selva baja caducifolia, se ha visto afectada históricamente por la aplicación de programas federales de desmontes, colonización y desarrollo agropecuario (Ellis, *et. al.*, 2015). Entre 1970 y 2000, la región del sureste mexicano: Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, fue afectada por fuertes procesos de deforestación. Para el 2002 los estados de Campeche y Yucatán presentaron pérdidas de cobertura forestal de 30,968 y 23,007 ha/año respectivamente (Céspedes-Flores y Moreno- Sánchez, 2010). En los últimos años, las principales causas de la deforestación para estos estados se atribuyen a la actividad ganadera, seguida por la agricultura de subsistencia y los incendios forestales (Ellis, *et. al.*, 2015).

La capacidad de los mayas de identificar y clasificar a las comunidades vegetales de acuerdo a sus características pone en evidencia el conocimiento ecológico tradicional que se mantiene en la región y que se relaciona al uso sostenible de las selvas en la Península de Yucatán (Román-Dañobeytia, *et. al.*, 2014), como muestra de esto están los remanentes de selva, conservados y manejados por los pobladores locales.

De las reservas forestales manejadas y mantenidas sobresale el caso particular de los Fondos Legales (FL) de Yucatán que en términos generales son áreas locales delimitadas, constituidas por vegetación nativa. Los FL albergan áreas forestales de hasta 2 km de ancho alrededor de las comunidades mayas, en algunos casos, su origen se remonta al inicio de la colonia. En estos espacios es posible el aprovechamiento selectivo y regulado de árboles sin que se permita el desmonte para el establecimiento de parcelas agrícolas como la Milpa o potreros, además de que brindan múltiples servicios ambientales y funcionan como corredores biológicos para aves, murciélagos, abejas, mariposas, así como para fauna terrestre (Levy *et. al.*, 2013).

La vegetación que se desarrolla en el FL, tiene atributos estructurales similares a los de la vegetación madura, lo que facilita la regeneración natural de muchas especies de árboles útiles para los pobladores locales y en la sustitución de especies a lo largo del tiempo para el equilibrio del ecosistema (Román-Dañobeytia, *et. al.*, 2014).

En las últimas décadas se ha reconocido una tendencia alarmante con la desaparición o fragmentación del 55% de los FL en esta región. Bajo estas circunstancias la desaparición de estas reservas forestales se da drásticamente tras un movimiento en cascada de campesinos, en la mayoría jóvenes, que son indiferentes a las normas y costumbres locales (Levy *et. al.*, En prensa).

En la actualidad, existen estudios que describen las comunidades vegetales en la Península (Durán, 1997, Durán, *et. al.*, 2000., Levy *et. al.*, 1991, Ibarra, *et. al.*, 1995, González-Iturbide, 2002, Zamora, *et. al.*, 2005, Gutiérrez-Báez, 2011, 2012a, 2012b,), sin embargo, aún no existen trabajos que caracterizan a los FL, pues pasan inadvertidos como áreas vegetales para la conservación de la selva tropical. La evaluación de dichas reservas forestales mayas resulta necesaria para el fortalecimiento y la complementación de una base biológica taxonómica de calidad, para la identificación de los nombres comunes de las especies arbóreas albergadas en los FL de la región, descripción de formas de uso y patrón de distribución e identificación.

La relevancia del presente trabajo radica en evaluar la estructura de la vegetación, con atributos como diversidad; densidad, área basal y altura, que compone los FL, para coadyuvar con investigaciones relacionadas con su restauración, conservación y aprovechamiento sustentable.

Objetivo General

Evaluar la estructura de la vegetación leñosa del Fondo Legal en la comunidad de Yaxcabá, Yucatán.

Objetivos específicos

- Establecer los criterios de selección de los sitios de muestreo.
- Identificar las especies leñosas en ocho unidades de muestreo.
- Evaluar la estructura y composición de la vegetación leñosa del FL.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

La comunidad de Yaxcabá es la cabecera del municipio del mismo nombre. Se localiza cerca del centro del estado, aproximadamente a 115 km al Suroeste de Mérida, y se considera parte de los municipios que componen la zona maicera. Limita al norte con el municipio de Sudzal y Kantunil, al oriente con Chankom, al sur con Chikindzonot y Chacsinkin, y al poniente con el municipio de Sotuta (Figura 1).

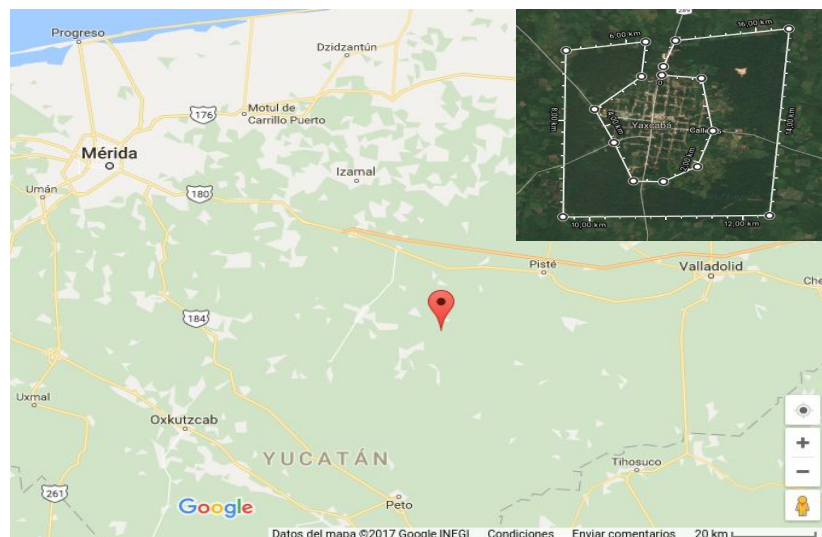


Figura 1. Mapa de la Península de Yucatán, en rojo la localidad de Yaxcabá. Imagen satelital del fondo legal (Google, INEGI, 2017).

