



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN DEL PARQUE  
ESTATAL FRANCISCO TORRES MORENO, CERRO  
DEL HUIXTECO, TAXCO, GUERRERO, MÉXICO.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**FABIOLA DAFNE SAAVEDRA MILLÁN**



**DIRECTOR DE TESIS:  
M. EN C. CARLOS ALBERTO RUIZ JIMÉNEZ**

**2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

1. Datos del alumno:

Saavedra

Millán

Fabiola Dafne

55 15 00 62

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

098024661

2. Datos del tutor

M en C

Carlos Alberto

Ruiz

Jiménez

3. Datos del Sinodal 1

Dra

Martha Juana

Martínez

Gordillo

4. Datos del Sinodal 2

M en C

Ramiro

Cruz

Durán

5. Datos del Sinodal 3

M en C

Pedro Eloy

Mendoza

Hernández

6. Datos del Sinodal 4

M en C

Liliana

López

Olmedo

7. Datos del trabajo escrito

Estudio de la Vegetación del Parque Estatal Francisco Torres Moreno, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México.

161 p

2009

## DEDICATORIA

ESTA TESIS LA DEDICO ESPECIALMENTE A:

DIOS,

POR HABERME PERMITIDO CONCLUIR CON  
ESTA META, POR PERMANECER SIEMPRE A MI  
LADO COMO MI FUENTE DE AGUA VIVA...

"LA FUERZA ME VIENE DEL SEÑOR QUE HIZO  
EL CIELO Y LA TIERRA"

MIS PADRES

JOSÉ DE JESÚS Y MARÍA GUADALUPE, POR EL  
APOYO INCONDICIONAL EN TODOS LOS  
MOMENTOS DE MI VIDA, POR CREER EN MÍ Y  
AYUDARME A LOGRAR MI SUEÑO

VICKY

POR SER EL MOTOR QUE IMPULSA MI VIDA,  
PORQUE ERES MI RAZÓN DE SER, POR SER  
LA ALEGRÍA DE MI VIDA Y MI MAS GRANDE  
AMOR. TE AMO, HERMOSA

CARLOS

POR SER MI COMPAÑERO DE VIDA Y DE  
SUEÑOS, EL PILAR QUE ME SOSTIENE... COMO  
UNA MUESTRA DEL AMOR TAN GRANDE QUE  
TE TENGO. TE AMO.

## AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Carlos Alberto Ruíz Jiménez por haber dirigido esta investigación y haberme apoyado hasta su conclusión. Gracias por la paciencia y comprensión.

A los miembros del sínodo que revisaron este trabajo Dra. Martha Martínez Gordillo, M. en C. Ramiro Cruz Durán, M. en C. Pedro Eloy Mendoza Hernández y M. en C. Lilitiana Itzé López Olmedo, por sus valiosas contribuciones que enriquecieron este trabajo, por su paciencia, apoyo y comprensión. Que Dios les pague.

Al Herbario de la Facultad de Ciencias FCME, donde me acogieron y me dieron cabida en sus instalaciones para llevar a cabo la presente investigación.

A la Dra. Martha Martínez por haberme sugerido trabajar en el Huixteco, gracias por el constante interés en mí y en mi desarrollo profesional y personal, gracias por ser una gran amiga y mi ejemplo a seguir... gracias Martha!!!!

A mis patrocinadores de proyecto José de Jesús Saavedra y Carlos Ruíz, por los grandes esfuerzos y sacrificios que hicieron para apoyarme con el financiamiento de esta tesis. Que Dios se los multiplique.

A la SEP por haberme otorgado la *Beca de Titulación* para poder concluir este trabajo

Al Lic. Christian Berger por el apoyo brindado en las instalaciones del Hotel De la Borda, que fue fundamental para la conclusión del presente trabajo

A los distinguidos especialistas que me auxiliaron en la determinación del material colectado: M. en C. Ramiro Cruz Durán y Dra. Susana Valencia Ávalos

A la familia Torres Bustos, en especial a José Torres Bustos, por haberme proporcionado el plano del parque, que fue esencial para el desarrollo de esta investigación.

A mí gran amigo y colaborador en campo... Carlitos, gracias por echarme la mano y cuidarme en nuestras largas y entretenidas jornadas en el Huixteco.

Al "verde", "patas de hule", "jeep", "jípí jípí", por haber resistido el duro trabajo de campo y no habernos dejado tirados nunca.

A Manolo y a Carlos por el apoyo técnico en los perfiles de vegetación.

A mí tío Sergio Saavedra y a mí padre José de Jesús Saavedra por haber financiado la impresión de esta tesis.

A mis padres por confiar en que podía lograrlo, por apoyarme hasta el final y por cuidar a Vicky mientras estaba de campo. Un millón de gracias.

A mí tío Artur por cuidar a Vicky en mis ausencias.

A mis tías y tío Lupita t, Tere t, Magos, Mercedes t, Paula, Cuca t y Manuel t, por haberme enseñado a amar a Dios, a rezar y a confiar en Él

A mí Vicky, por ser el motivo de mi vida, gracias nena por tu paciencia, por tu comprensión, por tu apoyo, gracias por tu amor, por estar conmigo, por ser mi niña, mi pequeñita... te amo.

A mí esposovio-prometido, gracias cariño por ser mi amigo, mi compañero de vida, por confiar en mí, por apoyarme en todo momento, gracias por no dejarme vencer. Gracias por ser el amor de mi vida, te amo.

A mis amigos de siempre: David, Beto, Hugo, Ángeles, Mary y Fermoon, por haber estado y seguir estando conmigo en tooooooodos los momentos de mi vida.

A mis amigos de la fac: Arañandro, Juliet, Tetor, Tania y Licha, por haberme apoyado siempre.

A mí súper amiguís Marianís por estar conmigo siempre, por todas las alegrías, lágrimas, locuras y mil aventuras vividas. Por haber sido un gran apoyo en los momentos más difíciles... Gracias amiguís!!!!!!!

A mi amiga Alondra, por haber compartido conmigo uno de los momentos más rudos de nuestras vidas y haberme apoyado en todo momento... te quiero mucho nena.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi *Alma Mater*, por haberme aceptado dentro de sus aulas y haberme formado como una profesionista orgullosa de su universidad.

A la Facultad de Ciencias porque indudablemente fue allí donde me convertí en la persona que soy el día de hoy, porque en sus pasillos construí mi vida, tracé mi destino y encontré a mis mejores amigos y a mi gran amor.

A todas aquellas personas a quienes he omitido involuntariamente pero que me apoyaron incondicionalmente.

Gracias!!!!!!!!!!!!

# ÍNDICE

RESÚMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. OBJETIVOS .....	6
3. ANTECEDENTES .....	7
3.1 PARQUE ESTATAL “FRANCISCO TORRES MORENO” , CERRO DEL HUIXTECO .....	7
3.1.1 Historia y tradiciones .....	7
3.1.2 Donación y decreto .....	8
3.1.3 Florística y vegetación .....	9
3.1.4 Proyectos actuales .....	10
3.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PERCEPCIÓN REMOTA .....	11
3.3 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN .....	12
4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	14
4.1 LOCALIZACIÓN .....	14
4.2 RUTA DE ACCESO .....	14
4.3 MEDIO FÍSICO .....	16
4.3.1 Fisiografía .....	16
4.3.2 Geología y Edafología .....	16
4.3.3 Clima .....	17
4.4 CONDICIONES BIÓTICAS .....	17
4.4.1 Uso de suelo .....	17
5. MÉTODO .....	18
5.1 TRABAJO DE GABINETE .....	18
5.1.1 Obtención de la información .....	18
5.1.2 Delimitación de la zona de estudio .....	18
5.1.3 Fotointerpretación .....	19



5.1.4 Sistemas de Información Geográfica: Ingreso y manejo de la información .....	20
5.2 TRABAJO DE CAMPO .....	21
5.2.1 Muestreos de vegetación .....	21
5.2.2 Análisis de los datos de campo .....	24
5.2.2.1 Estructura cuantitativa .....	24
5.2.2.2 Estructura vertical y perfiles diagramáticos de la vegetación .....	27
5.2.2.3 Estructura poblacional .....	27
5.3 MAPA DE VEGETACIÓN .....	28
6. RESULTADOS .....	29
6.1 FOTOINTERPRETACIÓN .....	29
6.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	29
6.3 MUESTREOS DE VEGETACIÓN .....	35
6.4 MAPA DE VEGETACIÓN .....	36
6.4.1 Descripción de la vegetación .....	37
6.4.2 Descripción de las asociaciones vegetales presentes en los dos tipos de vegetación.....	41
6.4.2.1 Bosque mesófilo de montaña de <i>Carpinus caroliniana</i> y <i>Quercus laurina</i> .....	43
6.4.2.1.a Conservado .....	44
6.4.2.1.b Perturbado .....	59
6.4.2.2 Bosque de <i>Quercus castanea</i> y <i>Quercus obtusata</i> .....	70
6.4.2.3 Bosque de <i>Quercus crassifolia</i> y <i>Ternstroemia lineata</i> .....	78
6.4.2.4 Bosque de <i>Quercus laurina</i> y <i>Styrax ramirezii</i> .....	90
6.4.2.4.a Conservado .....	90
6.4.2.4.b Perturbado .....	102
6.4.2.5 Bosque de <i>Quercus urbanii</i> y <i>Pinus</i> sp. ....	110

6.4.3 Diversidad .....	123
6.4.3.1 Riqueza .....	123
6.4.3.2 Índices .....	123
7. DISCUSIÓN .....	128
7.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	128
7.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS .....	129
7.3 COMPARACIÓN SINECOLÓGICA .....	129
7.3.1 Estructura poblacional .....	139
7.4 ASPECTOS DE LA VEGETACIÓN .....	142
7.4.1 Diversidad .....	142
7.4.1.1 Índices .....	142
7.4.2 Evaluación del estado de conservación .....	143
7.4.3 Evaluación de los daños causados por el Proyecto Ecoturístico .....	147
7.4.4 Propuesta para la restauración, mantenimiento y conservación del parque .....	149
8. CONCLUSIONES .....	150
9. LITERATURA CITADA .....	151
Apéndice 1 .....	155

## RESUMEN

El estado de Guerrero cuenta con una importante reserva de biodiversidad en el municipio de Taxco de Alarcón. En el cerro del Huixteco se encuentra ubicado el Parque Estatal "Francisco Torres Moreno" que protege 77.5 ha de superficie de bosques templados en donde se desarrolló el presente estudio. El objetivo fue realizar el estudio de la vegetación del parque, generar el mapa actual con su distribución y con base en él, proponer estrategias de conservación y restauración de acuerdo con los usos del mismo. Se digitalizó la cartografía de la zona de estudio para obtener la descripción de la localidad, posteriormente, mediante la interpretación de fotografías aéreas se identificaron diversas comunidades vegetales. Para caracterizar la vegetación presente en la zona de estudio y llevar a cabo la verificación de las superficies fotointerpretadas se realizaron muestreos de vegetación usando una modificación al método de círculos concéntricos IFRI, éste considera los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. En el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2 se manejó la información obtenida y se generó el mapa de vegetación. Se identificaron dos tipos de vegetación, bosque mesófilo de montaña (BMM) y bosque de encino; el BMM se clasificó por su estado de conservación en perturbado y conservado, la asociación presente en este bosque fue *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina*, en los encinares se encontraron las asociaciones *Quercus castanea* - *Quercus obtusata*, *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*, *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* y *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. De acuerdo al estado de conservación actual y al uso del parque, se proponen las siguientes estrategias para asegurar su permanencia y recuperar áreas importantes por su composición florística: Controlar el paso de vehículos al parque, organizar jornadas de recolección de basura, establecer baños secos, establecer viveros de las especies mas importantes y reforestar con ellas las zonas perturbadas.

# 1. INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor diversidad en el mundo, en él están representados prácticamente todos los grandes biomas que se han descrito de la superficie de nuestro planeta (Rzedowski, 1978), sus condiciones fisiográficas, climáticas y geológicas hacen que sea posible el establecimiento de una gran variedad de comunidades vegetales, aunado a lo anterior, su ubicación geográfica le ha permitido poseer elementos boreales y meridionales e incluso elementos nativos o endémicos.

La diversidad de comunidades vegetales genera gran cantidad y variedad de recursos que, a lo largo de la historia han servido de sustento para las poblaciones humanas; desafortunadamente, el manejo de éstos no ha sido sustentable sobretodo en el último siglo, han sido utilizados comprometiendo aquellos que les corresponden a las generaciones futuras, de tal modo que el uso inadecuado de los mismos ha propiciado la desaparición de comunidades vegetales completas ocasionando un grave desequilibrio ecológico, esto sucede cuando ciertas especies de las comunidades bióticas son sometidas a una explotación inmoderada y no son capaces de volver a generar los recursos a la velocidad a la que fueron extraídos; lo anterior modifica al sistema ocasionando severos problemas como son la variación en el clima local, la disminución del afluente acuífero, la erosión del suelo, entre otros.

La velocidad de destrucción de los ecosistemas es cada vez más alarmante pues se encuentran muy degradados, las causas han sido diversas y se clasifican como 'de impacto directo', entre las que se encuentran el desmonte, el sobrepastoreo, la explotación selectiva de algunas especies útiles, y 'de impacto indirecto' que van en relación al medio físico que impiden el establecimiento y desarrollo de las comunidades vegetales tales como la erosión, modificaciones del régimen hídrico, la contaminación del aire y del agua (Rzedowski, 1978).

Las tasas de deforestación a nivel mundial se han incrementado en forma notable, en especial en los países tropicales. Se dice que esta pérdida de masas forestales puede traer consigo una extinción masiva de especies, provocada por factores antropogénicos, un hecho sin precedente en la historia reciente de la tierra (Gómez-Pompa, 1998).

La gran riqueza biológica de México es muy vasta, muchos autores lo han considerado como uno de los países con mayor riqueza florística y entre los países americanos es el que posee mayor cantidad de endemismos, empero al ser un país subdesarrollado, el conocimiento confiable de esta riqueza está muy lejos de consumarse (Villaseñor, 2003); aunado a esto, la inminente pérdida de los recursos naturales, ha preocupado de manera alarmante a los diversos grupos de trabajo y ha conducido a realizar estudios cada vez más completos para poder tener un inventario de la diversidad de flora y fauna del país. Para ello se han llevado a cabo un sinnúmero de estudios descriptivos, listados florísticos, faunísticos y estudios sinecológicos, que han ayudado a conocer y describir las comunidades bióticas de México.

Los estudios han establecido las bases para proponer mecanismos de conservación con los que se asegure la permanencia de áreas que por sus características sean de gran importancia taxonómica, biogeográfica, ecológica o que en ellas se encuentren presentes especies que estén dentro de alguna categoría de protección de la Norma Oficial Mexicana que describe las categorías de las especies en peligro de extinción (NOM-059-ECOL-2001 SEMARNAT, 2002). En este contexto, la creación de las Áreas Naturales Protegidas ha sido un parteaguas en las políticas ambientales para la conservación de la biodiversidad en nuestro país.

En 1982, dentro de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), se creó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) con el objetivo de establecer, administrar, desarrollar y proteger las áreas de conservación (Ruiz-Jiménez, 2003).

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que por su biodiversidad y

características ecológicas sean consideradas de especial relevancia para el país (LGEEPA, 2001).

En el año 2006 se tenían registradas en el Diario Oficial de la Federación 58 Áreas Naturales Protegidas (32 Reservas de la Biosfera, 15 Parques Nacionales, nueve Áreas de Protección de Flora y Fauna, un Monumento Natural y un Santuario), las 58 ANP cubren una superficie de 12,120,918 hectáreas (CONANP, 2006 <http://www.conanp.gob.mx> ).

En el año 2000, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), publicó el libro *Regiones Terrestres Prioritarias de México*, cuyo objetivo fue determinar las unidades estables desde el punto de vista ambiental y con alta riqueza ecosistémica con miras a la conservación (Martínez *et al.*, 2004).

A pesar de la existencia de recursos legales que promueven la creación de las ANP, este proceso ha sido lento por todos los requerimientos burocráticos y biológicos que deben ser cubiertos para obtener un decreto aprobatorio, es de suponerse que además del tiempo de espera para que el Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CNANP) de un veredicto se debe invertir un gran esfuerzo para poder determinar mediante estudios florísticos, faunísticos, taxonómicos, biogeográficos y ecológicos las condiciones actuales del área propuesta. La velocidad de destrucción de los ecosistemas y la lentitud del proceso burocrático representan un grave problema, pues retrasan la protección en las áreas destinadas para la conservación.

