

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN PARCELAS
BAJO RESTAURACIÓN FORESTAL DEL PARQUE NACIONAL
LAGUNAS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA
ASTRID MAUD SYBIL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 2006.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología

161/ C. C. BIOLOGÍA

C. ASTRID MAUD SYBIL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título : **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN PARCELAS BAJO RESTAURACIÓN FORESTAL, DEL PARQUE NACIONAL LAGUNAS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo al **DR. NEPTALÍ RAMÍREZ MARCIAL** y como asesor / a **DR. AARÓN RODRÍGUEZ CONTRERAS**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”

Las Agujas, Zapopan., 13 de Abril del 2005

DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

P.A.

DRA. ANA ISABEL RAMÍREZ QUINTANA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

C.c.p. **DR. NEPTALÍ RAMÍREZ MARCIAL** - Director del trabajo

Dr. Carlos Álvarez Moya
Presidente del Comité de Titulación
Carrera de Licenciado en Biología
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Presente

Por medio de la presente nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad de tesis e informes, opción tesis, titulado "ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN PARCELAS BAJO RESTAURACIÓN FORESTAL, DEL PARQUE NACIONAL LAGUNAS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO." que realizó el pasante ASTRID MAUD SYBIL RODRÍGUEZ SÁNCHEZ con el número de código 092342743, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para su autorización de impresión.

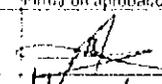
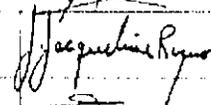
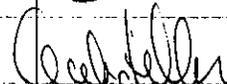
Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
Las Agujas, Zapopan., Jalisco, 24 de Enero del 2006.


Astrid Maud Sybil Rodríguez Sánchez.
Pasante de la carrera de Biología.


Dr. Neptali Ramírez Marcial.
Director


Dr. Aarón Rodríguez Contreras
Asesor

Nombre de los Síndicos asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobación	Fecha de aprobación
Dr. Jorge Alberto Pérez de la Rosa		1 Feb. 2006
M. C. Jesus Jacqueline Reynoso Dueñas.		2 Feb. 2006
M. C. Conrado Soto Velasco.		24 01 06
M. C. Cecilia Téllez Banuelos.		2 Feb 2006

Handwritten notes on the right side of the table:
V. B. C. U. A.
3/04/05

C. c. p. Dr. Neptali Ramírez Marcial -Director del trabajo.

"Somos coleccionistas de lo mismo que destruimos"

Anónimo

Solo después que el último árbol haya sido cortado,
Solo después que el último río haya sido envenenado,
Solo después que el último pez haya sido pescado.....

Anónimo

Nunca quise ser eco y sin embargo,
Nunca quise ser sombra y sin embargo,
Nunca quise ser duelo y sin embargo,
No quise ser escarcha y sin embargo...
Me arrinconó la vida.

Mario Benedetti.

AGRADECIMIENTOS

Agradesco al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas (COCyTECH) por la beca otorgada para la elaboración de esta tesis a través del convenio (FOMIX-CHIS-2002-C01-4640). Esta tesis formó parte del proyecto "Definición de grupos funcionales vegetales para la restauración del bosque mesófilo de montaña en Chiapas"

Al Dr. Neptalí Ramírez Marcial por darme la oportunidad de realizar esta tesis bajo su dirección; por su valiosa amistad, ayuda y paciencia.

Al Dr. Jorge Alberto Pérez de la Rosa y al Dr. Aarón Rodríguez por sus valiosas aportaciones y su amistad.

Al M. C. José Luis Navarrete, a la M. C. Jaqueline Reynoso Dueñas y a Cecilia Télles, por su valiosa ayuda y comentarios hechos a este trabajo.

A mis maestros por su paciencia y dedicación; por enseñarme el arte del estudio de la biología.

Al todo el personal de ECOSUR y a los integrantes de la línea bosques liderada por el Dr. Mario González Espinosa por las facilidades dadas en la realización de esta tesis. Especialmente a Miguel Martínez Icó por su ayuda con la identificación del material botánico, a Pedro Girón Hernández y Emiliano López Sántiz por toda su ayuda en campo.

Al personal de LAIGE-ECOSUR, Emmanuel Valencia, Diego M. Díaz Bonifáz y principalmente a Adrián Sarabia Rangel por su disposición para elaborar el mapa de localización del área de estudio. Al personal del SIBE- Unidad San Cristóbal, Hermilo Cruz y Mario Hernández por su ayuda en la búsqueda y consulta del acervo bibliográfico y documental.

A toda la banda: Alinka Olea, David Ortiz, Guillermo Dávila, Francisco Pérez, Javier Martínez, Adriana Ríos, Jesús Luna, Mauricio Mantilla, Ernesto Borrayo, Diana Ponce, Nohemí Rodríguez, Blanca Nuño, Yadira García, Laura Martínez y Daniel Ortiz, por ser parte de mi familia, por abrirme las puertas de su casa, por su cariño, amistad y por caminar conmigo.

A Felipe Ruan Soto, por darme la oportunidad de compartir tu vida conmigo, por ser el mejor de los amigos, por todo el apoyo y amistad. "Lo prometido es deuda".

Especialmente, quiero agradecer a Winston Roldan por su amor y apoyo; a Magala Alcázar e Ivonne Salcedo, por ayudarme a no caer, por su amistad y por estar junto a mí en los momentos más difíciles de mi vida.

CONTENIDO

Contenido	Páginas
Resumen	1
Abstract	3
1. Introducción.	4
2. Antecedentes.	6
2.1 Denominaciones y equivalencias del bosque mesófilo de montaña.	6
2.2 Distribución y clima.	7
2.3 Importancia.	8
2.4 Principales disturbios en el bosque mesófilo de montaña.	9
2.4.1 Agricultura.	10
2.4.2 Ganadería.	11
2.4.3 Incendios forestales.	11
3. Restauración Ecológica.	13
4. Estructura y composición florística.	14
4.1 Algunos estudios de vegetación y florísticos realizados en México.	14
4.2 Algunos estudios florísticos en el bosque mesófilo de montaña.	15
4.3 Atributos cuantitativos de una comunidad vegetal.	16
4.4 Diversidad.	17
5. Objetivo.	20
5.1 Objetivo general.	20
5.2 Objetivos particulares.	20
6. Materiales y métodos.	21
6.1 Descripción del área de estudio.	21
6.2 Clima.	22
6.3 Hidrología.	22
6.4 Suelo.	22
6.5 Principales tipos de vegetación.	23
6.6 Muestreo de la vegetación.	25
6.6.1 Muestreo dentro de las parcelas en restauración.	25
6.6.2 Muestreo dentro de parcelas aledañas a las de restauración.	27
6.7. Determinación del material.	29
7. Análisis.	30
7.1 Métodos ecológicos para la estructura y composición de la vegetación.	31
7.2 Diversidad.	31
8. Resultados.	32
9. Discusión.	46
10. Conclusiones.	50
11. Literatura citada.	52
12. Apéndices.	63

RESUMEN

El presente estudio describe la estructura y composición de árboles y arbustos contenida de ocho parcelas bajo restauración forestal y de ocho sitios de Bosque Mesófilo de Montaña dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello. Para ello se registraron, midieron y determinaron en campo las especies encontradas con la finalidad de obtener los valores de importancia para cada una de ellas.

La riqueza de árboles y arbustos fluctuó entre 3 y 27 especies en las parcelas de restauración y de 9 a 41 en los sitios forestales circundantes, obteniendo los mayores valores de riqueza para la categoría de juveniles. En total se registraron 114 especies leñosas, pertenecientes a 86 géneros y 46 familias; las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae, Rubiaceae, Myrsinaceae, Lauraceae y Mimosaceae. Las especies características de los sitios de estudio fueron *Quercus sapotaefolia*, *Liquidambar styraciflua*, *Cornus disciflora*, *Rapanea myricoides*, *Styrax argenteus* var. *ramirezii*, *Podocarpus matudai* y *Pinus oocarpa*.

Las especies de árboles con el mayor valor de importancia fueron *Pinus maximinoi* y *P. oocarpa*, tanto para las parcelas de restauración como en el entorno. La categoría con mayor número de especies fue la de juveniles para ambos casos. El dosel estuvo dominado en su mayoría por individuos del género *Pinus* y *Quercus*, donde los intervalos de valores de área basal oscilaron entre 37.6 y 17.9 m²/ha en las parcelas bajo restauración y entre 22.2 y 11.9 m²/ha, en las parcelas circundantes (para ambos géneros respectivamente).

La diversidad de la flora leñosa entre parcelas y sitios de bosque se evaluó por medio de los índices de Shannon-Wiener (H'), alfa (α) Fisher y Simpson (D). También se construyeron dendrogramas por medio de distancias euclidianas y el método de la media aritmética no ponderada (UPGMA) para observar gráficamente la similitud entre parcelas. Los resultados obtenidos nos permiten inferir que las parcelas bajo restauración se encuentran en una evidente etapa de desarrollo sucesional incipiente, principalmente caracterizado por el gran número de individuos juveniles, así como el historial de disturbio dentro del Parque.

Aproximadamente 57% de las especies registradas en los sitios no se encuentran aún presentes en las parcelas de restauración por lo que hay necesidad de ayudar a través de la reintroducción de propágulos o bien de plántulas mediante estrategias de enriquecimiento, de tal suerte que se asegure la restitución de la estructura y composición que una vez caracterizó la vegetación en el Parque.

ABSTRACT

The structure and floristic composition of trees and shrubs present in eight restoration plots and eight montane rain forest fragments were evaluated at Lagunas de Montebello National Park, Chiapas, México. Species richness, abundance and diameter size class were obtained in order to get the relative importance values for each species within seedling, juveniles and adults size classes.

Tree and shrub species richness ranged from 3 to 27 species in restoration plots, meanwhile, species richness inside forested fragments ranged from 9 to 41 species where juveniles accounting for the higher species richness. A total of 46 families, 86 genera and 114 woody species were found. The families with the most species were Asteraceae, Rubiaceae, Myrsinaceae, Lauraceae and Mimosaceae. Common species within study sites were *Quercus sapotaeifolia*, *Liquidambar styraciflua*, *Cornus disciflora*, *Rapanea myricoides*, *Styrax argenteus* var. *ramirezii*, *Podocarpus matudai*, and *Pinus oocarpa*, which also were dominants. *Pinus maximinoi* and *P. oocarpa* had the higher relative importance values in both, restoration plots and neighboring sites. Canopy layer was mainly dominated by *Pinus* and *Quercus* spp. Mean basal stem area for these genera were respectively 37.6 and 17.9 m²/ha in restored plots, and 22.2 and 11.9 m²/ha under forested neighbouring fragments.

Shannon-Wiener (H'), alpha (α) and Fisher and Simpson (D) diversity indexes were used to compare woody species diversity between restoration plots and fragments. Additionally, Euclidian distances and the Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA method) were used to construct dendogramas to which shown the possible similarities between them.

Results allowed us to infer that restored plots are in an initial secondary succession stage, mainly characterized by high number of juvenile individuals as well as for the history of disturbance into the Park. Approximately 57% of registered species in the forested fragments were not observed in the restored plots yet. Finally, it is suggested that reintroduction of seeds or seedlings through enrichment planting strategies is urgently needed in order to ensure the recovery floristic composition and forest structure which characterized the past vegetation in Montebello National Park.

1. INTRODUCCIÓN

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es un ecosistema de distribución restringida y limitada a condiciones ecológicas específicas, cuya extensión hacia el último cuarto del siglo XX ocupaba aproximadamente el 1% del territorio mexicano (Rzedowski, 1978). Actualmente esta cifra se ha reducido de forma significativa a causa del disturbio antrópico al que ha estado sometido en las últimas décadas (Ortega y Castillo, 1996; Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000; Ramírez-Marcial, 2001, 2003; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001).

Existen varias entidades del país con pequeñas extensiones de BMM que cuentan con algún tipo de protección, como es el caso de la reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y la Sierra de Quila en Jalisco (Santiago-Pérez, 1992; Vázquez-G., 1995, 2000; Vázquez-G. y Givnish, 1998; Vázquez-G. *et al.*, 1995; Alcérreca-Aguirre *et al.*, 1998) la Sierra de Álvarez en San Luis Potosí (Sánchez, 1987), el Parque Nacional Tancítaro y el cerro Garnica en Michoacán (Luna-Vega *et al.*, 1989; Challenger, 1998), el parque ecológico Omiltemi en Guerrero (Meave *et al.*, 1992), la reserva de la Biosfera los Chimalapas en Oaxaca (Wendt, 1989), la Reserva de la Biosfera El Cielo en Tamaulipas (Puig y Bracho, 1987) y la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas (Long y Heath, 1991).

Se ha mencionado que Chiapas cuenta con una de las mayores extensiones de BMM del país y que a excepción de la Reserva de la Biosfera El Triunfo (extensión superior a los 110,000 ha), el resto de las áreas de distribución son de extensiones pequeñas (< 1000 ha) y casi todas ellas no tienen alguna categoría de protección por ejemplo el Parque Nacional Lagunas de Montebello y Cerro Huitepec (Ramírez-Marcial, 2001). Por lo anterior, los estudios de composición y estructura florística son de relevancia primordial para comprender la dinámica ecológica de este tipo de vegetación, para lograr un uso adecuado de este ecosistema y crear planes de manejo apropiados.

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación relacionadas con la estructura y funcionamiento de cualquier ecosistema forestal, por lo cual, el estudio espacial de las comunidades vegetales es una actividad

fundamental que tiene por objeto analizar y describir las tendencias, variaciones y/o cambios en la estructura y composición en el patrón de las comunidades vegetales. Por lo tanto, los estudios de estructura sirven para la planificación de actividades sobre uso del suelo, ordenación territorial, restauración ecológica y un manejo adecuado de los bosques (Rzedowski, 1978, 1991; Matteucci y Colma, 1982). El objetivo principal de estos estudios es mostrar la distribución de las diversas especies y su presencia en determinados ecosistemas, así como definir la distribución de estructuras diamétricas de los bosques y cuales son los principales tipos biológicos, su importancia relativa, su posición en el ecosistema y su relación con la dinámica de regeneración (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974; Matteucci y Colma, 1982).

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) es una reserva ecológica única por sus características como refugio y riqueza de elementos de flora y fauna, además de fungir como un importante regulador bioclimático de la región, debido principalmente a su composición florística y a sus vastas áreas lacustres.

Sin embargo, en la actualidad el PNLM ha sufrido una serie de acciones y presiones que se han reflejado en el deterioro de sus principales componentes florísticos, provocados por diversas actividades de origen humano como incendios, tala y ganadería (Melo y Cervantes, 1986; Zarco-Mendoza, 2000; Golicher y Ramírez-Marcial, 2003). El deterioro ecológico del Parque y de su belleza escénica ha sido especialmente severo en los últimos 7 años; en concreto, durante el año de 1998 se vio afectado por incendios en más del 50% de su área.

Ante esta pérdida de diversidad y cobertura vegetal, en el año 2003 investigadores de el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), iniciaron un proyecto de restauración forestal consistente en la reintroducción de plantas de 16 especies arbóreas nativas del BMM. La intención fue recuperar la composición y riqueza florística de algunas áreas (Ramírez-Marcial *et al.*, 2005). Para tal fin, se establecieron ocho parcelas experimentales en la parte norte dentro del Parque (Ortiz-Aguilar, com. pers.). La presente tesis, que forma parte de este proyecto se concentró en evaluar la composición y estructura de árboles y arbustos presentes en las ocho parcelas de restauración y en áreas circundantes. Los resultados serán el punto de referencia inicial con el cual se evaluarán los cambios de la vegetación durante el proceso de restauración.

2. ANTECEDENTES

2.1. Denominaciones y equivalencias del Bosque Mesófilo de Montaña

El término Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) lo designo por primera vez Miranda (1947:99, citado en Redzowski, 1978) para describir a un número de comunidades vegetales que varían en composición y estructura, que incluye desde bosques de talla baja a alta, tanto caducifolios como perennifolios; constituyendo así un tipo de vegetación muy heterogéneo. Fue Rzedowski (1978) quien lo adoptó y lo popularizó, dando una denominación más amplia e incluyó parcialmente al bosque caducifolio, y a la selva baja perennifolia o selva mediana perennifolia, según la clasificación de Miranda y Hernández-X. (1963).

El termino BMM utilizado sólo en México, tiene como equivalente mundial al término *tropical montane cloud forest* (Hamilton *et al.*, 1995; Webster, 1995; Brown y Kappelle, 2001; Bubb, 2004), pero difiere del BMM principalmente en que el primero incluye elementos de menor talla y la presencia permanente de neblina (Challenger, 1998). Otros nombres considerados equivalentes son: selva mediana perennifolia (Miranda, 1952) quien describió a una comunidad del estado de Chiapas. Stadtmüller (1986) utilizó el término bosques nublados en el trópico húmedo para describir a comunidades vegetales entre los 1200 y 3000 m de altitud en las cuales existe alta humedad atmosférica. Breedlove (1973, 1981) dividió al BMM en distintas categorías de acuerdo con la duración de la temporada seca. Con este criterio definió como formaciones primarias al Bosque lluvioso de montaña, Bosque perennifolio de neblina y Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar. En esta clasificación se tomó en cuenta la estacionalidad (duración de 1-5 meses de sequía al año) y la variación en altitud entre 1000 a 3000 m.

Actualmente, se considera que el BMM está conformado por comunidades y asociaciones vegetales con distinta fisonomía, fenología y composición florística debido a la confluencia de elementos con afinidad neotropical y holártica. Por consiguiente, estas asociaciones vegetales son difíciles de definir con una caracterización específica, por sus requerimientos precisos y únicos de humedad, topografía y temperatura (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1989, 2001; Meave *et al.*, 1992; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Acosta-Castellanos, 1997, 2004; Ramírez-Marcial, 2001). Pese a dicha dificultad, todos

los autores coinciden en señalar que el BMM representa una alta riqueza y diversidad biológica. Dicha comunidad vegetal está formada por varios estratos arbóreos, uno o varios estratos arbustivos y un estrato herbáceo reducido en cuanto a número y cantidad de especies; además existen epifitas, trepadoras y leñosas (Rzedowski, 1978, 1991, 1991a, 1996). Según Rzedowski (1991) esta vegetación tiene un alto nivel de diversidad con alrededor de 2500 especies de plantas vasculares que corresponde al 10% de la riqueza florística del país. Este tipo de vegetación contiene cerca de un 30% de endemismos, por lo que se le considera el ecosistema forestal de mayor diversidad por unidad de superficie en el territorio nacional (Rzedowski, 1991a).

2.2. Distribución y clima

El BMM se localiza en áreas montañosas, cañadas o laderas protegidas de alta insolación y de los fuertes vientos, próximo a ríos, lagos o lagunas. Se sitúa preferentemente entre los 600 y 3200 m de altitud (Rzedowski, 1978; Luna-Vega *et al.*, 2001), siendo mas frecuente entre los 1100 y 2000 m (Miranda y Sharp, 1950; Luna-Vega *et al.*, 2001). Los periodos de sequía son entre 0 y 4 meses, principalmente de diciembre a mayo (Rzedowski, 1978; Luna-Vega *et al.*, 2001). Los tipos climáticos que caracterizan a este bosque son diversos, entre los mas importantes se encuentran: Cf, Cw, Am, Am y Aw (García, 1987) que corresponden a los más cálidos entre los templados (Luna-Vega *et al.*, 1988, 2001). La temperatura media anual fluctúa entre los 12-23 °C (Rzedowski, 1978; Luna-Vega *et al.*, 1988, 2001). De presentarse, las heladas son poco frecuentes y de baja intensidad. Asimismo, la humedad relativa es alta, presentándose niebla en algunos meses, misma que también es llamada precipitación horizontal (Luna-Vega *et al.*, 1988). Respecto al régimen de precipitación, se observan abundantes lluvias, principalmente en verano, las cuales oscilan entre los 1000-2000 mm anuales (Rzedowski, 1978; Alcántara-Ayala y Luna-Vega, 1997; Luna-Vega *et al.*, 2001), pero el promedio está alrededor de los 2000 mm (Challenger, 1998; Luna-Vega *et al.*, 2001). Los suelos son ácidos, someros o profundos, amarillos, rojos o negros (Rzedowski, 1978) con abundante materia orgánica que se acumula en el horizonte superior, formando una capa gruesa que evita el drenaje; por lo general son poco fértiles y propensos a la erosión (Challenger, 1998; Luna-Vega *et al.*, 2001).

En los últimos años la superficie que ocupada el BMM a disminuido, ya que para 1978 se registraron 17,400 km² (Flores *et al.*, 1971 citado en Rzedowski, 1978) aproximadamente

el 1% del territorio nacional y en 1991 se registraron 1,424 hectáreas, las cuales representan el 0.07% de la superficie total (Ortega y Castillo, 1996). Dicho de otra manera, en 20 años se redujo en aproximadamente una décima parte (8.3%).

El BMM se distribuye de forma limitada y fragmentada a lo largo de los sistemas montañosos, presentándose como una serie de islas. Se localiza con más continuidad sobre la vertiente del Golfo, en laderas más expuestas al viento (barlovento) a lo largo de una franja que va desde Tamaulipas hasta el centro y norte de Veracruz (Luna-Vega *et al.*, 1988). Con más discontinuidad se encuentra en la Sierra Madre Occidental (Jardel *et al.*, 1993) desde Sonora hasta Jalisco (Sonora, Sinaloa, Nayarit, Durango y Jalisco), aunque otros autores señalan que esta franja pasa por Michoacán (Rzedowski, 1978; Rzedowski y McVaugh 1966). De la misma manera, el BMM está presente en el sistema montañoso de Oaxaca (Oaxaca, Puebla y Veracruz), en el Eje Volcánico Transversal (Veracruz, México, Distrito Federal, Jalisco, Colima, Michoacán, Morelos y Tlaxcala), en la Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca) y en Chiapas (Rzedowski, 1978; 1996; Long y Heath, 1991). En conclusión, el BMM está presente prácticamente en todo el país con excepción de Chihuahua, Coahuila, Aguascalientes, Zacatecas, Guanajuato, la Península de Yucatán y la Península de Baja California.

En Chiapas, el BMM se distribuye a lo largo de la Sierra Madre, en la Altiplanicie Central y Montañas del Norte. Aunque no existe una estimación precisa de la superficie de este bosque en el estado, se ha documentado que posee una de las mayores superficies en el país, encontrándose en manchones de tamaño y estado de conservación variable (Ramírez-Marcial, 2001). Sin embargo, esta superficie se ha visto drásticamente reducida por actividades como la agricultura, la extracción de madera y leña, los incendios provocados y la ganadería extensiva (Bubb, 1991; Ramírez-Marcial, 2001; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001, 2003, 2005).

2.3. Importancia

El estudio sobre los efectos de las actividades humanas sobre la integridad ecológica del BMM había sido ignorado hasta finales de 1970, cuando se dieron a conocer los primeros informes de su estado de degradación (Zuill y Lathrop, 1975; Rzedowski, 1978). Antes de esa fecha, la mayoría de los trabajos realizados eran descriptivos y taxonómicos. La importancia del BMM radica en su extensión limitada y

fragmentada, y no obstante, por mantener la mayor diversidad de plantas por unidad de área (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998). Así como poseer varios géneros cuyas especies se consideran en peligro de extinción y endémicas, algunas consideradas relictuales, como *Podocarpus*, *Acer* y *Magnolia*. El BMM tiene afinidades con distintas floras como son la holártica, pantropical, neotropical, meridional (andinos y amazónicos) de Asia y África (Carlson, 1954; Rzedowski, 1991, 1996; Vázquez-G, 1995; Luna-Vega *et al.*, 1994, Acosta-Castellanos, 1997, 2004; Ramírez-Marcial, 2001).

Otro punto de importancia es que el BMM es uno de los principales ecosistemas captadores de agua de forma vertical (precipitación) y horizontal (niebla), ya que los árboles que se desarrollan en este bosque tienen la capacidad de filtrar el agua al suelo para abastecer mantos acuíferos. También se encargan de conservar los suelos y de enriquecerlos de materia orgánica a través del aporte de hojarasca.

El BMM ha sido uno de los ecosistemas más seriamente afectados por la agricultura de subsistencia (Challenger, 1998) ya que posee clima, suelo y humedad favorables para la agricultura de temporal y café, sus árboles también son utilizados para la extracción de madera, leña, carbón y medicamentos, entre otros (Saldaña-Acosta y Jardel, 1991; Hamilton *et al.*, 1995; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001, 2003, 2005).