El área de estudio se ubica entre las coordenadas UTM 20.55854, -88.83819 límite noroeste, 20.56159, -88.81072 noreste, 20.53475, -88.83819 suroeste, 20.534443, -88.81347 sureste y se encuentra a 30 msnm (INEGI, 2010). La superficie del FL de Yaxcabá tiene un total de 8 km², 2.5 km² pertenecientes al área urbana y 5.5km² de reserva forestal.

El clima es cálido subhúmedo, con lluvias en verano ($Aw^1(x)$), con una temperatura media anual de 25.9°C y una precipitación pluvial media anual de 1200 a 1500 milímetros con vientos dominantes provenientes de la dirección sureste (INEGI, 2008).

En cuanto al tipo de vegetación que hay en la zona, existen porciones clasificadas como selva mediana subcaducifolia (SMS) con vegetación secundaria descripción tomada de Miranda (1959), Pennington y Sarukhán (1998) e implementada por el Inventario Nacional Forestal (Duran y Méndez, 2010).

La superficie de la localidad es plana, considerada como llanura de barrera con piso rocoso o cementado, escarpado, constituidos por terrenos de la era terciaria; con suelos permeables, altos en materiales consolidados, subexplotados. La composición de estos suelos corresponde en la mayor extensión al tipo cambisol. En el territorio local, como sucede en toda la Península, se encuentran corrientes subterráneas que dan forma a los cenotes y aguadas.

Las principales actividades productivas de la localidad de Yaxcabá giran en torno a la milpa y demás sistemas agropecuarios, como el huerto familiar, la ganadería de traspatio, la apicultura, la ganadería extensiva y los aprovechamientos forestales y de la fauna silvestre (Berdugo y Reyes, 2015).

2.2 Trabajo en campo

Para la caracterización de la vegetación se establecieron ocho parcelas de muestreo en los límites del fundo legal del ejido de Yaxcabá (Figura 2). Estos sitios fueron preseleccionados con imágenes satelitales de cobertura vegetal y uso de suelo y posteriormente su confirmación se realizó en campo con el apoyo de un guía local. Así mismo se tomaron en cuenta los siguientes criterios: la condición edáfica más representativa y que estuvieran a una distancia de por lo menos 50m de los bordes y caminos o veredas para estandarizar el nivel de aprovechamiento forestal.

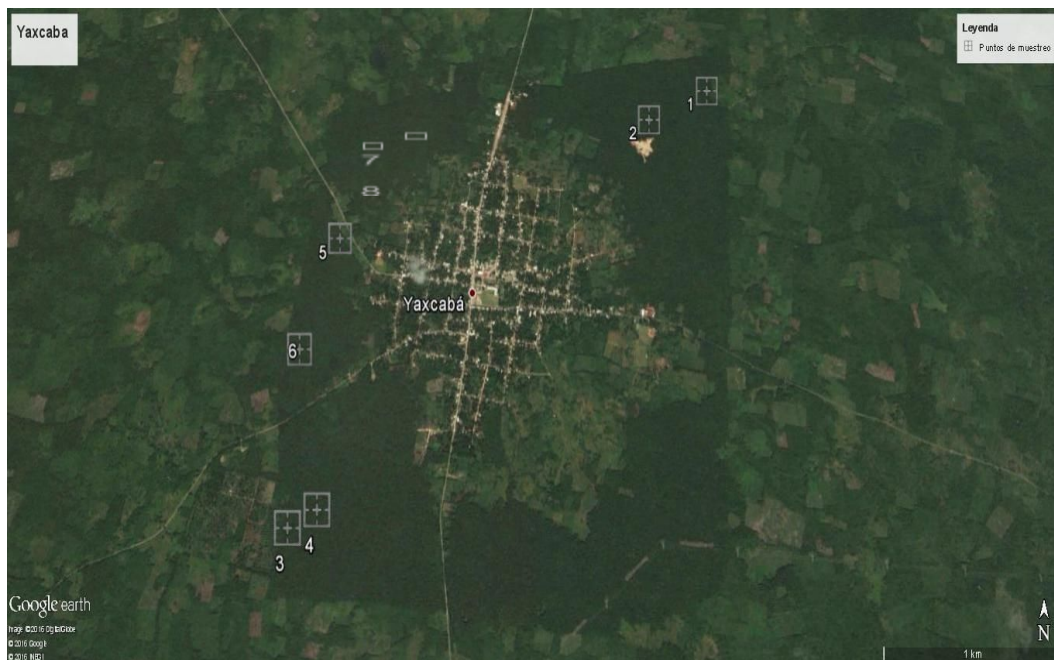


Figura 2. Mapa con la ubicación de las ocho parcelas establecidas en Fundo legal de Yaxcabá, Yucatán.