Es necesario entonces realizar estudios diagnósticos del estado actual de las áreas de conservación en las ANP's (federales, estatales y municipales) con el fin de evaluar las condiciones en las que se encuentran, para proponer estrategias de conservación, restauración y manejo sustentable de acuerdo con las necesidades que requieran ser cubiertas.

Desde hace ya varias décadas se ha vuelto imprescindible que cualquier investigación ecológica se mantenga vinculada a los procesos inherentes al desarrollo humano, por lo que es necesario que estos trabajos se realicen con un enfoque de tipo interdisciplinario en las que destaque la utilización de los recursos en función del beneficio regional y nacional (López-Hernández, 1984).

Desde 1981 se inició en el Herbario y en el Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias el proyecto *Flora de Guerrero* (Torres y Navarrete, 1986). Se eligió este estado por su gran atraso económico, ya que la mayoría de la población económicamente activa se localiza en el sector primario, estas actividades comprenden la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca, debido a que la accidentada topografía de esta entidad federativa impone condiciones de vida difíciles (López-Hernández, 1984); como resultado de este proyecto se han obtenido un sinnúmero de publicaciones científicas que abarcan diversos rubros, listados florísticos, estudios taxonómicos de diversas familias, así como tesis de licenciatura de buena parte de los municipios y regiones del estado. La información generada por estos grupos de trabajo ha proporcionado las bases para nuevos estudios orientados hacia las relaciones biogeográficas y ecológicas de las comunidades vegetales descritas por ellos.

En el estado de Guerrero existen tres regiones fisiográficas importantes: la montaña, la costa y la cuenca del río Balsas, en esta última, al norte del estado se encuentra un macizo montañoso conocido como la Sierra de Taxco (Torres y Navarrete, 1986); aquí se localiza el cerro El Huixteco uno de los más altos de la sierra, en él se pueden encontrar comunidades vegetales de climas templados como encinares, pinares y bosques de niebla, por mencionar algunos, es considerado la fuente principal de agua y aire puro de la cual se beneficia la ciudad de Taxco; además en este lugar se encuentra ubicado el parque estatal "Francisco Torres Moreno", reserva ecológica perteneciente al municipio de Taxco de Alarcón.

Desafortunadamente no se cuentan con estudios específicos para esta región en particular y con la premura de la aplicación de los proyectos ecoturísticos en el estado, se corre el grave riesgo de perder gran parte de la biodiversidad presente, sin contar con registros científicos de la misma.

## 2. OBJETIVOS

Por los motivos anteriormente expuestos es que el Parque Estatal “Francisco Torres Moreno”, Cerro del Huixteco, fue seleccionado como el área de estudio de este trabajo en donde se plantean los siguientes objetivos:

El objetivo general de este trabajo es el de realizar el estudio de la vegetación del Parque Estatal “Francisco Torres Moreno” así como un mapa actual de la distribución de la vegetación y proponer algunas sugerencias de conservación y restauración.

Para lo cual se plantean los siguientes objetivos particulares:

1. Describir las comunidades vegetales presentes en la zona de estudio en términos de criterios florísticos, fisonómicos y estructurales.
2. Clasificar la vegetación mediante técnicas de Percepción Remota (fotointerpetación).
3. Evaluar el estado de conservación y generar una propuesta con sugerencias de restauración, mantenimiento y conservación del Parque.



### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 PARQUE ESTATAL “FRANCISCO TORRES MORENO”, CERRO DEL HUIXTECO.

El cerro del Huixteco se ubica al norte de la ciudad de Taxco de Alarcón, estado de Guerrero, es considerada la cima más alta de la región pues alcanza una altitud de 2 560 m s.n.m., desde la parte más alta del cerro se tiene dominio visual del valle del Balsas y del valle de Morelos.

##### 3.1.1 Historia y tradiciones

La palabra Huixteco tiene dos formas correctas de escribirse *Huixteco* y *Huizteco*, en este trabajo se utilizará la primera. El nombre de *Huixteco* proviene del náhuatl *Huixtli*-espina, *tetl*-piedra y *co*-sitio, significa ‘en las piedras espinosas’ o ‘donde hay espinas sobre piedras’ (Ruiz-Ocampo, 1994).

En la época prehispánica esta región estuvo habitada por chontales, quienes tenían en el cerro su centro ceremonial, así como un lugar para enterrar a sus muertos; actualmente se encuentran vestigios de mamoxchtles (tumbas prehispánicas) que han sido saqueadas y su distribución se ha visto dramáticamente disminuida en las últimas décadas.

En el Huixteco existen grandes yacimientos de cantera rosa que fue extraída y utilizada durante la restauración de la catedral de Santa Prisca en el año de 1988 (Ruiz-Ocampo, 1994).

En el año de 1934 el Presbítero Ambrosio Ramos, párroco de la capilla de la Santa Veracruz, fue invitado por algunas de las familias de Taxco a celebrar una misa en ‘El Paredón’ en el cerro del Huixteco. Al terminar la celebración, intercambiaron la comida de la ofrenda del día de muertos, los asistentes

acordaron que esta reunión la repetirían al año siguiente y de este modo quedó instituido el “Día del Jumil” que actualmente se celebra el primer lunes de noviembre después del día de muertos. Durante esta celebración, la gente de Taxco sube al cerro a coleccionar jumiles (*Atizies taxcoensis*) que son hemípteros con altos contenidos en yodo que los lugareños consumen en salsas y diferentes platillos; acampan, hacen fogatas y conviven con todas las familias de la ciudad.

### 3.1.2 Donación y decreto

El Sr. Francisco Torres Moreno dedicó su vida a la conservación del Huixteco, en su juventud recorría el cerro con sus amigos y desde entonces abrazó la idea de conservarlo y de vivir ahí (Ruiz-Ocampo, 1994); poco a poco fue adquiriendo las 300 hectáreas que lo constituyen, de esta manera se convirtió en el propietario de este lugar y se estableció ahí de manera definitiva hasta el día de su muerte.

La preocupación principal del señor Torres Moreno fue de conservar el cerro del Huixteco como patrimonio natural de los taxqueños, para tal fin, en el año de 1982 decidió donar al Gobierno del Estado 7.5 hectáreas en donde se estableció una zona de juegos que se conserva hasta la fecha, en 1988 donó 20 hectáreas más con la finalidad de ampliar el parque y en 1991 sus hijos donaron 50 hectáreas adicionales dando un total de 77.5 hectáreas que actualmente constituyen el parque.

El 6 de marzo de 1990, antes de la última donación, el C. José Francisco Ruiz Massieu, gobernador constitucional del estado de Guerrero, publica un acuerdo en el que se impone el nombre de “Francisco Torres Moreno” al parque ecológico ubicado en el Cerro del Huixteco en el municipio de Taxco de Alarcón (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guerrero, 1990).

El Huixteco es de gran importancia para los taxqueños pues les proporciona diversos servicios ambientales, gracias a él aseguran el abastecimiento de agua a la ciudad, también funge como barrera orográfica para los vientos que provienen del norte, permitiendo que la ciudad conserve el clima cálido que le caracteriza; es un centro de recreación para los habitantes de la ciudad pues se tiene un fácil acceso e instalaciones dispuestas para este fin;

además de ser un sitio destinado a la conservación, es un área de esparcimiento y recreación para los lugareños.

El Huixteco cuenta con un camino de terracería que conduce al centro del parque, así como con merenderos, juegos infantiles y canchas deportivas. Se encuentra también la escultura conocida como Monumento al Viento que es parte de la obra inconclusa de un homenaje a los cuatro elementos de la naturaleza que pretendía hacerse en este lugar (Ruiz-Ocampo, 1994).

### 3.1.3 Florística y vegetación

En cuanto a estudios referentes a la vegetación realizados en este sitio solo se cuenta con los estudios florísticos de Torres y Navarrete (1986) y el de Martínez *et al.* (2004). Torres y Navarrete en 1986 presentan su trabajo intitulado 'Estudio florístico del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Gro. (Parque cerro El Huixteco)'; con base en la recolecta de ejemplares botánicos del cerro, describen los siguientes tipos de vegetación: bosque de pino, bosque mesófilo de montaña (BMM), matorral rosetófilo dentro del BMM, bosque de *Quercus* con elementos de BMM, bosque de *Quercus* y bosque de pino-encino; además para cada uno de ellos proporcionan un listado florístico de los tres estratos. Finalmente elaboran claves de identificación para las familias encontradas en la zona de estudio.

En el trabajo realizado por Martínez *et al.* (2004), para la Sierra de Taxco se presenta un mapa de vegetación obtenido mediante la interpretación de imágenes de satélite, que muestra en la región cinco tipos de vegetación: bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus* (incluidas las asociaciones con coníferas), bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña y bosque de galería; también muestran un análisis de las afinidades fitogeográficas a nivel de familia y género, por último, presentan el listado florístico de la región, en el cual, se considera al Huixteco como una de las localidades de colecta.

### 3.1.4 Proyectos actuales

El 15 de agosto del año 2007 se inició un proyecto ecoturístico denominado 'Aprovechamiento Integral del Cerro del Huixteco' que está llevando a cabo la Secretaría de Fomento Turístico del Estado de Guerrero. El plan de trabajo que se planteó para llevarse a cabo en el presente año es el siguiente:

- Capacitación y organización de la figura coordinadora.
- Estudio previo justificativo y programa de conservación y manejo.
- Estudio de zonificación de sectores de aplicación territorial turística.
- Remodelación de áreas recreativas existentes y construcción de senderos y zonas de turismo extremo.
- Certificaciones naturales.
- Integración documental para incorporación al registro público de la propiedad.
- Publicación de folletos y eventos de promoción y comercialización.

Así mismo, para el 2008 se plantearon los siguientes objetivos:

- Ampliación de la reserva a nombre del gobierno del estado.
- Participación de capital privado o social para desarrollar hotelería de bajo impacto.
- Áreas de servicios turísticos y gastronómicos.
- Áreas de talleres de educación ambiental.
- Campismo.
- Circuitos de cabalgata.
- Senderismo, rapel y escalada.

En el periodo que comprende del mes de agosto a principios del mes de noviembre de 2008 (antes del "día del jumil") se pretende que haya concluido la remodelación del área de juegos infantiles y el tobogán así como de los merenderos, el establecimiento de juegos extremos también conocidos como pista de comandos del ejército, el acondicionamiento de los sanitarios con agua corriente, mediante el establecimiento de tubos de drenaje y la ubicación de los senderos para los recorridos en el parque.

### 3.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y PERCEPCIÓN REMOTA

Gracias al avance tecnológico, en la actualidad se cuentan con herramientas que facilitan el diagnóstico y ubicación de unidades paisajísticas, de conservación y de ordenamiento territorial por medio del análisis espacial con técnicas de Percepción Remota (PR) y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Rosete y Bocco, 2003).

La PR es una herramienta muy valiosa que ha sido utilizada en la cartografía, la regionalización ecológica, la evaluación de tierras y el ordenamiento territorial (Rosete y Bocco, 2003). La fotointerpretación como parte de la PR ha sido una de las técnicas más utilizadas por los cartógrafos desde hace más de un siglo, actualmente también es utilizada por una innumerable cantidad de profesionales en distintas áreas que requieren de una visualización diferente del territorio. Así mismo, las imágenes de satélite fueron un coadyuvante en la evolución de la cartografía y han ayudado de manera invaluable al ordenamiento de los recursos naturales.

Los SIG son sistemas integrados que permiten la captura, ingreso, almacenamiento y análisis de datos geográficos, así como la presentación de la información resultante; el objetivo central de un SIG es generar información válida para la toma de decisiones en estudios de impacto ambiental, ecológicos, de conservación, agrícolas, forestales, entre otros (Rosete y Bocco, 2003). Además se usan en otras áreas como la planeación y el ordenamiento territorial así como en los estudios económicos y sociales, principalmente en la prevención de desastres naturales.

La precisión final que se obtiene a través de estas técnicas ha alcanzado un grado de confiabilidad que las hace compararse con otras técnicas y métodos de observación directa (Ruiz-Jiménez, 2003).

### 3.3 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo, los componentes del sistema: la vegetación y el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo, evidenciando cambios rápidos en las primeras etapas y más lentos a medida que alcanzan un estado estable (Matteuci y Colma, 1982).

Las comunidades bióticas están constituidas por conjuntos de individuos que pertenecen a poblaciones distintas de especies animales y vegetales que coexisten en un área determinada e interactúan entre sí, constituyendo un sistema con composición, estructura y funciones propias (Krebs, 1978).

La existencia de un orden en la naturaleza permite la sistematización y la organización del conocimiento, la correspondencia entre vegetación y ambiente, y la similitud entre tipos de vegetación permiten estructurar sistemáticamente las unidades de vegetación; por otra parte, la continuidad de las variaciones de la vegetación impone restricciones a su arreglo sistemático (Matteuci y Colma, 1982).

En este sentido la estructura de la vegetación se define por la distribución de los individuos de acuerdo a su altura o estructura vertical, por los patrones de distribución de las poblaciones o estructura horizontal y por la estructura cuantitativa o abundancia (Kershaw, 1973; Matteuci y Colma, 1982).

La estructura vertical en una comunidad vegetal se define como la distribución de los individuos o de las especies con relación a sus alturas (Kershaw, 1973), dentro de la estructura vertical pueden reconocerse diferentes estratos o grupos de individuos con tamaños similares.

La abundancia, se expresa mediante dos tipos de variables, continuas o discretas; entre las primeras se encuentran el área basal que es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco a determinada altura del suelo, se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno; y la

cobertura que se define por la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos. En las segundas están la densidad o número de individuos por unidad de área y la frecuencia, que es la probabilidad de encontrar un atributo determinado en una unidad muestral particular y se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece con relación al número total de unidades muestrales (Matteucci y Colma, 1982). La estructura cuantitativa considera el cálculo de estas variables que permiten comparar las muestras con otras comunidades vegetales en cuanto a los valores obtenidos (Escutia, 2004).

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 4.1 LOCALIZACIÓN

El Parque Estatal “Francisco Torres Moreno” está localizado en el cerro del Huixteco que se ubica al norte del municipio de Taxco de Alarcón; mismo que se encuentra al norte de la capital del estado de Guerrero.

Taxco limita al norte con los municipios de Tetipac y Pilcaya; al sur con los municipios de Iguala de la Independencia y Teloloapan; al este con el municipio de Buena Vista de Cuéllar y los municipios de Amacuzac y Coatlán del Río, que pertenecen al estado de Morelos y al oeste con los municipios de Pedro Ascencio Alquisiras e Ixcateopan de Cuauhtémoc (Figura 1).

La altitud promedio es de 1,752 metros sobre el nivel del mar y está integrado por 62 localidades (Centro Estatal de Estudios Municipales de Guerrero, 1988).

### 4.2 RUTA DE ACCESO

La ruta de acceso hacia Taxco de Alarcón desde la Ciudad de México es por de la autopista 95, México-Acapulco, pasando por cuatro casetas Tlalpan, Alpuyeca, Zacapalco y Taxco, el recorrido es de 185.20 kilómetros y la duración es de aproximadamente 3 horas.

Para llegar al cerro del Huixteco es necesario continuar por la carretera 95 que va a Acapulco y tomar la carretera que va hacia Tetipac, a dos kilómetros se encuentra la desviación hacia el Huixteco, es un camino de terracería de aproximadamente seis kilómetros, hasta el Parque Estatal “Francisco Torres Moreno” (Figura 1).