2.4 Principales disturbios en el Bosque Mesófilo de Montaña

La deforestación es el cambio de uso de suelo de una superficie arbolada por una área agropecuaria o de otro tipo (Ochoa-Gaona, 2000), pero no es lo mismo que la degradación forestal, que consiste en una reducción de la calidad (por ej., presencia de especies nativas vs. introducidas). Ambos procesos están vinculados y producen diversos efectos sobre la estructura y función de cualquier sistema forestal. Durante los últimos 30 años la deforestación ha afectado a más de medio millón de hectáreas de bosques y selvas en Chiapas que han sido transformadas para satisfacer necesidades de subsistencia mediante diversas actividades productivas. Este aprovechamiento ha sido intensivo, continuo y sin un plan de manejo adecuado. Lo anterior ha traído como consecuencia la degradación del suelo, la fragmentación, cambios en el clima y en los ciclos hidrológicos a nivel local y pérdida de biodiversidad.

Por otro lado, se sabe que el disturbio debido a causas naturales o humanas ha transformado la mayoría de los ecosistemas en México y el BMM no es la excepción por ser un ecosistema frágil. El BMM tiene poca tolerancia al disturbio ya que los requerimientos climáticos son muy específicos. Por lo tanto, las actividades antrópicas como la agricultura, la ganadería, la extracción de leña, la expansión de los asentamientos humanos y la deforestación, dañan grandes extensiones de bosque, causando un empobrecimiento florístico y en algunos casos, la pérdida total de la cubierta forestal así como el deterioro del suelo, lo que dificulta la regeneración natural de la vegetación original (González-Espinosa *et al.*, 1991, 1997; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001, 2003, 2005; Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000). Algunos de los factores principales causantes de la deforestación que se pueden señalar son:

2.4.1. Agricultura

Muchas áreas de BMM son utilizadas después del desmonte para la agricultura del maíz. A pesar de que los rendimientos de este tipo de cultivo son muy deficientes en este ecosistema debido a que la fertilidad del suelo se pierde después de 1 ó 2 años de labranza, este cultivo sigue siendo el medio de subsistencia de muchas poblaciones rurales asentadas en las inmediaciones del BMM mediante métodos tradicionales de cultivo (roza-tumba y roza-tumba-quema; González-Espinosa *et al.*, 1991, 1997; Parra-Vázquez y Díaz-Hernández, 1997). La condición de las parcelas bajo el sistema r-t-q que considera períodos largos de descanso entre cada cosecha, permite la regeneración parcial del sotobosque. La escasez de tierras de cultivo ha ido en aumento durante los últimos años reduciendo cada vez más el período de descanso, lo cual trae como consecuencia el desmonte de nuevas áreas (Parra-Vázquez, 1989; Pool Novelo, 1997; Ramírez-Marcial *et al.*, 1998).

Otro disturbio importante dentro del bosque mesófilo es el cultivo de café (*Coffea arabica*) que se introdujo a México durante el siglo XVIII desde Cuba, pero su cultivo a gran escala se dio hasta el siglo XIX. En la actualidad, este cultivo se lleva a cabo de dos formas, bajo sol y bajo sombra. En la década de 1980, se comenzó a plantarlo bajo sol, para establecer este cultivo se tienen que talar grandes extensiones de bosque (Challenger, 1998) lo que implica la eliminación total de la vegetación original, que tiene como consecuencia una alta erosión, un deficiente intercambio y filtración de nutrientes en el suelo y cambios en los ciclos hidrológicos locales. Para establecer este cultivo bajo

sombra se utilizan distintos métodos en los cuales se emplean diferentes árboles (policultivo) para dar sombra a los cafetales o se tala solo el sotobosque y se deja intacto el dosel (Jiménez-Ávila, *et al.*, 1979., Jiménez-Ávila, 1982). Al parecer al plantar café bajo sombra se produce una menor repercusión al bosque, ya que no se elimina toda la vegetación o se utiliza una tala selectiva dejando a los árboles originales, pero es un hecho que se ocasiona un empobrecimiento florístico (Ramos *et al.*, 1982, Challenger, 1988; López-Gómez, 2004).

2.4.2. Ganadería

En el área de distribución del BMM también se da la ganadería bovina, aunque a menor escala comparado con otras áreas en tierras bajas debido a su difícil topografía o a que sus terrenos más inaccesibles. De tal forma, que las densidades de ganado suele ser bajas y estos animales se dedican a ramonear el sotobosque (Ramírez-Marcial, 2003). En ocasiones se talan pequeñas áreas de bosque para introducir ganado, el ramoneo ocasiona la compactación del suelo incrementando así el escurrimiento superficial y la erosión., de esta manera se evita la regeneración de la vegetación (Villafuerte *et al.*, 1997).

2.4.3. Incendios forestales

Los incendios accidentales y provocados, aunados a condiciones únicas y fuera de lo normal, como la sequía extrema que sucedió en 1998 causada por los efectos del fenómeno climático del Niño (El Niño-Southern Oscillation) provocó que extensas áreas fueran devastadas por incendios de grandes magnitudes en muchas partes del mundo. En México, se ocasionaron alrededor de 14,455 incendios, los cuales dañaron a más de 849,000 ha en todo el país, afectando alrededor del 47% de las zonas forestales de Chiapas con 405 incendios en 198,810 ha (Román-Cuesta *et al.*, 2004). Las consecuencias inmediatas de estos siniestros se evidenciaron en un cambio acelerado de uso del suelo por parte de algunos pobladores que aprovecharon la ocasión para invadir áreas y extender sus cultivos, zonas de ganadería y vivienda.

También existe evidencia que en Chiapas, la ocurrencia de los incendios forestales tiende a favorecer la invasión de algunas especies pioneras como *Pinus* en detrimento de muchas otras especies de latifoliadas que son intolerantes a este tipo de disturbio (González-Espinosa *et al.*, 1995, 1997; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001; Galindo-Jaimes *et*

al., 2002; Román-Cuesta *et al.*, 2004). Como resultado de lo anterior, se ha dado una modificación en la fisonomía del dosel y sotobosque. Por ejemplo, la presencia de regeneración abundante de árboles de especies latifoliadas disminuye notablemente en favor de una mayor abundancia de plántulas de pinos y encinos (en su mayoría rebrotados), lo cual es el resultado de los cambios microclimáticos dentro del bosque, al hacerse más cálido y menos húmedo (Quintana-Ascencio *et al.*, 1992; 2004; Ramírez-Marcial, 2003). A éste proceso de sustitución en la dominancia de especies latifoliadas por pinos se le ha denominado localmente "pinarización" (González-Espinosa *et al.*, 2005).

Ante esta acelerada pérdida de recursos forestales y otros inherentes al bosque, la reforestación ha sido utilizada como una alternativa para revertir la pérdida de la cubierta forestal, plantando o introduciendo especies exóticas o de rápido crecimiento, como *Cupressus*, *Casuarina* y *Eucalyptus* (Álvarez-Aquino *et al.*, 2004); sin embargo, las técnicas y las especies utilizadas no han dado los resultados esperados porque en ocasiones se presenta una alta mortalidad en las plantas al llevarlas a campo.

3. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

En los últimos años ha crecido el interés por parte de los científicos y diversos sectores de la población para desarrollar prácticas de conservación y recuperación de los recursos forestales, como una respuesta ante los efectos de la deforestación. Buscando alternativas distintas a la reforestación monoespecífica, se ha propuesto que la restauración ecológica puede ser el camino más apropiado. En términos muy generales, la restauración ecológica como proceso, intenta a partir de un área degradada devolverle la estructura, composición y funcionalidad que dicho sistema tenía antes de que ocurriera la degradación (SER, 2002). Para el caso específico del bosque mesófilo en Chiapas, esta práctica se ha llevado a través de la reintroducción de especies arbóreas nativas en diferentes localidades con distinto grado de deterioro (por ej., Camacho-Cruz *et al.*, 2000; Camacho-Cruz y González-Espinosa, 2002; Ramírez-Marcial, 2003; Ramírez-Marcial *et al.*, 2003, 2005; Quintana-Ascencio *et al.*, 2004).

Aproximadamente desde hace una década en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en San Cristóbal de Las Casas, se han conducido una serie de experimentos de campo y vivero con el fin de conocer cuales son las especies nativas que darían mejor rendimiento al introducirlas en campo con la finalidad de restaurar zonas degradadas y obtener los mejores resultados en cuanto a establecimiento, supervivencia y crecimiento de las plantas, ya que de esto depende parte del éxito de las practicas de restauración. Uno de los factores que se ha descrito como crítico para el buen desempeño de las especies introducidas es el estado inicial de la vegetación en los terrenos bajo plantación (Ramírez-Marcial *et al.*, 2005) motivo por el cual esta tesis se orientó en la descripción de la composición y estructura de la vegetación presente en parcelas bajo restauración dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello, sitio donde ya se habían plantado alrededor de 3200 individuos pero que aun no se había evaluado el estado inicial de la vegetación.

4. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Los estudios botánicos en México han tenido un gran avance en temas taxonómicos, florísticos, silvícolas y fitogeográficos. En los dos primeros casos se proporcionan listados de las especies encontradas y también datos de fenología, abundancia, dominancia, distribución, estructura y en algunas ocasiones descripciones y claves taxonómicas. El estudio de la vegetación tiene por objeto describir los patrones espaciales y temporales de las especies dentro de una comunidad vegetal. Además de analizar tendencias, relaciona la similitud y clases de variación de las especies y los individuos dentro de una comunidad vegetal (Müeller-Dombois y Elleberg 1979; Barbour *et al.*, 1999). Este tipo de estudios, pretende explicar y establecer relaciones entre los patrones de ordenamiento de la vegetación y su relación con los factores ambientales; independientemente del valor intrínseco que tiene la vegetación como componente estructural del ecosistema (Matteucci y Colma, 1982; Ramírez-Marcial, com. pers.).

Por ello, los estudios de composición y estructura son fundamentales para el manejo de recursos forestales al generar información básica, que sirve para elaborar mejores estrategias de conservación a partir de especies clave o especies nativas; de la misma manera que los datos obtenidos nos sirven para crear prácticas de restauración ecológica a partir de la flora conocida de una zona con vegetación original (González-Espinosa *et al.*, 1995; Ramírez-Marcial *et al.*, 2005).

4.1 Algunos estudios florísticos y ecológicos realizados en México

En la República Mexicana hay varios trabajos sobre los tipos de vegetación, que varían en nomenclatura según el criterio de cada autor. Algunos de los más importantes son el de Flores (1971) que presentó nueve tipos de vegetación correspondiente a vegetación primaria, con base en criterios de su fisonomía, dominancia, caducidad de las hojas y formas de vida (Rzedowski 1978). Otro estudio clásico es el de Miranda y Hernández-X (1963), quienes se basaron en la fisonomía y definieron 32 tipos de asociaciones vegetales. En 1978 Rzedowski publicó el libro *Vegetación de México* donde recopiló información sobre la vegetación de México y reconoció 10 tipos o asociaciones principales. Este autor aportó datos referentes al clima, a la estructura, composición y distribución de cada tipo de vegetación reconocido. No obstante, al considerar el conocimiento actual que se tiene sobre la riqueza florística de México, es evidente que

dicha clasificación es limitada para aplicarse a escalas locales. El sistema de clasificación de Rzedowski es muy útil a nivel nacional, pero a nivel regional pierde relevancia, por lo que deja de ser útil en estudios de flora local. Sosa y Dávila (1994), señalan que existen 16 floras regionales en desarrollo, las que abarcan 70% del territorio nacional. Más recientemente, González Medrano (2003, 2004) ha propuesto un nuevo sistema de clasificación de la vegetación del país a partir de la unificación, jerarquización y consistencia entre los sistemas existentes para evitar las generalizaciones subjetivas que con frecuencia se tienen que hacer. Sin embargo, esta propuesta pone mayor énfasis en los ecosistemas del centro y norte del país.

4. 2. Algunos estudios florísticos en el Bosque Mesófilo de Montaña en México

Entre los estudios florísticos en el BMM más sobresalientes se encuentran los de Carlson (1954), Rzedowski (1970, 1978, 1991, 1996), Zuill y Lathrop (1975), Breedlove (1981), Lorenzo *et al.* (1983), Luna-Vega *et al.* (1988, 1989, 1994, 1997, 2001), Santiago y Jardel (1990, 1991, 1993), Meave *et al.* (1992, 1996, 2004), Jiménez *et al.* (1993), Islebe y Cleef (1994), Cano-Santana y Meave (1996), Alcántara-Ayala *et al.* (1997), Vázquez *et al.* (1999), Catalán-Heverástico *et al.* (2003), entre otros.

Por otro lado, existen trabajos de revisión como el de Challenger (1998), donde se hace una recopilación de los estudios hechos por otros sobre aspectos de distribución, biogeografía, estructura, fenología, clima, suelos y conservación de los ecosistemas forestales de México, incluido el BMM. Otros trabajos escritos en español que aportan una gran cantidad de información sobre los bosques nublados del neotrópico son los de Kappelle y Brown (2001) y Guariguata y Kattan (2002).

Específicamente para Chiapas, a pesar de ser un estado relativamente bien estudiado desde el punto de vista florístico, el número de estudios realizados en el BMM no son tantos. Entre los más destacados están los de Miranda (1952), Carlson (1954), Zuill y Lathrop (1975), Long y Heath (1991), Williams-Linera (1991), Palacios-Chávez y Rzedowski (1993), Ramírez-Marcial *et al.* (1998, 2005) y Pérez-Farrera (2004).

4.3. Atributos cuantitativos de las comunidades vegetales

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo, tanto por su importancia como componente fundamental del ecosistema, así como por ser un recurso del cual dependen muchas de las actividades humanas. Dansereau (1957) definió a la estructura de la vegetación como la organización en el espacio de los individuos que componen un tipo de vegetación o asociación vegetal y considera como elementos importantes a la forma de vida, la cobertura y la estratificación. En 1975, Whittaker señaló que los atributos más importantes para el análisis estructural de la vegetación o comunidad vegetal, son los patrones de diversidad de especies, la importancia y la contribución de las especies dentro de la comunidad. Por su parte, Müeller-Dombois y Ellenberg (1974) definieron una manera jerárquica de integrar todos los atributos de la vegetación, agrupando desde lo más sencillo a lo complejo, formando dos grandes conjuntos de atributos: los analíticos y los sintéticos. Los primeros son aquellos que podemos medir y a su vez se dividen en cualitativos (fisonomía, fenología, abundancia, dispersión y formas de vida) y cuantitativos (densidad, frecuencia, abundancia, diversidad y estratificación). Los segundos son los datos que se desprenden de los atributos analíticos y como ejemplo tenemos la presencia o ausencia de una especie. Generalmente las especies tienen distintos patrones de asociación y distribución por lo que un índice de importancia relativa puede ser útil ya que la frecuencia, la densidad y la abundancia son atributos ecológicos significativos (Krebs, 1978; Matteucci y Colma, 1982; Barbour *et al.* 1997).

De acuerdo con lo anterior, resulta evidente que la mejor forma de analizar la vegetación y su estructura es midiendo sus diferentes atributos; esto nos da una mejor estimación y nos acerca más al entendimiento de la manera en cómo funciona el ecosistema. Por consiguiente, para este estudio se tomó en cuenta lo sugerido por Müeller-Dombois y Ellenberg (1974), tomando los tres principales atributos que son la frecuencia, abundancia y dominancia, con la finalidad de calcular un índice de valor de importancia de cada especie. Dichos atributos se definen como:

La frecuencia es igual al número de veces que una especie determinada está presente en las unidades de muestreo empleadas.

La abundancia es el total de individuos de una especie determinada registrados en la muestra.

La dominancia es la suma de la contribución del área basal de una especie determinada dentro de la unidad de muestreo. El área basal (AB) se obtiene con la siguiente operación: $AB = 3.1416 (d/2)^2$, donde d= diámetro a la altura del pecho (130 cm).

El área basal relativa de las especies tiene un mayor significado ecológico por ser un estimador de dominancia, mientras que las especies con mayor abundancia generalmente tienen poca dominancia. Estos dos atributos reflejan satisfactoriamente el éxito ecológico de las especies y juntas determinan de una u otra manera las condiciones microclimáticas que se generan al interior del bosque y que por tanto, condicionan el establecimiento de otras especies asociadas a ellas (Matteucci y Colma, 1982).

4.4. Diversidad

Las comunidades son un conjunto compuesto por poblaciones de especies relacionadas entre sí que comparten un espacio y recursos, modificándose constantemente. Estas comunidades son complejas y sus procesos de adaptación, selección y evolución, son resultado de las interacciones con cada uno de sus componentes y uno de los componentes de las comunidades es la diversidad de especies (Krebs, 1985).

La diversidad en su sentido amplio se define utilizando dos parámetros, que son el número de especies (riqueza) y la cantidad de individuos de cada especie (abundancia) en un área determinada (Ricklefs y Schluter, 1993). Para facilitar su estudio e interpretación, la diversidad ha sido clasificada en tres niveles basándose en su alcance geográfico. La diversidad total de un área es llamada diversidad gamma, que a su vez esta compuesta por la diversidad local (alfa) y la diversidad beta que considera el recambio de especies entre distintas áreas (Whittaker, 1972; Magurran, 1988). Las medidas de diversidad surgieron como una herramienta para el estudio de las comunidades ecológicas y se representan con expresiones matemáticas con el fin de descubrir diferencias y similitudes dentro de ellas (Krebs, 1985; Bravo-Núñez, 1991).

Aunque la diversidad puede ser medida a través del número de especies registradas (riqueza de especies) y describiendo su abundancia relativa o con la combinación de ambos factores; no son los únicos atributos que se pueden medir, pero sin lugar a duda son unos de los más populares y utilizados por los ecólogos (Magurran, 1988). Por lo tanto la medida de la diversidad alfa es una de las más empleadas con el fin de comparar la diversidad de dos o más áreas geográficas y para poder evaluar los efectos del disturbio. Para medir la diversidad alfa se utilizan distintos métodos llamados índices, dentro de estos, los más comúnmente utilizados son el de Shannon-Wiener, el Alpha de Fisher y el de Simpson.

El Índice de Shannon-Wiener (H'), se utiliza debido a su fácil interpretación y a que su modelo es bastante robusto, cuya fórmula es:

$$\text{Índice de Shannon-Wiener} = (H') = -\sum p_i \log p_i$$

donde: p_i = probabilidad de importancia de cada especie.

Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). Sin embargo, en numerosas comunidades consideradas muy "diversas", el valor de H' pocas veces es mayor a 6 (Magurran, 1988). Este índice no es afectado severamente por las especies raras, ya que no solo depende del número de especies, si no también de la frecuencia.

El índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie, y está fuertemente influido por las especies dominantes (Magurran, 1988).

$$\text{Índice de Simpson} = (D) = \sum (n / N)^2 \quad \text{ó} \quad \frac{\sum (n(n-1))}{(N(N-1))}$$

donde: n = número total de organismos (abundancia) de una especie en particular y N = Número total de organismos de todas las especies.

El Índice de Alpha de Fisher (α): Si $S = \alpha \text{Log}_e(1 + N/\alpha)$; por tanto: $\alpha = \frac{\text{Log}_e(1 + N/\alpha)}{S}$

donde: S = número de especies (riqueza) de la muestra, N = número de individuos en la muestra, α = índice de diversidad. Este índice describe la relación entre el número de especies y el número de individuos de esas especies en la muestra; aparte de que no depende del tamaño de la muestra. Lo anterior nos permite realizar comparaciones entre distintos tamaños de bosques (Magurran, 1988, Krebs, 1998, Catalán *et al.*, 2003).

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

.- Describir la composición florística y estructura de la vegetación en parcelas experimentales con fines de restauración ecológica en el Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM).

5.2. Objetivos particulares

.- Determinar la estructura y composición florística de ocho parcelas experimentales con distinto grado de disturbio dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM).

.- Comparar la estructura y composición de leñosas de ocho parcelas experimentales y ocho sitios de Bosque Mesófilo de Montaña dentro del PNLM.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1. Descripción del área de estudio

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM), se encuentra ubicado dentro del área de transición entre la Altiplanicie de Chiapas (Altos de Chiapas) y las Montañas de Oriente (Vargas Márquez, 1997; Anónimo, 2000). Constituye una de los más grandes atractivos turísticos naturales nacionales, debido a que conforman la zona lacustre más bella de México. Su importancia radica en la cantidad (alrededor de 60 cuerpos de agua), en la extensión, forma y tonalidad de los lagos que van del azul pálido, el esmeralda, hasta el turquesa; así como de las asociaciones vegetales circundantes como son el Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar y relictos de BMM, junto con áreas de transición con la selva mediana subperennifolia (Vargas Márquez, 1997; Zarco-Mendoza, 2000).

El 26 de noviembre de 1959, fueron decretadas por el presidente Adolfo López Mateos 6,022 hectáreas y la administración fue concedida a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), constituyendo así el primer Parque Nacional de Chiapas (Vargas Márquez, 1997). Desde entonces, el PNLM quedó definido en un polígono irregular con límites sur-sureste de Chiapas y noroeste de Guatemala, dentro de los municipios de La Independencia y La Trinitaria. Su ubicación geográfica precisa es entre las coordenadas 16°04'40" y 16°10'20" Norte y 91°37'40" y 91°47'40" Oeste, que incluye un intervalo de altitud entre 1380-1740 m (Vargas Márquez, 1997) (Fig. 1).

El problema principal que el PNLM ha tenido desde su decreto ha sido la presencia de los dueños de terrenos afectados por la creación del Parque sin su respectiva indemnización, generando un descontento social y la falta de respeto a los lineamientos que rigen al área protegida. Las múltiples administraciones del PNLM no han tenido el control de alrededor de la mitad oriental, que fue declarada Parque Natural Ejidal por los habitantes de Tziscoa, dentro de sus terrenos ejidales. Asimismo, desde mediados de la década de los ochenta, se establecieron dentro de los límites del Parque al menos tres campamentos de refugiados Guatemaltecos (Antela, Santiago El Vértice y Nueva Rosita), llegando a mantener hasta poco más de 200 familias, mismas que no fueron reubicadas, sino hasta finales del año 2001 (ACNUR, 2001). Por esta razón, gran parte de la superficie del Parque estuvo sujeta a continuos disturbios asociados con las actividades de los

refugiados (aprovechamiento forestal, agricultura, pastoreo, cacería, incendios forestales, etc.), sin olvidar el efecto perturbador de los propios visitantes como turistas nacionales y extranjeros cuya presencia constituye otro factor de impacto sobre el Parque.

6.2. Clima

El clima predominante del PNLM es el semicálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 22 °C y la media de la precipitación anual de 1530 mm, con abundantes lluvias en verano y sin que se presenten heladas en los meses más fríos (enero-marzo), cuya fórmula climática es ACw1”(w)ig (García, 1987). En algunos puntos particulares dentro del Parque, se han reconocido otros subtipos climáticos la mayoría ubicados dentro de los cálidos húmedos (Anónimo, 2000).

6.3. Hidrología

La hidrología del PNLM está caracterizada primordialmente por la condición kárstica del paisaje con muy pocos arroyos intermitentes. Los lagos constituyen un complejo lacustre que se extiende hasta territorio de Guatemala cuyas lagunas se encuentran interconectadas subterráneamente (Anónimo, 2000). Los lagos ocupan una superficie aproximada de 1,219 hectáreas que corresponde al 20.24% de la superficie total del Parque.

6.4. Suelo

El suelo se ha desarrollado predominantemente a partir de calizas y de sedimentos fluviales/lacustres (Anónimo, 2000). Por lo mismo, los tipos de suelo más reconocibles son los acrisoles, fluvisoles, gleysoles, litosoles, rendzinas y vertisoles (Melo y Cervantes, 1996; Anónimo, 2000). Los litosoles o suelos subdesarrollados, ocupan sectores montañosos de fuerte pendiente donde la roca caliza aflora por los procesos de erosión o está muy cerca de la superficie, por lo que su capacidad de retención de agua es baja. Los gleysoles se encuentran en terrenos bajos contiguos a cuerpos lacustres, estos suelos se tornan grises, azulados o verdes, soportan vegetación hidrófila que conforma un medio lacustre. Los fluvisoles se encuentran principalmente en laderas de poca pendiente y cubiertas por bosques de coníferas y latifoliadas. Las rendzinas se encuentran en sitios con mayor pendiente y menor humedad que los anteriores; presentan colores negros y pardos, con textura finas de consistencia suave, son suelos con una buena fertilidad pero muy susceptibles a la erosión.