El tamaño de las unidades de muestreo es de 20m x 20m equivalente a 400 m² (CONAFOR, 2011), con un total de ocho parcelas, que suman una superficie de 3,200 m², posicionadas geográficamente con GPS. En cada unidad de muestreo se registraron las especies leñosas mayores a 2.5cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), en el caso de árboles con tallos múltiples se midió para cada uno por separado. La altura total se determinó de la base de la planta hasta la terminación del follaje. La identificación de los nombres comunes de los árboles la realizó un campesino conocedor de la flora local. Las determinaciones se llevaron a cabo a partir de fotografías, catálogos y claves taxonómicas de Pennington y Sarukhán

(1998) y Duran *et. al.*, (2000), así como por las bases de datos proporcionadas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), disponibles en línea. Con los datos obtenidos se elaboró una lista de las especies con la clasificación a nivel de familia y especie, y se revisaron categorías de riesgo y endemismos de la Norma Oficial Mexicana Nom-059-2010 (SEMARNAT, 2010).

La información se capturó y procesó en hojas de cálculo de LibreOffice-Calc Versión 1:4.2.8 O'Ubuntu 3.

2.3 Análisis de datos

El análisis de la Estructura se realizó en base a la distribución de cada uno de los atributos: densidad, área basal, altura. Se establecieron clases de tamaño para los datos de área basal y altura, las cuales son definidas a partir de los valores mínimos y máximos obtenidos y el número de clases necesarias para analizar la distribución de la densidad entre los atributos de los individuos.

Para el cálculo del área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Área basal} = (\text{DAP})^2 \pi/4, \pi = 3.1416$$

Para determinar el valor de importancia de las especies, se calcularon la densidad relativa, la frecuencia relativa y el área basal relativa (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La diversidad de especies se estimó con el índice de Shannon-Wiener ($H' = -\sum (p_i) (\ln p_i)$) y el inverso del índice de Simpson ($I = D^{-1}$).

3. Resultados

3.1 Composición. Se registraron 41 especies leñosas de 35 géneros y 16 familias (Anexo 1). Las familias con mayor número de especies son: Fabaceae con 12, Rubiaceae con 6 y Polygonaceae con 5, que incluyeron el 56% del total de las especies. 15 ejemplares no se determinaron por el nombre científico.

Las especies con mayor número de individuos son *Gymnopodium floribundum* (434 individuos), *Lonchocarpus xuul* (255 individuos), *Diospyros anisandra* (240 individuos), *Bursera simaruba* (206 individuos) y *Coccoloba cozumelensis* (200 individuos), las que representan el 51% del total de los individuos registrados.

Se registraron un total de 9 especies endémicas de la Península de Yucatán: *Guettarda gaumeri*, *Hampea trilobata*, *Hintonia octomera*, *Lonchocarpus xuul*, *Machaonia lindeniana*, *Neomillspauguia emarginata*, *Platymiscium yucatanum*, *Samyda yucatanensis* y *Thouinia paucidentata*.

De acuerdo a la caída de sus hojas, 59% de las especies identificadas son de caducidad anual y 41% son perennifolias (Anexo 1).

3.2 Densidad, área basal y altura. La densidad promedio por parcela es de 327 ± 62.5 individuos, con un área basal promedio de 35.44 ± 4.8 m²/ha, así como una altura promedio de 6.3 ± 0.4 m (Cuadro 1). Los valores son similares en las ocho parcelas de muestreo con desviaciones estándar poco significativas.

Cuadro 1. Evaluación de los atributos estructurales de la vegetación leñosa de las ocho parcelas de muestreo del Fundo Legal de Yaxcabá, Yucatán.

Parcela	Estructura			Diversidad		
	AB/ha	ALT Prom	Densidad	Shannon	Simpson	Riqueza
1	27.50	6.92	241	2.61	0.90	27
2	36.78	6.65	323	2.52	0.88	31
3	41.44	6.67	399	2.43	0.87	37
4	30.61	6.10	425	2.69	0.92	26
5	41.25	6.19	260	2.18	0.82	27
6	33.45	6.41	334	2.47	0.89	23
7	35.20	5.62	331	2.52	0.87	33
8	37.32	6.50	302	2.79	0.89	34
Promedios	35.44	6.38	326.9	2.53	0.88	29.75

Clases diamétricas. Los 2,615 individuos registrados se agruparon en cinco clases, con diferencias de 7 cm/clase y una amplitud total de 1 a >35 cm (1= 3-9 cm, 2=10-15 cm, 3=16-22 cm, 4= 23-29 cm, 5= >30cm). Los individuos en la clase diamétrica de 3 a 9 cm ocuparon el 87% de la densidad total con 2,267. Las clases 2, 3 y 4 incluyeron a 342 (13%). Las clases diamétricas > 35 cm sumaron 6 individuos (0.2%) (Figura 3). La distribución en las cinco clases diamétricas forman una J-invertida, lo que indica que la mayoría de los individuos están en la clase de menor diámetro.

Las especies con mayor número de individuos en la primer clase diamétrica son *Gymnopodium floribundum* con 419 , *Diospyros anisandra* con 239 y *Lonchocarpus xuul* con 233. La especie que conforma la última clase diamétrica DAP >30 cm es *Lysiloma latisiliquum* con un total de cuatro individuos y *Bursera simaruba* con 2 en esta clase.