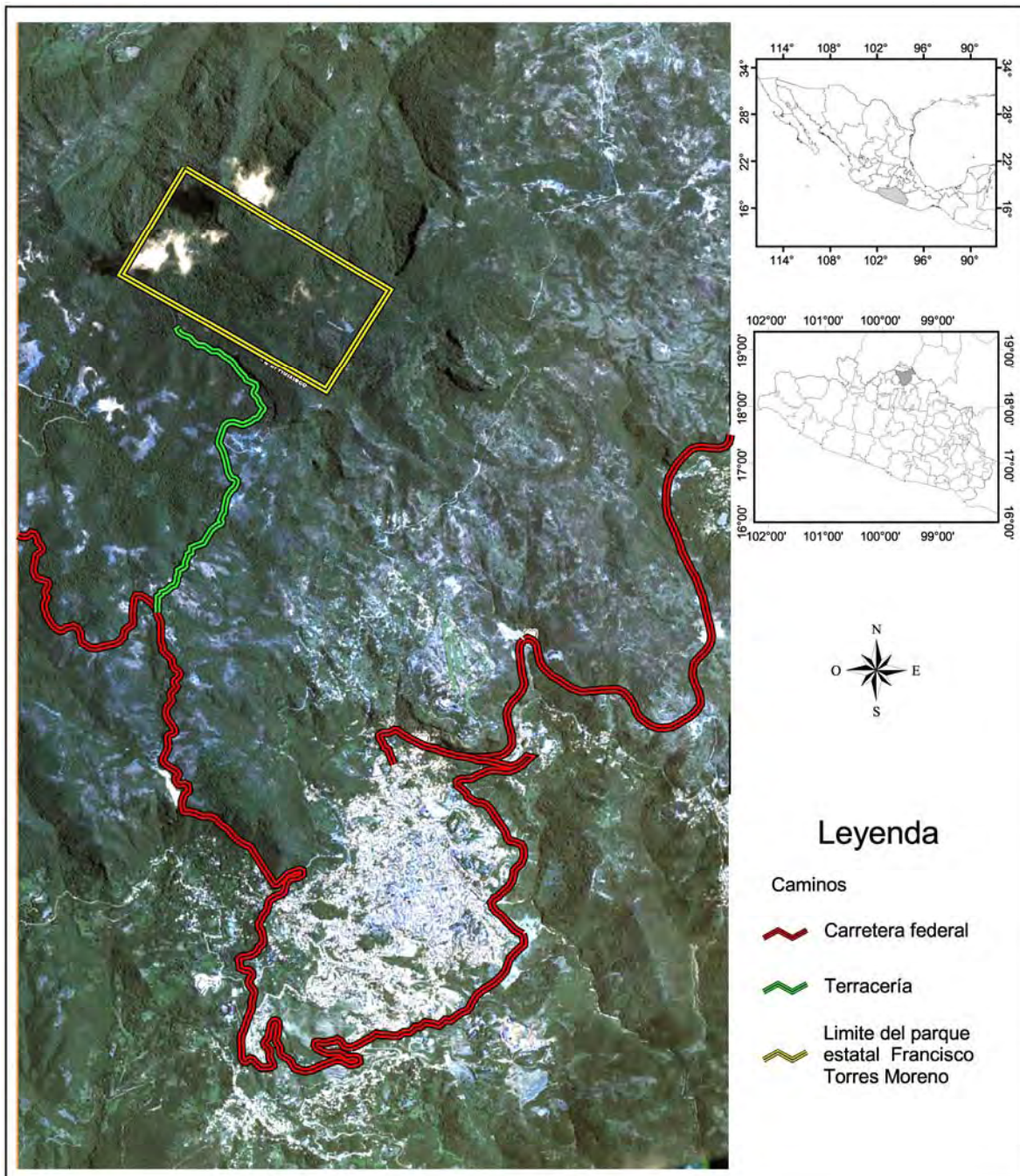


Figura 1. Localización del Parque Estatal “Francisco Torres Moreno”, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México

## 4.3 MEDIO FÍSICO

### 4.3.1 Fisiografía

El cerro del Huixteco se localiza en el macizo montañoso conocido como Sierra de Taxco, que comprende parte de los estados de México, Morelos y Guerrero, pertenece al sistema orográfico septentrional de este último, siendo un desprendimiento austral del Nevado de Toluca y un continuo con la Sierra de Huautla (Martínez *et al.*, 2004).

El parque “Francisco Torres Moreno” tiene una altitud de 2,590 m s.n.m. (Figura 3) y es el segundo más alto en la Sierra de Taxco; la pendiente promedio es de 68.88° y el intervalo de pendientes va de 0° a 85.48° (Figura 4).

El parque muestra distintas orientaciones de las laderas, la orientación que domina es la ladera norte pues cubre una superficie acumulada de 18.66 ha lo que equivale al 24.08% (Figura 5).

### 4.3.2 Geología y Edafología

En el Parque Estatal “Francisco Torres Moreno” el tipo de roca presente según la carta geológica de Taxco escala 1:50 000 (INEGI, 2001), es ígnea extrusiva ácida (Figura 6).

En la carta edafológica de Taxco, escala 1:50 000 (INEGI, 1982), se observan dos tipos de suelo dentro del parque (Figura 7). El tipo de suelo más abundante es el luvisol crómico, con textura limosa y una fase lítica gravosa, la superficie que ocupa es de 63.48 hectáreas; este suelo tiene acumulación de arcilla en el subsuelo, de color rojo o claros, moderadamente ácido y con alta susceptibilidad de erosión (clasificación FAO-UNESCO).

El segundo tipo de suelo ocupa una superficie de de 14.02 hectáreas y su porción dominante es el cambisol eutrítico y las porciones secundarias son el cambisol crómico y litosol, todos con textura limosa, el cambisol es un suelo joven, poco desarrollado, el subsuelo tiene una capa con terrones que presentan un cambio con respecto al tipo de roca subyacente con alguna acumulación de

arcilla, calcio, etc., la susceptibilidad de este suelo a la erosión es moderada; el litosol es un suelo sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm, tiene característica muy variables, según el material de que esté formado; la susceptibilidad de estos suelos a la erosión depende de la zona donde se encuentren, pudiendo ser de moderada a alta (clasificación FAO-UNESCO).

### 4.3.3 Clima

De acuerdo con el Atlas Nacional del Medio Físico (SPP, 1981) el tipo de clima presente en la zona de estudio es C(W<sub>2</sub>)(w) que corresponde a un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más húmedo de los templados subhúmedos; la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm y el porcentaje de precipitación invernal es menor de 5.

## 4.4 CONDICIONES BIÓTICAS

### 4.4.1 Uso de suelo

De acuerdo con el mapa de uso de suelo de Taxco, escala 1:50,000 (INEGI, 1981), se encuentran identificados dos usos de suelo, el forestal y el pecuario.

El uso de suelo predominante en la zona de estudio es forestal, siendo el bosque de encino el que ocupa mayor superficie, con 38.31 hectáreas, lo que corresponde al 49.43% del parque; el que le sigue en superficie es el bosque de encino-pino, cuya superficie es de 37.75 ha y corresponde a 48.71% de la superficie del parque (Figura 8).

Finalmente, el uso pecuario ocupa la menor superficie en el parque, sólo 1.44 ha que es equivalente al 1.86% de la superficie total, en el uso pecuario se identificó pastizal inducido (Figura 8).

## 5. MÉTODO

El desarrollo de esta investigación comprende dos etapas que se llevaron a cabo simultáneamente: el trabajo de gabinete y el trabajo de campo.

### 5.1 TRABAJO DE GABINETE

#### 5.1.1 Obtención de la información

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de estudios realizados en la zona; mediante la consulta hemerográfica se obtuvo información histórica del Cerro del Huixteco y la constitución del Parque 'Francisco Torres Moreno'; además se llevaron a cabo entrevistas personales con dos de los hijos de Don Francisco Torres Moreno quienes proporcionaron información valiosa para el desarrollo de este trabajo.

Se recopiló la cartografía disponible para la zona de los siguientes temas: Topografía (INEGI, 1998), Edafología (INEGI, 1982), Geología (INEGI, 2001), y Uso de Suelo y Vegetación (INEGI, 1981) a escala 1:50,000.

Se adquirieron las fotografías aéreas de la zona (INEGI, 1999, escala 1:75,000), impresas en blanco y negro de la línea de vuelo 160 tomadas en mayo de 1999 (fotografías 010 y 011). La fotografía 011 fue ampliada a 1 m<sup>2</sup> quedando con una escala final de 1:6,250.

#### 5.1.2 Delimitación de la zona de estudio

El cerro del Huixteco tiene una superficie de 300 hectáreas de las cuales sólo 77.5 constituyen el Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno', sin embargo, hasta el momento no se ha hecho el deslinde de la propiedad, sólo se cuenta con un plano en el cual se delimita la propiedad privada y la estatal, este plano fue

proporcionado por el Cirujano Dentista José Torres Bustos, hijo de don Francisco Torres Moreno; el polígono de la zona de estudio se delimitó mediante recorridos en campo e identificación de algunas de las mojoneras y los vértices del parque, topográficamente accesibles para su georreferenciación con un GPS y su ingreso en un Sistema de Información Geográfica (ArcView 3.2).

### 5.1.3 Fotointerpretación

La interpretación de las fotografías aéreas se realizó con el fin de identificar los tipos de vegetación presentes en el parque de acuerdo en la clasificación de Rzedowski (1978).

A continuación se describe brevemente la preparación del equipo y las fotografías para su fotointerpretación:

- Estereoscopio
  - Se calculó la base instrumental: es la distancia entre el centro del campo de visión del ojo izquierdo y el centro del campo de visión del ojo derecho; depende de la distancia interpupilar de cada observador. Este cálculo permite que la interpretación sea confiable al reducir el agotamiento visual del intérprete.
- Fotografías
  - Orientación: se ordenaron en la misma dirección en la que fueron tomadas (línea de vuelo) con base en el número de fotografía.
  - Ubicación del área interpretable: se sobrelaparon las fotografías para hacerlas coincidir y obtener la 'zona de recubrimiento' o zona común de ambas fotografías.
  - Posición: se colocaron de tal forma que fuese posible la reconstrucción de las condiciones originales de la toma de la línea de vuelo, las sombras se orientaron hacia el observador para facilitar la interpretación.

La fotointerpretación consiste en la delimitación de polígonos con características homogéneas de textura y color, en este proceso se utilizaron como apoyo la carta topográfica, la ampliación de la fotografía aérea y el conocimiento de la zona de estudio.

Posteriormente los polígonos interpretados fueron transferidos a un mapa base de la zona de estudio.

#### 5.1.4 Sistemas de Información Geográfica: Ingreso y manejo de la información

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que se utilizaron para la captura y procesamiento de la información fueron ILWIS (The Integrated Land and Water Information System) versión 3.0 y ArcView versión 3.2. Se generaron dos tipos de información, vectorial y raster.

En el SIG ILWIS (3.0) la información vectorial se generó de la siguiente manera:

Se escanearon e importaron los mapas temáticos de la zona de estudio y se ingresaron las coordenadas métricas de la proyección UTM (Universal Transversa de Mercator) como puntos de control para dar georeferencia a cada uno de los mapas. El valor del error medio cuadrático ( $\sigma$ ) en el registro de las coordenadas mediante puntos de control fue menor a 1.584 m para todos los mapas.

Posteriormente se digitalizaron los siguientes mapas temáticos de la zona de estudio:

- Información altimétrica a partir de las curvas de nivel, carreteras, terracerías, poblados cercanos y corrientes de agua de la carta topográfica Taxco, clave E14A68 (INEGI, 1998).
- La información de uso de suelo y vegetación (INEGI, 1981), geológica (INEGI, 2001) y edafológica (INEGI, 1982).
- Se generó el límite de la zona de estudio en el SIG ArcView 3.2
- Los vectores de los tipos de vegetación fotointerpretados.

La información raster fue generada mediante la digitalización de las curvas de nivel o información vectorial, de acuerdo con la escala (1:50,000) se rasterizó con un tamaño de píxel de 25 m.

Con esta información se elaboró el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), el cual es una estructura numérica de datos en el que se representa la distribución espacial de la altitud de la superficie de la zona de estudio (Felicísimo, 1994), con base en este mapa se generaron los siguientes:

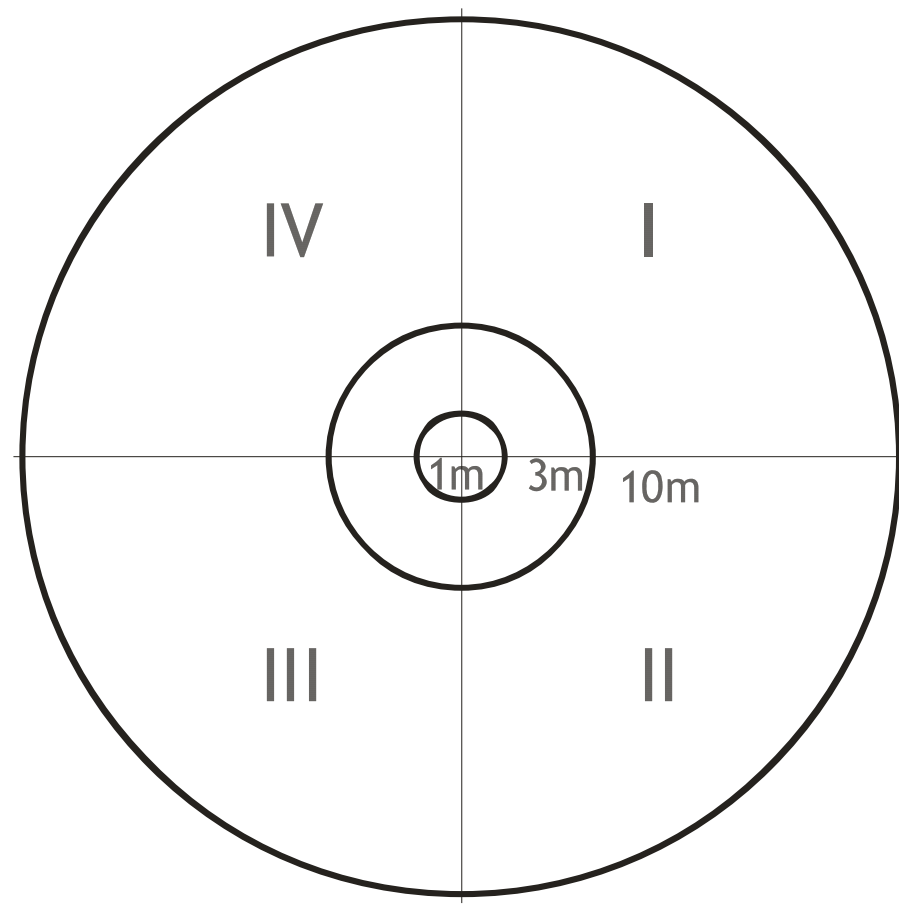
- a. Mapa hipsométrico: El MDT se clasifica en intervalos de altura con colores diferentes.
- b. Mapa de pendientes: Mediante la aplicación de filtros, se calcula la diferencia de altitud entre los píxeles en dirección X (DFDX) y Y (DFDY), a estos mapas se les aplican ecuaciones que calculan el valor de la pendiente en grados o porcentaje. Finalmente se clasifica utilizando una tabla para asignar los intervalos de pendientes.
- c. Mapa de orientación de laderas: Se calcula el arco tangente de los mapas de gradiente horizontal y vertical (DFDX y DFDY respectivamente) (Ruiz-Jiménez, 2003), se obtiene un mapa en grados en donde se presentan las siguientes orientaciones: terreno plano ( $0^\circ$ ), norte ( $337.6^\circ - 22.5^\circ$ ), noreste ( $22.6^\circ - 67.5^\circ$ ), este ( $67.6^\circ - 112.5^\circ$ ), sureste ( $112.6^\circ - 157.5^\circ$ ), sur ( $157.6^\circ - 202.5^\circ$ ), suroeste ( $202.6^\circ - 247.5^\circ$ ), oeste ( $247.6^\circ - 292.5^\circ$ ) y noroeste ( $292.6^\circ - 337.5^\circ$ ).

## 5.2 TRABAJO DE CAMPO

### 5.2.1 Muestras de vegetación

El método de muestreo de la vegetación utilizado en este estudio fue una modificación del formato P (unidades de muestreo del bosque), del International Forestry Resources and Institution (IFRI) diseñado por Ostrom y Wertime (1995) de la Universidad de Indiana. El objetivo fundamental de este método es el de generar información acerca del uso y manejo de recursos naturales en todo el mundo.

Dicha modificación consiste en el establecimiento de tres parcelas circulares concéntricas de uno, tres y diez metros de radio, que para la toma de datos, se dividen en cuatro cuadrantes.



**Figura 2.** Diagrama esquemático del método de muestreo de parcelas circulares. *1m - Círculo de 1 m de radio, 3m - Círculo de 3 m de radio, 10 m - Círculo de 10 m de radio. I - Cuadrante I, II - Cuadrante II, III - Cuadrante III, IV - Cuadrante IV*

Se realizaron 30 muestreos distribuidos en las distintas comunidades vegetales encontradas en la zona de estudio, tomando en cuenta las orientaciones de las laderas y las variaciones en las altitudes, la topografía se consideró como una de las características determinantes en la ubicación de los muestreos, ya que no se seleccionaron sitios con pendientes inaccesibles.