6.5. Vegetación

Históricamente, dentro del PNLM han existido diversas asociaciones vegetales, entre las que destacan el Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar, y otras asociaciones que incluyen vegetación riparia y vegetación secundaria (Anónimo, 2000). La riqueza total de especies leñosas se ha estimado a partir de colectas botánicas realizadas desde hace más de 60 años en el lugar, dando una cifra de 208 especies de árboles y arbustos (Ramírez-Marcial, com. pers.), lo cual es un número relativamente alto si consideramos que en regiones como Los Altos de Chiapas se han registrado 388 especies de árboles y arbustos (Ramírez-Marcial *et al.* 1998).

Bosque de pino (BP)

El BP es una comunidad florísticamente pobre, se encuentra en el centro y noroeste del parque (Anónimo, 2000; Zarco-Mendoza, 2000). Por la extensión es la comunidad vegetal más importante dominada por *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *P. tecunumanii* y *P. devoniana*. Se localiza en zonas más secas cuya precipitación anual está por debajo de los 1200 mm (Anónimo, 2000). El BP es el sistema más susceptible a los incendios forestales dentro del Parque.

Bosque de Pino Encino Liquidámbar (BPEL)

Después del BP, el BPEL es el segundo más extendido dentro del Parque, se localiza al oriente del PNLM y lógicamente la comunidad está constituida con una mezcla de *Pinus* spp., *Quercus* spp. y *Liquidámbar styraciflua*, además de algunas especies arbustivas como *Psychotria galeottiana* (Anónimo, 2000).

Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)

Bajo esta denominación se incluyen varias asociaciones de árboles que se localizan en puntos muy reducidos y aislados dentro del PNLM, principalmente en el extremo norte en laderas protegidas y pronunciadas (Anónimo, 2000). En la actualidad, el BMM como tipo de vegetación persiste en sólo el 1-2% de la superficie que cubre el Parque, sobre todo en micrositios muy específicos de humedad y laderas protegidas; aunque la ocurrencia de especies típicas de este tipo de vegetación puede ocasionalmente registrarse en el BPEL e incluso en el BP (Ramírez-Marcial, com. pers.).

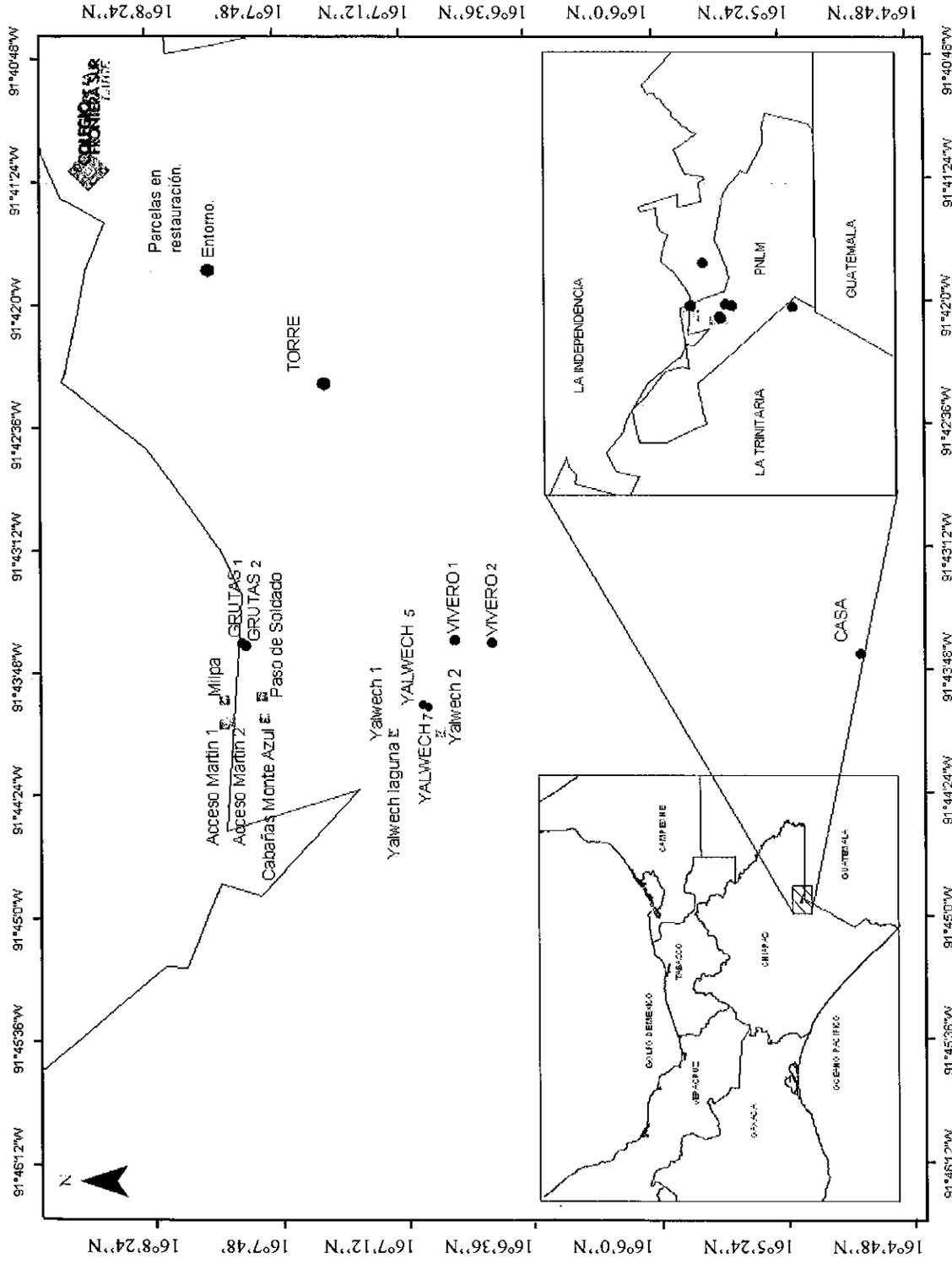


Fig. 1 Mapa de localización del Parque Nacional Lagunas de Montebello y la ubicación de las parcelas bajo restauración (cuadros) y las del entorno de bosque mesófilo de montaña (círculos).

6.6. Muestreo de la vegetación leñosa

6.6.1. Muestreo dentro de las parcelas en restauración

Durante los meses de julio a septiembre de 2003 se establecieron ocho parcelas rectangulares localizadas en el extremo centro norte del Parque (Fig. 1). De éstas, cinco parcelas tuvieron una superficie aproximada de 2500 m², otra de 40 x 60 m (2400 m²), otra de 30 x 50 (1500 m²) y la última de 60 x 30 (1800 m²). Todas las parcelas tuvieron pequeñas variaciones de altitud, con distinta pendiente, topografía y grado de disturbio (Cuadro 1). A pesar de estas diferencias, debe aclararse que todas las parcelas compartían una característica que fue la de haber sido afectadas por el mismo tipo de disturbio, específicamente por un incendio forestal de 1998. Estas parcelas fueron elegidas para reintroducir en cada una de ellas un total de 400 plántulas de 16 especies arbóreas nativas como parte de un proyecto de restauración ecológica llevado a cabo por ECOSUR (D. Ortiz-Aguilar y N. Ramírez-Marcial, datos no publicados). Por lo tanto, este conjunto de parcelas en lo sucesivo se denominarán Parcelas bajo restauración.

Cuadro 1. Posición geográfica y extensión de las parcelas bajo restauración ubicadas en el Parque Nacional Lagunas de Montebello donde se realizaron los inventarios florísticos.

Clave del Sitio	Nombre de la Localidad	Coordenadas (UTM)		Altitud msnm	Dimensiones (m)	Área (m ²)
		X	Y			
P1	Paso de Soldado	635593	1783770	1503	40 x 60	2400
P2	Yalwech 1	635284	1782630	1500	30 x 50	1500
P3	Cabañas Monte Azul	635406	1783748	1478	50 x 50	2500
P4	Milpa	635566	1784101	1516	50 x 50	2500
P5	Acceso Martín 1	635354	1784101	1487	50 x 50	2500
P6	Acceso Martín 2	635373	1784051	1498	50 x 50	2500
P7	Yalwech 2	635284	1782212	1507	60 x 30	1800
P8	Yalwech laguna	635284	1782630	1475	50 x 50	2500

En virtud de la variación en la superficie total entre las parcelas (1500-2500 m²), el muestreo de la vegetación se realizó dentro de subparcelas más pequeñas anidadas dentro del área total de cada parcela, de acuerdo con un criterio basado en los tamaños de las plantas. El criterio que se utilizó se explica a continuación:

Para reconocer las plántulas de especies leñosas, se estableció un transecto de 50 x 2 m a partir del lado más largo de cada parcela y distribuido hacia la parte central de la misma,

donde se registró la identidad y abundancia de todos aquellos individuos menores de 50 cm de altura que se encontraran dentro de 1 m² a cada lado del transecto (Fig. 2).

Para considerar a las plantas juveniles (> 50 cm de altura, pero < 5 cm de diámetro), se ampliaron los transectos a un área de 250 m² (50 x 5 m). Nuevamente, se contó y midió a todos aquellos árboles o arbustos a lo largo de todo el transecto en cada parcela (Fig. 2). Finalmente, para conocer la estructura y composición florística de los árboles grandes (> 5 cm de diámetro a la altura del pecho), se contaron y midieron con cinta diamétrica aquellos árboles encontrados dentro de toda el área de la parcela (Fig. 2).

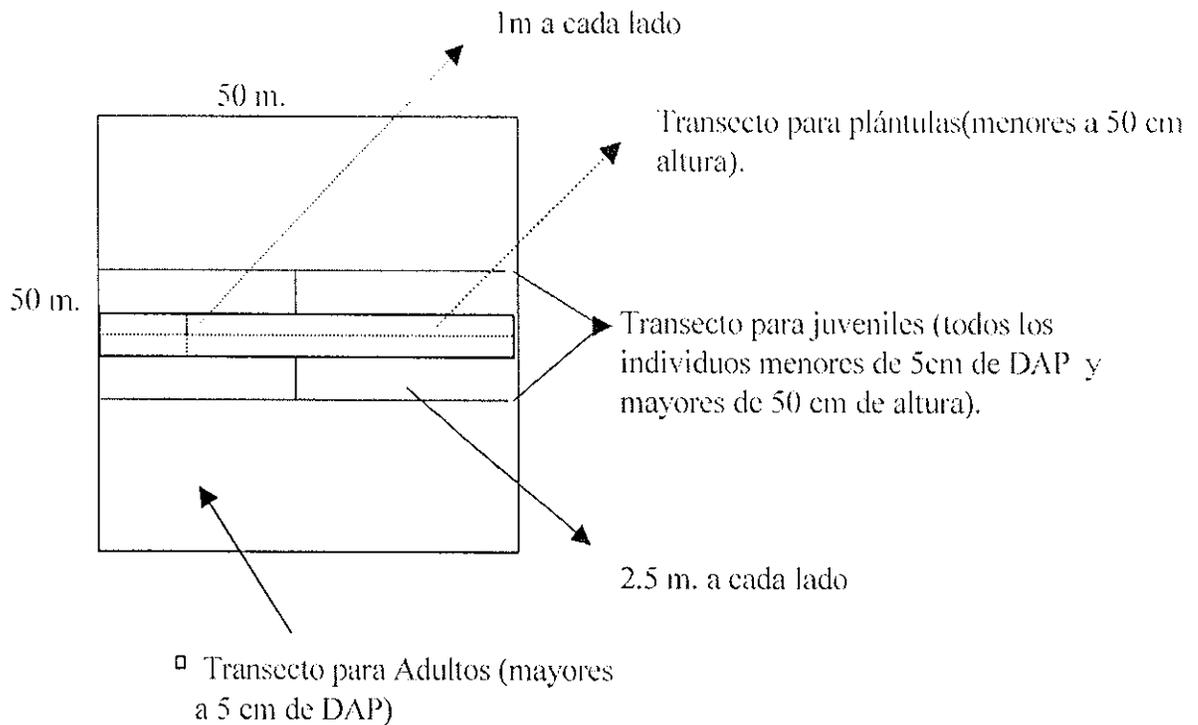


Fig. 2 Representación esquemática del muestreo de vegetación dentro de las parcelas de estudio en el PNLM.

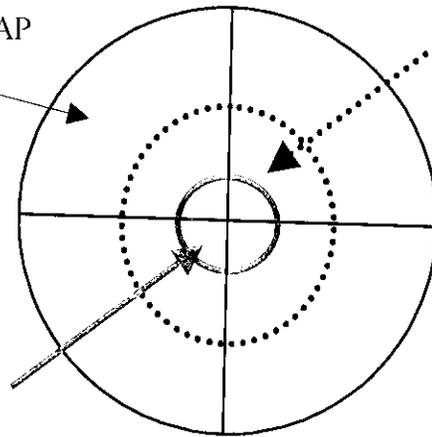
6.6.2. Muestreo dentro de parcelas aledañas a las de restauración

Para tener sitios de referencia con los cuales comparar los resultados de la composición y estructura de la vegetación de las parcelas bajo restauración, se seleccionaron diferentes sitios de bosque. Para ello se realizaron varios recorridos dentro del PNLM con la finalidad de elegir aquellos sitios que se localizaran cercanos a las parcelas de restauración pero que tuvieran la menor evidencia de intervención humana; además de no haber sido afectados por los incendios de 1998. Una vez elegidos, dentro de cada fragmento se ubicaron 2 parcelas circulares de 500 m².

El método utilizado en el muestreo fue modificado y adaptado a partir de lo sugerido por Olvera-Vargas *et al.* (1996) el cual fue diseñado para inventarios forestales permanentes a escala nacional. Este método de parcela circular minimiza el error en el recuento de árboles y el efecto de borde que se presenta en otros métodos como el de rectángulos o transectos lineales (Olvera-Vargas *et al.*, 1996; Bolom-Ton, 2000). El área de las parcelas circulares más grandes fue de 500 m² en los cuales se registraron todos aquellos individuos de más de 5 cm de DAP; se trazó otro círculo interno de 200 m² en el cual se registraron todos los individuos menores a 5 cm de DAP y menores de 50 cm de altura (juveniles o arbustos); por último se trazó otro círculo central de 100 m² donde se midieron las plántulas < 50 cm de altura; (Fig. 3).

El trabajo de campo se realizó de febrero a junio del 2004. Primero se realizaron los inventarios en las parcelas bajo restauración y posteriormente en las parcelas aledañas a éstas. En cada parcela se registró la pendiente, la altitud y posición geográfica (Cuadro 2). Adicionalmente en un par de parcelas se colocaron dos sensores (marca HOBO) para registrar continuamente la temperatura y humedad relativa durante enero a julio del 2004 (Fig. 4). Cabe indicar que desde septiembre de 2003, se realizó un muestreo de suelos consistente en 12 muestras aleatorias tomadas a una profundidad de 10-15 cm, cuyas muestras se sometieron a análisis convencionales de propiedades físicas y químicas.

Círculo de 500m² para individuos mayores de 5 cm de DAP (adultos).



Círculo de 200 m² para individuos menores de 5 cm de DAP y mayores de 50 cm de altura (juveniles).

Círculo de 100 m² para individuos menores a 50 cm de altura (plántulas).

Fig. 3 Representación esquemática del método de muestreo de la vegetación circundante a las parcelas de estudio. Método adaptado de Olvera-Vargas *et al.*, (1996).

Cuadro. 2 Descripción geográfica de los sitios con remanente de BMM ubicados en el Parque Nacional Lagunas de Montebello donde se realizaron inventarios complementarios de la vegetación (ENTORNO).

Clave del Sitio	Nombre de la Localidad	Coordenadas (UTM)		Altitud msnm	Pendiente en grados	Área (m ²)
		X	Y			
E1	Vivero 1	636093	1782083	1525	45	500
E2	Vivero 2	636069	1781760	1480	27	500
E3	Grutas 1	636042	1783914	1450	47	500
E4	Grutas 2	636063	1783944	1480	41	500
E5	Yalwech 5	635412	1782346	1465	30	500
E6	Torre	638332	1783300	1420	41	500
E7	Yalwech 7	635450	1782373	1560	16	500
E8	Casa	635977	1778533	1500	21	500

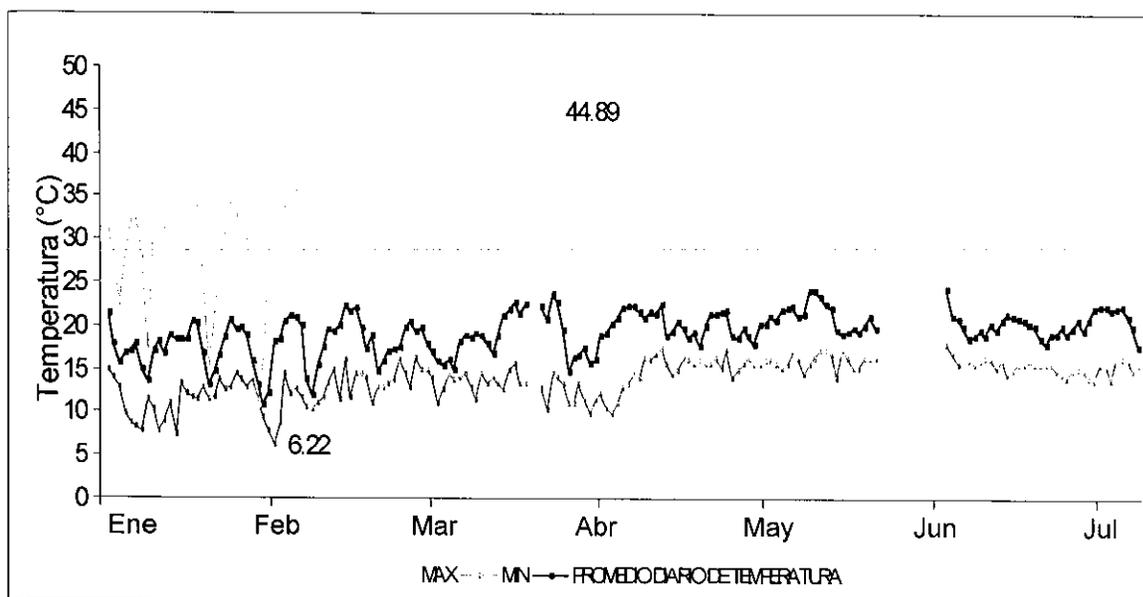


Fig. 4 Distribución de la temperatura durante enero y julio del 2004, en el área de muestreo. Los registros se obtuvieron cada 30 minutos mediante sensores de temperatura (HOBO-TEM). Los espacios en blanco corresponden a períodos en los cuales no se registraron datos. Las cifras dentro de la gráfica corresponden al valor mínimo (6.22) y máximo (44.89) de la temperatura registrada durante este período.

6.7. Determinación del material botánico

Para el reconocimiento de las especies incluidas dentro de las parcelas, se tomó una muestra vegetativa de cada especie para realizar su identificación mediante comparación con ejemplares botánicos, previamente colectados en el área de estudio (González-Espinosa *et al.* 2004). Para ello, se elaboró un catálogo de referencia con material vegetativo de las especies evaluadas durante los inventarios. Las muestras vegetales fueron colocadas sobre papel secante grueso y fijadas con cinta adhesiva transparente y numeradas progresivamente para la determinación posterior mediante comparación y cotejo con ejemplares del Herbario de ECOSUR (Ishiki-Ishihara, 2003). La determinación de los ejemplares se realizó con la ayuda del personal de este, por medio de la comparación de ejemplares y cuando fue posible se siguieron algunas claves taxonómicas. Debe señalarse que debido a que el muestreo de las ocho parcelas bajo restauración normalmente representa estados iniciales de la sucesión secundaria (siete años después de los incendios), fue imposible coleccionar material botánico reproductivo

para la mayoría de las especies leñosas, por lo que se decidió elaborar únicamente el catálogo de referencia con material vegetativo. La nomenclatura de las especies se apegó al índice del Missouri Botanical Garden (2005). Afortunadamente, Carlson en 1954 realizó un extenso inventario de la vegetación del PNLM y posteriormente fue extendido por Breedlove (1981), de modo que se considera que el PNLM es una de las áreas de Chiapas mejor conocidas botánicamente (González-Espinosa *et al.*, 2004, 2005)

7. ANÁLISIS

7.1. Estructura y composición de la vegetación

Para el análisis de la composición y estructura de la vegetación en las parcelas de restauración y sitios aledaños, se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: la frecuencia, abundancia y dominancia, tanto absolutas como relativas. Con dichos valores se obtuvo el valor de importancia relativo para cada especie (VIR). Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Müller-Dombois y Ellenberg (1974), donde:

FRECUENCIA RELATIVA

$$\frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{El total de frecuencias de todas las especies}}$$

ABUNDANCIA RELATIVA

$$\frac{\text{Abundancia de la especie X}}{\text{Total de abundancias de todas las especies}}$$

DOMINANCIA RELATIVA

$$\frac{\text{Dominancia de la especie X}}{\text{Dominancia total de especies}}$$

La dominancia de árboles y plántulas se calculó mediante el promedio del área basal por especie entre el total del promedio de área basal. En plántulas se tomó el promedio de las alturas y se siguió el mismo procedimiento.

El valor de importancia es la suma de los valores relativizados dividido entre el número de atributos:

$$\frac{\text{Frecuencia relativa} + \text{Abundancia relativa} + \text{Dominancia relativa}}{3} = \text{VIR}$$

Para cada parcela se construyó una matriz de datos con la relación de especie, abundancia y dominancia, con la cual se realizó una clasificación jerárquica mediante distancias euclidianas y el método de la media aritmética no ponderada (UPGMA) y así generar un dendrograma de similitud y mostrar gráficamente las relaciones entre las parcelas. Estos análisis se realizaron con el programa STATISTICA 5.1 (StatSoft 1999). En las parcelas se presenta a las plántulas en gráficas de dispersión. El tratamiento para las demás formas de vida es igual tanto para las parcelas de restauración como para los círculos del entorno.

7. 2. Diversidad

La diversidad de especies en cada parcela se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el inverso de Simpson ($1/D$), por considerar que este índice es poco sensible a la presencia de las especies menos abundantes.

Adicionalmente se evaluó el índice Alfa de Fisher (α). Este último índice se utilizó con fines comparativos entre las localidades, ya que depende menos del tamaño de la muestra y describe la relación entre el número de especies y el número de individuos presentes en la muestra (Krebs, 1985., Meave *et al.*, 1992., Catalán-Heverástico *et al.*, 2003). Los valores de los índices se calcularon por medio del programa PAST (Hammer *et al.*, 2001) y EstimateS 7.0 (Colwell, 2004).

8. RESULTADOS

Composición de especies leñosas

En los inventarios realizados tanto a las parcelas de restauración como a los sitios del entorno, se obtuvo una lista florística compuesta por 114 especies, pertenecientes a 86 géneros y 46 familias (Apéndice 1). Del total de especies encontradas, cuatro especies fueron exclusivas para la categoría de adultos, 26 para la categoría de juveniles y cuatro especies para la categoría de plántulas; las especies compartidas entre la categoría de juveniles y plántulas fueron tres; lo que representa el 27% del total de especies (Apéndice 2). La categoría de árboles y juveniles comparten 12 especies, pero solo 37 especies estuvieron presentes en todas las categorías de tamaño lo que constituye el 32% de las especies encontradas (Fig. 5).

Las familias más importantes en cuanto a número de especies fueron Asteraceae (15), Rubiaceae (8), Myrsinaceae (6), Lauraceae y Mimosaceae (5 cada una) (Fig. 6).

Los géneros con el mayor número de especies fueron *Quercus* y *Eupatorium* con cuatro cada uno. Las especies con más número de individuos fueron *Quercus sapotifolia*, *Psychotria galeottiana* y *Miconia mexicana*. Las siguientes especies fueron registradas solo con un individuo en el total de muestreos *Ilex* sp. 3, *Oreopanax peltatum*, *Cupressus lusitanica*, *Croton draco* y *Acacia pennatula*.