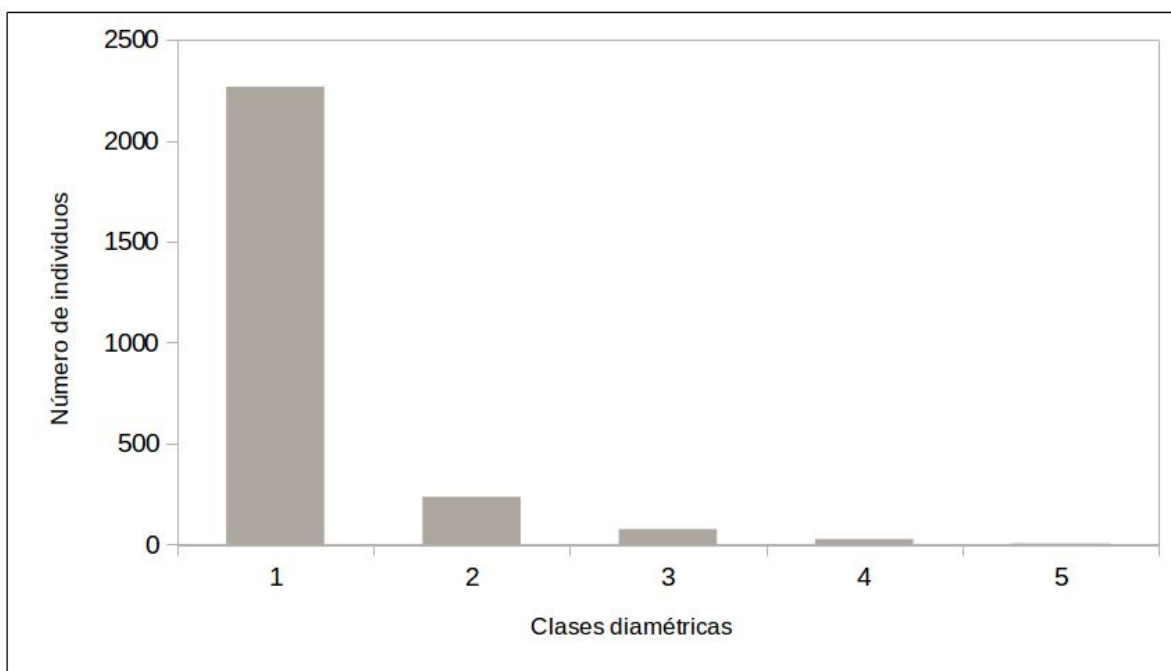


Figura 3. Distribución de las clases diamétricas de las ocho parcelas de la vegetación del Fundo Legal de Yaxcabá, Yucatán.

Estructura vertical. Los individuos registrados se agruparon en 7 clases con diferencias de 2m/clase y una amplitud de 1 a >13 m: 1= 1-2m, 2=3-4m, 3=5-6m, 4=7-8m, 5=9-10m, 6=11-12m, 7=>13m. El mayor número de individuos se concentró en la tercera clase (5-6m) con un total

de 999 individuos, con especies representativas como *Gymnopodium floribundum* (213 individuos), *Diospyros anisandra* (98 individuos), *Lonchocarpus xuul* (75 individuos) y *Coccoloba cozumelensis* (70 individuos). A partir de este rango se presenta un decremento progresivo del número de individuos hacia las cuatro siguientes clases (Figura 4).

Las dos últimas clases >11m de altura las componen *Lysiloma latisiliquum* con 13 individuos, *Lonchocarpus xuul* con 8, *Bursera simaruba* con 6, *Diospyros anisandra* con 1 y *Neomillspaughia emarginata* con 1, las dos últimas con la mayor altura. *Gymnopodium floribundum* es una especie común en 5 de las 7 clases. Especies como *Coccoloba spicata*, *Coccoloba cozumelensis*, *Bursera simaruba*, *Hardia albica*, *Caesalpinia gaumeri*, *Piscidia piscipula*, *Rehdera trinervis*, *Diospyros cuneata* y *Lonchocarpus xuul* son especies que mantienen alturas constantes en todas las clases de la estructura.

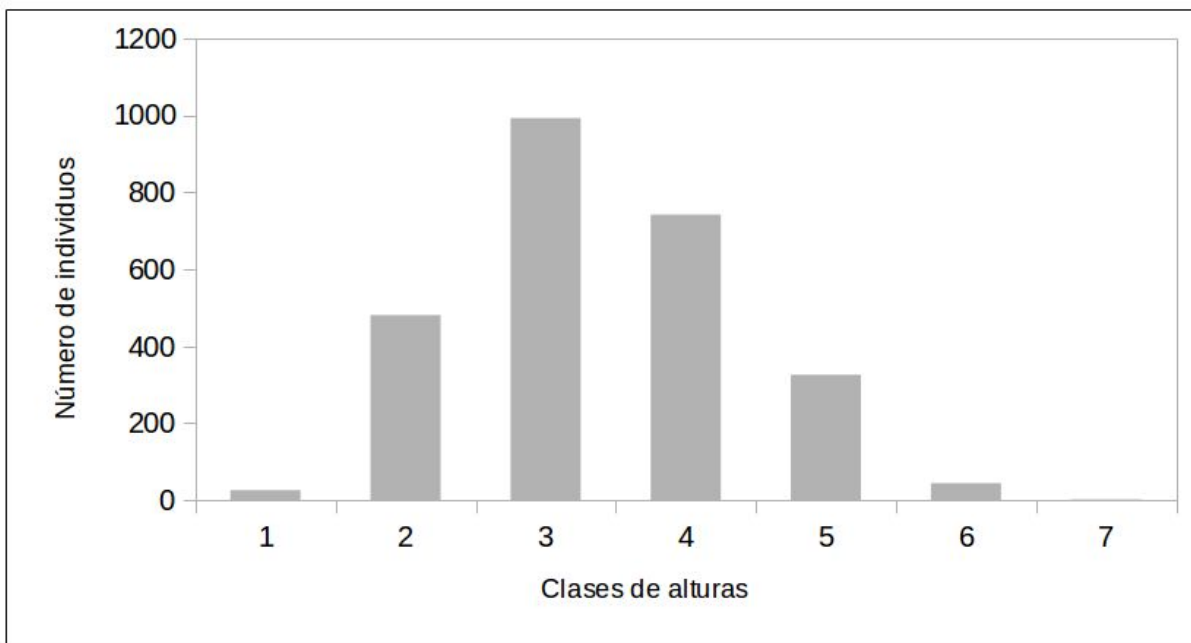


Figura 4. Distribución de las clases de altura de los individuos con DAP >2.5cm en el Fundo Legal de Yaxcabá, Yucatán.