En la selección de los sitios de muestreos se consideraron tanto las áreas conservadas como perturbadas para cuantificar las diferencias en el uso. Los criterios para identificar los sitios como perturbados fueron la ausencia de sotobosque, la presencia de basura, tocones, restos de fogatas y la cuantificación cualitativa de la compactación del suelo.



En el círculo de 3.14 m<sup>2</sup> de superficie (1 m de radio) se muestreó el estrato herbáceo mediante la cuantificación de hierbas y plántulas de árboles. Las variables que se cuantificaron para cada especie y cuadrante fueron: a) identidad taxonómica: se recolectaron ejemplares botánicos con o sin estructuras reproductivas de cada uno de los individuos muestreados, el material colectado se procesó mediante la técnica de herborizado descrita por Lot y Chiang (1986) para su posterior identificación con la ayuda de especialistas. Los ejemplares determinados se depositaron en el Herbario de la Facultad de Ciencias FCME; b) porcentaje de cobertura y c) altura promedio.

En el círculo de 28.27 m<sup>2</sup> de superficie (3 m de radio); el criterio de inclusión fue el diámetro basal  $\geq 1.0$  cm y  $< 3.18$  cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura mayor a 1 m, se consideraron los arbustos, los árboles jóvenes y trepadoras leñosas. Se registraron los siguientes datos de los individuos incluidos en este estrato: a) Identidad taxonómica, b) diámetro basal del tronco con ayuda de un vernier, c) altura total con ayuda de un flexómetro, y d) cobertura de la copa con ayuda de un flexómetro se midieron las dimensiones de las proyecciones del follaje sobre el suelo tomando como referencia dos diámetros perpendiculares.

En el círculo de 10 m de radio y 314.16 m<sup>2</sup> de superficie se cuantificaron los árboles, arbustos y trepadoras leñosas que tuvieran un perímetro a la altura del pecho (PAP)  $\geq 10$  cm equivalente a dimensiones  $\geq 3.18$  cm de DAP. A cada uno de los individuos se le midieron las siguientes variables: a) identidad taxonómica; b) perímetro a la altura del pecho (PAP): se midió a una distancia de 1.30 m del suelo con una cinta de costurero; c) altura total: se tomó con un medidor de distancias láser Leica Disto Plus, este aparato permite medir la altura desde un punto paralelo al árbol; d) cobertura de la copa (se utilizó el medidor de distancias láser); e) posición en la unidad de muestreo (U de M): con el medidor de distancias láser se ubicaron espacialmente cada uno de los individuos mediante las coordenadas X, Y en sus respectivos cuadrantes ubicándolos así en un plano cartesiano. En el caso de las trepadoras leñosas o bejucos únicamente se les midió el PAP.

## 5.2.2 Análisis de los datos de campo

### 5.2.2.1 Estructura cuantitativa

La información compilada en campo durante los muestreos de vegetación se capturó en hojas de cálculo en EXCEL (Microsoft, 2003), se analizaron los datos con base en los procedimientos establecidos por Matteucci y Colma (1982).

#### *Análisis del círculo de 1 m de radio*

Se calcularon la frecuencia y la cobertura. La frecuencia se calculó mediante la fórmula:

$$F = (\text{No. de apariciones de la especie en la U de M} / \text{no de cuadrantes}) \times 100$$

La cobertura se calculó considerando cada cuadrante como un 100% dado que la cobertura por especie se cuantificó en cada cuadrante y no en el círculo completo. La fórmula para calcular la cobertura fue la siguiente:

$$C = \% \text{ de cobertura de la especie} \times \text{Proporción del cuadrante con respecto al círculo}$$

De esta forma, para obtener la cobertura por especie, se hizo la sumatoria de los valores de la misma en cada uno de los cuadrantes. También se calculó la cobertura por muestreo.

Se calcularon los valores relativos de las variables de frecuencia y cobertura con la fórmula:

$$\text{Valor relativo de la variable} = \frac{\text{Valor absoluto de la } i_{\text{ava}} \text{ especie}}{\text{Sumatoria de los valores absolutos de la variable de todas las especies encontradas en el sitio}} \times 100$$

Finalmente se calculó el valor de importancia relativa usando la siguiente fórmula:

$$\text{VIR} = \text{frecuencia relativa} + \text{cobertura relativa}$$

Las variables y las fórmulas serán explicadas con mayor detalle en el apartado siguiente.

#### *Análisis del círculo de 3 y 10 m de radio*

En los círculos de 3 y 10 m de radio se cuantificaron las mismas variables estructurales, de este modo que el análisis fue el mismo en ambos estratos. El análisis de cada una de las variables se explica a continuación:

- a. Densidad (D): Se define como el número de individuos (N) por unidad de área (A), se estima a partir del conteo del número de individuos en un área determinada (Mateucci y Colma, 1982). La fórmula que se utiliza para calcular la densidad es la siguiente:

$$D = N/A$$

Se calculó la densidad de individuos por especie y por muestreo.

- b. Frecuencia (F): Es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral, se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales (mi) en relación con el número total de unidades maestras (M) (Mateucci y Colma, 1982). La fórmula para calcular la frecuencia es la siguiente:

$$F_i = (m_i/M) \times 100$$

En este trabajo esta definición se aplicó considerando que la unidad muestral es cada cuadrante del círculo; se consideró la aparición de la especie en cada cuadrante sin importar el número de veces que ésta se presentaba en cada uno de ellos. La fórmula para calcular la frecuencia fue la siguiente:

$$F = (\text{No. de apariciones de la especie en la U de M} / \text{no de cuadrantes}) \times 100$$

Se calculó la frecuencia para cada especie y por muestreo.

- c. Área basal (AB): Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, se expresa en metros de materia vegetal por unidad de terreno (Mateucci y Colma, 1982).

A partir de los perímetros (PAP), se calculó el diámetro a la altura del pecho (DAP) y con éste se obtuvo el área basal aplicando la siguiente fórmula:

$$D = P / \pi$$

Donde: D = diámetro y P = perímetro

El diámetro se utilizó para calcular el área basal mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \pi r^2$$

Considerando que:

$$r = P / 2 \pi$$

donde: P = perímetro y r = radio

Se obtuvo el área basal por especie, sumando el área basal de todos los individuos pertenecientes a la misma. Así también se obtuvo el área basal absoluta de cada muestreo.

Se elaboraron histogramas de distribución de frecuencias de los diámetros, determinando el número y el ancho de las clases mediante la regla de Sturges.

- d. Cobertura (C): Es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada y se expresa como el porcentaje de la superficie total (Mateucci y Colma, 1982).

La fórmula utilizada para calcular la cobertura es la siguiente:

$$C = (D_1 D_2 / 4) \pi$$

Donde: D<sub>1</sub> es el diámetro mayor y D<sub>2</sub> es el diámetro menor

Se calculó la cobertura por especie y por muestreo.

A partir de las variables absolutas de densidad, frecuencia, área basal y cobertura se obtuvieron los valores extrapolados a una hectárea, mediante un cálculo proporcional.

Los valores relativos de estas variables se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Valor relativo de la variable} = \frac{\text{Valor absoluto de la } i_{\text{ava}} \text{ especie}}{\text{Sumatoria de los valores absolutos de la variable de todas las especies encontradas en el sitio}} \times 100$$

El valor de importancia relativa (VIR) es una combinación de los valores relativos que se utiliza para expresar de manera jerárquica la abundancia de las especies (Ruiz-Jiménez, 2003) y en este trabajo se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{VIR} = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{área basal relativa} + \text{cobertura relativa}$$

#### 5.2.2.2 Estructura vertical y perfiles diagramáticos de la vegetación

Se elaboraron los histogramas de la distribución de frecuencias de alturas determinando el número y el ancho de las clases mediante el criterio de Sturges. Para que estos histogramas pudieran ser comparables, se utilizaron los mismos intervalos de clase en todos los muestreos.

Finalmente, mediante el registro de las coordenadas X, Y de cada uno de los árboles en cada cuadrante, desde el punto de enraizamiento, la esquematización de la forma del tronco y la cobertura, se elaboró un perfil de vegetación para cada asociación vegetal.

#### 5.2.2.3 Estructura poblacional

Se cuantificó el número de individuos de cada una de las especies de cada asociación vegetal para identificar aquellas especies que tuvieran un número de individuos  $\geq 15$ , se realizaron histogramas diamétricos y de alturas de cada una de las especies determinando el número y el ancho de las clases, mediante el criterio de Sturges.

### 5.3 MAPA DE VEGETACIÓN

El mapa final de vegetación se generó gracias a la fotointerpretación, los muestreos de vegetación y al conocimiento adquirido de la zona de estudio.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 FOTOINTERPRETACIÓN

De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) y mediante la interpretación de fotografías aéreas se identificaron los siguientes tipos de vegetación: bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña.

### 6.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Con base en la información proveniente de la captura y procesamiento de la cartografía de la zona de estudio se obtuvieron los siguientes mapas en formato digital de tipo vectorial:

- a) mapa topográfico (Figura 1)
- b) mapa geológico (Figura 6)
- c) mapa edafológico (Figura 7)
- d) mapa de uso de suelo y vegetación (Figura 8)

A partir del mapa topográfico se generaron los mapas raster que se enlistan a continuación:

1. Modelo digital de elevación
2. Mapa hipsométrico (Figura 3)
3. Mapa de pendientes (Figura 4)
4. Mapa de orientación de laderas (Figura 5)

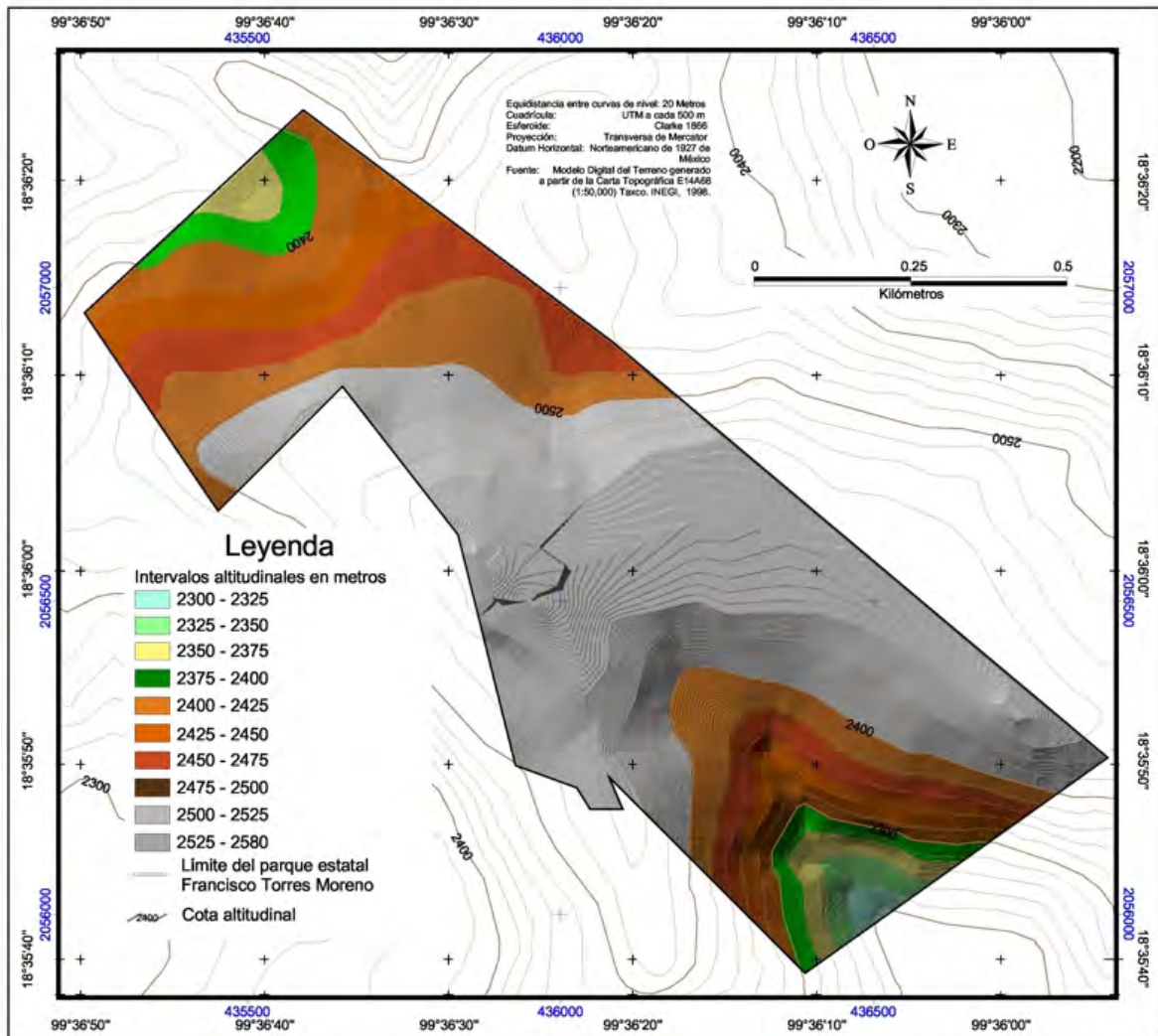


Figura 3. Mapa hipsométrico del parque estatal "Francisco Torres Moreno", Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México



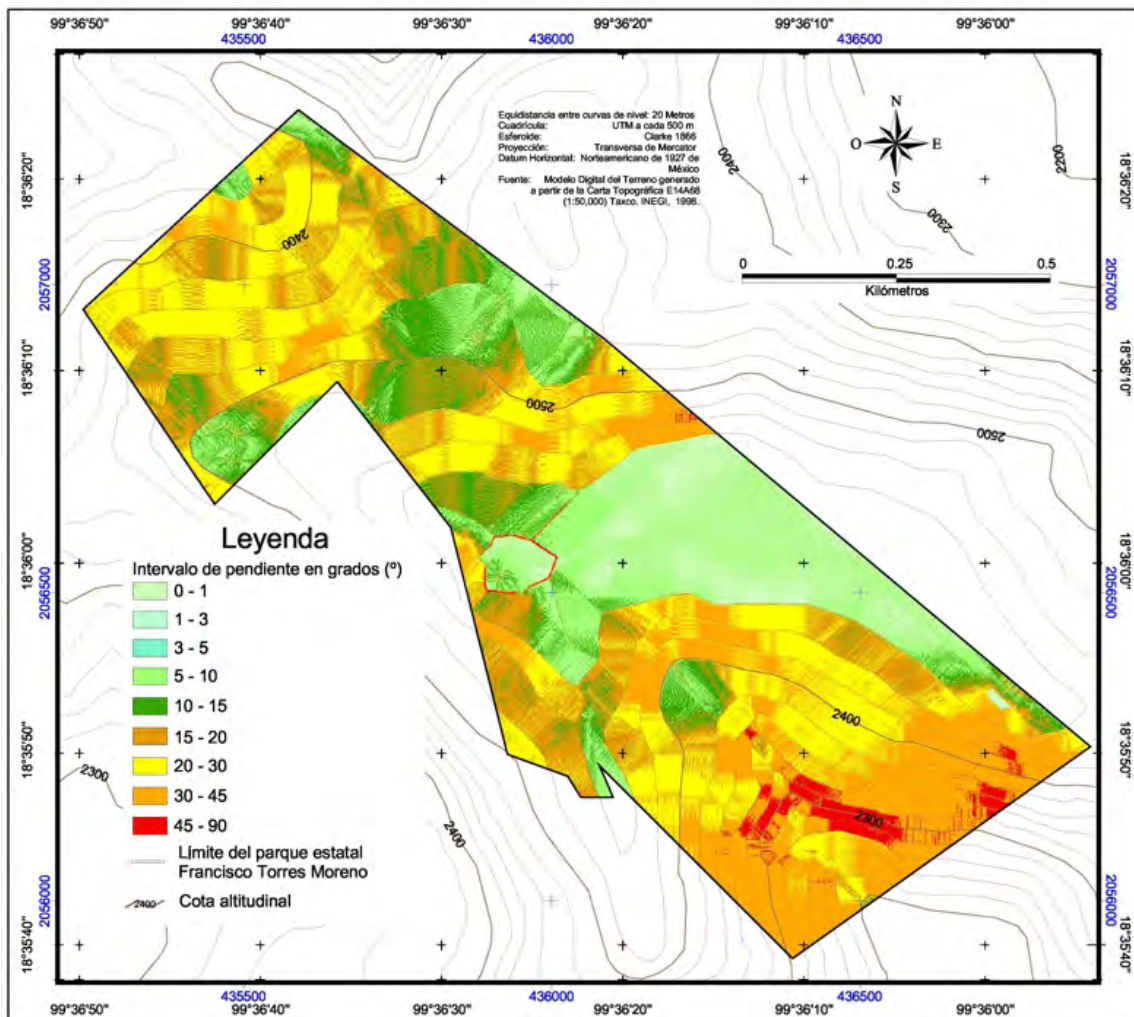


Figura 4. Mapa de pendientes del parque estatal "Francisco Torres Moreno", Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México