En total se registraron 6,098 individuos repartidos en 3 categorías de tamaño. De adultos o árboles se registraron 1107 individuos que representan 18% del total; 3312 individuos juveniles (55%) y 1679 plántulas (28% del total). La mayor riqueza de especies se registró dentro de la categoría de juveniles (107 especies), seguido de las plántulas (72 especies) y por último de árboles adultos (49 especies). Del total de especies (114), 43 son árboles del interior, 33 son arbustos, 19 son árboles y 19 son herbáceas (Fig. 7).

En el grupo de las 8 parcelas bajo restauración se registraron 1756 individuos de los tres tamaños: 494 pertenecen a árboles de 17 especies, 1068 individuos juveniles de 46 especies y 194 individuos de plántulas de 16 especies (Cuadro 5). Del total de especies sólo siete estuvieron presentes en todas las categorías de tamaño: *Quercus sapotifolia*, *Clethra suaveolens*, *Liquidambar styraciflua*, *Rapanea myricoides*, *Psychotria galeottiana*, *Pinus oocarpa* y *Morella cerifera*.

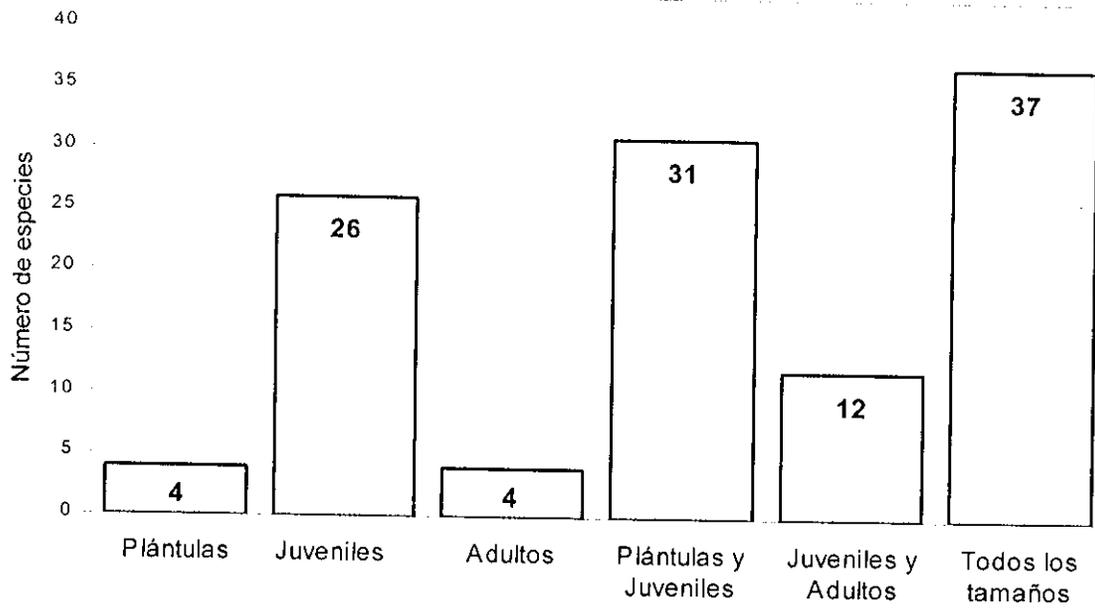


Fig. 5 Relación de especies agrupadas por categoría de tamaño registradas en los inventarios florísticos dentro de las parcelas de restauración.

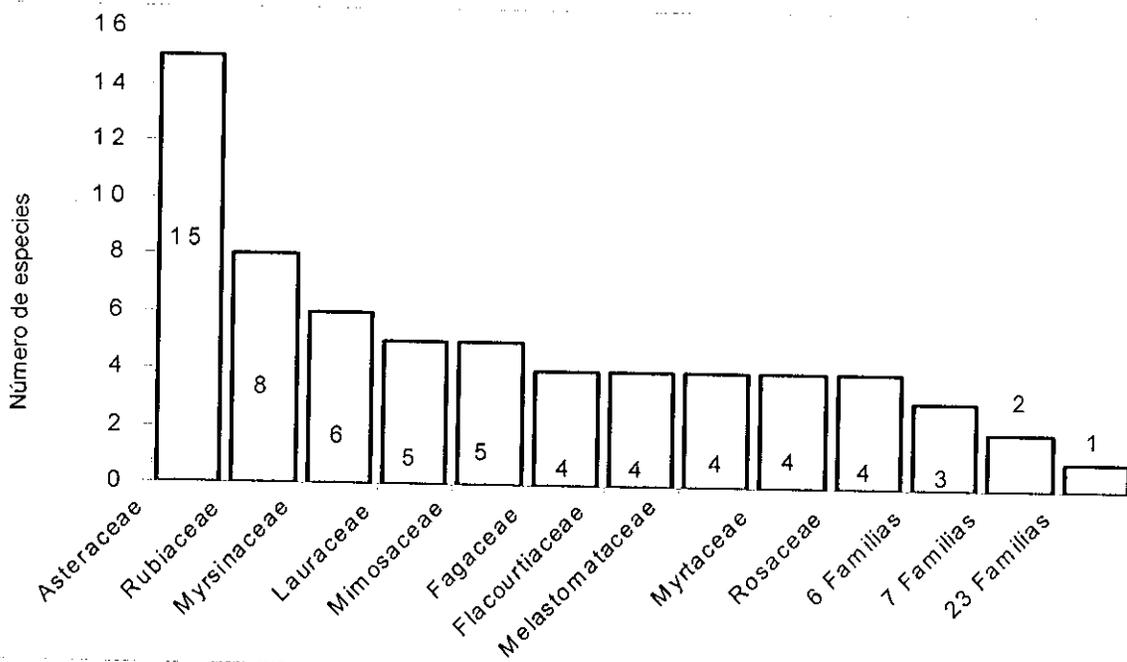


Fig. 6 Relación de especies por familia registradas en los inventarios florísticos dentro de las parcelas de restauración.

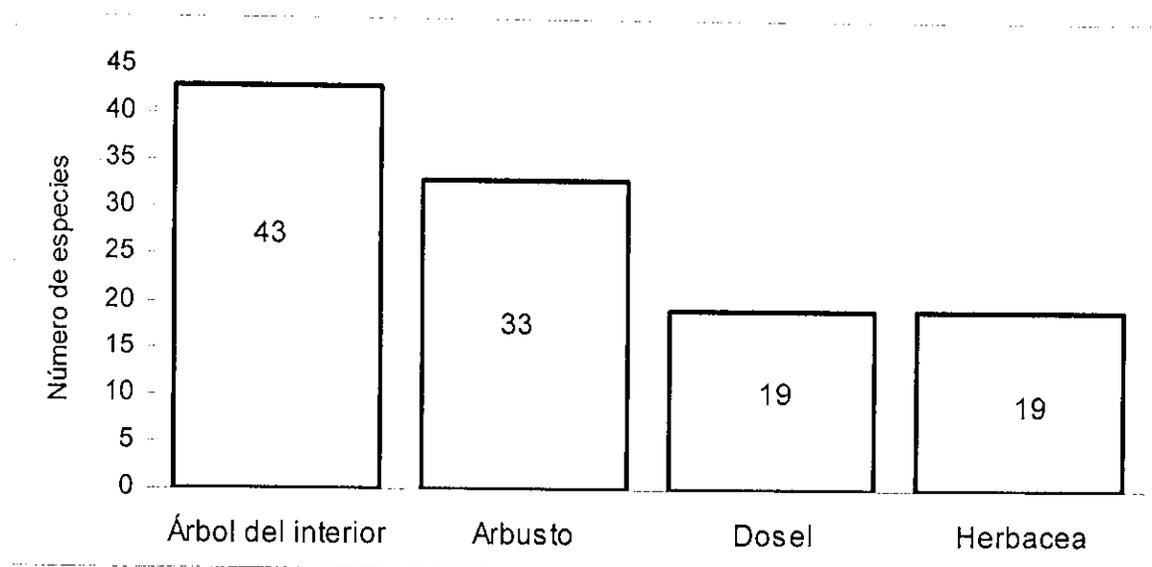


Fig. 7 Relación de especies agrupadas por su forma biológica registradas en los inventarios florísticos en las parcelas de restauración.

En las parcelas del entorno dentro de los remanentes de bosque mesófilo se registraron 4342 individuos en total, 613 individuos adultos de 42 especies, 2244 juveniles pertenecientes a 78 especies y 1485 plántulas de 68 especies. Las siguientes 32 especies estuvieron presentes en los tres categorías de tamaño: *Ardisia revoluta*, *Clethra suaveolens*, *Clusia flava*, *C. rosea*, *Cojoba arborea*, *Conostegia xalapensis*, *Cornus disciflora*, *Cupania dentata*, *Eriobotrya japonica*, *Eupatorium ligustrinum*, *Exothea paniculata*, *Hampea montebellensis*, *Ilex macfadyenii*, *Liquidambar styraciflua*, *Parathesis belizensis*, *Prunus brachybotrya*, *Psychotria costivenia*, *P. galeottiana*, *Quercus sapotifolia*, *Q. segoviensis*, *Rapanea jurgensenii*, *R. myricoides*, *Rourea schippii*, *Rubiaceae* sp. 2, *Saurauia scabra*, *Styrax argenteus* var. *ramirezii*, *Symplocos longipes*, *Ternstroemia oocarpa*, *Turpinia tricornuta*, *Viburnum hartwegii*, *V. jucundum* y *Xylosma flexuosum*.

De las 114 especies, 26 son exclusivas de parcelas y 64 del entorno, solo comparten 24 especies entre ellas *Ceanothus caeruleus*, *Clethra suaveolens*, *Chromolaena opadoclinia*, *Daphnopsis tuerckheimiana*, *Eupatorium ligustrinum*, *Eupatorium* sp. 1, *Liquidambar styraciflua*, *Litsea glaucescens*, *Miconia mexicana*, *Mimosa albida*, *Morella cerifera*, *Pinus maximinoi*, *P. oocarpa*, *Psychotria costivenia*, *P. galeottiana*, *Quercus sapotifolia*, *Q.*

segoviensis, *Quercus* spp., *Rapanea myricoides*, *Rubus adenotrichos*, *R. hadrocarpus*, *Saurauia scabra*, *Ternstroemia oocarpa* y *Vernonia leiocarpa*.

Estructura de la vegetación

Dentro de las parcelas bajo restauración, pero principalmente en las parcelas del entorno, se pudieron observar tres estratos de vegetación bien diferenciados. Por un lado, el dosel (individuos adultos emergentes o cuya copa alcanzó la máxima altura en cada parcela), el estrato arbustivo (individuos mayores a 50 cm. de altura, con ramificación de los tallos principales desde la base y cuyo tamaño como individuos adultos difícilmente sobrepasa los 5 cm de dap) y un último estrato herbáceo que incluye individuos (juveniles o plántulas) menores a 50 cm. de altura. El dosel estuvo dominado por *Pinus maximinoi* y *P. oocarpa* con los mayores VIR representando 60%, seguidos de *Quercus sapotifolia*, *Liquidambar styraciflua* y *Clethra suaveolens* (Fig. 8).

En el estrato arbustivo que corresponde a los individuos juveniles, las especies que tuvieron un mayor VIR fueron *Alloispermum integrifolium*, *Eupatorium ligustrinum* y *Clethra suaveolens* en las parcelas de restauración; *Miconia mexicana*, *Psychotria galeottiana* y *Quercus sapotifolia* en el entorno (Fig. 9). Las plántulas con VIR más alto fueron *Pinus* spp., *Rapanea myricoides*, *Morella cerifera* en las parcelas de restauración y en el entorno *Miconia mexicana*, *Psychotria galeottiana*, *Q. sapotifolia* y *Clethra suaveolens* (Fig. 10)

Las especies con frecuencia de aparición mayor al 8% en las parcelas de restauración fueron *Pinus maximinoi*, *P. oocarpa*, *Clethra suaveolens*, *Liquidambar styraciflua* y *Quercus sapotifolia*, lo que concuerda con los mayores valores de importancia (Apéndice 3). En el entorno los valores de la frecuencia relativa mayores (mas del 4%) fueron para *Turpinia tricornuta*, *Clethra suaveolens*, *Liquidambar styraciflua*, *Pinus oocarpa*, *Quercus sapotifolia*, *Rapanea myricoides*, *Cornus disciflora* y *Pinus maximinoi* (Apéndice 4). En cuanto a juveniles los mayores valores de frecuencia registrados en las parcelas de restauración fueron *Clethra suaveolens*, *Eupatorium ligustrinum*, *Miconia mexicana*, *Morella cerifera*, *Quercus sapotifolia* y *Rapanea myricoides*. En los sitios se registró a *Clethra suaveolens*, *Miconia mexicana*, *Psychotria galeottiana*, *Quercus sapotifolia* y *Rapanea myricoides*.

El intervalo del área basal de las zonas de muestreo estuvo entre 1.6 y 17.3 m²/ha en las parcelas de Yalwech laguna y Yalwech 1 respectivamente; en los remanentes de bosque mesófilo fue 19.1 y 70.1 m²/ha (Torre y Yalwech 5). La mayor contribución del área basal fue de *Pinus ocarpa* y *P. maximinoi* (71%), tanto en parcelas como en el entorno. Otra especie con una contribución importante fue *Quercus sapotifolia* (10%) presente en ambas localidades. Los individuos de *Clethra suaveolens* y *Liquidambar styraciflua* aportaron el 9% del área basal para las parcelas de restauración (Cuadro 3), así como los individuos de *Liquidambar styraciflua* y *Cornus disciflora* con 14% del área total en el entorno (Cuadro 4). De las 42 especies de árboles registradas en el entorno 35 obtuvieron valores de área basal correspondientes a menos de 1% del total, al igual que 11 de las 17 especies reconocidas en las parcelas de restauración.

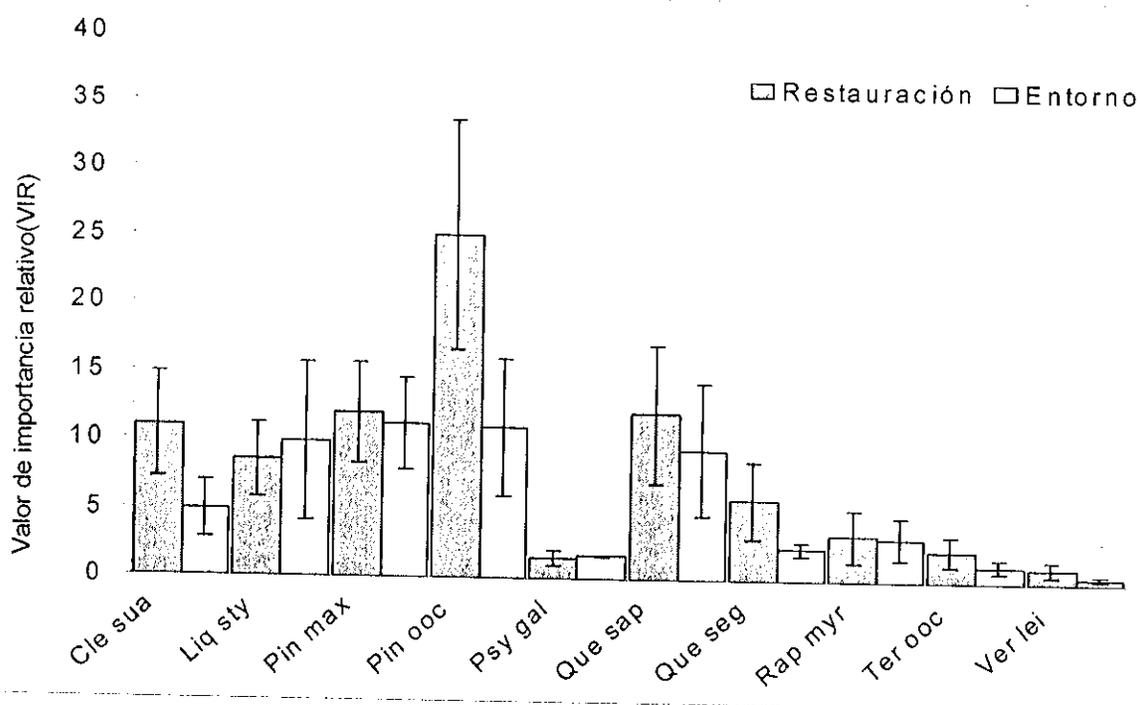


Fig. 8 Valores de importancia relativa (media \pm 1 ee) de las especies en la categoría de individuos adultos dentro de las parcelas de restauración y en su entorno.

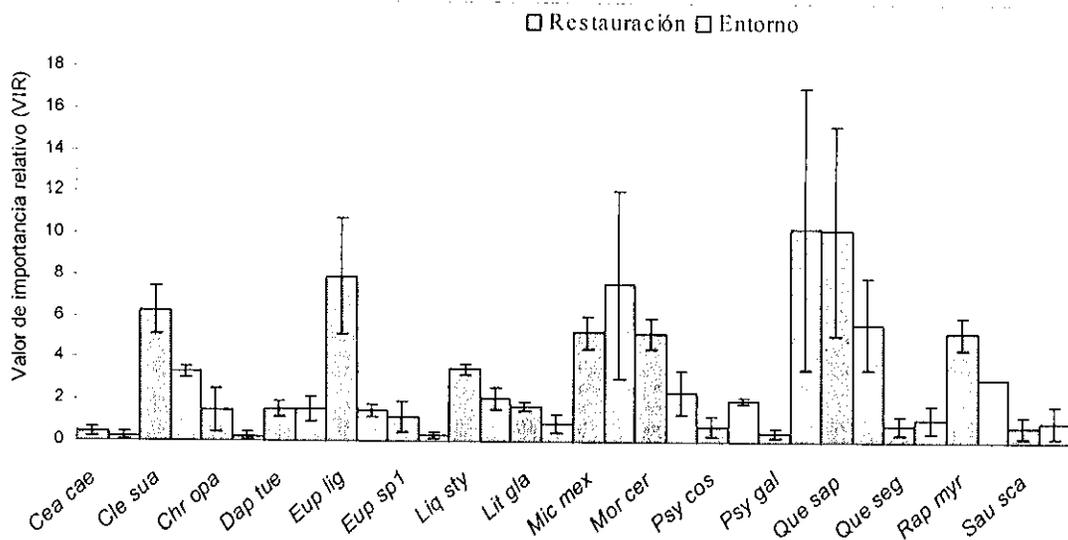


Fig. 9 Valores de importancia relativa (media \pm 1 ee) para las especies dentro de la categoría de individuos juveniles dentro de las parcelas de restauración y en su entorno. El VIR se construyó con base en la frecuencia y abundancia relativa.

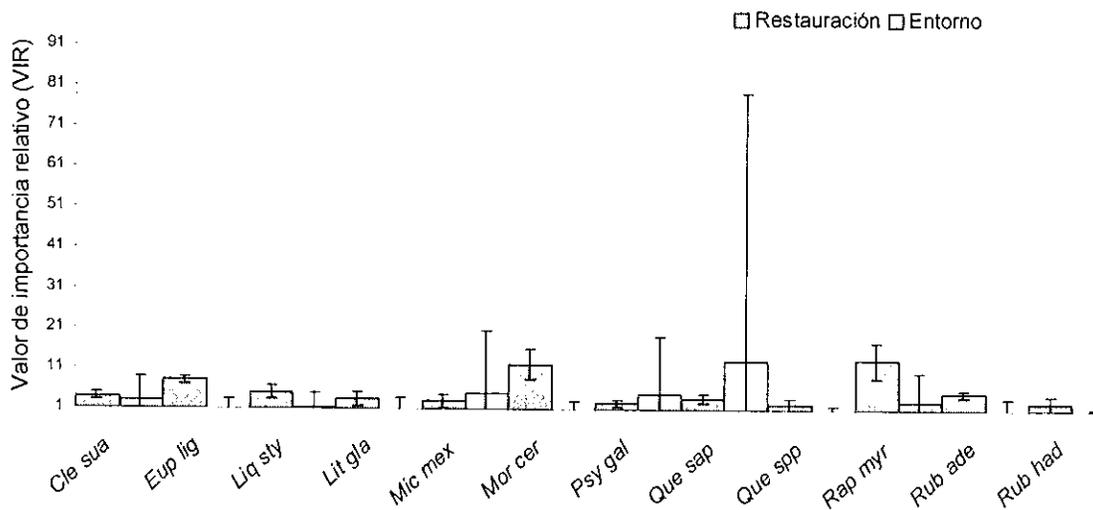


Fig. 10 Valores de importancia relativa (media \pm 1 ee) de las especies en la categoría de plántulas dentro de las parcelas de restauración y en su entorno. El VIR se construyó con base en la frecuencia, abundancia y altura relativa.

Cuadro. 3 Atributos estructurales de las especies encontradas en las parcelas bajo restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Se presenta el promedio de los valores de todos los individuos adultos en las ocho parcelas. AB= área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$), Frec.Rel.=Frecuencia relativa, Abun.Rel = Abundancia relativa, Dom.Rel = Dominancia relativa; VIR= Valor de Importancia Relativo.

ESPECIE	AB	Frec.Rel	Abun.Rel	Dom.Rel	VIR
<i>Clethra suaveolens</i>	3.460	13.043	16.397	3.682	11.041
<i>Cupressus lusitanica</i>	0.224	2.174	0.202	19.322	7.233
<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i>	0.010	2.174	0.202	0.888	1.088
<i>Diphysa americana</i>	0.034	2.174	0.202	2.917	1.764
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.015	2.174	0.202	1.315	1.230
<i>Liquidambar styraciflua</i>	1.850	13.043	8.907	3.624	8.525
<i>Morella cerifera</i>	0.072	4.348	0.405	3.082	2.612
<i>Pinus maximinoi</i>	8.902	8.696	8.097	19.184	11.992
<i>Pinus oocarpa</i>	38.202	17.391	41.903	15.909	25.068
<i>Psidium guianense</i>	0.100	2.174	0.810	2.146	1.710
<i>Psychotria galeottiana</i>	0.047	2.174	0.405	2.006	1.528
<i>Quercus sapotifolia</i>	2.451	15.217	18.623	2.297	12.046
<i>Quercus segoviensis</i>	1.321	4.348	2.024	11.386	5.920
<i>Rapanea myricoides</i>	0.332	2.174	0.810	7.147	3.377
<i>Ternstroemia oocarpa</i>	0.050	4.348	0.405	2.152	2.301
<i>Verbesina perymenioides</i>	0.023	2.174	0.202	2.017	1.464
<i>Vernonia leiocarpa</i>	0.011	2.174	0.202	0.926	1.101
TOTAL		100	100	100	100

Cuadro. 4 Atributos estructurales de las especies encontradas en las parcelas circundantes a las de restauración (Entorno). Se presenta el promedio de los valores de todos los individuos adultos en las ocho parcelas de 500 m². AB=area basal (m²·ha⁻¹) Frec.Rel.=Frecuencia relativa, Abun.Rel = Abundancia relativa, Dom.Rel = Dominancia relativa; VIR= Valor de Importancia Relativo.