3.3 Índice de Valor de importancia (IVI). El mayor IVI se encuentra en *Gymnopodium floribundum*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum* y *Lonchocarpus xuul* que concentran el 34.1% del total. Los individuos de estas especies son los más sobresalientes de esta

comunidad vegetal. *Bursera simaruba* es la de mayor IVI debido a sus altos valores en área basal y frecuencia. *Gymnopodium floribundum* ocupó el segundo lugar del IVI, y se destacó por alcanzar una alta densidad relativa y área basal, con una gran cantidad de individuos en las clases diamétrica de menor tamaño. *Lysiloma latisiliquum*, ocupa el tercer lugar del IVI, principalmente por sus valores de área basal, así como *Lonchocarpus xuul* y *Diospyros anisandra* destacan en este índice por sus altos valores de densidad. La presencia de las demás especies como *Coccoloba cozumelensis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Coccoloba spicata* y *Thouinia paucidentata* con altos valores de IVI, responden a sus valores de densidad y frecuencia.

Cuadro 2. Índice de valor de importancia en las especies del Fundo Legal de Yaxcabá, Yucatán.

ID	Familia	Especie	Nombre Común	IVI
1	Burseraceae	<i>B. simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakaj	10.79
2	Polygonaceae	<i>G. floribundum</i> Rolfe	Ds'i'ds'il che'	9.80
3	Fabaceae	<i>L. latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	7.18
4	Fabaceae	<i>L. xuul</i> Lundell	Xu'ul	6.33
5	Polygonaceae	<i>C. cozumelensis</i> Hemsley	Boob ch'i'ch	5.83
6	Ebenaceae	<i>D. anisandra</i> Blake	K'ak'al che'	5.27
7	Fabaceae	<i>C. gaumeri</i> Greenm.	Kitin che'	3.57
8	Polygonaceae	<i>C. spicata</i> Lundell	Boob	3.48
9	Sapindaceae	<i>T. paucidentata</i> Radlk.	K'anchunup	3.37
10	Ebenaceae	<i>D. cuneata</i> Standl.	Silil	3.21

3.4 Diversidad y riqueza. La diversidad dada por el índice de Shannon y Simpson en las ocho parcelas, promediaron valores de 2.5 ± 0.1 y 0.88 ± 0.02 respectivamente (Cuadro 1), mostrando similitud en los valores calculados.

4. Discusión.

4.1 Composición florística. La composición florística que resultó en este trabajo estuvo representada principalmente por especies de tres familias: Fabaceae (12), Rubiaceae (6) y Polygonaceae (5). Estas familias son reconocidas como las más importantes en otros estudios de la flora de selva mediana subcaducifolia (Zamora *et. al.*, 2008; Gutiérrez-Báez,

et. al., 2012a, 2012b), y selva baja caducifolia (Dzib-Castillo, *et. al.*, 2014, Zamora-Crescencio *et. al.*, 2011), por ser las familias con mayor diversidad de la Península de Yucatán. La familia Fabaceae es la mejor representada debido a que es la más diversa y la componen especies que están distribuidas en la mayoría de las comunidades vegetales presentes en la Península de Yucatán (Flores, 2001). Cabe resaltar la importancia de esta familia por dominar tanto en las fases de regeneración secundaria como en la vegetación madura (Gutiérrez-Báez, 2012a).

Las especies con mayor número de individuos en este estudio, *Gymnopodium floribundum* y *Bursera simaruba*, también son reconocidas en otros estudios en selva mediana y baja (Zamora *et. al.* 2008, Dzib-Castillo, 2014, Zamora-Crescencio *et al.*, 2011), con frecuencias altas. Además de *Diospyros anisandra*, *Lonchocarpus xuul* y *Coccoloba cozumelensis* que por su alta frecuencia pueden considerarse dominantes y de rápido crecimiento (González-Iturbe *et. al.*, 2002).

4.2 Densidad. La densidad por hectárea reportada en el presente trabajo alcanzó un promedio de 8,178 ind/ha. Valor que es superior al reportado en otros estudios realizados en selva media subcaducifolia por Zamora (2005) y Gutiérrez Báez (2011, 2012a-b) con 5,170 ind/ha y 1,733/0.2ha.

4.3 Área basal. Las especies con valores altos de área basal como *Lysiloma latisiliquum*, *Exostema caribaeum* y *Neea psychotrioides*, forman parte del dosel alto, sin embargo presentan pocos individuos. Las especies del dosel bajo, *Gymnopodium floribundum*, *Diospyros anisandra* y *Lonchocarpus xuul* presentaron valores menores pero mayor abundancia, aportando un porcentaje alto del área basal por parcela. Este comportamiento representado por pocas especies de más grosor y mayor densidad de especies jóvenes y poco grosor, frecuentemente describen el proceso de regeneración natural y caracterizan el desarrollo de las especies de importancia (Román-Dañobeytia, *et. al.*, 2014, Maldonado-Mares y Maldonado-Sánchez, 2010).