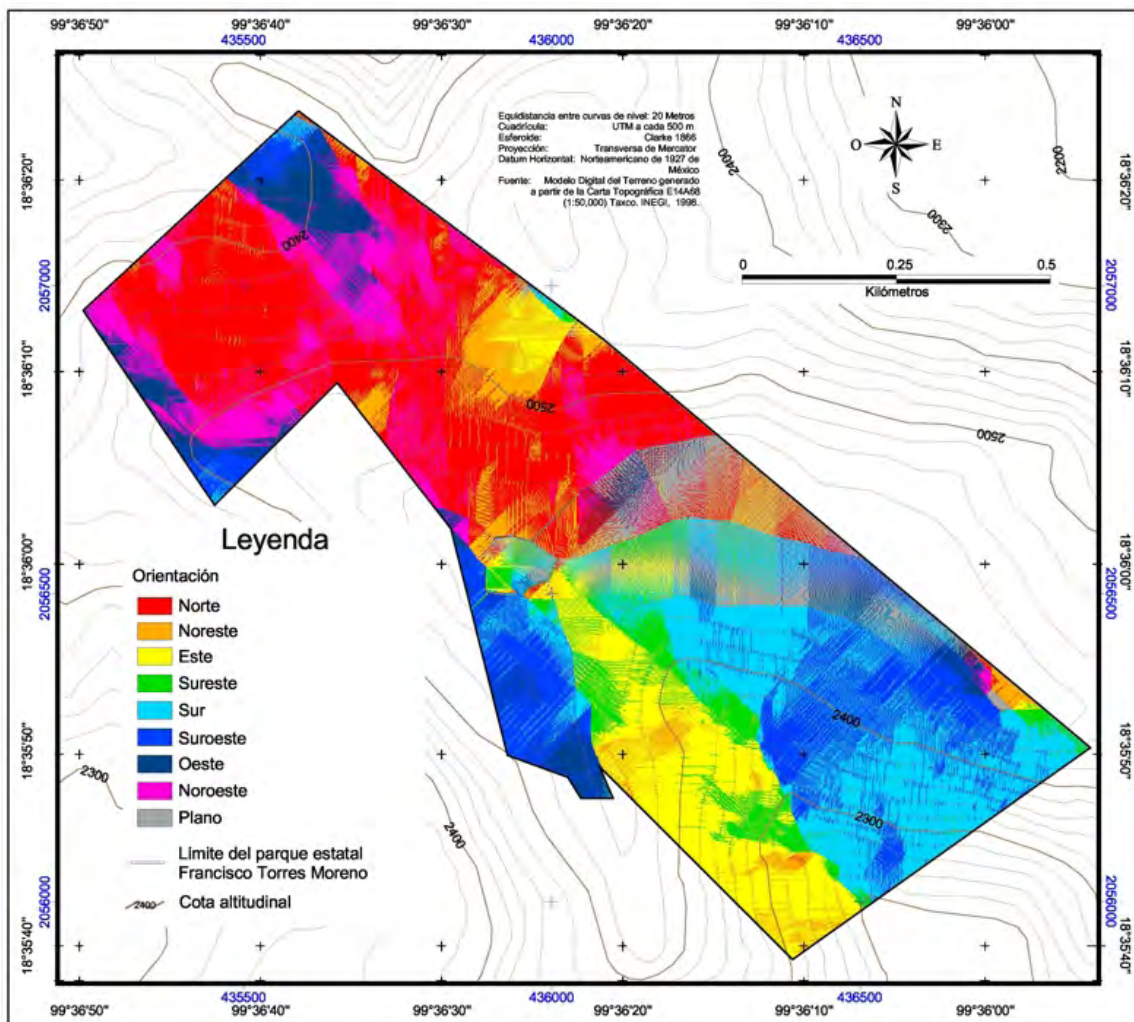


Figura 5. Mapa de orientación de laderas del parque estatal "Francisco Torres Moreno", Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México

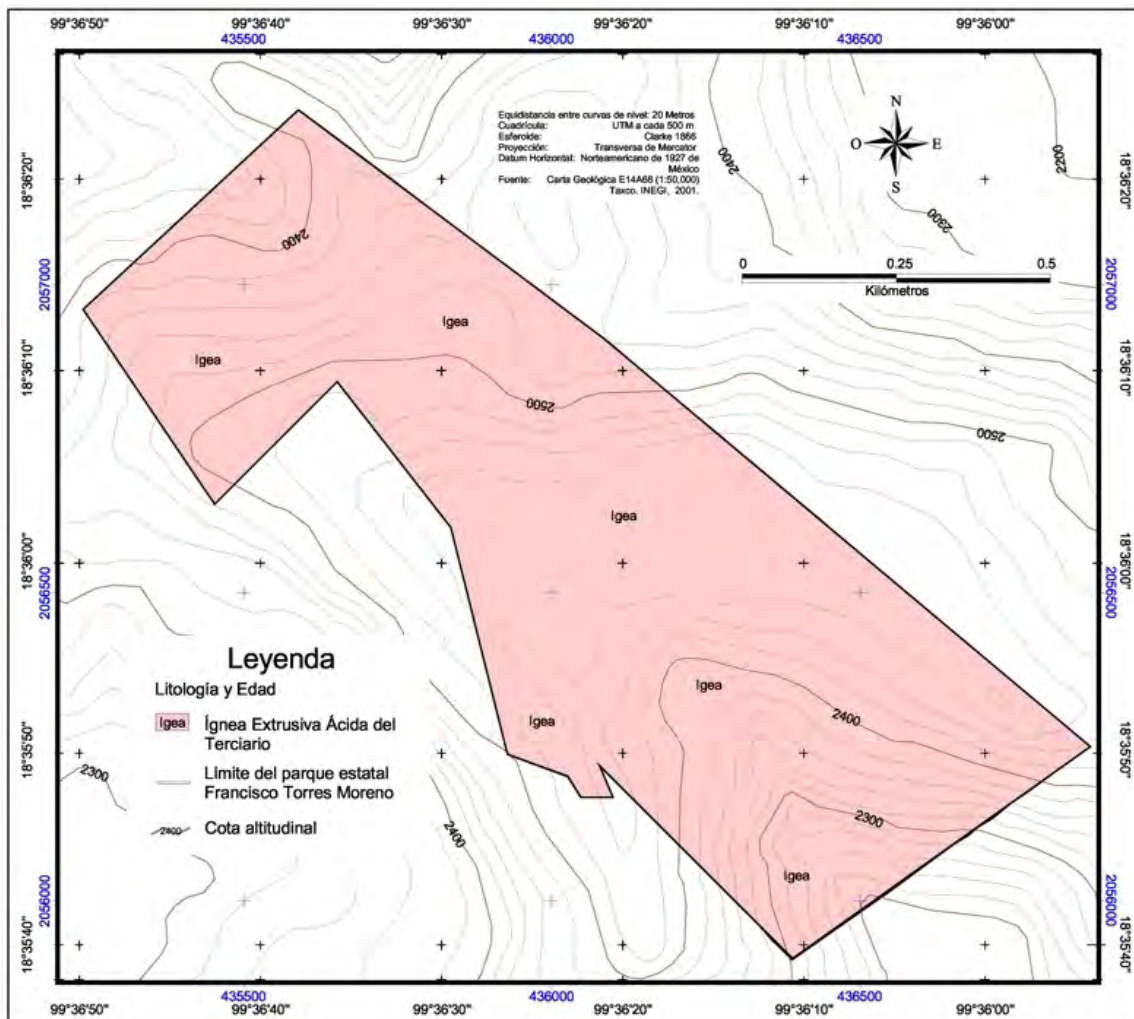


Figura 6. Mapa Geológico del parque estatal “Francisco Torres Moreno”, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México



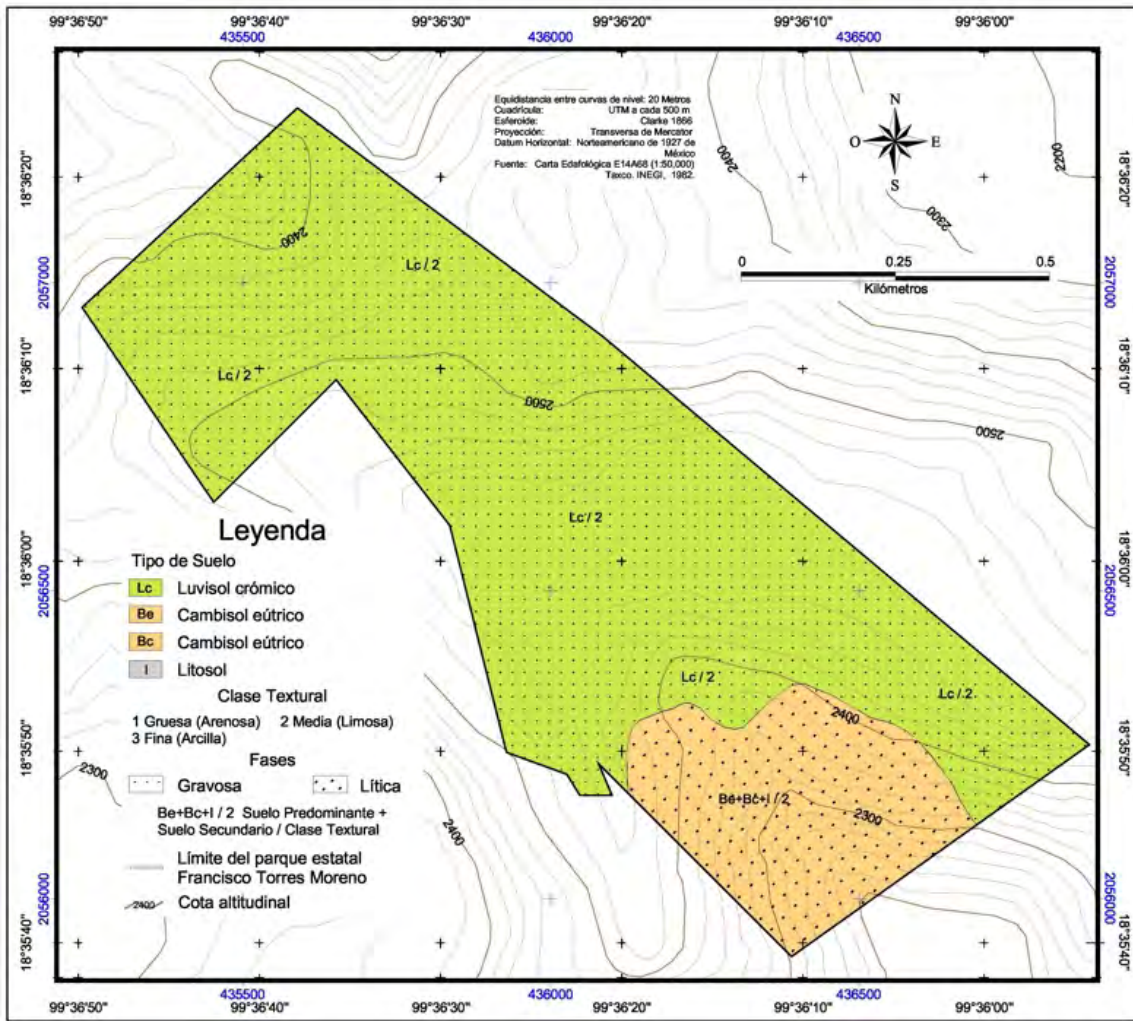


Figura 7. Mapa de edafología del parque estatal “Francisco Torres Moreno”, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México

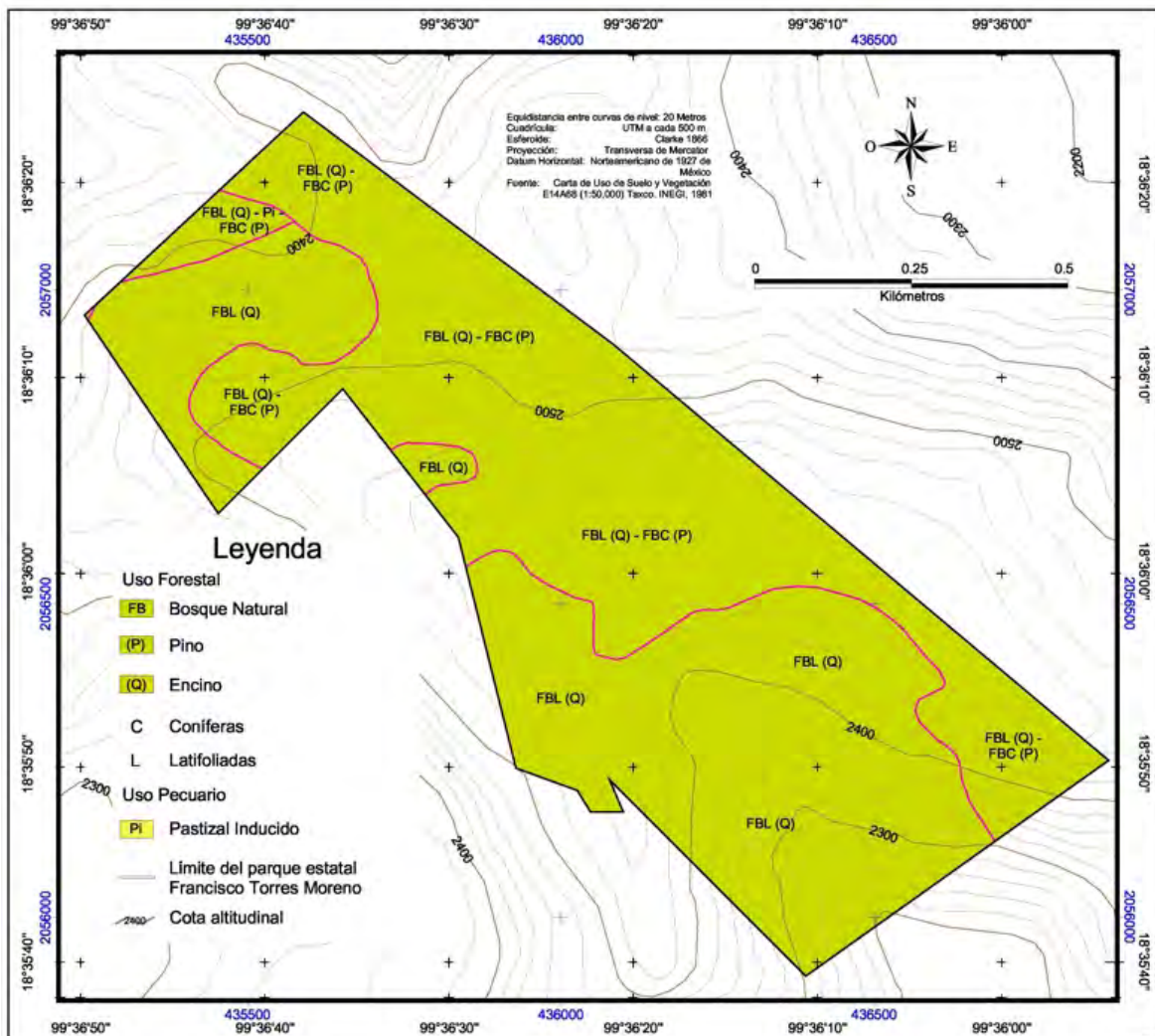


Figura 8. Mapa de uso de suelo del parque estatal “Francisco Torres Moreno”, Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero, México

### 6.3 MUESTREOS DE VEGETACIÓN

Se realizaron 30 muestreos de vegetación los cuales se ubicaron de acuerdo a las características físicas del sitio tales como la altitud, orientación de la ladera y el tipo de vegetación. Una característica determinante para la ubicación de los sitios fue la topografía, pues no se seleccionaron sitios cuyas pendientes fueran inaccesibles.