ESPECIE	AB	Frec.Rel	Abun.Rel	Dom.Rel	VIR
<i>Ardisia revoluta</i>	0.119	0.847	0.489	0.309	0.549
<i>Casearia corymbosa</i>	0.092	0.847	0.326	0.358	0.511
<i>Clethra suaveolens</i>	5.981	5.932	7.993	0.954	4.96
<i>Clusia aff. mexicana</i>	0.039	0.847	0.163	0.307	0.439
<i>Clusia flava</i>	0.579	0.847	0.163	4.525	1.845
<i>Clusia rosea</i>	0.072	1.695	0.326	0.282	0.768
<i>Cojoba arborea</i>	0.224	0.847	0.326	0.876	0.683
<i>Conostegia xalapensis</i>	2.539	1.695	3.589	0.902	2.062
<i>Cornus disciflora</i>	8.494	6.78	3.752	2.886	4.473
<i>Cupania dentata</i>	0.654	0.847	0.326	2.556	1.243
<i>Eriobotrya japonica</i>	0.018	0.847	0.163	0.142	0.384
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	0.359	1.695	0.979	0.467	1.047
<i>Exothea paniculata</i>	0.888	3.39	1.142	0.991	1.841
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.993	1.695	0.326	3.879	1.967
<i>Hampea montebellensis</i>	0.349	2.542	0.653	0.681	1.292
<i>Ilex macfadyenii</i>	2.031	3.39	2.121	1.22	2.244
<i>Ilex vomitoria</i>	0.226	1.695	0.653	0.442	0.93
<i>Liquidambar styraciflua</i>	44.487	5.932	21.207	2.674	9.938
<i>Ostrya virginiana</i>	1.392	1.695	0.979	1.813	1.496
<i>Parathesis belizensis</i>	0.527	3.39	0.979	0.687	1.685
<i>Pinus maximinoi</i>	127.952	6.78	9.299	17.541	11.206
<i>Pinus oocarpa</i>	101.099	5.932	6.199	20.789	10.973
<i>Podocarpus matudai</i>	1.244	0.847	0.326	4.861	2.012
<i>Prunus brachybotrya</i>	1.304	1.695	1.468	1.132	1.432
<i>Psychotria costivenia</i>	0.046	0.847	0.163	0.36	0.457
<i>Psychotria galeottiana</i>	2.293	1.695	1.794	1.629	1.706
<i>Quercus sapotifolia</i>	54.177	5.932	18.923	3.649	9.502
<i>Quercus segoviensis</i>	2.663	3.39	1.631	2.081	2.367
<i>Rapanea jurgensenii</i>	1.238	1.695	1.305	1.209	1.403

ESPECIE	AB	Frec.Rel	Abun.Rel	Dom.Rel	VIR
<i>Rapanea myricoides</i>	1.334	5.932	2.936	0.579	3.149
<i>Rourea schippii</i>	0.509	0.847	0.163	3.977	1.662
RUBIACEAE sp 1.	0.077	0.847	0.163	0.601	0.537
<i>Saurauia scabra</i>	0.107	1.695	0.326	0.42	0.814
<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i>	5.713	2.542	4.241	1.717	2.834
<i>Symplocos longipes</i>	3.356	1.695	0.979	4.37	2.348
<i>Ternstroemia oocarpa</i>	0.446	1.695	0.326	1.742	1.254
<i>Turpinia tricornuta</i>	2.421	4.237	1.631	1.892	2.587
<i>Vernonia leiocarpa</i>	0.06	0.847	0.163	0.472	0.494
<i>Vernonia scorpioides</i>	0.053	0.847	0.163	0.413	0.474
<i>Viburnum hartwegii</i>	0.202	0.847	0.653	0.395	0.632
<i>Viburnum jucundum</i>	0.173	0.847	0.163	1.353	0.788
<i>Xylosma flexuosum</i>	0.478	0.847	0.326	1.869	1.014
TOTAL		100	100	100	100

Diversidad

Los índices de diversidad se calcularon para cada categoría de individuos y para tipos de muestreo de forma independiente ya que el tamaño de muestreo fue diferente para las parcelas de restauración y en el entorno. El índice de diversidad de Shannon-Wiener de los árboles dentro de las parcelas bajo restauración fluctuó entre 0.068 y 1.53 entre las ocho parcelas, de las cuales el valor más alto se registró en Yalwech 1 (P2); el valor más bajo de diversidad fue para la parcela 6 (Acceso Martín 2). En los individuos juveniles este índice varió entre 2.19 y 2.95, siendo más alto en Milpas (P4) y más bajo también en la parcela 6 (Acceso Martín 2); finalmente, en la categoría de plántulas, los resultados coincidieron en cuanto a los sitios, y los índices oscilaron entre 0.48 y 2.1, respectivamente (Cuadro 6).

En los sitios del entorno los índices de diversidad en árboles oscilaron entre 1.59 y 2.7, el valor más alto fue para Grutas 2 (E4) y el más bajo para Yalwech 5 (E5); en juveniles la mayor diversidad (3.13) se registró en la parcela E3 (Grutas) y la más baja (2.09) en la parcela E6 (Torre). En plántulas estuvo entre 3.113 y 0.844 obteniendo el más alto Grutas 1 (E3) y el más bajo Vivero 1 (E1). El índice de Shannon y el de Simpson coincidieron en cuanto a la diversidad de los sitios, aunque manejan escalas numéricas distintas.

Respecto al índice de alpha de Fisher fue el que presentó discrepancias con respecto a los otros dos índices (Cuadro 6).

Cuadro. 5 Número total de especies, abundancia y área basal por categorías de tamaño, dentro de las parcelas de restauración (a) y las del entorno (b).

Variabes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
a) Parcelas de restauración								
Riqueza de especies adultos	6	10	6	4	8	4	5	3
Riqueza de especies juveniles	16	21	14	27	19	13	26	22
Riqueza de especies plántulas	10	7	5	9	3	3	8	7
Número de individuos adultos	75	150	54	28	67	46	54	20
Número de individuos juveniles	128	107	72	157	74	87	254	189
Número de individuos plántulas	39	25	16	13	13	40	24	24
Área basal adultos vivos	3.81	17.28	6.99	7.55	7.31	8.92	3.66	1.56
Área basal adultos muertos	6.28	1.72	5.43	2.02	0.23	0.06	1.63	0.23
Área basal total	10.1	19.01	12.4	9.57	7.55	8.99	5.28	1.80
Variabes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
b) Parcelas del entorno								
Riqueza de especies adultos	15	14	18	23	11	9	13	15
Riqueza de especies juveniles	26	36	41	39	21	17	26	21
Riqueza de especies plántulas	17	29	28	29	18	13	21	17
Número de individuos adultos	60	78	66	81	92	71	91	74
Número de individuos juveniles	330	319	332	329	214	270	238	212
Número de individuos plántulas	568	96	141	173	128	87	144	148
Área basal adultos vivos	41.35	33.84	43.5	65.4	70.12	19.14	62.1	41.57
Área basal adultos muertos	-	0.03	-	0.61	1.64	3.42	0.75	0.15
Área basal total	41.35	33.88	43.5	66	71.77	22.57	62.9	41.73

Cuadro.6 Valores de diversidad de adultos o árboles, juveniles y plántulas. E=Entorno, P=Parcelas bajo restauración, N=Número de individuos, S=Riqueza de especies, H=Índice de Shannon-Wiener, D=Índice de Simpson, α =Índice de Fisher.

Árboles													
Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α	Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α
P1	Paso de Soldado	75	6	1.449	0.725	1.535	E1	Vivero 1	66	15	2.182	0.838	6.419
P2	Yalwech 1	150	10	1.529	0.742	2.412	E2	Vivero 2	81	14	2.131	0.818	4.975
P3	Cabañas Monte Azul	54	6	1.277	0.654	1.727	E3	Grutas 1	78	18	2.499	0.887	8.153
P4	Milpa	28	4	1.142	0.640	1.277	E4	Grutas 2	60	23	2.775	0.914	10.710
P5	Acceso Martín 1	67	8	1.061	0.452	2.369	E5	Yalwech 5	74	11	1.596	0.710	3.259
P6	Acceso Martín 2	46	4	0.068	0.337	1.053	E6	Torre	91	9	1.711	0.767	2.731
P7	Yalwech 2	54	5	1.378	0.720	1.345	E7	Yalwech 7	71	13	1.934	0.778	4.150
P8	Yalwech laguna	20	3	1.030	0.620	0.979	E8	Casa	92	15	1.971	0.774	5.679
Juveniles													
Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α	Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α
P1	Paso de Soldado	128	16	2.302	0.849	4.827	E1	Vivero 1	330	26	2.393	0.861	6.617
P2	Yalwech 1	107	21	2.714	0.918	7.814	E2	Vivero 2	319	36	2.936	0.902	10.430
P3	Cabañas Monte Azul	72	14	2.294	0.875	5.184	E3	Grutas 1	332	41	3.135	0.939	12.310
P4	Milpa	157	27	2.949	0.936	9.393	E4	Grutas 2	329	39	3.056	0.928	11.520
P5	Acceso Martín 1	74	19	2.355	0.850	8.271	E5	Yalwech 5	214	21	2.210	0.792	5.769
P6	Acceso Martín 2	87	13	2.190	0.854	4.234	E6	Torre	270	17	2.091	0.822	4.029
P7	Yalwech 2	254	26	2.641	0.910	7.255	E7	Yalwech 7	238	26	2.156	0.787	7.435
P8	Yalwech laguna	189	22	2.407	0.864	6.449	E8	Casa	212	21	2.347	0.858	5.789
Plántulas													
Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α	Clave de Sitio	Localidad	N	S	H	D	α
P1	Paso de Soldado	39	10	1.898	0.811	4.349	E1	Vivero 1	568	17	0.844	0.316	3.298
P2	Yalwech 1	25	7	1.839	0.826	3.228	E2	Vivero 2	96	29	2.783	0.883	14.120
P3	Cabañas Monte Azul	16	5	1.474	0.750	2.497	E3	Grutas 1	141	28	3.113	0.949	10.480
P4	Milpa	13	9	2.098	0.864	12.940	E4	Grutas 2	173	29	3.032	0.938	9.965
P5	Acceso Martín 1	13	3	0.911	0.568	1.223	E5	Yalwech 5	128	18	2.144	0.817	5.707
P6	Acceso Martín 2	40	3	0.847	0.489	0.751	E6	Torre	87	13	2.091	0.838	4.234
P7	Yalwech 2	24	8	1.864	0.813	4.202	E7	Yalwech 7	144	21	2.323	0.854	6.766
P8	Yalwech laguna	24	7	1.655	0.757	3.322	E8	Casa	148	17	2.139	0.820	4.957

La similitud florística entre las parcelas de restauración resultaron más parecidas para los árboles adultos que para juveniles o plántulas (Figs. 11-13). En cuanto a los árboles adultos, los sitios del entorno (E6 y E8) fueron más parecidos entre sí (Fig. 11b).

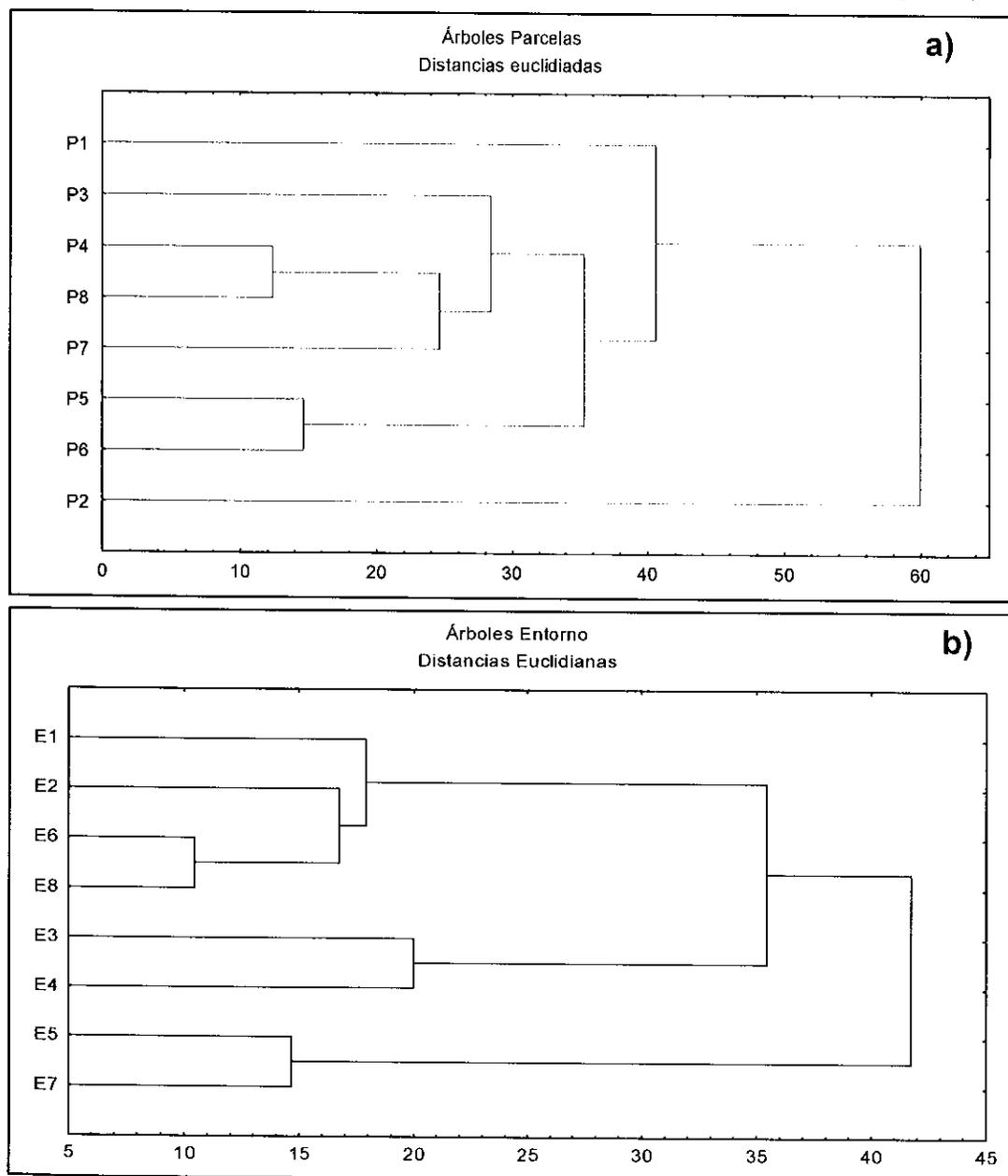


Fig. 11 Dendrograma para la categoría de árboles en los cuales se muestra la similitud florística entre las parcelas de restauración (a) y el entorno (b) a través del método de distancias euclidianas con el procedimiento de media aritmética no ponderada (UPGMA).

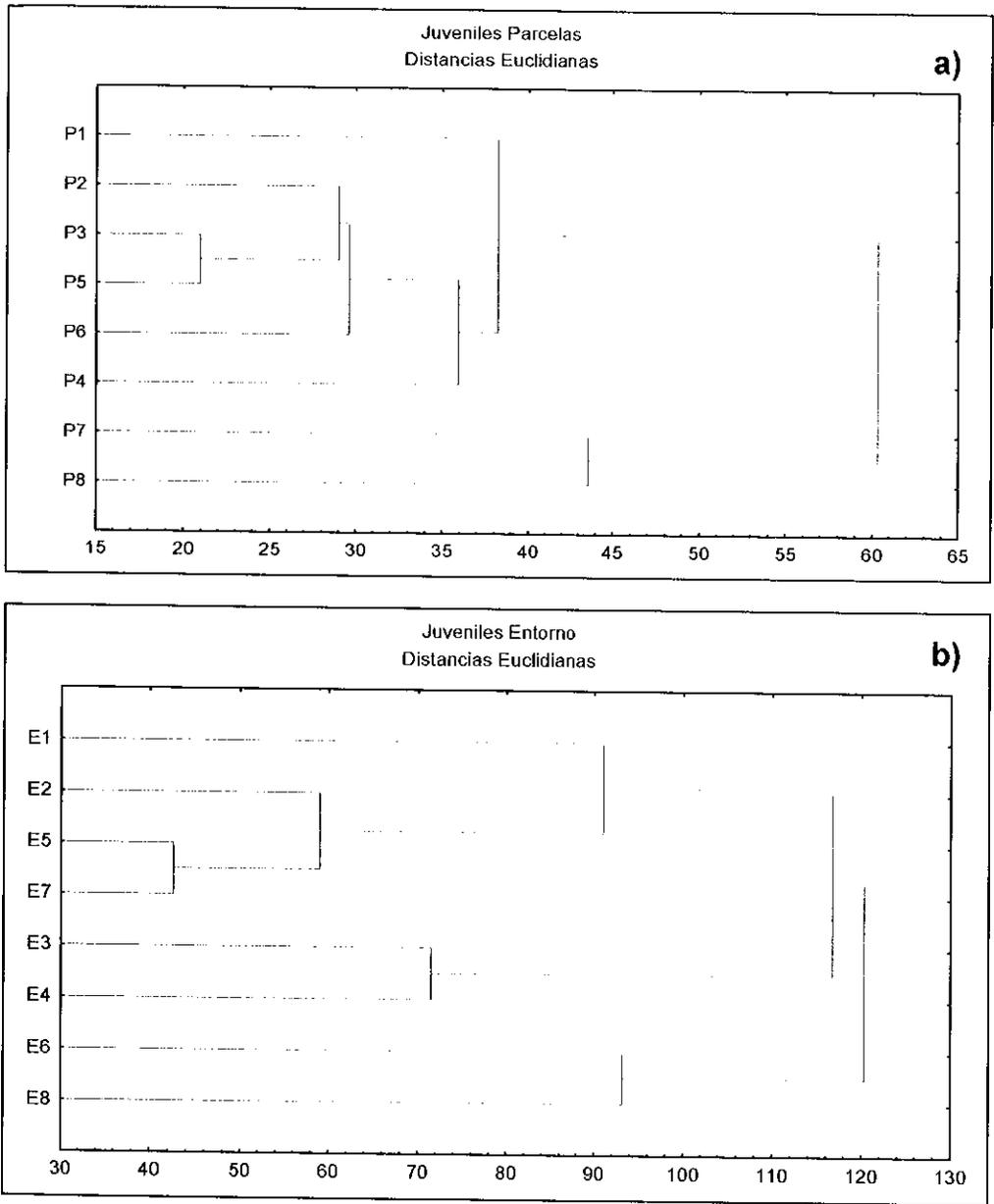


Fig. 12 Dendrograma para la categoría de juveniles en los cuales se muestra la similitud florística entre las parcelas de restauración (a) y el entorno (b), a través del método de distancias euclidianas con el procedimiento de media aritmética no ponderada (UPGMA).

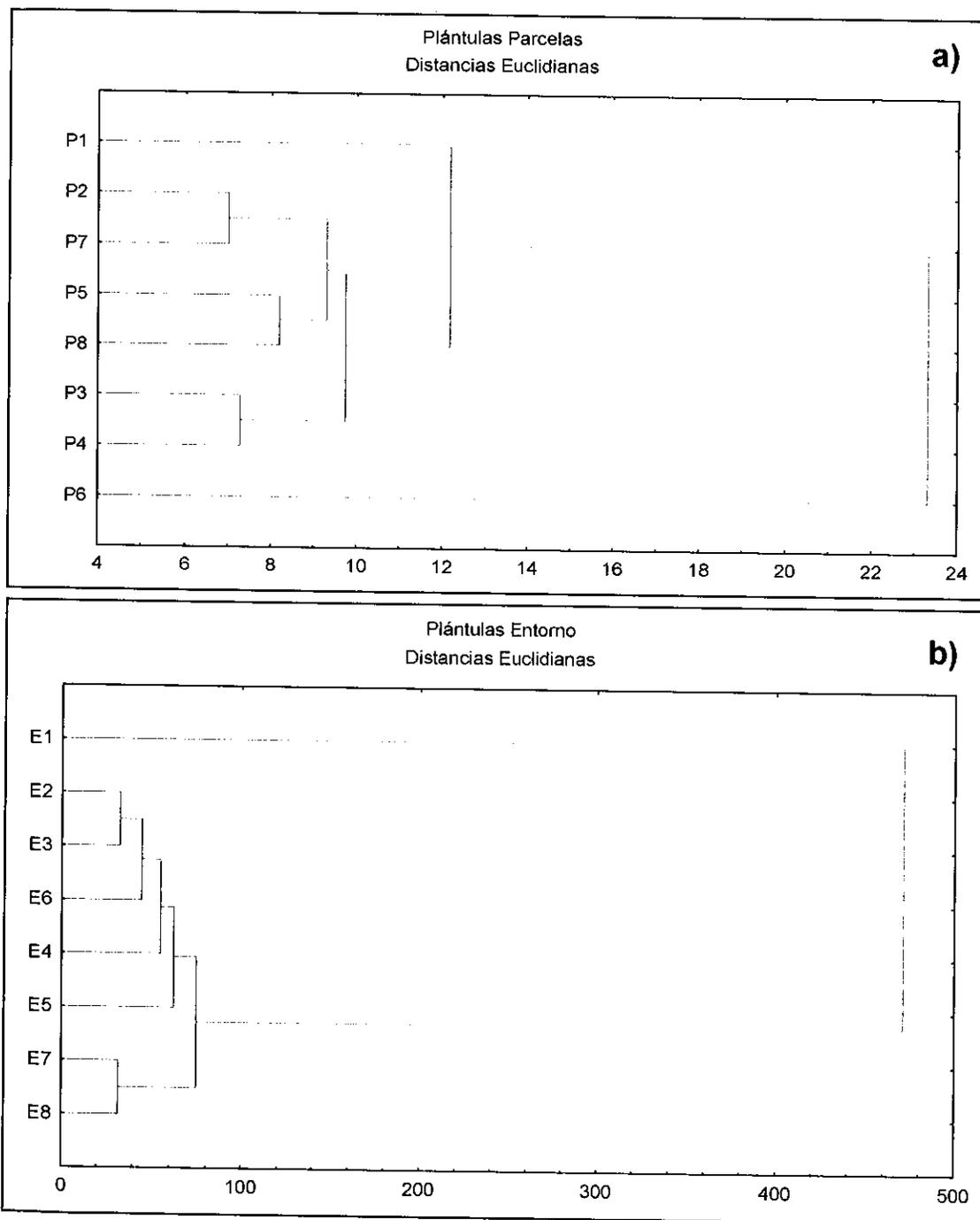


Fig. 13 Dendrograma para la categoría de plántulas en los cuales se muestra la similitud florística entre las parcelas de restauración (a) y el entorno (b), a través del método de distancias euclidianas con el procedimiento de media aritmética no ponderada (UPGMA).

9. Discusión

Este trabajo constituye una aproximación al conocimiento de la composición y estructura de la flora arbórea actual del BMM dentro del PNLM, ya que desde 1954 (Carlson, 1954) no se había realizado estudio similar excepto esporádicas colectas botánicas, por lo que esta tesis representa una actualización del estado de la vegetación arbórea, principalmente en el extremo norte del Parque.

Con propósitos comparativos, el número de especies encontradas en este trabajo fue similar al reportado para otros bosques mesófilos del país; por ejemplo, en Eloxochitlán, Hidalgo (Alcántara y Luna-Vega, 2001), en Carrizal de Bravo, Guerrero, en el cual se registraron 90 especies (Catalán-Heverástico *et al.*, 2003); en Cuautitlán, Jalisco (Sánchez, 2003) en el que se registraron 101 especies o en San Sebastián del Oeste, Jalisco (Reynoso-Dueñas, 2004). Sin embargo, los valores de riqueza de especies registrados en el PNLM es significativamente inferior a las cifras reportadas en Miahuatlán, Oaxaca (Campos-Villanueva *et al.*, 1995) y en Tenango de Doria (Luna-Vega, 1997).

En cuanto al número de géneros, el bosque del PNLM tiene similitud con el de Tlanchinol, Hidalgo (Luna-Vega *et al.*, 1994), con lo reportado por Acosta-Castellanos (1997) en la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, con el cual se comparten 32 géneros. En lo que respecta a la similitud genérica con otros bosques de Chiapas, la vegetación leñosa de del PNLM tiene analogía del 69% (59 géneros) del total reportado para el Polígono I de la Reserva de la Biosfera El Triunfo (Long y Heath, 1991), aunque muestra poca similitud a nivel específico. Asimismo, existe una alta similitud (> 60%) a nivel de géneros respecto a otros bosques mesófilos de Los Altos de Chiapas (Ramírez-Marcial, 2001; Ramírez-Marcial *et al.*, 1998). Para los Altos de Chiapas se reportaron 980 especies de diversos tipos de vegetación de las cuales aproximadamente 290 se distribuyen en el bosque mesófilo de la región, lo que confirma la alta riqueza de especies en esta zona (González-Espinosa *et al.*, 1997). Al comparar estos resultados con Montebello encontramos que el 44% de las especies y el 60% de los géneros se comparten por ambas localidades (Altos de Chiapas y PNLM).

De las 111 especies arbóreas de los Altos y Montañas del Norte de Chiapas que se han usado en experimentos de restauración forestal y que se distribuyen preferentemente en el BMM, se reportaron 35 de la zona Norte del PNLM, la mayoría de ellas consideradas dentro de alguna categoría de la NOM (NOM-059-ECOL-2001), tales como *Clethra suaveolens*, *Cornus disciflora*, *Oreopanax peltatus*, *O. xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Ilex vomitoria*, entre otras.