En comparación con otros estudios en selvas de México, el área basal por unidad de superficie obtenida en este trabajo de 35.4 m²/ha se asemeja a los valores reportados por Godínez-Ibarra y López-Mata (2002) de 34.49 m² ha, Pérez y Sarukhán (1982) con 38.64 m² ha, y Sánchez (1987) con 30 a 35 m² ha. De acuerdo con Enquist y Niklas (2001), un área basal de medidas similares a las encontradas en este trabajo refleja la capacidad potencial de los individuos para reproducirse y ocupar el área superficial o espacio disponible en el proceso de regeneración.

4.4 Distribución diamétrica. El patrón de distribución de las clases diamétricas en este estudio, es similar lo descrito por Bongers *et. al.* (1988) que presenta una gran cantidad de individuos en las clases diamétricas menores y una densidad decreciente conforme aumenta la talla de los individuos. Este patrón de crecimiento indica que las poblaciones que componen a esta comunidad están en buen estado de desarrollo y que el reemplazo de sus individuos está garantizado a largo plazo. Así mismo, este resultado indica la existencia de condiciones ecológicas que estimulan la regeneración de la vegetación, además de la alta capacidad de recuperación de la vegetación secundaria, sobre todo si las fuentes de propágulos están cercanas y la intensidad en el uso del suelo no es severa (Valdez-Hernández y Carreón-Santos, 2014).

4.4 Estructura vertical. La presencia de especies como *Coccoloba spicata*, *Coccoloba cozumelensis*, *Bursera simaruba*, *Hardia albica*, *Caesalpinia gaumeri*, *Piscidia piscipula*, *Rehdera trinervis*, *Diospyros cuneata* y *Lonchocarpus xuul*, con alturas tanto en los rangos bajos y altos permite inferir que estas seguirán formando parte de la composición y estructura de la vegetación del área de estudio en su regeneración natural.

La altura más frecuente de los individuos evaluados corresponde a los rangos de 5 a 6 m con un promedio de 6.3m y un máximo registrado de 13.5m, alturas que se consideran bajas para la descripción de selva mediana, sin embargo, coinciden con las altura promedio registrada y características de estudios en selva baja (Pennington y Sarukhán (1998) y Miranda y Hernández-X. (1963)).

4.5 Índice de Valor de Importancia. En cuanto a las especies con alto valor de importancia resaltan *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*, especies reportadas como parte importante de la vegetación secundaria mayor a 30 años y presentes en condiciones de vegetación madura (Gutiérrez-Báez, 2011), así como *Talisia olivaeformis* que aunque no presenta una alta densidad, es una especie representativa de un estadio de desarrollo avanzado con comunidades vegetales bien desarrolladas. A su vez en la estructura se encuentran especies persistentes como *Guettarda combsii*, *Coccoloba spicata*, *Malmea depressa* y *Piscidia piscipula*, especies que permanecen como plantas maduras por periodos de tiempo mayores a 100 años (Román-Dañobeytia, et. al., 2014); y algunas de vegetación primaria como *Hampea trilobata* y *Platymiscium yucatanum* (Maldonado-Mares y Maldonado-Sánchez, 2010).

Las especies con valor de importancia tienen una amplia tolerancia ecológica y se presentan en diferentes etapas de desarrollo de la vegetación desde los acahuales hasta las selvas “maduras”, con diferentes alturas, densidades y tamaños de diámetro. Es probable que la dinámica de estas especies está relacionada con una historia de actividad humana ó disturbios naturales que han ocasionado las condiciones apropiadas para la abundante incorporación de estas especies leñosas (Zamora, et. al., 2005).

4.6 Diversidad. El valor promedio del índice de Shannon ($H' = 2.53$) y la riqueza de especies es bajo si lo comparamos con otros estudios en selvas mediana subcaducifolias de Yucatán (Zamora, 2005, Gutiérrez, 2011, 2012a, 2012b) y alto en comparación a estudios en selva baja caducifolia ($H' = 1.59$, Zamora-Crescencio et al., 2011). Este valor de diversidad puede explicarse por la alta densidad de especies como *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Lonchocarpus xuul*, *Lysiloma latisiliquum*, *Coccoloba cozumelensis*, *Diospyros cuneata* y *Diospyros anisandra*. Sin embargo el índice de Simpson es alto y similar a lo reportado por otros estudios en la zona (Zamora, et. al., 2005, Gutiérrez, 2011), por lo que se interpreta que son pocas especies con mayor densidad y que fuera de estas existe una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas.

4.7. Caracterización de la vegetación. Dzib-Castillo (2014) en un estudio comparativos entre la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia en Campeche concluye que ambas selvas comparten varias similitudes de composición y estructura; aunque hay algunas diferencias en la riqueza de especies y diversidad, que son más alta en la selva mediana que en la selva baja. A su vez, la altura, el diámetro y el área basal resultaron mayores en la selva mediana, mientras el número de individuos arbóreos registrados por hectárea resultó mayor en la selva baja.

Las diferencias entre los tipos de vegetación, se ven reflejadas también en las referencias tomadas para este trabajo y los resultados del mismo. Por lo que, conjuntamente al porcentaje de caducidad del 60% de las especies, se evidencian que, la vegetación del fundo legal de Yaxcaba es una selva baja subcaducifolia. Esta diferencia a la descripción dada como referencia puede deberse a que el sitio de muestreo se encuentra en una zona de transición entre ambos tipos de vegetación.

6. Conclusiones

La composición florística de plantas leñosas en la comunidad estudiada estuvo representada por 57 especies leñosas de 41 géneros y 19 familias en un área de 0.3 ha. La familia Fabaceae es la mejor representada con un total de 13 especies (23%).