De los 30 muestreos realizados, 16 se ubicaron en el Bosque Mesófilo de Montaña y 14 en el Bosque de *Quercus*, cada uno de ellos en diferentes estados de conservación (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Número de muestreos por tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	No. total de muestreos	No. de muestreos en sitios conservados	No. de muestreos en sitios perturbados
Bosque mesófilo de montaña	16	12	4
Bosque de <i>Quercus</i>	14	5	9

Cada muestreo se analizó de manera individual, sin embargo para el análisis por tipo de vegetación se consideraron de manera conjunta para la descripción de los parámetros estructurales de cada comunidad vegetal.

### 6.4 MAPA DE VEGETACIÓN

El mapa de la vegetación se elaboró con base en criterios florísticos, estructurales y fisonómicos, éstos últimos se llevaron a cabo con la ayuda de la fotointerpretación y el conocimiento de la zona de estudio mediante los recorridos de campo. El mapa clasificado del Parque Estatal "Francisco Torres

Moreno", muestra dos tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña y bosque de *Quercus*, con dos diferentes estados de conservación (conservado y perturbado). La descripción de cada uno de los tipos de vegetación se realizó para ambas condiciones de cada comunidad vegetal.

De las 77.5 ha que constituyen al parque, el 0.24% que equivale a 0.18 ha es terreno erosionado que, por tanto, carece de vegetación (Fig. 8).

La clasificación del mapa de vegetación se contrastó con el dendrograma obtenido por el método de agrupamiento de Ward, de la matriz de presencia/ausencia de las especies de los 30 muestreos (Figura 9).

En este dendrograma, mediante el programa Systat 12 se observa la formación de dos grupos, los muestreos que pertenecen a la vegetación templada húmeda y a la vegetación templada seca. Para la vegetación templada se agruparon 22 muestreos de los cuales, 16 muestreos corresponden al BMM y seis a los encinares; en la vegetación seca se agruparon los ocho muestreos restantes.

#### 6.4.1 Descripción de la vegetación

##### Bosque mesófilo de montaña (BMM)

La superficie que cubre esta comunidad vegetal dentro de la zona de estudio es de 26.60 ha lo que representa el 34.33% del total de la superficie del parque (Fig. 8). Se encuentra localizado en la parte noroeste y noreste de la zona de estudio, el intervalo altitudinal en el que se distribuye va desde los 2,421.80 a los 2,590 m s.n.m., el tipo climático en el que se desarrolla es el C(W<sub>2</sub>)(w) que se describe como un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más húmedo de los templados subhúmedos (SPP, 1981). Se encuentra en todas las orientaciones de las laderas, con pendientes que van de los 0 hasta los 85.48 grados.

El tipo de roca sobre el que se presenta es ígnea extrusiva ácida (Figura 5), según la carta geológica de Taxco 1:50,000 (INEGI, 2001) y el tipo de suelo es el luvisol crómico, con textura limosa y una fase lítica gravosa según la clasificación de la FAO-UNESCO.

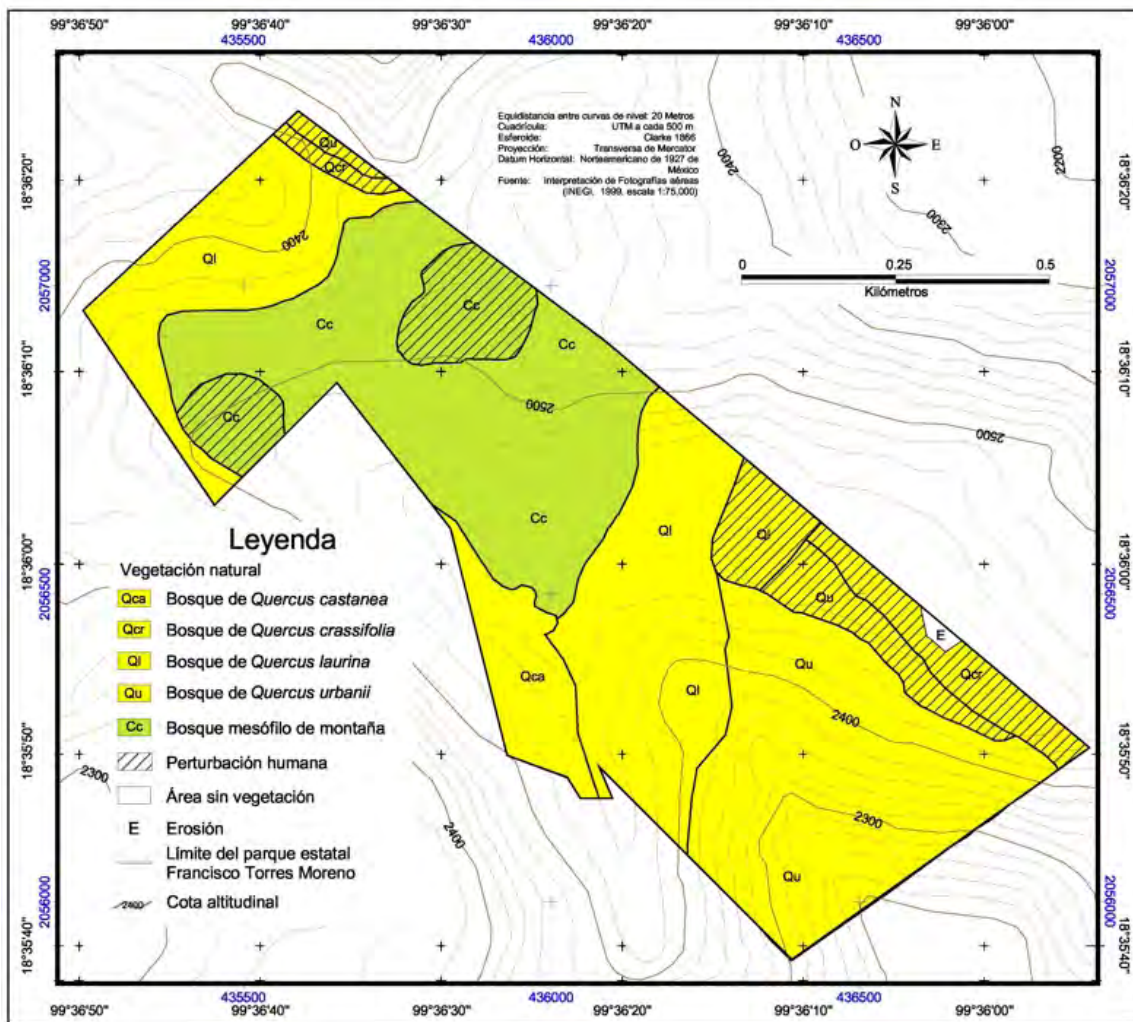


Figura 8. Mapa final de uso de suelo y vegetación del parque estatal 'Francisco Torres Moreno'



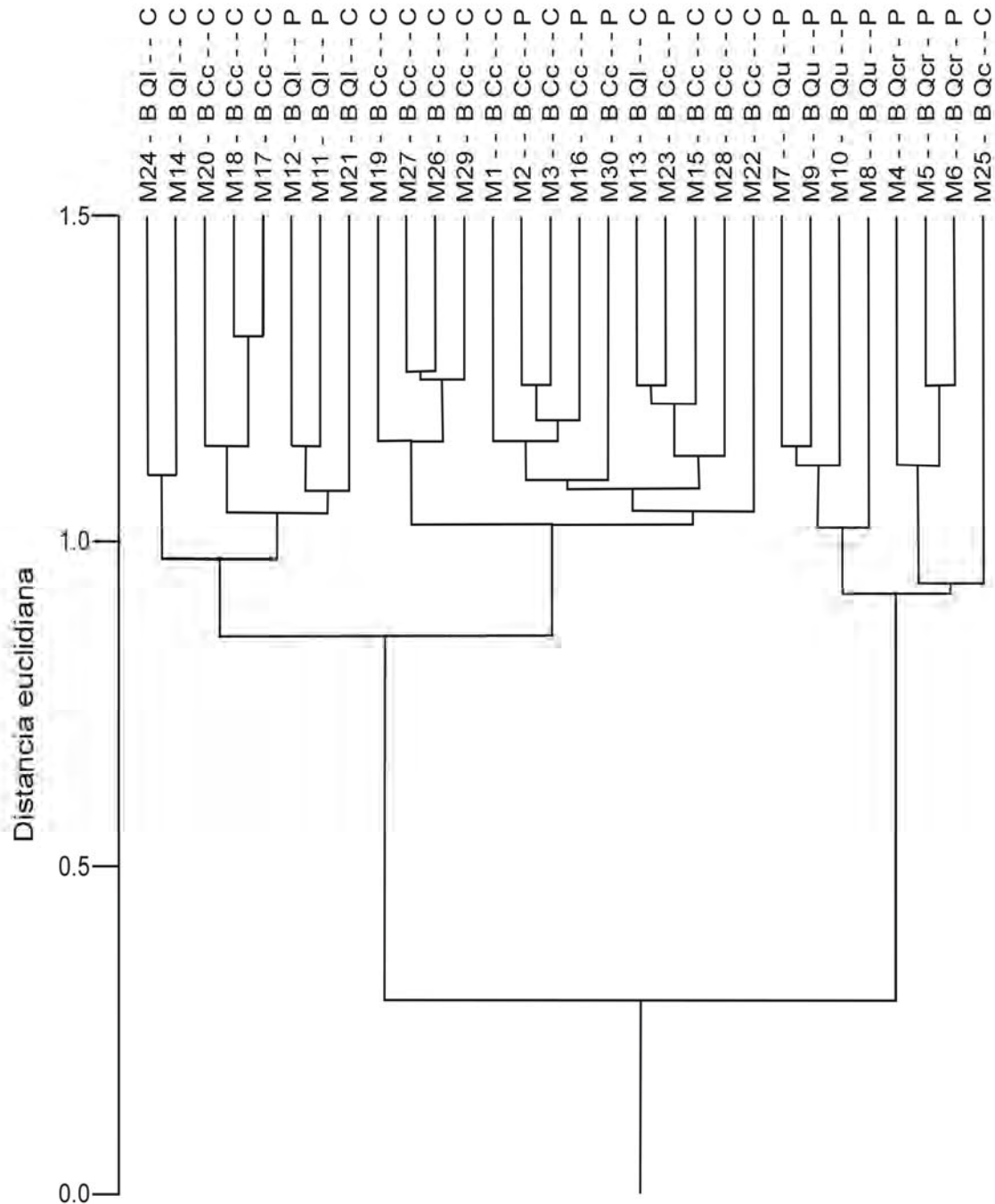


Figura 9. Dendrograma obtenido del análisis de clasificación por el método de Ward considerando como variable la presencia/ausencia de especies usando la distancia euclidiana. Se muestran los 30 muestreos realizados en la zona de estudio seguido de la especie dominante en el mismo así como su estado de conservación.

*Mn* - número de muestreo; *B Cc* = *Bosque Mesófilo de Montaña de Carpinus caroliniana - Quercus laurina*, *B Qc* = *Bosque de Q. castanea - Q. obtusata*, *B Qcr* = *Bosque de Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata*, *B Ql* = *Bosque de Quercus laurina - Styrax ramirezii*, *B Qu* = *Bosque de Q. urbanii - Pinus sp.*; C= conservado P= perturbado)

El BMM se caracteriza por la presencia de las siguientes especies: *Quercus laurina*, *Carpinus caroliniana*, *Pinus* sp., *Clethra mexicana* y *Styrax ramirezii*, de acuerdo a su Valor de Importancia Relativa (VIR).

Estructuralmente, se encontró que éste es un bosque cuya densidad oscila entre 318.31 ind/ha y 923.10 ind/ha, que corresponden a los sitios perturbados y conservados respectivamente. Los árboles presentan diámetros que van de los 0.002 m a 1.053 m; con respecto a las alturas el intervalo va de 1.48 m hasta 34.76 m, de manera general, por su altura el bosque se puede clasificar como un bosque mediano con árboles emergentes altos de los géneros *Pinus* y *Quercus*.

### Bosque de *Quercus*

Este tipo de vegetación ocupa una superficie de 50.71 hectáreas dentro del parque, lo que representa el 65.44% de la superficie total del mismo (Fig. 8). Se halla en la zona noroeste y sureste de la zona de estudio; en la parte noroeste tiene una superficie de 9.50 ha y en la parte sureste la superficie que ocupa es de 41.21 ha, se distribuye en un intervalo altitudinal que va de los 2,297.20 a los 2,590 m s.n.m., el tipo climático donde se desarrolla es el C(W<sub>2</sub>)(w) que corresponde a un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más húmedo de los templados subhúmedos (SPP, 1981), se encuentra en laderas con todas las orientaciones y pendientes desde 0 hasta los 85.41 grados.

El tipo de roca sobre el que se desarrolla este tipo de vegetación es ígnea extrusiva ácida (INEGI, 2001), (Figura 5); en dos tipos de suelo que según la clasificación de la FAO-UNESCO corresponden a luvisol crómico con textura limosa y una fase lítica gravosa, en este tipo de suelo se extienden 37.13 ha de este tipo de vegetación, lo que equivale a un 47.91% del total de los encinares de la zona de estudio; las 13.20 ha sobrantes se extienden sobre un tipo de suelo cuya porción dominante es el cambisol eutrítico y las porciones secundarias son el cambisol crómico y litosol, todos con textura limosa y representa el 17.03 % de esta comunidad vegetal.

El bosque de *Quercus* que se encuentra en esta localidad está caracterizado por la dominancia de las siguientes especies según su VIR *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. urbanii*, *Q. castanea*, *Arbutus xalapensis* y *Styrax ramirezii*.

Estructuralmente, se encontró que este es un bosque cuya densidad oscila entre 222.82 ind/ha y 1432.39 ind/ha. Los diámetros de los árboles van de los 0.025 m hasta 1.056 m; en lo que respecta a las alturas, éstas oscilan entre los 1.85 m a los 29.16 m, por tanto, el bosque se puede clasificar como un bosque bajo y mediano.

#### **6.4.2 Descripción de las asociaciones vegetales presentes en los dos tipos de vegetación**

Con base en el análisis estructural de la vegetación y en la composición florística del parque, se identificaron asociaciones vegetales para cada uno de los tipos de vegetación descritos anteriormente (Cuadro 2).

Debido a que el uso de suelo del Parque Francisco Torres Moreno es básicamente para la recreación popular, se tiene que dentro de los tipos de vegetación que conforman este sitio hay dos diferentes grados de conservación a los cuales se denominaron como conservado y perturbado, de este modo, en esta sección se describirá cada asociación y se señalará su grado de conservación.

Cuadro 2. Asociaciones vegetales de los tipos de vegetación presentes en el Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno', Cerro del Huixteco, Taxco, Gro.

Tipo de Vegetación	Asociación Vegetal	Clave	Estado de Conservación
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Carpinus caroliniana</i> y <i>Quercus laurina</i>	Ccar - Ql	Conservado
Bosque Mesófilo de Montaña	<i>Carpinus caroliniana</i> y <i>Quercus laurina</i>	Ccar - Ql	Perturbado
Bosque de <i>Quercus</i>	<i>Quercus castanea</i> y <i>Quercus obtusata</i>	Qcast - Qobt	Conservado
Bosque de <i>Quercus</i>	<i>Quercus crassifolia</i> y <i>Ternstroemia lineata</i>	Qcra - Tl	Perturbado
Bosque de <i>Quercus</i>	<i>Quercus laurina</i> y <i>Styrax ramirezii</i>	Ql- Sr	Conservado
Bosque de <i>Quercus</i>	<i>Quercus laurina</i> y <i>Styrax ramirezii</i>	Ql- Sr	Perturbado
Bosque de <i>Quercus</i>	<i>Quercus urbanii</i> y <i>Pinus sp.</i>	Qu-Psp.	Perturbado

#### 6.4.2.1 Bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* y *Quercus laurina*

En este bosque se realizaron 16 muestreos de los cuales 12 ocurrieron en vegetación conservada y los cuatro restantes en perturbada.

##### 6.4.2.1.a Conservado

#### Composición florística

En el estrato herbáceo se registraron 26 familias, 29 géneros y 29 especies; en el estrato arbustivo se encontraron 10 familias, 10 géneros y 11 especies; finalmente, el estrato arbóreo está constituido por 14 familias, 15 géneros y 18 especies (Apéndice 1).