En los sitios del entorno con remanente de BMM se registraron 64 especies exclusivas de las cuales 40 son representativas de este tipo de vegetación por ejemplo: *Cornus disciflora*, *Ostrya virginiana*, *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *Podocarpus matudae* y *Rapanea myricoides*, registradas en alrededor de 19 estudios similares de todo el país (Willis, 1973., Luna-Vega *et al.*, 1988, 1989, 1994, 2001., Williams-Linera, 1991., Saldaña y Jardel, 1991., Mayorga-Saucedo *et al.*, 1998., Ramírez-Marcial *et al.*, 2003. entre otros.) De las 26 especies exclusivas registradas en las parcelas bajo restauración solo 11 son componentes típicos del bosque mesófilo entre los que destacan las herbáceas y arbustivas tales como: *Cirsium subcoriaceum*, *Ilex* sp., *Lobelia laxiflora* y *Salvia lavanduloides* (Luna-Vega *et al.*, 1988, 1989, 1994., Ramírez-Marcial *et al.*, 2003).

La mayor área basal registrada en este estudio fue para Yalwech 5 (E5) con 70.1 m²/ha, aportado por 92 individuos de tallas grandes (> 20 cm de d.a.p) pertenecientes a nueve especies. A pesar de la baja frecuencia de *Pinus oocarpa* en este sitio, fue la especie que aportó la mayor área basal con 41 m²/ha en 12 individuos; aunque *Liquidambar styraciflua* estuvo presente con 43 individuos fue la tercera especie en cuanto al aporte de área basal (Apéndice 5). En comparación con otros estudios el área basal encontrada en el presente, es una de las más altas registradas para los bosques mesófilos, donde normalmente la contribución del área basal está dada por otras especies diferentes de *Pinus*.

Se revisaron estudios similares para buscar similitudes florísticas tanto a nivel de género como de especies y encontramos que el BMM del Parque Nacional Lagunas de Montebello tiene un gran parecido con las localidades del Centro del país con excepción de Pluma Hidalgo, Oaxaca.

De los 86 géneros encontrados, 29 tienen una afinidad neotropical, 27 pantropical, 14 holárticos, 9 son de amplia distribución y 7 quedaron indeterminados; lo que demuestra una vez más el origen mixto de estos bosques. Rzedowski (1996) encontró una mayor

afinidad con los elementos boreales que con los neotropicales o pantropicales, este patrón se repitió en el dosel bosque mesófilo de Montebello con géneros representativos como *Quercus*, *Liquidambar*, *Pinus* y *Prunus*. La categoría de juveniles y plántulas, que en su conjunto forman el sotobosque tienen una mayor afinidad pantropical, seguida de la neotropical (Fig. 14). Este patrón de distribución de géneros holárticos asociados al dosel y de una mayor presencia de géneros andinos y Neotropicales en la composición de los bosques mesófilos ya ha sido anteriormente encontrado (Carlson, 1954, Miranda, 1960, Quintana-Ascencio y González-Espinosa, 1993, Ramírez-Marcial *et al.*, 2001).

Dentro de las parcelas bajo restauración se observó un mayor número de individuos del género *Pinus* sobre otras especies, tanto en el dosel como en el sotobosque. Lo que implica una disminución de la diversidad, cambios microclimáticos, la modificación del suelo, tanto para fines agrícolas como para la restitución del bosque mesófilo. Los pinos modifican el clima y al ser una especie con mayor resistencia al disturbio; por lo cual se ve favorecida y está ganando terreno sobre otras, esto es evidente al ver la cantidad de propágulos (Apéndice 6), en comparación con otras especies, dentro de zonas abiertas como las parcelas. Además se pudo observar una gran cantidad de herbáceas, en particular una Pteridophyta del género *Pteridium*. Debido a que la mayor cantidad de árboles adultos registrados en estas localidades son pinos, se infiere que se está dando un proceso de pinarización, ya que la fisonomía encontrada en las parcelas difiere por mucho a la encontrada en los sitios con remanente de bosque mesófilo. Se piensa que este proceso es natural y forma parte de la sucesión ecológica del bosque, pero no podemos dejar de lado que las poblaciones humanas también ayudan a acentuar este fenómeno, ya que para la reforestación en el parque se han utilizado en su mayoría pinos de la especie *oocarpa* y *maximinoi*.

No obstante que los resultados de la restauración ecológica no son evidentes a corto plazo podemos deducir que estas prácticas darán mejores rendimientos en cuanto a supervivencia, en comparación a las prácticas típicas de reforestación. Sin embargo, no podemos adelantar resultados y dar como conclusión que la restauración ecológica sea la respuesta a todos los problemas de degradación de los bosques. No obstante, los resultados obtenidos nos sugieren que la reintroducción de especies nativas es más factible en procesos encaminados a la conservación y a un mejor desarrollo sostenible de los recursos (Camacho- Cruz y González-Espinosa, 2002).

Otro punto a resaltar es que dentro de las parcelas bajo restauración se observó un mayor número de individuos del género *Pinus* sobre otras especies. Esto puede deberse a que dichas especies tiene una mayor resistencia al disturbio; por lo que se ve “favorecidas” y esta ganando terreno en comparación con otras especies, tanto en zonas abiertas como las parcelas (Apéndice 6).

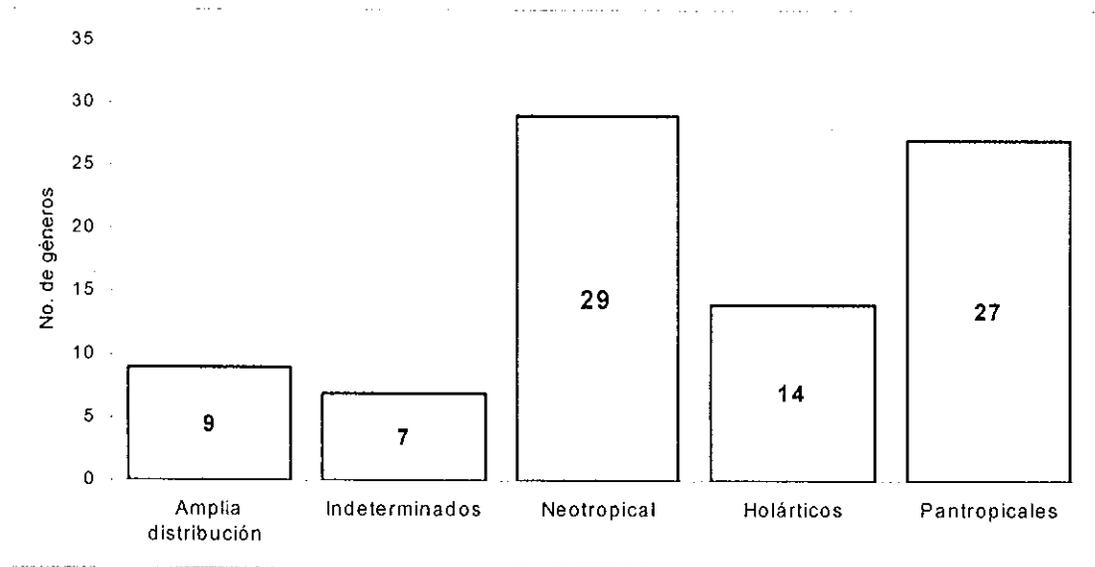


Fig. 14 Número de géneros encontrados en los inventarios florísticos dentro del PNLM de acuerdo a su afinidad fitogeográfica.

10. CONCLUSIONES

Se registraron 114 especies, pertenecientes a 86 géneros y 46 familias de las cuales más de la mitad (61%) se distribuyen preferentemente o exclusivamente en el bosque mesófilo de montaña.

Se registraron 6098 individuos, de los cuales 27% son plántulas, 55% juveniles y solo 18% son adultos. En cuanto a especies, más del 90% de ellas se presentan en la categoría de juveniles; lo que indica que el estrato arbustivo tiene una mayor riqueza.

Del total de especies, 24 están presentes en las parcelas y el entorno, de las 114 especies, 37% pertenece a árboles del interior, 29% a arbustos, 34% a árboles y herbáceas. Las especies dominantes para el dosel en la zona de estudio son: *Pinus maximinoi*, *P. oocarpa*, *Quercus sapotifolia*, *Liquidambar styraciflua* y *Clethra suaveolens*.

La presencia de un número mayor de individuos del género *Pinus* en las parcelas bajo restauración, el empobrecimiento del dosel y la poca cantidad de propágulos disponibles de otras especies, nos hace pensar que se ha dado un efecto de "Pinarización".

Los distintos componentes biogeográficos de la flora del BMM y las similitudes entre los componentes de regiones geográficas y florísticas distintas, se pueden atribuir a la compleja historia y evolución geológica de nuestro país. El elemento boreal (holártico) sigue siendo uno de los principales componentes, presente en el estrato arbóreo del BMM del Parque Nacional Lagunas de Montebello.

El bosque mesófilo de México ha reducido su distribución de manera acelerada durante los últimos años, como resultado de la confluencia de varios factores naturales y antrópicos como pueden ser la deforestación, tala, cambio climático y cambio de uso de suelo. A pesar de que Chiapas tiene una de las mayores extensiones de bosque mesófilo del país y cuenta con varias especies de distribución restringida o endémicas como *Hampea montebellensis*, muy pocas áreas cuentan con protección federal o de otro tipo.

Los remanentes de BMM dentro del parque han sido sometidos a un disturbio intenso, por lo que se hace prioritario realizar estudios sobre la regeneración y sucesión encaminados a la conservación, restauración y manejo adecuado de este recurso.

Es fundamental inventariar la localización y condición de los fragmentos de BMM dentro del PNLM, para delimitar áreas de recuperación y conocer de forma más precisa de este tipo de vegetación, a fin de poder evaluar la recuperación y restauración de las parcelas experimentales establecidas por ECOSUR e inventariadas en este trabajo.

11. LITERATURA CITADA

- ACNUR. 2001. La integración de refugiados Guatemaltecos en Chiapas. Documento electrónico, disponible en Internet: <http://www.acnur.org/>.
- Acosta-Castellanos, S. 1997. Afinidades fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica*, 6:25-39.
- Acosta-Castellanos, S. 2004. Afinidades de la flora genérica de algunos bosques mesófilos de montaña del nordeste, centro y sur de México: un enfoque fenético. *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 75: 61-72.
- Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del Bosque Mesófilo de Montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 68: 57-106.
- Alcántara-Ayala, O. y Luna-Vega, I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el Estado de Hidalgo, México. *Eloxochitlán y Tlahuelompa. Acta Botánica Mexicana*, 54: 51-87.
- Alcérreca-Aguirre, C. J., Consejo, O., Flores, D., Gutiérrez, E., Hentschel, M., Herzig, R., Pérez-Gil, J., Reyes, M. y Sánchez-Cordero, V. 1988. Fauna silvestre y áreas naturales protegidas. Colección Medio Ambiente. No. 7. Fundación Universo XXI. México, D. F.
- Álvarez-Aquino, C., G. Williams-Linera y A.C. Newton. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a Mexican cloud forest. *Restoration Ecology*, 12: 412-418.
- Anónimo. 2000. Programa de manejo Parque Nacional Lagunas de Montebello. SEMARNAP. Comisión de Áreas Naturales Protegidas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Bolom-Ton, F. 2000. Estructura de la vegetación arbórea en un gradiente de disturbio de comunidades de Bosque Mesófilo de Montaña del Norte de Chiapas. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Bravo-Nuñez, E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad biológica. *Hidrobiológica*, 1: 87-93.

- Breedlove, D. E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). En: Graham A. (eds.) Vegetation and vegetational history of northern Latin America, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Breedlove, D. E. 1981. Flora of Chiapas. Part 1: Introduction to the Flora of Chiapas. California Academy of Sciences, San Francisco.
- Brown, A. D. y M. Kappelle. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. En: Kappelle, M. y Brown, D. A. (eds.). Bosques nublados del neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Bubb P., May I., Miles L., Sayer J. 2004. Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Disponible en Internet: http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm.
- Camacho-Cruz A. y González-Espinosa, M. 2002. Establecimiento temprano de árboles nativos en bosques perturbados de los Altos de Chiapas. Ecosistemas. Ecosistemas. Revista de divulgación científica y técnica de ecología y medio ambiente. Online at: <http://www.aeet.org/ecosistemas/021/investigación2.htm>.
- Campos, A. y Villaseñor, J. L. 1995. Estudio florístico de la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). Boletín de la Sociedad Botánica de México, 56: 95-120.
- Cano-Santana, Z. y Meave, J. A. 1996. Sucesión primaria en derrames volcánicos: el caso del Xitle. Ciencias, 41: 58-69.
- Carlson, M. 1954. Floral elements of the Pine-Oak-Liquidambar forest of Montebello, Chiapas, México. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 81: 387-399.
- Catalán-Heverástico, C., López-Mata, L. y Terrazas, T. 2003. Estructura, composición y diversidad de especies de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica, 74: 209-230.
- Colwell, R. K. 2004. EstimateS: statistical estimation of species richness and species for samples. Version 7.0. University of Connecticut, Connecticut. Disponible en internet: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO. Instituto de Biología-UNAM y Agrupación Sierra Madre, México, D. F., México.

- Diario Oficial de la Federación. 2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-lista de especies en riesgo, Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 6 de marzo del 2002.
- Galindo Jaimes L., González-Espinosa M., Quintana-Ascencio P. y García-Barrios L. 2002. Tree composition and structure in disturbed stands with varying dominance by *Pinus* spp. in the highlands of Chiapas, Mexico. *Plant Ecology*, 162: 259-272.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D. F.
- Golicher, D. y Ramírez-Marcial N. 2003. Causas ecológicas de los incendios forestales. *Ecofronteras*, 18: 6-9.
- Gómez-Pompa, A. y Jiménez, A. E. 1976. Estudios ecológicos de las zonas cafetaleras de Veracruz, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. CECODES-CONACYT.
- González- Medrano, F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.
- González- Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México, segunda edición. Instituto Nacional de Ecología/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.
- González-Espinosa, M. y Ramírez-Marcial N. En prensa. El disturbio antrópico y la conservación y restauración de bosques de las montañas del centro y norte de Chiapas, México. En: K. Oyama y A. Castillo (eds.). Manejo, Conservación y Restauración de Recursos Naturales en México: perspectivas desde la Investigación Científica. UNAM/Siglo XXI, México, D.F.
- González-Espinosa, M., Ochoa-Gaona, S., Ramírez-Marcial, N., Quintana-Ascencio, P. F. 1995. Current land-use trends and conservation of old-growth forest habitats in the highlands of Chiapas, México. En: Wilson, M. H., Sader, S. A. y Estrada, A. (eds.). Conservation of Neotropical Migratory Birds in México, Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Miscellaneous Publication 727, Orono. pp.190-198.
- González-Espinosa M., Ochoa-Gaona S., Ramírez-Marcial N. y Quintana-Ascencio P. F. 1997. Contexto vegetacional y florístico de la agricultura. En: Parra-Vázquez M. R. y

- Díaz-Hernández B. M. (eds.). *Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. pp.95-117.
- González-Espinosa, M., Quintana-Ascencio, P.F. Ramírez-Marcial, N., Gaytán-Guzmán, P. 1991. Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forest in the highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 2: 351-360.
- González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N., Méndez-Dewar G., Galindo-Jaimes L. y Golicher D. 2005. Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. En: González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N. y Ruiz-Montoya L. (eds.). *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés/COCYTECH/ECOSUR, México D.F., México. pp.81-125.
- González-Espinosa, M., Rey-Benayas J. M., Ramírez-Marcial N., Huston M. A. y Golicher D. 2004. Tree diversity in the northern Neotropics: regional patterns in highly diverse Chiapas, Mexico. *Ecography*, 27: 741-756.
- Guariguata, M. y Catan, G. 2002. *Ecología y conservación de bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica.
- Hamilton, L. S., Juvik, J. O. y Scatena, F. N. 1995. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: introduction and workshop synthesis. En Hamilton, L. S., Juvik, J. O. y Scatena, F. N. (eds) *Tropical Montane Cloud Forests*. pp.1-23. *Ecological Studies* 110, Springer-Verlag, Nueva York.
- Hammer, O., Harper, D. A. T., and Ryan, P. D. 2001. PAST. Paleontological Statistics software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*. 4 1:9. Disponible en internet: <http://folk.uio.no/ohammer/past/index.html>.
- Ishiki Ishihara, M. 2003. Herbario, Unidad San Cristóbal de Las Casas. En: León Cortés, J. L., Lorenzo Monterrubio, C. y Pozo, C. Eds. *Colecciones Biológicas de El Colegio de la Frontera Sur, México*. CONABIO/ECOSUR, San Cristóbal de Las Casas. pp.183-189.
- Jardel, E. 1990. *Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jalisco.
- Jardel, E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia*, 22: 9-26.
- Jardel, P. E., Santiago, P. A. y Muñoz, M. M. 1993. El bosque mesófilo de la Sierra de Manantlán. *Tiempos de Ciencia*, 30:20-28.

- Jiménez-Ávila, E. 1979. Estudios ecológicos del agrosistema cafetalero. I: *Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec, Veracruz, México*. Biotica, 4: 1-12.
- Jiménez-Ávila, E. 1982. Comparación de la producción de materia orgánica de un bosque caducifolio y el cafetal. En: Jiménez-Ávila, E. y Gómez-Pompa, A. (Coords.) *Café cultivo*. INIREB, Xalapa, Veracruz. pp.55-63.
- Kappelle M. y Brown, A. D. 2001. *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 3a. Edición. Harper & Row. New York, EUA.
- Long, A. y Heath, M. 1991. *Flora of the Triunfo biosphere reserve, Chiapas, México: A preliminary floristic inventory and the plant communities of polygon 1*. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica, 62: 133-172.
- López Gómez, A. M. 2004. *Los cafetales de sombra como reservorio de la biodiversidad de plantas leñosas del bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz*. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa Veracruz.
- Lorenzo, S.A. L., Ramírez, A., Soto, M. A., Breceda, A., Calderon, M. C., Cortez, H., Puchet, C., Ramírez, M., Villalón, R. y Zapata, E. 1983. Nota sobre la fitogeografía del bosque mesófilo de montaña en la sierra madre del sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 44: 97-102.
- Luna-Vega, I., Almeida-Leñero L., Villers L. y Lorenzo L. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad botánica de México*, 48: 35-63.
- Luna-Vega, I., Almeida-Leñero, L. y Llorente-Bousquets, J. 1989. Florística y Aspectos fitogeográficos del Bosque Mesófilo de Montaña de las cañadas de Ocuilan, Estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 59: 63-87.
- Luna-Vega, I., Ocegueda-Cruz, S. y Alcántara-Ayala, O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 65: 31-62.
- Luna-Vega, I., Velásquez, A. y Velásquez, E. 2001. México. En: Kappelle, M. y Brown, A. (eds.). *Bosques nublados del neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. pp.183-232.

- Magurran, E. A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, EUA.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C.
- Meave, J., Soto, M. A., Calvo, L. M., Paz, H. y Valencia, S. 1992. Análisis sinecológico del Bosque Mesófilo de Montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 52: 31-77.
- Mejía-Domínguez, N. R., Meave, J. A. y Ruiz-Jiménez, C. A. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 74: 13-29.
- Melo, G. C. y Cervantes B. J. 1986. Propuestas para el programa integral de manejo y desarrollo del Parque Nacional Lagos de Montebello. *Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México*, 16:9-32.
- Miranda, F. 1952. La vegetación de Chiapas. Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Miranda, F. 1960. Posible significación del porcentaje de géneros bicontinentales en América tropical. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 30: 117-150.
- Miranda, F. y Hernández, X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28: 29-178.
- Miranda, F. y Sharp, A. J. 1950. Characteristic of the vegetation in certain temperate regions of eastern México. *Ecology*, 31: 313-333.
- Missouri Botanical Garden's VAST (VAScular Tropicos). 2005. Disponible en línea: <http://www.mobot.org/w3T/Search/vast.html>.
- Muller-Dombois y Ellenberg, H. 1974. The count-plot method and plotless sampling techniques. En *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley & Sons. New York. pp.93-135.
- Ochoa-Gaona S. y González-Espinosa M. 2000. Land-use and deforestation in the highlands of Chiapas, México. *Applied Geography*, 20: 17-42.
- Olvera-Vargas, M., Moreno-Gómez, S. y Figueroa-Rangel, B. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola. Manual para su establecimiento. Universidad de Guadalajara.

- Ortega, F. y Castillo, C. 1996. El bosque mesófilo de montaña y su importancia forestal. *Ciencias*, 43: 32-39.
- Parra-Vásquez, M. R. y Díaz-Hernández, B. M. (eds.). 1997. Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis rural: El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Pérez-Farrera, M. A. 2004. Flora y vegetación de la Reserva de la Biosfera El Triunfo: diversidad, riqueza y endemismo. En: Pérez-Farrera M.A., N. Martínez-Meléndez, A. Hernández-Yáñez y A. V. Arreola-Muñoz (eds.). La Reserva de la Biosfera El Triunfo, tras una década de conservación. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. pp.77-100.
- Pool-Novelo, L. 1997. Intensificación de la agricultura tradicional y cambios en el uso del suelo. Pp. 1-22, En Parra-Vásquez, M. R. y Díaz-Hernández, (eds). Los Altos de Chiapas. Agricultura y Crisis rural: Tomo I. Los Recursos Naturales. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Puig, H. y Bracho, R. 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas Instituto de Ecología, México.
- Quintana-Ascencio, P.F. y González-Espinosa, M. 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de Los Altos de Chiapas. *Acta Botánica Mexicana*, 21: 43-57.
- Quintana-Ascencio, P.F. González-Espinosa, M., y Ramírez-Marcial, N., 1992. Acorn removal, seedling survivorship, and seedling growth of *Quercus crispipilis* in successional forests of the highlands of Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 119: 6-18.
- Quintana-Ascencio P.F., Ramírez-Marcial N., González-Espinosa M. y Martínez-Icó M. 2004. Sapling survival and growth of conifer and broad-leaved trees in successional habitats in the highlands in Chiapas, México. *Applied Vegetation Science*, 8: 81-88.
- Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad de árboles y arbustos del bosque mesófilo en las montañas del norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 69: 51-63.
- Ramírez-Marcial, N. 2002. Disturbio humano y la diversidad de árboles y arbustos del bosque mesófilo en las montañas del norte de Chiapas. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Ramírez-Marcial, N. 2003. Survival and growth of tree seedlings in anthropogenically disturbed Mexican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science*, 14: 881-890.

- Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A. y González-Espinosa, M. 2003. Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México.
- Ramírez-Marcial N., Camacho-Cruz A. y González-Espinosa M. 2005. Potencial florístico para la restauración de bosques en Los Altos y Montañas del Norte de Chiapas. En: González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N. y Ruiz-Montoya, L. Eds. Diversidad Biológica en Chiapas, ECOSUR/COCYTECH/Plaza y Valdés, México, D. F., México. pp.325-369.
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M. y García-Moya, E. 1996. Establecimiento de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. en matorrales y pastizales de Los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia*, 30: 249-257
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M. y Quintana-Ascencio, P. F. 1992. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosque de Pino-Encino de Los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 20: 59-75.
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M. y Williams-Linera, G. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 154: 311-326.
- Ramírez-Marcial, N., Ochoa-Gaona, N. S., González-Espinosa, M. y Quintana, P. 1998. Análisis florístico y sucesional en la Estación biológica el Cerro del Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 44: 59-85.
- Ramos, S. Vallejo, E. y Aguilera, N. 1982. Edafología del cafetal. En: Jiménez-Ávila, E. y Gómez-Pompa, A. (Coords). *Café cultivado*. INIREB, Xalapa, Veracruz. pp.13-32.
- Reynoso-Dueñas, J. Florística y fitogeografía de la flora arbórea del Bosque Mesófilo de Montaña en San Sebastián del Oeste, Jalisco México. 2004. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- Ricklefs, R. E. y Schluter, D. (eds.). 1993. *Species diversity in ecological communities*. University of Chicago Press, Chicago, EUA.
- Román-Cuesta, R., Retaña, J. y Gracia, M. 2004. Fire trends in tropical México. A case study of Chiapas. *Journal of Forestry*, 102: 26-32.
- Romero-Najera, I. y González-Espinosa, M. La "invasión" de los pinos en Chiapas, afecta la biodiversidad de los bosques al modificar su microclima. Disponible en línea: <http://www.amc.unam.mx>.