La altura promedio y la concordancia de especies caracteriza una selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria. La distribución diamétrica indica una comunidad en un buen estado de desarrollo con un reemplazo de individuos garantizado a largo plazo. Las especies con valores diamétricos y de altura altos, no necesariamente presentan los valores de importancia más altos.

Las especies con mayor valor de importancia son: *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Lonchocarpus xuul* y *Coccoloba cozumelensis*.

El índice de diversidad es alto comparado al reportado para selva baja caducifolia, además de que el índice de Simpson corrobora una distribución homogénea de las densidades entre las especies.

La estructura de la vegetación leñosa en los fundos legales es similar entre las áreas muestreadas como consecuencia de la similitud del grado de desarrollo y conservación de la reserva forestal local; así como por la eficiencia de criterios de selección apropiados que podrían implementarse para coadyuvar a investigaciones relacionadas a la restauración, conservación y aprovechamiento sustentable de las áreas forestales mayas locales.

Agradecimientos

Al Dr. Samuel Levy Tacher por su gran apoyo en la elaboración de este proyecto de investigación. A la M.en C. Aurora Chimal Hernández por su asesoramiento y apoyo. Al señor Moisés Santos, guía local y maestro de vida. A mis padres por su invaluable apoyo, confianza y paciencia, por su caminar a mi lado incondicional. A la Universidad Autónoma Metropolitana por los principios académicos y profesionales brindados.

Este proyecto se llevó a cabo gracias al apoyo financiero de El Colegio de la frontera Sur dentro del proyecto Multi Disciplinario Transerval: “Las Reservas Comunitarias Mayas: Recursos estratégicos para el uso, conservación y fortalecimiento de la conectividad del paisaje en la Península de Yucatán”; así como de la agencia U. S. Fish and Wildlife Service.

Referencias

- Berdugo, J. F. y Reyes, L. M. A. (2015). Milperos o turisteros: opciones laborales de los jóvenes maya-yucatecos contemporáneos. *Teoría y Praxis*, 174-196.
- Bongers, F., Pommpa, J., Castillo, J. M., y Carabias, J. (1988). Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Plant Ecology*, 74(1), 55-80.
- Céspedes-Flores, S. y Moreno-Sánchez, E. (2010). Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental* 2(2): 5-13.
- CONAFOR (2011), Manual y procedimientos para el muestreo de campo, Re-muestreo 2011, Inventario Nacional Forestal y de Suelos, Consultado en línea el: 4 de junio del 2016.
- Durán, R. G., Trejo, G. y Simá, J. C. (2000). Listado Florístico de la Península de Yucatán. CICY, Mérida, Yucatán. 259 pp.
- Durán, R. (1997). Distribución de las especies endémicas de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC. Unidad de Recursos Naturales. Informe final SNIB-CONABIO proyecto resultados: No. B070. México D. F 63pp.
- Duran, R., y Méndez, M. (2010). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. *CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA*. 131-135.
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C. y González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), 167-178.
- Ellis, E. A., Romero Montero, A. y Hernández Gómez, I.U. (2015). Evaluación y mapeo de los determinantes de deforestación en la Península Yucatán. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), The Nature Conservancy (TNC), Alianza México REDD+, México, Distrito Federal, 154pp.

- Enquist, B. J., y Niklas, K. J. (2001). Invariant scaling relations across tree-dominated communities. *Nature*, 410(6829), 655-660.
- Flores, J. S., (2001). "Leguminosa: Florística, etnobotánica y ecología". Fascículo 18. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán. 320 pp.
- 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.
- Gutiérrez-Báez, C., Díaz, J. J. O., Guido, J. S. F., Zamora-Crescencio, P., Carrasco, M. R. D., y Villegas, P. (2011). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Nohalal-Sudzal Chico, Tekax, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 13(1), 7-1.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., y Zamora-Crescencio, P. (2012a). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*, (33), 151-174.
- Gutiérrez-Báez, C., Zamora-Crescencio, P., y Hernández-Mundo, S. C. (2012b). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Mucuychacán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 14(1), 9-16.
- González-Iturbide, J. A.; Olmsted, I. and Tundzul, F. (2002). Tropical dry forest recovery after long term Henequen (Sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 167: 67-82.
- Ibarra, M. G., Villaseñor, J. L., y Duran Garcia, R. (1995). Riqueza de especies y endemismo del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. Species richness and endemisms of trees of Yucatan Península Mexico.) *Bol. Soc. Bot. Mex*, 57, 49-77.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). «Principales resultados por localidad 2010 (ITER)». Consultado en línea el 10 de febrero del 2017.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2008). «Mapa de Climas y temperatura Media Anual». Consultado en línea el 10 de febrero del 2017.
- INAFED. (2017). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, estado de Yucatán, Yaxcabá, publicado en línea. Fecha de consulta: 10 de febrero del 2017.