#### Estructura de la Vegetación

##### *Estructura cuantitativa*

##### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas*

Los valores de porcentaje de cobertura en este estrato oscilaron entre 9.4 % hasta 354 %, que corresponden a los muestreos tres y 26 respectivamente (Cuadro 3). Las especies más importantes de acuerdo al VIR son *Adiantum andicola*, *Smilax moranensis* y *Symplocos prionophylla* (Fig. 10a y b).

En este estrato se registraron 59 plántulas de ocho especies diferentes; las especies de las que se encontraron más plántulas fueron: *Carpinus caroliniana* (15), *Quercus laurina* (14), *Symplocos prionophylla* (13), *Cleyera integrifolia* (10), *Styrax ramirezii* (3), *Clethra mexicana* (2), *Fraxinus* sp. (1) y *Ternstroemia lineata* (1).

##### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

Los valores de densidad que se presentan para el estrato arbustivo van de los 357.68 a 7073.55 individuos por hectárea, estos valores corresponden a los muestreos 29 y uno respectivamente (Cuadro 4); cabe mencionar, que en el muestreo 17 y 28 este estrato estuvo ausente. Las especies más importantes de

acuerdo a su densidad son: *Cleyera integrifolia*, *Myrsine juergensenii* y *Symplocos prionophylla* (Fig. 11a y b).

Para calcular el área basal de este estrato, se midieron 61 tallos, el intervalo de valores resultante fluctúa entre los 0.0003 a los 0.091m<sup>2</sup>/ha, estos valores corresponden a los muestreos 29 y uno respectivamente (Cuadro 4). Las especies más importantes en cuanto al área basal son: *Styrax argenteus*, *Smilax moranensis* y *Cleyera integrifolia* (Fig.11a y b).

Los valores de porcentaje de cobertura se encontraron entre 1.58% y 59.25%, correspondientes a los muestreos 29 y uno respectivamente (Cuadro 4). Las especies más importantes de acuerdo con su valor de porcentaje de cobertura son: *Cleyera integrifolia*, *Myrsine juergensenii* y *Styrax ramirezii* (Fig. 11a y b).

El estrato arbustivo presenta un intervalo de alturas que va de los 1.08 m hasta los 4.42 m, todos los individuos pertenecen a especies arbóreas que están en desarrollo.

#### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

El intervalo de valores de densidad para este estrato va de los 381.97 a 923.10 individuos por hectárea, estos valores corresponden a los muestreos tres y 27, respectivamente (Cuadro 5). Las tres especies que presentan los valores más altos de densidad en este estrato son *Carpinus caroliniana*, *Quercus laurina* y *Cleyera integrifolia* (Fig. 12a y b).

El área basal para el estrato arbóreo varía de los 16.36 a 64.86 m<sup>2</sup>/ha, estos valores pertenecen a los muestreos tres y 17, respectivamente (Cuadro 5). Las especies *Quercus laurina*, *Carpinus caroliniana* y *Pinus* sp., son las que presentan los valores más altos de área basal (Fig. 12a y b).

Los valores de porcentaje de cobertura en este estrato fluctúan entre 154.77% y 352.69%, correspondientes al muestreo 26 y 22, respectivamente (Cuadro 5). Las especies que presentaron los valores más altos de cobertura fueron *Quercus laurina*, *Carpinus caroliniana* y *Clethra mexicana* (Fig. 12a y b).

El intervalo de alturas para este estrato es de 1.48 m a 32.56 m, correspondientes a los muestreos 20 y 28 respectivamente.

Los diámetros de los árboles fluctúan en un intervalo que va de los 0.002 m a los 1.054 m correspondientes a los muestreos tres y 17. La mayoría de las frecuencias de los individuos de este tipo de vegetación se ubican en la primera clase diamétrica. De manera general, los histogramas de los muestreos uno, tres, 18, 22, 27 y 29 presentan un comportamiento normal con ausencia de individuos en las últimas clases diamétricas; en los muestreos 17, 19, 20 y 26 el comportamiento de los histogramas se presenta con la disminución drástica de alguna de las clases diamétricas; para los muestreos 15 y 28, se presenta un comportamiento en donde las clases presentan frecuencias de valores parecidos (Fig. 13).

### *Estructura vertical*

Mediante histogramas de cada uno de los muestreos de la vegetación y la elaboración de perfiles de la vegetación, se llevó a cabo el análisis de las alturas de los individuos presentes en cada asociación vegetal.

Por lo que concierne a la altura, es un bosque cuyo intervalo va de los 1.48 m hasta los 32.56 m; las distribuciones de las frecuencias de las alturas de los individuos se presentan en los histogramas de la figura 14, estas frecuencias se distribuyeron en seis clases con un intervalo de clase de 5.55 m.

En los histogramas se observa que la mayor distribución de las frecuencias de las clases de alturas se presenta para las cuatro primeras, la sexta clase se presenta únicamente en el muestreo 28, los individuos pertenecientes a esta clase son cuatro y son de la especie *Quercus laurina*, así mismo la clase dos del muestreo 20 y la clase tres del muestreo 26 no están presentes. Por lo anterior, el bosque en cuanto a sus alturas, presenta desde árboles bajos, pertenecientes a las primeras tres clases de alturas, árboles de talla media que pertenecen a las dos siguientes clases de alturas y árboles emergentes pertenecientes a la sexta clase de alturas. En dichos histogramas no se muestran estratos delimitados de manera natural, se pueden ver algunas discontinuidades entre las clases de alturas (Fig. 14)

Se dibujó un perfil diagramático de la vegetación de esta asociación vegetal, no se observó una discontinuidad marcada que refiera a la existencia de estratos (Fig. 15).

#### *Estructura poblacional*

Para esta comunidad las especies que cumplen con esta condición fueron *Carpinus caroliniana*, *Clethra mexicana*, *Cleyera integrifolia*, *Quercus laurina* y *Styrax ramirezii*.

El histograma diamétrico de *Carpinus caroliniana* se encuentran presentes todas las frecuencias diamétricas, sin embargo, las mayores frecuencias están presentes en las primeras clases, (Fig.16a). En cuanto al histograma de alturas, también se encuentran presentes todas las clases de alturas, siendo las clases intermedias las que tienen mayor número de individuos, (Fig.16b). Ambos histogramas se comportan de manera normal.

Para *Clethra mexicana*, en el histograma diamétrico, las primeras clases son las que presentan un mayor número de individuos, así también se puede observar que la cuarta clase está ausente y las dos últimas tienen un bajo número de individuos (Fig.16a). Con respecto a las alturas, las frecuencias que tienen mayor número de individuos son las tres primeras, que coincide a lo observado en los histogramas diamétricos, en las tres últimas clases se observa un menor número de individuos (Fig.16b).

*Cleyera integrifolia* presenta un mayor número de individuos en la primera clase diamétrica y en el resto una disminución drástica de frecuencias hasta la desaparición de la sexta clase (Fig.16a). En el histograma de alturas se denota una mayor número de frecuencias en las primeras dos clases de alturas, siendo la sexta clase la que presenta mayor número de individuos de entre las últimas cuatro clases, pues la cuarta está ausente (Fig.16b).

*Quercus laurina* es una especie en cuyo histograma diamétrico se observa la presencia de todas las clases diamétricas, siendo la cuarta clase la que tiene más individuos (Fig.16a), el histograma diamétrico para esta especie se comporta de manera normal. En el histograma de alturas se puede observar la mayor frecuencia para las clases seis y siete de forma que la mayoría de los árboles presentes en esta población son altos aunque, no hay que perder de vista que las



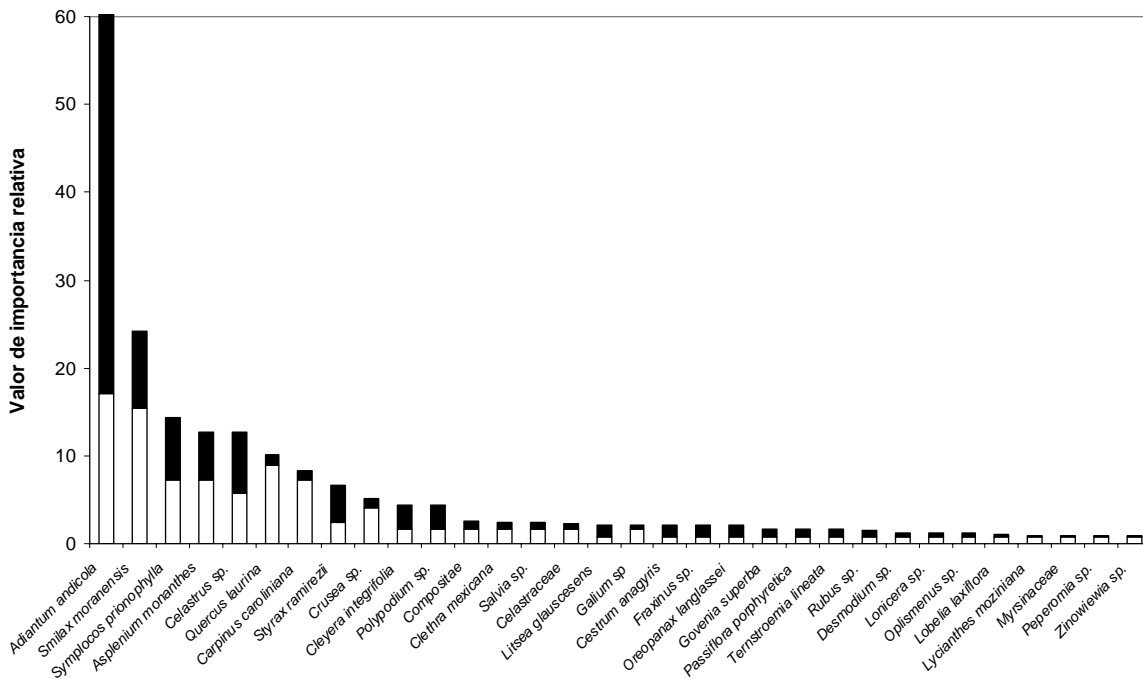
primeras clases también están presentes y cuentan con un porcentaje mínimo de frecuencias (Fig.16b).

*Styrax ramirezii* presenta la mayor frecuencia diamétrica en la primera clase, de las cinco clases diamétricas restantes está ausente la clase cinco, las clases dos y tres tienen la misma frecuencia al igual que las clases cuatro y seis (Fig.16a). De manera similar a lo que ocurre con los diámetros, en el histograma de alturas, la frecuencia mas alta se encuentra en la primera clase y esta proporción va disminuyendo hasta llegar a la sexta clase donde aumenta, (Fig.16b).

Cuadro 3. Resumen de la cobertura para el estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado).

Muestreo	Cobertura (%)
1	138.00
3	9.40
15	309.00
17	16.00
18	35.00
19	189.00
20	185.00
22	330.00
26	354.00
27	200.00
28	153.00
29	62.00

(a)



(b)

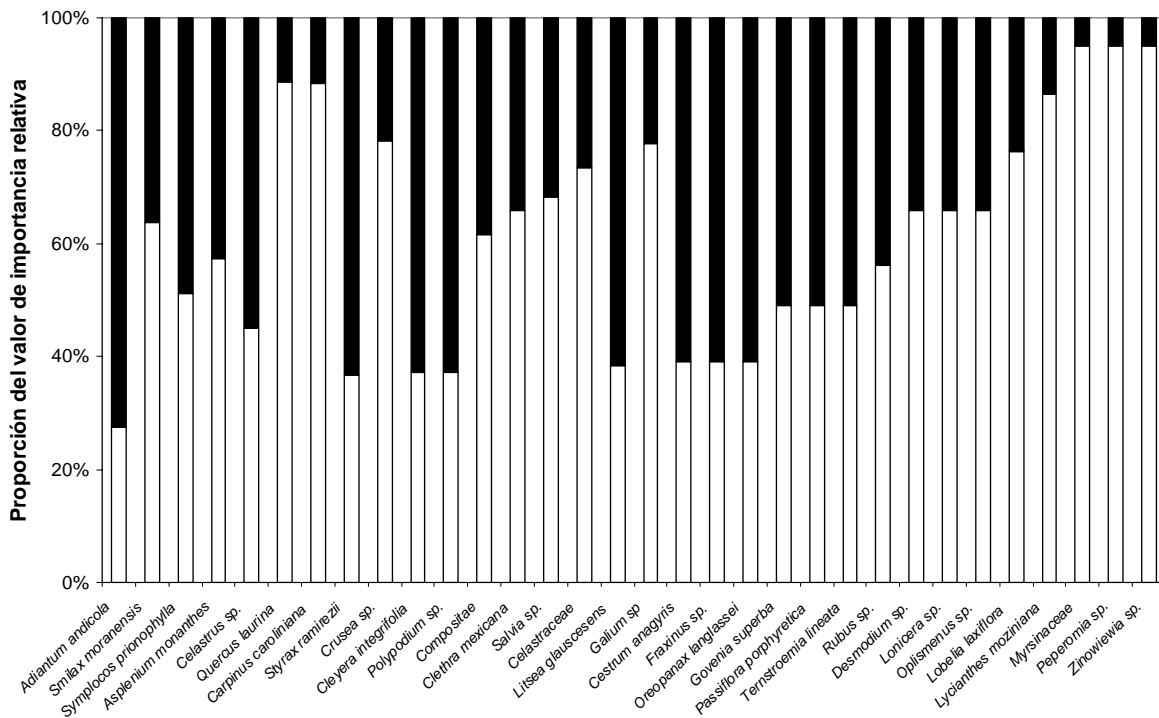


Figura 10. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del BMM de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)

Cuadro 4. Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
1	7,073.55	0.091	59.25
3	1,061.03	0.038	16.48
15	707.36	0.0007	2.52
17	-----	-----	-----
18	1,414.71	0.0025	12.24
19	707.36	0.0013	11.44
20	2,122.07	0.0010	10.40
22	707.36	0.005	18.00
26	1,414.71	0.013	15.89
27	1,414.71	0.0012	14.69
28	-----	-----	-----
29	353.68	0.0003	1.58