- Rzedowski, J. 1970. Notas sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 18: 91-106.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, DF.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15:47-64.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35: 25-44.
- Rzedowski, J. y McVaugh, R. 1966. La Vegetación de la Nueva Galicia. *Contr. Univ. de Michigan. Herb.*, 9:1-123.
- Saldaña, A. y Jardel, P. E. 1991. Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: Estudios preliminares. *Biotam*, 3: 36-50.
- Sánchez, V. A. 1987. *Conservación biológica en México*. Cuadernos universitarios, serie Agronomía. No 13. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.
- Santiago-Pérez, A. L. 1992. Estudio fitosociológico del Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Manantlán. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Sosa, V. y Dávila, P. 1994. Una evaluación del conocimiento florístico de México. *Annales Missouri Botanical Garden*, 81: 749-757.
- Stadtmüller, T. 1986. *Los bosques nublados en el trópico húmedo*. Universidad de las Naciones Unidas. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Standley, P. C. 1929. *Trees and shrubs of Mexico*. Smithsonian Institution United States National Museum Chicago.
- Standley, P. C. y Steyermark. 1946-1966. *Flora of Guatemala*. Fieldiana. Botany 24, Parts I (478), II (432), III (493).
- STATSOFT INC. 1998. *STATISTICA for Windows*. Manual Versión. 5.1., Tulsa, Oklahoma.
- Vargas-Márquez, F. 1997. *Parques Nacionales de México*. Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

- Vázquez-G., J. A. 1995. Cloud forest Archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. En: Hamilton, L.S. Juvik J.O. y Scatena F.N. Eds. Tropical montane cloud forests. Springer-Verlag, New York. Pp.315-332.
- Vázquez-G., J. A. 2000. Vegetation of the Cerro Grande massif, Sierra de Manantlán, Mexico: ordination of a long altitudinal gradient with high species turnover. Boletín del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara, 6: 227-250.
- Vázquez-G., J. A. y Givnish, T.J. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* 86: 999-1020.
- Vázquez-G., J. A. y Vargas Y. L. 1999. Diversidad de la flora vascular en la región huichola y municipios circunvecinos. *Scientia-CUCBA*, 1: 7-12.
- Vázquez-G., J. A., Cuevas G.R., Cochrane T.S., Iltis, H.H., Santana M.F.J. y Guzmán H.L. 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Sida, Botanical Miscellany No. 13, Fort Worth, Texas.
- Villafuerte, D., García, M. C. y Meza, S. 1997. La Cuestión ganadera y la deforestación. Viejos y nuevos problemas en el trópico y Chiapas. CESMECA, UNICACH. 1ª. Edición, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Webster G. L. 1995. The panorama of neotropical cloud forest. En: Churchill S. P., Balslev H., Forero E., Luteyn J. L. (eds.) *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, The New York Botanical Garden, New York. pp. 53-77.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Whittaker, R. H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Segunda Edición. 385 p.
- Williams-Linera, G. 1991. Nota sobre la estructura del estrato arbóreo del Bosque Mesófilo de Montaña en los alrededores del campamento "El Triunfo" Chiapas. *Acta Botánica Mexicana*, 13: 1-7.
- Willis, J. C. 1973. *A dictionary of the flowering plants and ferns*. Eighth edition. Cambridge at the University Press.
- Zarco-Mendoza, P. 2000. Análisis de la vegetación y fauna asociada en un bosque templado del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de México, Los Reyes Iztacala, estado de México.
- Zuill, H. A. y Lathrop, E.W. 1975. The structure and climate of a tropical montane rain forest and an associated temperate pine-oak-Liquidambar forest in the northern

highlands of Chiapas, Mexico. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, serie Botánica*, 46:73-118.

12. APENDICES

Apéndice 1. Resultados de los inventarios florísticos con datos de abundancia por categoría de tamaños de cada especie. FV= Forma de Vida, Arln= Árboles del interior, Dos= Dose!, Arb= Árboles, Her= Herbacea, Adu= Adultos o árboles, Juv= Juveniles, Plá= Plántulas, Par= Parcelas en restauración, Ent= Sitios aledaños a la restauración.

Especies	Acrónimo													
	FV	Adu	Par	Adu	Ent	Juv	Par	Juv	Ent	Plá	Par	Plá	Ent	Total
ACTINIDIACEAE														
<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) Dietrich.			Sau sca	Arln	-	2	2	5	5	-	-	1	1	10
ANACARDIACEAE														
<i>Tapirira</i> aff. <i>mexicana</i> Marchand.			Tap aff	Dos	-	-	-	4	4	-	-	3	3	7
AQUIFOLIACEAE														
<i>Ilex macfadyenii</i> Rehder.			Ile mac	Arb	-	13	-	20	20	-	-	9	9	42
<i>Ilex</i> sp. 3			Ile sp3	Arln	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ilex vomitoria</i> Soland.			Ile vom	Arb	-	4	-	17	17	-	-	-	-	21
ARALIACEAE														
<i>Oreopanax peltatum</i> Linden.			Ore pel	Arln	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.			Ore xal	Arln	-	-	-	6	6	-	-	1	1	7
ASCLEPIADACEAE														
<i>Asclepias curassavica</i> L.			Asc cur	Her	-	-	11	-	-	-	-	-	-	11
ASTERACEAE														
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.			All int	Her	-	-	128	-	-	8	-	-	-	136
ASTERACEAE sp. 2			Ast sp2	Her	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cirsium subcoriaceum</i> Sch. Bip. ex Seem.			Cir sub	Her	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
<i>Chromolaena opadoclinia</i> (S. F. Blake) R. M. King & Lorence			Chr opa	Arb	-	-	5	1	1	-	-	-	-	6
<i>Eupatorium ligustrinum</i> D. C.			Eup lig	Arb	-	6	115	27	27	15	5	5	5	168
<i>Eupatorium phyllocephalum</i> Klatt.			Eup phy	Her	-	-	35	-	-	-	-	-	-	35
<i>Eupatorium</i> sp. 1			Eup sp1	Arb	-	-	5	3	3	-	-	-	-	8
<i>Eupatorium tuerckheimii</i> Klatt.			Eup tue	Her	-	-	-	14	14	-	-	-	-	14
<i>Podochaenium eminens</i> Baill.			Pod emi	Arb	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6
<i>Telanthophora cobanensis</i> (J.M.Coult.) H. Rob. & Brettell.			Tel cob	Arb	-	-	-	25	25	-	-	12	12	37

Especies		Acrónimo	FV	Adu	Par	Adu	Ent	Juv	Par	Juv	Ent	Plá	Par	Plá	Ent	Total
<i>Tithonia diversifolia</i>	A. Gray	<i>Tit div</i>	Her	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	12
<i>Verbesina perymeniooides</i>	Sch. Bip. ex Klatt.	<i>Ver per</i>	Arb	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Vernonia leiocarpa</i>	DC.	<i>Ver lei</i>	Arb	1	1	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	8
<i>Vernonia scorpioides</i>	Pers.	<i>Ver sco</i>	Arln	-	1	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	14
<i>Vernonia</i> sp. 1		<i>Ver sp1</i>	Arb	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5
BETULACEAE																
<i>Ostrya virginiana</i>	K. Koch	<i>Ost vir</i>	Arln	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
BORAGINACEAE																
<i>Tournefortia densiflora</i>	Mart. ex Galeotti	<i>Tou den</i>	Arb	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	12
CAMPANULACEAE																
<i>Lobelia laxiflora</i>	H.B. & K.	<i>Lob lax</i>	Her	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
CAPRIFOLIACEAE																
<i>Viburnum hartwegii</i>	Benth.	<i>Vib har</i>	Arln	-	4	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	12
<i>Viburnum jucundum</i>	Morton	<i>Vib juc</i>	Arln	-	1	-	-	-	23	-	-	-	-	12	-	36
CELASTRACEAE																
<i>Celastrus</i> aff. <i>vulcanicola</i>	Donn. Sm.	<i>Cel vul</i>	Her	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	-	7
CLETHRACEAE																
<i>Clethra suaveolens</i>	Turcz.	<i>Cle sua</i>	Dos	81	49	80	80	80	-	5	65	360	-	-	-	360
CLUSIACEAE																
<i>Clusia</i> aff. <i>mexicana</i>	Vesque	<i>Clu aff</i>	Arln	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
<i>Clusia flava</i>	Jacq.	<i>Clu fla</i>	Arln	-	1	-	-	-	17	-	-	-	-	9	-	27
<i>Clusia rosea</i>	Jacq.	<i>Clu ros</i>	Arln	-	2	-	-	-	16	-	-	-	-	3	-	21
CONNARACEAE																
<i>Rourea schippii</i>	Standl.	<i>Rou sch</i>	Arln	-	1	-	-	-	28	-	-	-	-	19	-	48
CORNACEAE																
<i>Cornus disciflora</i>	et Moc Sessé ex DC.	<i>Cor dis</i>	Arln	-	23	-	-	-	38	-	-	-	-	16	-	77
<i>Cornus excelsa</i>	kunth.	<i>Cor exc</i>	Arln	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	3
CUPRESSACEAE																
<i>Cupressus lusitanica</i>	Linddl. ex Parl.	<i>Cup lus</i>	Dos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Species	Acronimo	FV	Adu Par	Adu Ent	Juv Par	Juv Ent	Plá Par	Plá Ent	Total
ERICACEAE									
<i>Gaultheria</i> aff. <i>chiapensis</i> Camp.	Gau aff	Arb	-	-	-	13	-	-	13
<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	Vac con	Arb	-	-	-	3	-	1	4
EUPHORBIACEAE									
<i>Croton draco</i> Schlecht.	Cro dra	Dos	-	-	1	-	-	-	1
FABACEAE									
<i>Desmodium plicatum</i> Cham. & Schlecht.	Des pli	Her	-	-	2	-	-	-	2
<i>Diphysa americana</i> (Miller) M. Sousa S.	Dip ame	Arln	1	-	2	-	-	-	3
<i>Erythrina</i> aff. <i>chiapasana</i> Krukoff	Ery aff	Arln	-	-	3	-	-	-	3
FAGACEAE									
<i>Quercus candicans</i> Nee	Que can	Dos	-	-	-	-	-	2	2
<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Que sap	Dos	92	116	163	177	4	505	1057
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	Que seg	Dos	10	10	4	10	-	10	44
<i>Quercus</i> spp.	Que spp	Dos	-	-	-	-	1	6	7
FLACOURTIACEAE									
<i>Casearia conyngosa</i> H.B. & K.	Cas cor	Arln	-	2	-	-	-	-	2
<i>Xylosma chiapensis</i> Lundell	Xyl chi	Arln	-	-	-	1	-	3	4
<i>Xylosma flexuosum</i> Hemsl.	Xyl fle	Arb	-	2	-	7	-	5	14
<i>Xylosma</i> sp. 1	Xyl sp1	Arb	-	-	-	4	-	1	5
HAMAMELIDACEAE									
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liq sty	Dos	44	130	40	35	4	6	259
LAMIACEAE									
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	Hyp cap	Her	-	-	3	-	-	-	3
<i>Salvia lavanduloides</i> H.B. & K.	Sal lav	Her	-	-	22	-	-	-	22
<i>Salvia rubiginosa</i> Benth.	Sal rub	Her	-	-	-	3	-	3	6
LAURACEAE									
<i>Licaria peckii</i> (I.M.Johnst.) Kosterm.	Lic pec	Arln	-	-	-	10	-	-	10
<i>Litsea glaucescens</i> H.B. & K.	Lit gla	Arb	-	-	16	10	3	3	32
<i>Ocotea helicterifolia</i> Hemsl.	Oco hel	Arln	-	-	-	20	-	23	43

Especies		Acrónimo	FV	Adu	Par	Adu	Ent	Juv	Par	Juv	Ent	Plá	Par	Plá	Ent	Total
	<i>Persea americana</i> Mill.		Arln	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	7
	<i>Persea liebmannii</i> Mez.		Arln	-	-	-	-	29	-	-	-	-	-	15	-	44
LYTHRACEAE																
	<i>Cuphea hookeriana</i> Walp.		Her	-	-	-	33	-	-	2	-	-	-	-	-	35
MALVACEAE																
	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell		Arln	-	4	-	-	54	-	-	-	20	-	-	-	78
	<i>Malva viscus arboreus</i> Cav.		Arb	-	-	-	-	5	-	-	-	3	-	-	-	8
MELASTOMATACEAE																
	<i>Arthrostemma parvifolium</i> Cogn.		Her	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	<i>Conostegia xalapensis</i> D. Don		Arln	-	22	-	-	14	-	-	-	9	-	-	-	45
	<i>Miconia desmantha</i> Benth.		Arln	-	-	65	-	272	-	2	-	144	-	-	-	483
	<i>Miconia mexicana</i> Naud.		Arb	-	-	-	-	29	-	-	-	30	-	-	-	59
MIMOSACEAE																
	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.		Dos	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Calliandra houstoniana</i> Standl.		Arb	-	-	-	-	33	-	-	-	26	-	-	-	59
	<i>Cojoba arborea</i> Britton & Rose.		Dos	-	2	-	-	7	-	-	-	1	-	-	-	10
	<i>Inga oerstediana</i> Benth.		Arln	-	-	-	-	6	-	-	-	11	-	-	-	17
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.		Her	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
MORACEAE																
	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B. & K.		Dos	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	5
	<i>Trophis chiapensis</i> Brandegee		Arln	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5
MYRICACEAE																
	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small		Arln	2	-	64	-	77	-	32	-	21	-	-	-	196
MYRSINACEAE																
	<i>Ardisia donnell-smithii</i> Mez.		Arb	-	-	-	-	10	-	-	-	8	-	-	-	18
	<i>Ardisia revoluta</i> H.B. & K.		Arb	-	3	-	-	26	-	-	-	10	-	-	-	39
	<i>Parathesis belizensis</i> Lundell.		Arb	-	6	-	-	37	-	-	-	19	-	-	-	62
	<i>Rapanea jurgensenii</i> mez.		Arln	4	18	65	-	68	-	41	-	77	-	-	-	273
	<i>Rapanea myricoides</i> (Schltdl.) Lundell.		Arln	-	8	-	-	12	-	-	-	2	-	-	-	22
	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell		Arln	-	-	-	-	6	-	-	-	7	-	-	-	13

Especies		Acrómino	FV	Adu	Par	Ent	Juv	Par	Juv	Ent	Plá	Par	Plá	Ent	Total
MYRTACEAE															
<i>Eugenia capuli</i> Schlecht.		<i>Eug cap</i>	Arln	-	-	-	26	-	-	-	-	-	16	-	42
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		<i>Myr spl</i>	Arln	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>Psidium guianense</i> SW.		<i>Psi gui</i>	Arln	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.		<i>Syz jam</i>	Arln	-	-	-	4	-	-	-	-	-	7	-	11
PINACEAE															
<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Moore		<i>Pin max</i>	Dos	40	57	1	-	-	-	-	-	-	-	-	98
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede.		<i>Pin ooc</i>	Dos	207	38	41	-	-	1	-	-	-	-	-	287
<i>Pinus</i> spp.		<i>Pin spp</i>	Dos	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	64
PODOCARPACEAE															
<i>Podocarpus matudai</i> Lundell		<i>Pod mat</i>	Dos	-	2	-	11	-	-	-	-	-	-	-	13
RHAMNACEAE															
<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.		<i>Cea cae</i>	Arb	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	3
ROSACEAE															
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.		<i>Eri jap</i>	Arln	-	1	-	20	-	-	-	-	-	14	-	35
<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.		<i>Pru bra</i>	Dos	-	9	-	87	-	-	-	-	-	28	-	124
<i>Rubus adenotrichos</i> Schlecht.		<i>Rub ade</i>	Her	-	-	51	-	7	-	-	-	-	1	-	59
<i>Rubus hadrocarpus</i> Standl. & Steyererm.		<i>Rub had</i>	Her	-	-	16	-	-	-	1	-	-	2	-	19
RUBIACEAE															
<i>Chiococca alba</i> Hitchc.		<i>Chi alb</i>	Arb	-	-	-	4	-	-	-	-	-	3	-	7
<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.		<i>Psy cos</i>	Arb	-	1	3	42	-	-	-	-	-	6	-	52
<i>Psychotria galeottiana</i> (Mart.) C.M.Taylor & Lorence		<i>Psy gal</i>	Arb	2	11	2	383	-	3	-	-	-	134	-	535
<i>Psychotria</i> sp. 1		<i>Psy sp1</i>	Arb	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Randia aculeata</i> L.		<i>Ran acu</i>	Arb	-	-	-	40	-	-	-	-	-	16	-	56
<i>Rondeletia buddleioides</i> Benth.		<i>Ron bud</i>	Arb	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	5
RUBIACEAE sp. 2		<i>Rub sp2</i>	Arb	-	1	-	3	-	-	-	-	-	2	-	6
RUBIACEAE sp. 3		<i>Rub sp3</i>	Arb	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
SAPINDACEAE															
<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé.		<i>Cup den</i>	Arln	-	2	-	74	-	-	-	-	-	20	-	96
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.		<i>Dod vis</i>	Arb	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Especies		Acrónimo	FV	Adu Par	Adu Ent	Juv Par	Juv Ent	Plá Par	Plá Ent	Total
<i>Exothea paniculata</i>	Walp.	<i>Exo pan</i>	Dos	-	7	-	52	-	19	78
SAPOTACEAE										0
<i>Pouteria sapota</i>	(Jacq.) H.E.Moore & Stearn.	<i>Pou sap</i>	Dos	-	-	-	33	-	22	55
SCROPHULARIACEAE										
<i>Russelia sarmentosa</i>	Jacq.	<i>Rus sar</i>	Her	-	-	11	-	1	-	12
SOLANACEAE										
<i>Solanum erianthum</i>	D.Don.	<i>Sol eri</i>	Arb	-	-	-	2	-	2	4
STAPHYLEACEAE										
<i>Turpinia aff. occidentalis</i>	G. Don.	<i>Tur aff</i>	Arln	-	-	-	3	-	1	4
<i>Turpinia tricornuta</i>	Lundell.	<i>Tur tri</i>	Arln	-	10	-	35	-	11	56
STYRACACEAE										
<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i>	(Greenm.) Gonsoulin	<i>Sty arg</i>	Arln	-	26	-	19	-	6	51
SYMPLOCACEAE										
<i>Symplocos longipes</i>	Lundell	<i>Sym lon</i>	Arln	-	6	-	25	-	12	43
THEACEAE										
<i>Ternstroemia oocarpa</i>	Melch.	<i>Ter ooc</i>	Arln	2	2	-	9	-	5	18
THYMELAEACEAE										
<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i>	Donn. Sm.	<i>Dap tue</i>	Arln	1	-	13	21	-	9	44
		494		613	1068	2244	194	1485	6098	

Apéndice 2. Resultados de los inventarios florísticos con datos de presencia (x) ausencia (-) por categoría de tamaños. De P1 a P8, corresponden a las parcelas bajo restauración y de E1 a E8 corresponden a los sitios aledaños a la restauración. A= Adultos o Árboles.

Familia	Especie	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8
MYRSINACEAE	<i>Ardisia revoluta</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia corymbosa</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
CLETHRACEAE	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X
CLUSIACEAE	<i>Clusia aff. mexicana</i> Vesque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
CLUSIACEAE	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
MIMOSACEAE	<i>Cojoba arborea</i> Britton & Rose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Conostegia xalapensis</i> D. Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
CORNACEAE	<i>Cornus disciflora</i> Moc Sessé ex D.C.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitanica</i> Lindl ex Parl.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i> Donn. Sm.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FABACEAE	<i>Diphysa americana</i> (Miller) M. Sousa S.	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium ligustrinum</i> D. C.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
SAPINDACEAE	<i>Exothea paniculata</i> Walp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
MALVACEAE	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex macfadyenii</i> Rehder	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex vomitoria</i> Soland.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MYRICACEAE	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BETULACEAE	<i>Ostrya virginiana</i> K. Koch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Parathesis belizensis</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	X

Familia	Especie	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8
PINACEAE	<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Moore	X	-	X	X	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus matudai</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
ROSACEAE	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Psidium guianense</i> SW.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Psychotria galeottiana</i> (Mart.) C.M.Taylor & Lorence	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
FAGACEAE	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
FAGACEAE	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
MYRSINACEAE	<i>Rapanea jurgensenii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Rapanea myricoides</i> (Schltdl.) Lundell	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X
CONNARACEAE	<i>Rourea schippii</i> Standl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
RUBIACEAE	RUBIACEAE sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) Dietrich	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
STYRACACEAE	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i> (Greenm.) Gonsoulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos longipes</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
THEACEAE	<i>Ternstroemia oocarpa</i> Melch.	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia tricornuta</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	X	X
ASTERACEAE	<i>Verbesina perymenioides</i> Sch.Bip. ex Klatt.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Vernonia leiocarpa</i> DC.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
ASTERACEAE	<i>Vernonia scorpoides</i> Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum jucundum</i> Morton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma flexuosum</i> Hemsli.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-

Apéndice 2. Resultados de los inventarios florísticos con datos de presencia(x) ausencia (-) por categoría de tamaños. De P1 a P8, corresponden a las parcelas bajo restauración y de E1 a E8 corresponden a los sitios alejados a la restauración. J= Juveniles.

Familia	Especie	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8	JE1	JE2	JE3	JE4	JE5	JE6	JE7	JE8
MIMOSACEAE	<i>Acacia pennatula</i> (Schitdl. & Cham.) Benth.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Ardisia donnell-smithii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Ardisia revoluta</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Arthrostemma parvifolium</i> Cogn.	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> L.	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	ASTERACEAE sp. 1	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MIMOSACEAE	<i>Calliandra houstoniana</i> Standl.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	X	X
RHAMNACEAE	<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
CELASTRACEAE	<i>Celastrus aff. vulcanicola</i> Donn. Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Cirsium subcoriaceum</i> Sch. Bip. ex Seem.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLETHRACEAE	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CLUSIACEAE	<i>Clusia aff. mexicana</i> Vesque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
CLUSIACEAE	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-
MIMOSACEAE	<i>Cojoba arborea</i> Britton & Rose.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Conostegia xalapensis</i> D. Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
CORNACEAE	<i>Comus disciflora</i> Sessé et Moc. ex D. C.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-
CORNACEAE	<i>Comus excelsa</i> Kunth.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
EUPHORBIACEAE	<i>Croton draco</i> Schlecht.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X
LYTHRACEAE	<i>Cuphea hookeriana</i> Walp.	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Chiococca alba</i> Hitchc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
ASTERACEAE	<i>Chromolaena opadoclinia</i> (S. F. Blake) R. M. King & Lorence	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i> Donn. Sm.	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-	X
FABACEAE	<i>Desmodium plicatum</i> Cham. & Schlecht.	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FABACEAE	<i>Diphysa americana</i> (Miller) M. Sousa S.	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Familia	Especie	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8	JE1	JE2	JE3	JE4	JE5	JE6	JE7	JE8
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X
FABACEAE	<i>Erythrina aff. chiapasana</i> Krukoff.	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Eugenia capuli</i> Schlecht.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium ligustrinum</i> D. C.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium phyllocephalum</i> Klatt.	X	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium</i> sp. 1	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium tuerckheimii</i> Klatt.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPINDACEAE	<i>Exothea paniculata</i> Walp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
ERICACEAE	<i>Gaultheria aff. chiapensis</i> Camp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MALVACEAE	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
LAMIACEAE	<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex macfadyenii</i> Rehder	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex vomitoria</i> Soland.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X
MIMOSACEAE	<i>Inga oerstediana</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
LAURACEAE	<i>Licaria peckii</i> (I.M.Johnst.) Kosterm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X
LAURACEAE	<i>Litsea glaucescens</i> H.B. & K.	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	-
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia laxiflora</i> H.B. & K.	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia desmantha</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia mexicana</i> Naud.	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X
MIMOSACEAE	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
MYRICACEAE	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	-	-
LAURACEAE	<i>Ocotea helicterifolia</i> Hemsl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-
ARALIACEAE	<i>Oreopanax peltatum</i> Linden.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Parathesis belizensis</i> Lundell.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	X

Familia	Especie	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8	JE1	JE2	JE3	JE4	JE5	JE6	JE7	JE8	
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	
Lauraceae	<i>Persea liebmannii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	X	
Pinaceae	<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Moore	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pinaceae	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede.	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
Asteraceae	<i>Podochaenium eminens</i> Baill.	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Podocarpaceae	<i>Podocarpus matudai</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	
Rosaceae	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	
Rubiaceae	<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	
Rubiaceae	<i>Psychotria galeottiana</i> (Mart.) C.M.Taylor & Lorence	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	
Fagaceae	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fagaceae	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X	
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	
Myrsinaceae	<i>Rapanea jurgensensis</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	-	
Myrsinaceae	<i>Rapanea myricoides</i> (Schltdl.) Lundell	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	
Rubiaceae	<i>Rondeletia buddleioides</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	
Connaraceae	<i>Rourea schippii</i> Standl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	
Rubiaceae	Rubiaceae sp. 1	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rubiaceae	Rubiaceae sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	
Rosaceae	<i>Rubus adenotrichos</i> Schlecht.	X	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rosaceae	<i>Rubus hadrocarpus</i> Standl. & Steyerl.	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Scrophulariaceae	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lamiaceae	<i>Salvia lavanduloides</i> H.B. & K.	-	-	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lamiaceae	<i>Salvia rubiginosa</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) Dietrich.	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	
Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i> D.Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	
Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i> (Greenm.) Gonsoulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	
Symplocaceae	<i>Symplocos longipes</i> Lundell.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	
Myrsinaceae	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	

Familia	Especie	JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8	JE1	JE2	JE3	JE4	JE5	JE6	JE7	JE8
ANACARDIACEAE	<i>Tapira aff. mexicana</i> Marchand.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Telanthophora cobanensis</i> (J.M.Coult.) H. Rob. & Brettell.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
THEACEAE	<i>Temstroemia oocarpa</i> Melch.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X
ASTERACEAE	<i>Tithonia diversifolia</i> A. Gray	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia densiflora</i> Mart. ex Galeotti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
MORACEAE	<i>Trophis chiapensis</i> Brandegee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia aff. occidentalis</i> G. Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia tricomuta</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	X	-
ERICACEAE	<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
ASTERACEAE	<i>Verbesina perymenioides</i> Sch. Bip. ex Klatt.	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Vernonia leiocarpa</i> DC.	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Vernonia scorioides</i> Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Vernonia</i> sp. 1	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum jucundum</i> Morton	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma chiapensis</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma flexuosum</i> Hemsl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-

Apéndice 2. Resultados de los inventarios florísticos con datos de presencia(x) ausencia (-) por categoría de tamaños. De P1 a P8, corresponden a las parcelas bajo restauración y de E1 a E8 corresponden a los sitios alejados a la restauración. P= Plántulas.