- Levy-Tacher S.I., Román-Dañobeytia F.J., Douterlungne D., Aguirre-Rivera J.R., Pérez-Chirinos S.T., Zúñiga-Morales J.A., Cruz-López J.A., y Esquinca-Cano F., Sánchez-González A. (2013). Conocimiento ecológico tradicional maya y rehabilitación de selvas. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado, 1 (6): 509-518.
- Levy, T. S., Hernández, X. E., García, M. E., y Castillo, M. A. (1991). Sucesión secundaria bajo roza-tumba-quema en Yucatán. *Agrociencia serie Recursos Naturales Renovables*, 1(3), 7–24.
- López-Pérez, D., Castillo-Acosta, O., Zavala-Cruz, J., y Hernández-Trejo, H. (2014). Estructura y composición florística de la vegetación secundaria en tres regiones de la Sierra Norte de Chiapas, México. *Polibotánica*, (37), 1-23.
- Maldonado-Sánchez, E. A., y Maldonado-Mares, F. (2010). Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. *Universidad y ciencia*, 26(3), 235-245.
- Miranda, F., y Hernández X. E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación (No. 04; CP, QK211 M5.). Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Mendoza, P. A. M., Moya, E. G., Rivera, J. R. A., y Xolocotzi, E. H. (1995). Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. *Acta Botánica Mexicana*, (32), 11-23.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, Nueva York. 547 pp.
- Pennington, T. D., y J. Sarukhán. (1998). Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies, 2a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México. 523 pp.
- Pérez J. L, Sarukhán J. (1982) La vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. Boletín Especial. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 5: 49–123.
- Román-Dañobeytia, F. J., Levy-Tacher, S. I., Macario-Mendoza, P., y Zúñiga-Morales, J. (2014). Redefining secondary forests in the Mexican Forest Code: Implications for management, restoration, and conservation. *Forests*, 5(5), 978-991.

- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. 1a. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.
- Sagarpa (2005a). Diagnóstico municipal de desarrollo rural sustentable del municipio de Yaxcabá, Yucatán. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 22 pp.
- Sánchez, S.O. (1987). Estructura y composición de la selva mediana subperennifolia presente en el jardín botánico del CIQRO, Puerto Morelos, Quintana Roo, Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 73 p.
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su 840 Acta Zool. Mex. (n.s.) 27(3) (2011) inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre de 2010.
- Valdez-Hernández, J. I.; Carreón-Santos, R. J.; (2014). Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 119-130.
- Vázquez-Negrín, I., Castillo-Acosta, O., Valdés-Hernández, J. I., Zavala-Cruz, J., y Martínez-Sánchez, J. L. (2011). Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica*, (32), 41-61.
- Zamora-Crescencio, P., Domínguez-Carrasco, M. R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L. A., Ortega-Haas, J. J., Hernández-Mundo, S., Puc-Garrido, E. C. y Puch-Chávez, R. (2011). Composición florística y composición de la vegetación secundaria en el norte de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* (89), 27-35.
- Zamora-Crescencio, P., García-Gil, G., Flores-Guido, J., y Ortiz, J. (2005). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en el sur del estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, (26), 39-66.

ANEXO 1

Familia	Epíteto específico	Nombre Común	Densidad	Caducidad Foliar
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i> (Baill.) R.E. Fr.	Ele'muy	2	Caducifolia
Boraginaceae	<i>Bourreria mollis</i> Standl.	Bakal che'	48	Perenifolia
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakaj	206	Perenifolia
Ebenaceae	<i>Diospyros anisandra</i> Blake	K'ak'al che'	240	Caducifolia
	<i>Diospyros cuneata</i> Standl.	Silil	98	Caducifolia
	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Pisit	36	Caducifolia
Euphorbiaceae	<i>Croton arboreus</i> Millsp.	P'e'es k'uuch	108	Perenifolia
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i> Blake	Box katsin	5	Caducifolia
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Sak ts'uru'tok	45	Perenifolia
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitin che'	83	Perenifolia
	<i>Caesalpinia yucatanum</i> Standl.	Ta'k'in che'	6	Perenifolia
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ds'u dsuk	5	Caducifolia
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	Sak ya'ab	8	Caducifolia
	<i>Havardia albicans</i> Britton & Rose	Chukum	31	Caducifolia
	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	K'ansin	37	Perenifolia
	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell	Xu'ul	255	Perenifolia
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	79	Caducifolia
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Sak káatsim	3	Perenifolia
	<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	Subin che	1	Caducifolia
Flacourteacea	<i>Samyda yucatanensis</i> Standl.	Pakalche'	1	Caducifolia
	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt. & Millsp.	Ta'may	6	Caducifolia
Lauraceae	<i>Chanekia campechiana</i> (Standl.) Kosterm	Tusik'	1	Caducifolia
Malpighiaceae	<i>Buchosia swartziana</i> Griseb.	Sip che'	47	Caducifolia
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jool	1	Perenifolia
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotroides</i> Donn. Smith	Ta' dsi'	77	Caducifolia
Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i> Hemsley	Boob ch'i'ch	200	Perenifolia
	<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	Boob	82	Perenifolia
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ds'i'ds'il che'	435	Perenifolia
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake.	Tsaitsab/ Sak itza	46	Caducifolia
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Puuts' mukuy	1	Caducifolia
Rhamnaceae	<i>Colubrina greggii</i> S.	Ch'ulu'may	5	Perenifolia
	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.	Chintok	1	Caducifolia
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i> (Jacq.). Roem. & Schult.	Sabak che'	17	Caducifolia
	<i>Guettarda combsii</i> Urban	Tastab	8	Caducifolia
	<i>Guettarda gaumeri</i> Standley	kib che'	49	Caducifolia
	<i>Hintonia octomera</i> (Hemsley) Bullock	Pay luch	3	Caducifolia
	<i>Machaonia lindeniana</i> Baill	Kuu'chel	51	Caducifolia
	<i>Randia truncata</i> Greenm. & C.H. Thomps.	X cax	4	Perenifolia
Sapindaceae	<i>Talisia oliviformis</i> (Kunth) Radlk.	Guayab te'	11	Caducifolia
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunup	61	Perenifolia
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> T. S.	Caimito Chi'Cax	2	Perenifolia