Familia	Especie	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8
ASTERACEAE	<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.	-	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Ardisia donnell-smithii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Ardisia revoluta</i> H.B. & K.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
MIMOSACEAE	<i>Calliandra houstoniana</i> Standl.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x	-
CELASTRACEAE	<i>Celastrus aff. vulcanicola</i> Donn. Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
CLETHRACEAE	<i>Clethra suaveolens</i> Turcz.	-	-	-	x	-	-	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x
CLUSIACEAE	<i>Clusia flava</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
CLUSIACEAE	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
MIMOSACEAE	<i>Cojoba arborea</i> Britton & Rose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Conostegia xalapensis</i> D. Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-
CORNACEAE	<i>Cornus disciflora</i> Sessé et Moc. ex D. C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-	x	x
CORNACEAE	<i>Cornus excelsa</i> Kunth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
SAPINDACEAE	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
LYTHRACEAE	<i>Cuphea hookeriana</i> Walp.	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Chiococca alba</i> Hitchc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
THYMELAEACEAE	<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i> Donn. Sm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	x	-
ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Eugenia capuli</i> Schlecht.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Eupatorium ligustrinum</i> D. C.	x	x	-	x	-	-	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-
SAPINDACEAE	<i>Exothea paniculata</i> Walp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	x	-
MALVACEAE	<i>Hampea montebellensis</i> Fryxell	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-	-	-	-
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex macfadyenii</i> Rehder	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-	-	-
MIMOSACEAE	<i>Inga oerstediana</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-
HAMAMELIDACEAE	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	x	x	x	x
LAURACEAE	<i>Litsea glaucescens</i> H.B. & K.	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia desmantha</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	-	x	x	x

Familia	Especie	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia mexicana</i> Naud.	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X
MYRTACEAE	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
MYRICACEAE	<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-
LAURACEAE	<i>Ocotea helicterifolia</i> Hemsf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-
ARALIACEAE	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Parathesis belizensis</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	X
LAURACEAE	<i>Persea liebmannii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-
PINACEAE	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PINACEAE	<i>Pinus</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
SAPOTACEAE	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-
ROSACEAE	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Psychotria costivenia</i> Griseb.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Psychotria galeottiana</i> (Mart.) C.M.Taylor & Lorence	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
FAGACEAE	<i>Quercus candicans</i> Nee.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X
FAGACEAE	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X
FAGACEAE	<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
FAGACEAE	<i>Quercus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
RUBIACEAE	<i>Randia aculeata</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-
MYRSINACEAE	<i>Rapanea jurgensenii</i> Mez.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
MYRSINACEAE	<i>Rapanea myricoides</i> (Schltdl.) Lundell	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X
RUBIACEAE	<i>Rondeletia buddleioides</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
CONNARACEAE	<i>Rourea schippii</i> Standl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
RUBIACEAE	RUBIACEAE sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
ROSACEAE	<i>Rubus adenotrichos</i> Schlecht.	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X
ROSACEAE	<i>Rubus hadrocarpus</i> Standl. & Steyerl.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
SCROPHULARIACEAE	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LAMIACEAE	<i>Salvia rubiginosa</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) Dietrich.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
SOLANACEAE	<i>Solanum erianthum</i> D.Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
STYRACACEAE	<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i> (Greenm.) Gonsoulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos longipes</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-

Familia	Especie	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8
MYRSINACEAE	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira aff. mexicana</i> Marchand	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
ASTERACEAE	<i>Telanthophora cobanensis</i> (J.M.Coult.) H.Rob. & Brettell.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
THEACEAE	<i>Temstroemia oocarpa</i> Melch.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X
BORAGINACEAE	<i>Tournefortia densiflora</i> Mart. ex Galeotti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia aff. occidentalis</i> G. Don.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia tricornuta</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X
ERICACEAE	<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPRIFOLIACEAE	<i>Viburnum jucundum</i> Morton	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma chiapensis</i> Lundell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma flexuosum</i> Hemsli.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
FLACOURTIACEAE	<i>Xylosma</i> sp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-

Apéndice 3. Atributos estructurales de las especies de Adultos encontradas en las parcelas de restauración (construidos a partir de 3 atributos). Frec.Abs= Frecuencia absoluta, Frec.Rel=Frecuencia relativa, Abun.Abs= Abundancia absoluta, Abun.Rel = Abundancia relativa, Dom.Abs= Dominancia absoluta, Dom.Rel = Dominancia relativa; VIR= Valor de Importancia Relativo.

Especie	Frec.Abs	Frec.Rel	Abun.Abs	Abun.Rel	Dom.Abs	Dom.rel	VIR
<i>Clethra suaveolens</i>	0.75	13.04	81	16.397	0.043	3.682	11.041
<i>Cupressus lusitanica</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.224	19.322	7.233
<i>Daphnopsis tuerckheimiana</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.01	0.888	1.088
<i>Diphysa americana</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.034	2.917	1.764
<i>Dodonaea viscosa</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.015	1.315	1.23
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.75	13.04	44	8.907	0.042	3.624	8.525
<i>Morella cerifera</i>	0.25	4.35	2	0.405	0.036	3.082	2.612
<i>Pinus maximinoi</i>	0.5	8.7	40	8.097	0.223	19.184	11.992
<i>Pinus oocarpa</i>	1	17.39	207	41.903	0.185	15.909	25.068
<i>Psidium guianense</i>	0.125	2.17	4	0.81	0.025	2.146	1.71
<i>Psychotria galeottiana</i>	0.125	2.17	2	0.405	0.023	2.006	1.528
<i>Quercus sapotifolia</i>	0.875	15.22	92	18.623	0.027	2.297	12.046
<i>Quercus segoviensis</i>	0.25	4.35	10	2.024	0.132	11.386	5.92
<i>Rapanea myricoides</i>	0.125	2.17	4	0.81	0.083	7.147	3.377
<i>Ternstroemia oocarpa</i>	0.25	4.35	2	0.405	0.025	2.152	2.301
<i>Verbesina perymenioides</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.023	2.017	1.464
<i>Vernonia leiocarpa</i>	0.125	2.17	1	0.202	0.011	0.926	1.101
Total	5.75	100	494	100	1.16	100	100

Apéndice 4. Atributos estructurales de las especies de Adultos encontradas en el entorno (construido a partir de 3 atributos).
 Frec.Abs= Frecuencia absoluta, Frec.Rel=Frecuencia relativa, Abn.Abs= Abundancia absoluta, Abun.Rel = Abundancia relativa,
 Dom.Abs= Dominancia absoluta, Dom.Rel = Dominancia relativa; VIR= Valor de Importancia Relativo.

Especie	Frec.Abs	Frec.Rel	Abun.Abs	Abun.Rel	Dom.Abs	Dom.Rel	VIR
<i>Artisia revoluta</i>	0.125	0.847	3	0.489	0.04	0.309	0.549
<i>Casearia corymbosa</i>	0.125	0.847	2	0.326	0.046	0.358	0.511
<i>Clethra suaveolens</i>	0.875	5.932	49	7.993	0.122	0.954	4.96
<i>Clusia aff. mexicana</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.039	0.307	0.439
<i>Clusia flava</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.579	4.525	1.845
<i>Clusia rosea</i>	0.25	1.695	2	0.326	0.036	0.282	0.768
<i>Cojoba arborea</i>	0.125	0.847	2	0.326	0.112	0.876	0.683
<i>Conostegia xalapensis</i>	0.25	1.695	22	3.589	0.115	0.902	2.062
<i>Cornus disciflora</i>	1	6.78	23	3.752	0.369	2.886	4.473
<i>Cupania dentata</i>	0.125	0.847	2	0.326	0.327	2.556	1.243
<i>Eriobotrya japonica</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.018	0.142	0.384
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	0.25	1.695	6	0.979	0.06	0.467	1.047
<i>Exothea paniculata</i>	0.5	3.39	7	1.142	0.127	0.991	1.841
<i>Ficus cotinifolia</i>	0.25	1.695	2	0.326	0.496	3.879	1.967
<i>Hampea montebellensis</i>	0.375	2.542	4	0.653	0.087	0.681	1.292
<i>Ilex macfadynii</i>	0.5	3.39	13	2.121	0.156	1.22	2.244
<i>Ilex vomitoria</i>	0.25	1.695	4	0.653	0.057	0.442	0.93
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.875	5.932	130	21.207	0.342	2.674	9.938
<i>Ostrya virginiana</i>	0.25	1.695	6	0.979	0.232	1.813	1.496
<i>Parathesis belizensis</i>	0.5	3.39	6	0.979	0.088	0.687	1.685
<i>Pinus maximinoi</i>	1	6.78	57	9.299	2.245	17.541	11.206
<i>Pinus oocarpa</i>	0.875	5.932	38	6.199	2.66	20.789	10.973
<i>Podocarpus matudai</i>	0.125	0.847	2	0.326	0.622	4.861	2.012
<i>Prunus brachybotrya</i>	0.25	1.695	9	1.468	0.145	1.132	1.432
<i>Psychotria costivenia</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.046	0.36	0.457
<i>Psychotria galeottiana</i>	0.25	1.695	11	1.794	0.208	1.629	1.706

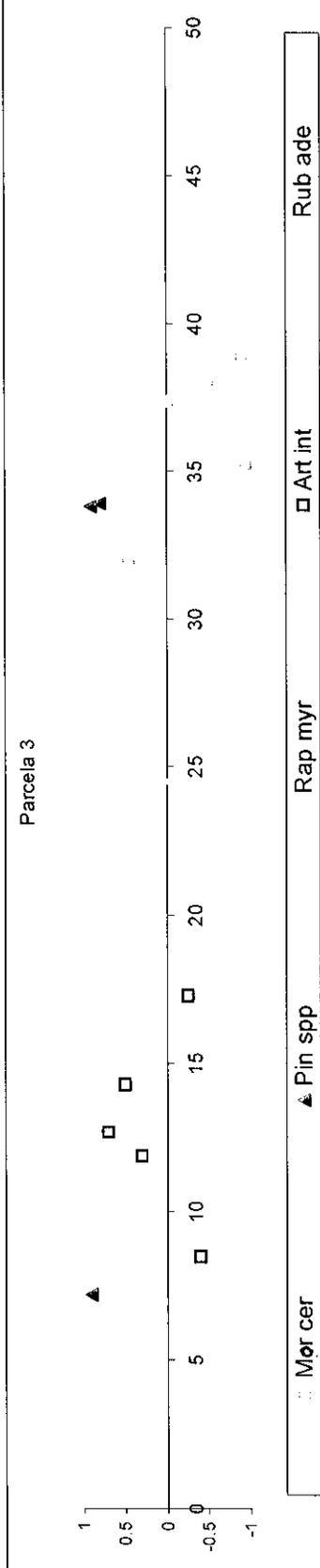
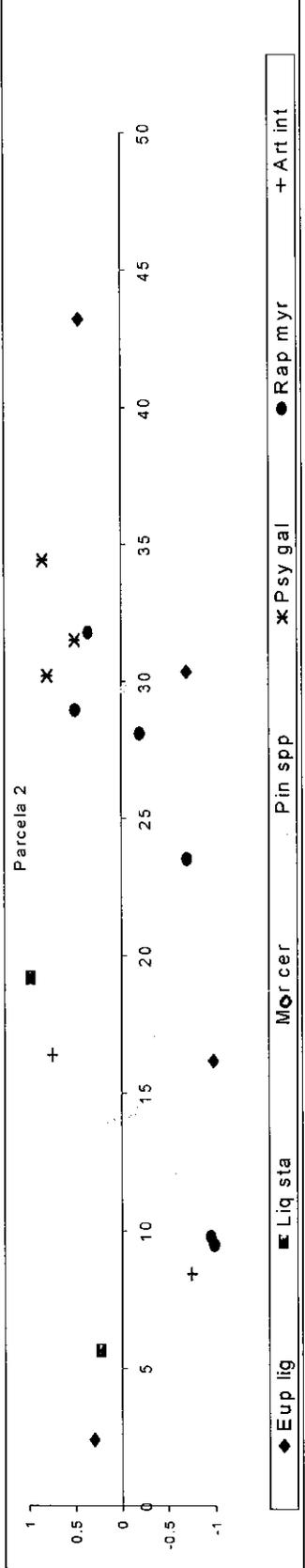
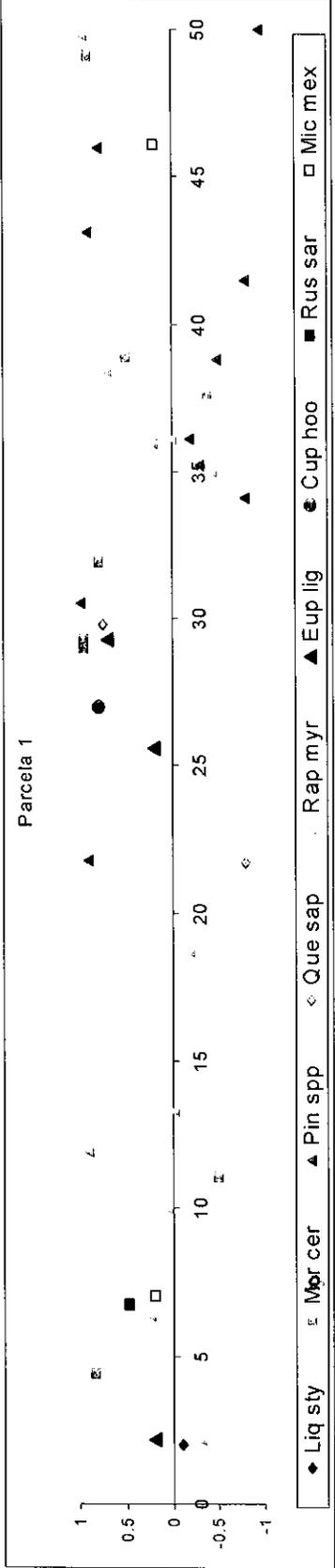
Especie	Frec.abs	Frec.rel	Abu.abs	Abu.rel	Dom.abs	Dom.rel	VIR
<i>Quercus sapotifolia</i>	0.875	5.932	116	18.923	0.467	3.649	9.502
<i>Quercus segoviensis</i>	0.5	3.39	10	1.631	0.266	2.081	2.367
<i>Rapanea jurgensenii</i>	0.25	1.695	8	1.305	0.155	1.209	1.403
<i>Rapanea myricoides</i>	0.875	5.932	18	2.936	0.074	0.579	3.149
<i>Rourea schippii</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.509	3.977	1.662
RUBIACEAE sp. 2	0.125	0.847	1	0.163	0.077	0.601	0.537
<i>Saurauia scabra</i>	0.25	1.695	2	0.326	0.054	0.42	0.814
<i>Styrax argenteus</i> var. <i>ramirezii</i>	0.375	2.542	26	4.241	0.22	1.717	2.834
<i>Symplocos longipes</i>	0.25	1.695	6	0.979	0.559	4.37	2.348
<i>Temstroemia oocarpa</i>	0.25	1.695	2	0.326	0.223	1.742	1.254
<i>Turpinia tricornuta</i>	0.625	4.237	10	1.631	0.242	1.892	2.587
<i>Vernonia leiocarpa</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.06	0.472	0.494
<i>Vernonia scorpioides</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.053	0.413	0.474
<i>Viburnum hartwegii</i>	0.125	0.847	4	0.653	0.051	0.395	0.632
<i>Viburnum jucundum</i>	0.125	0.847	1	0.163	0.173	1.353	0.788
<i>Xylosma flexuosum</i>	0.125	0.847	2	0.326	0.239	1.869	1.014
Total	14.75	100	613	100	12.798	100	100

Apéndice 5. Valores para las 3 especies con mayor DAP en las parcelas bajo restauración (P1 a P8) y para los sitios del entorno (E1 a E8). Cla.Sit.= Clave del sitio, Can.Ind.=Cantidad de individuos.

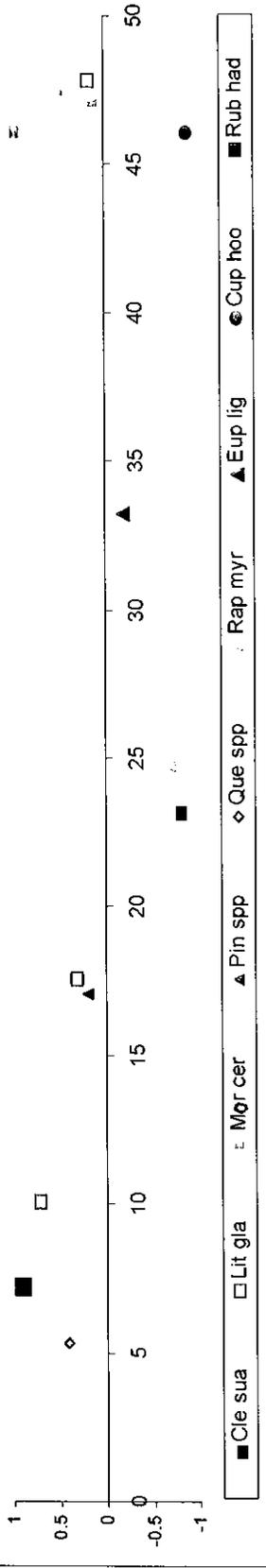
Cla.Sit.	Especie	Can.Ind.	DAP	Cla.Sit.	Especie	Can.Ind.	DAP
E1	<i>Liquidambar styraciflua</i>	8	2.690	E2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	7	4.065
E1	<i>Pinus oocarpa</i>	4	8.952	E2	<i>Pinus maximinoi</i>	4	6.091
E1	<i>Quercus sapotifolia</i>	19	26.623	E2	<i>Quercus sapotifolia</i>	29	16.096
E3	<i>Cornus disciflora</i>	6	2.332	E4	<i>Pinus oocarpa</i>	6	21.745
E3	<i>Liquidambar styraciflua</i>	8	7.330	E4	<i>Pinus maximinoi</i>	6	22.739
E3	<i>Pinus maximinoi</i>	4	28.150	E4	<i>Styrax argenteus var. ramirezii</i>	17	4.788
E5	<i>Liquidambar styraciflua</i>	43	10.240	E6	<i>Quercus sapotifolia</i>	27	2.391
E5	<i>Pinus oocarpa</i>	12	41.022	E6	<i>Pinus oocarpa</i>	2	3.748
E5	<i>Pinus maximinoi</i>	6	13.555	E6	<i>Pinus maximinoi</i>	14	9.976
E7	<i>Liquidambar styraciflua</i>	38	15.308	E8	<i>Quercus sapotifolia</i>	31	7.255
E7	<i>Pinus oocarpa</i>	8	15.687	E8	<i>Pinus oocarpa</i>	4	9.354
E7	<i>Pinus maximinoi</i>	13	26.719	E8	<i>Pinus maximinoi</i>	9	20.612

Cla.Sit.	Especie	Can.Ind.	DAP	Cla.Sit.	Especie	Can.Ind.	DAP
P1	<i>Quercus sapotifolia</i>	31	0.749	P2	<i>Quercus sapotifolia</i>	27	0.625
P1	<i>Clethra suaveolens</i>	17	0.490	P2	<i>Clethra suaveolens</i>	40	1.780
P1	<i>Pinus oocarpa</i>	15	2.125	P2	<i>Pinus oocarpa</i>	55	13.646
P3	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5	0.039	P4	<i>Pinus maximinoi</i>	6	1.628
P3	<i>Pinus oocarpa</i>	16	2.366	P4	<i>Pinus oocarpa</i>	14	4.638
P3	<i>Pinus maximinoi</i>	26	4.523	P4	<i>Quercus segoviensis</i>	7	1.277
P5	<i>Liquidambar styraciflua</i>	1	0.286	P6	<i>Morella cerifera</i>	1	0.059
P5	<i>Rapanea myricoides</i>	4	0.332	P6	<i>Pinus maximinoi</i>	5	2.395
P5	<i>Pinus oocarpa</i>	49	6.423	P6	<i>Pinus oocarpa</i>	37	6.420
P7	<i>Quercus sapotifolia</i>	22	0.820	P8	<i>Quercus sapotaefolia</i>	4	0.085
P7	<i>Clethra suaveolens</i>	13	1.088	P8	<i>Clethra suaveolens</i>	6	0.074
P7	<i>Pinus oocarpa</i>	10	1.175	P8	<i>Pinus oocarpa</i>	10	1.409

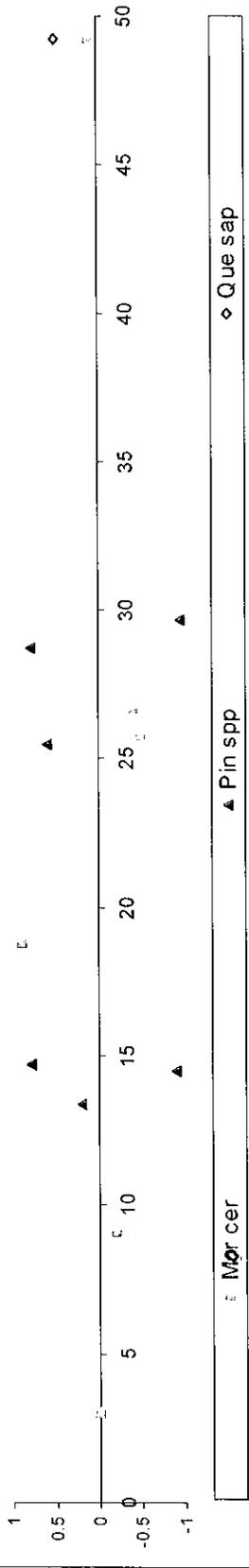
Apéndice 6. Mapa de localización de plántulas dentro de las parcelas de restauración. Cada transecto corresponde a una distancia de 50 m de largo y dos metros de ancho. Para el significado de los acrónimos de las especies ver Apéndice 1.



Parcela 4



Parcela 5



Parcela 6