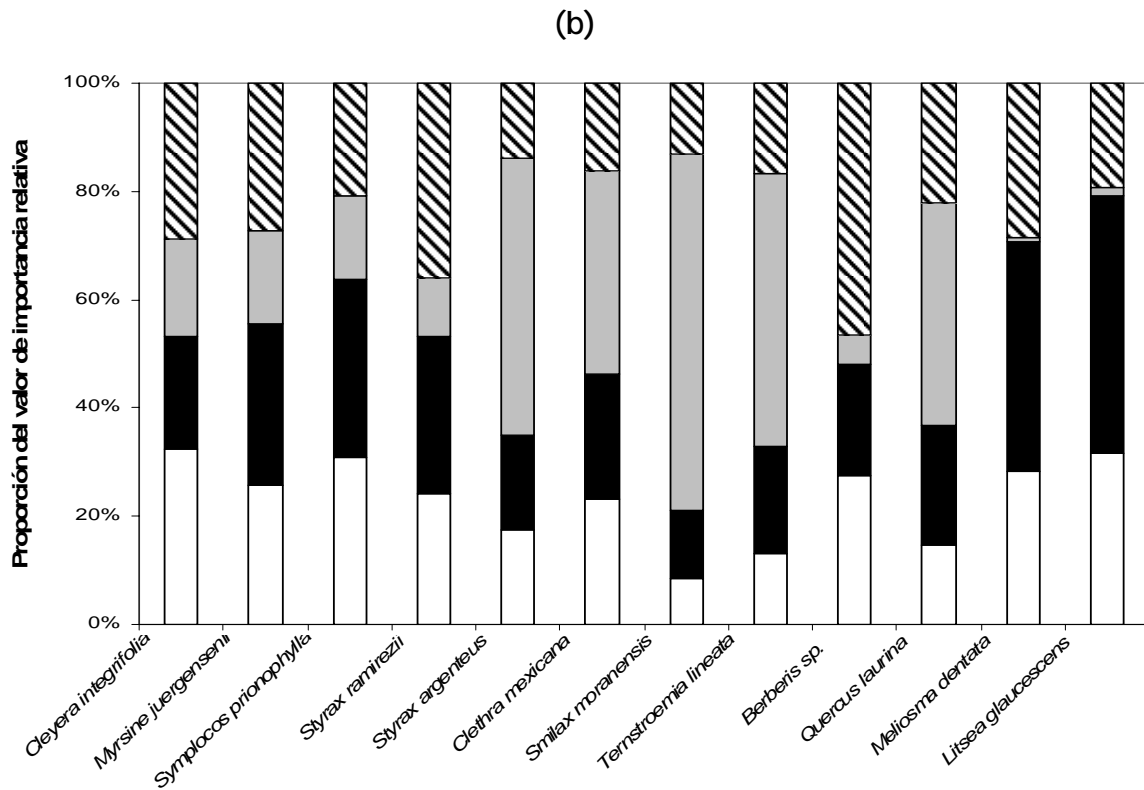
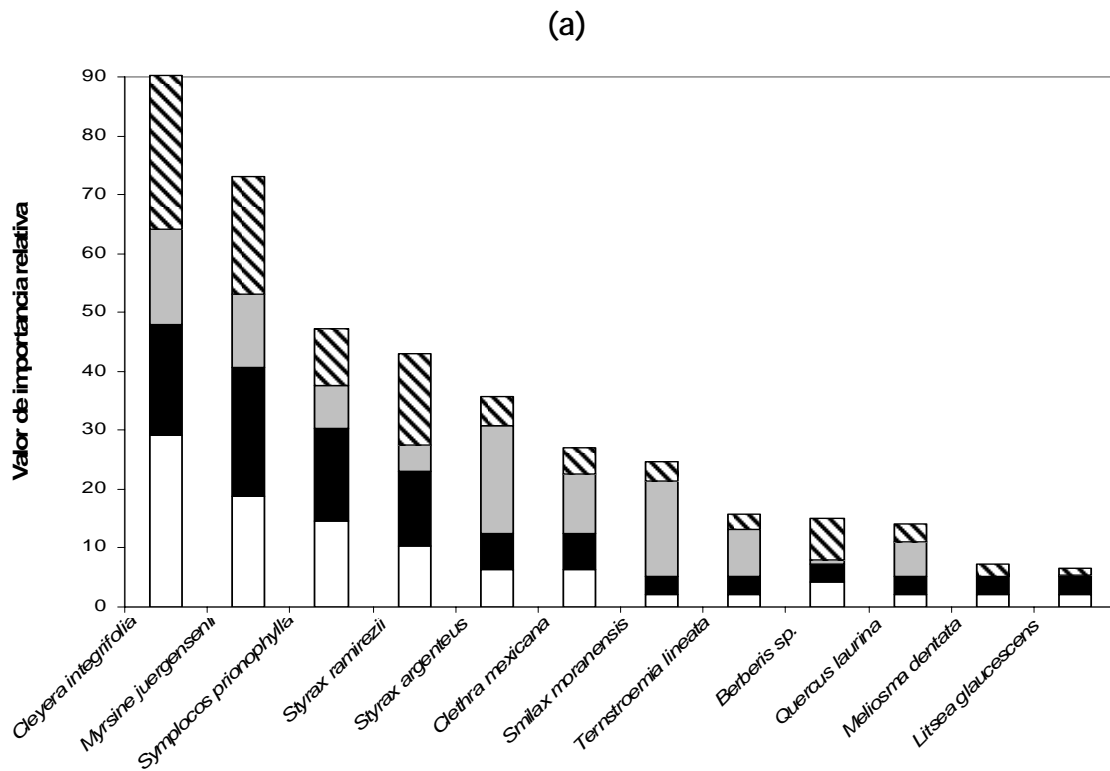


Figura 11. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa *Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

Cuadro 5. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
1	700.28	30.02	162.11
3	381.97	16.36	207.49
15	509.30	42.50	250.08
17	572.96	64.86	296.53
18	827.61	48.12	229.20
19	509.30	25.35	188.14
20	636.62	59.24	342.08
22	891.27	39.46	352.69
26	572.96	35.44	154.77
27	923.10	44.90	305.96
28	541.13	47.29	249.29
29	636.62	32.80	192.44

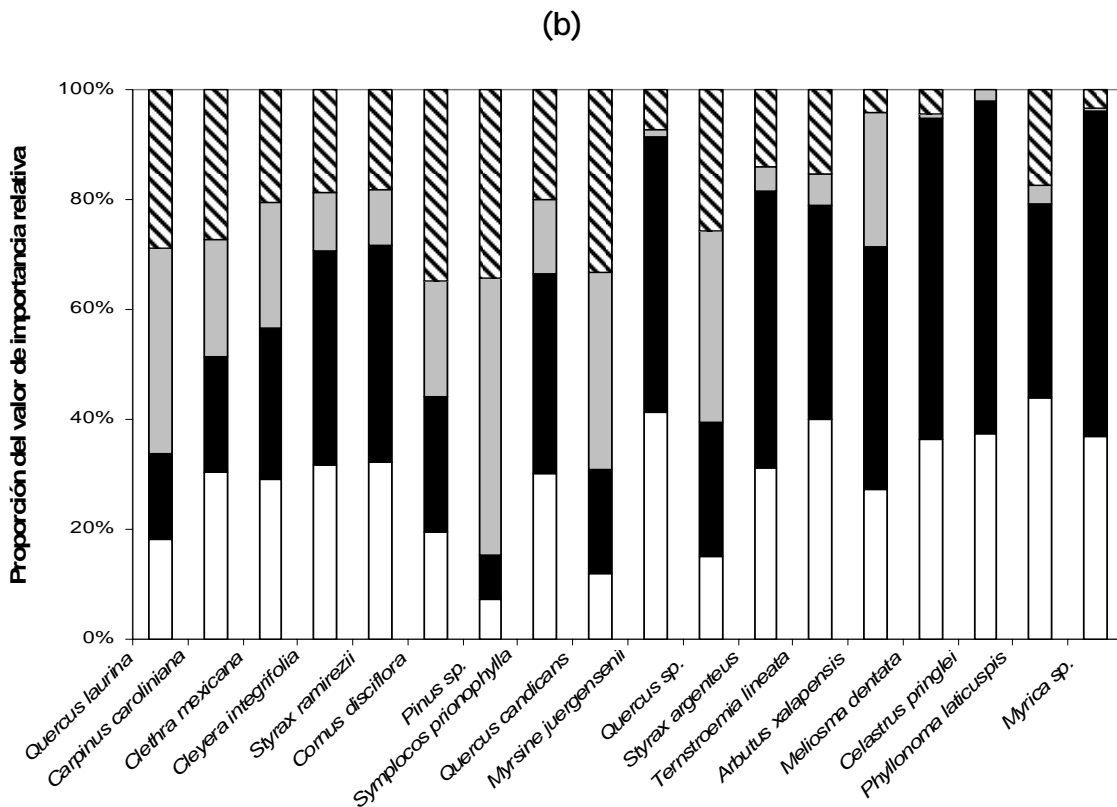
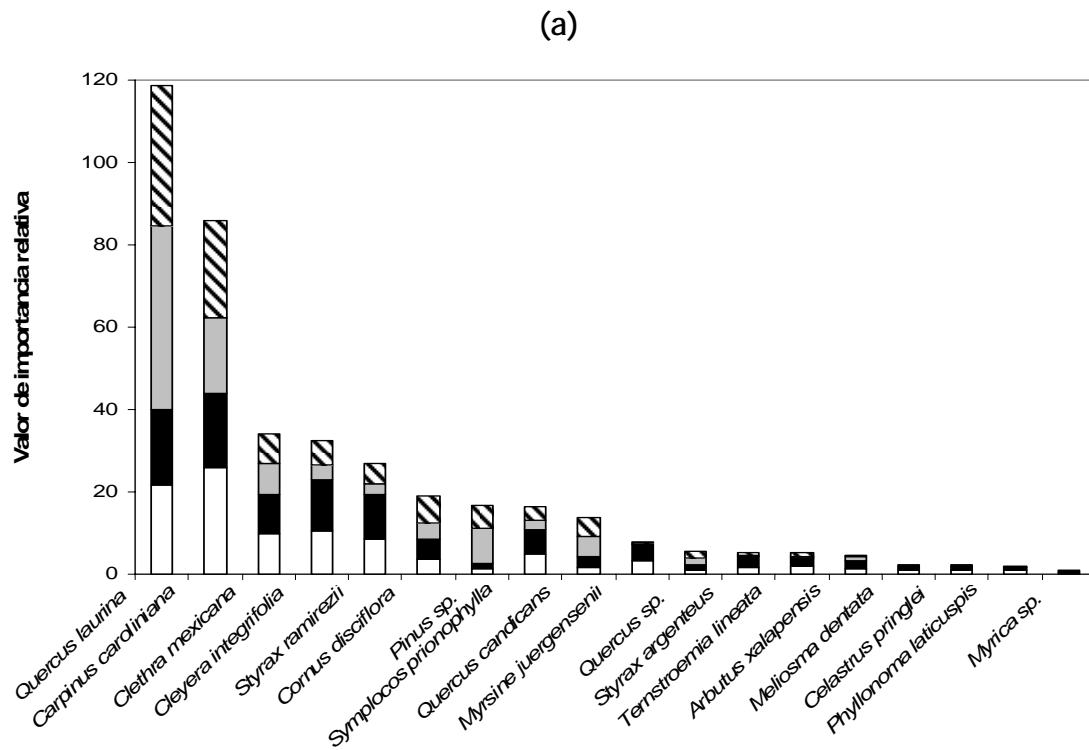


Figura 12. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del BMM de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

*Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

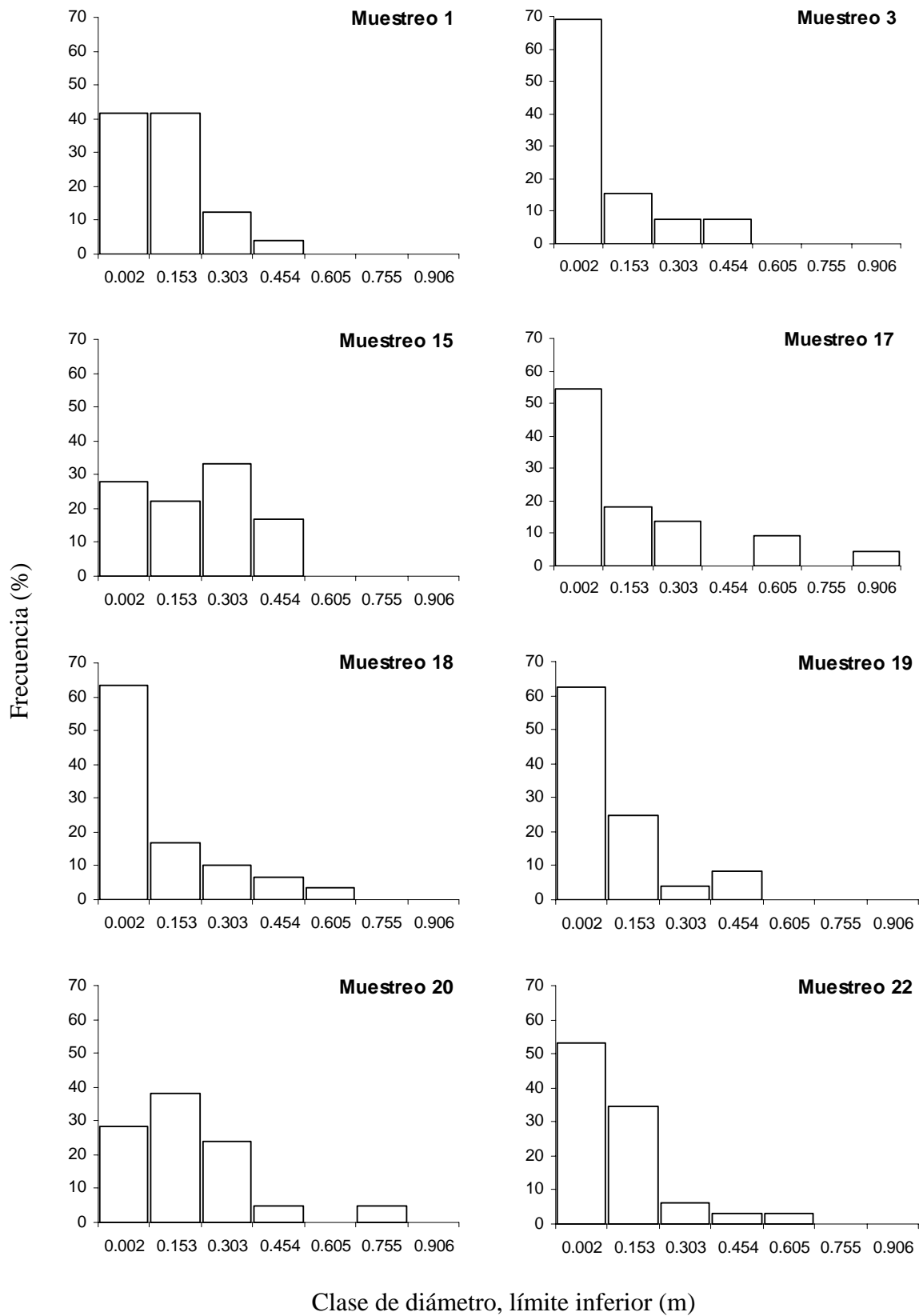


Figura 13. Histogramas diamétricos del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (conservado)



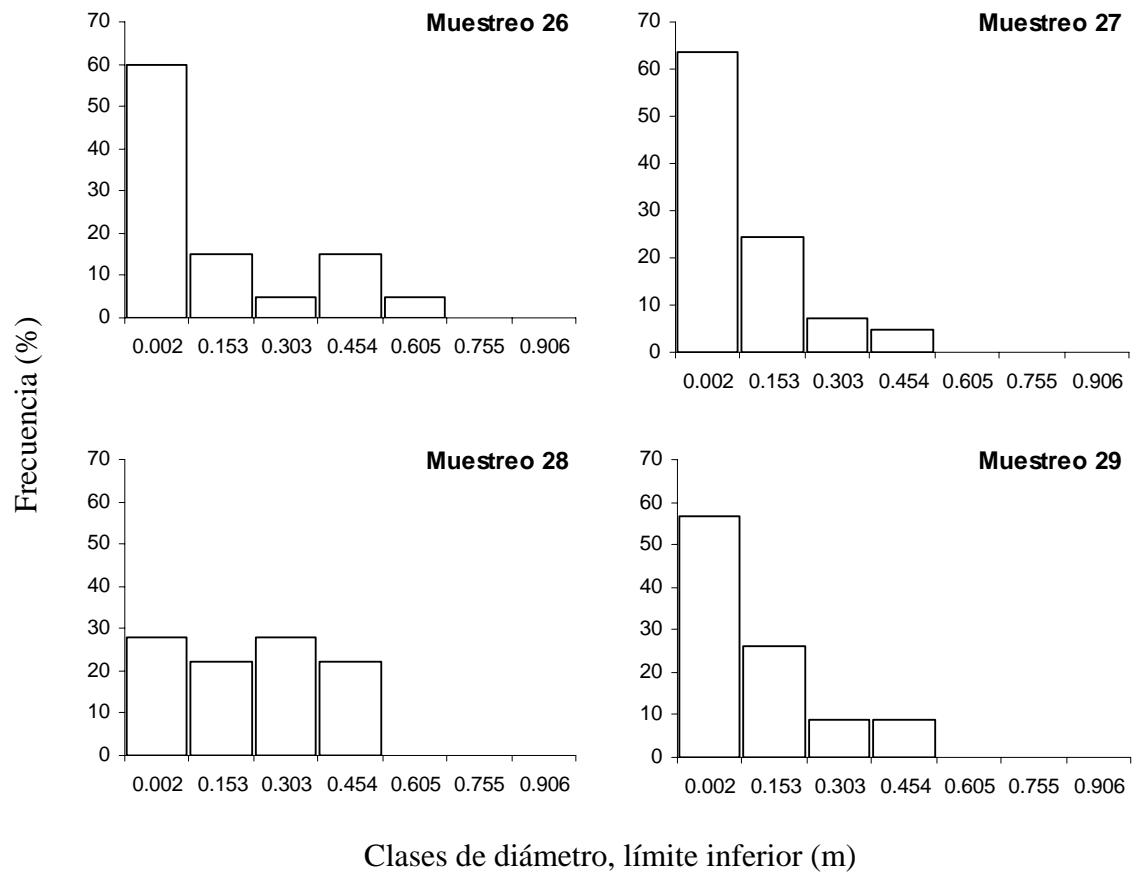


Figura 13. Continuación

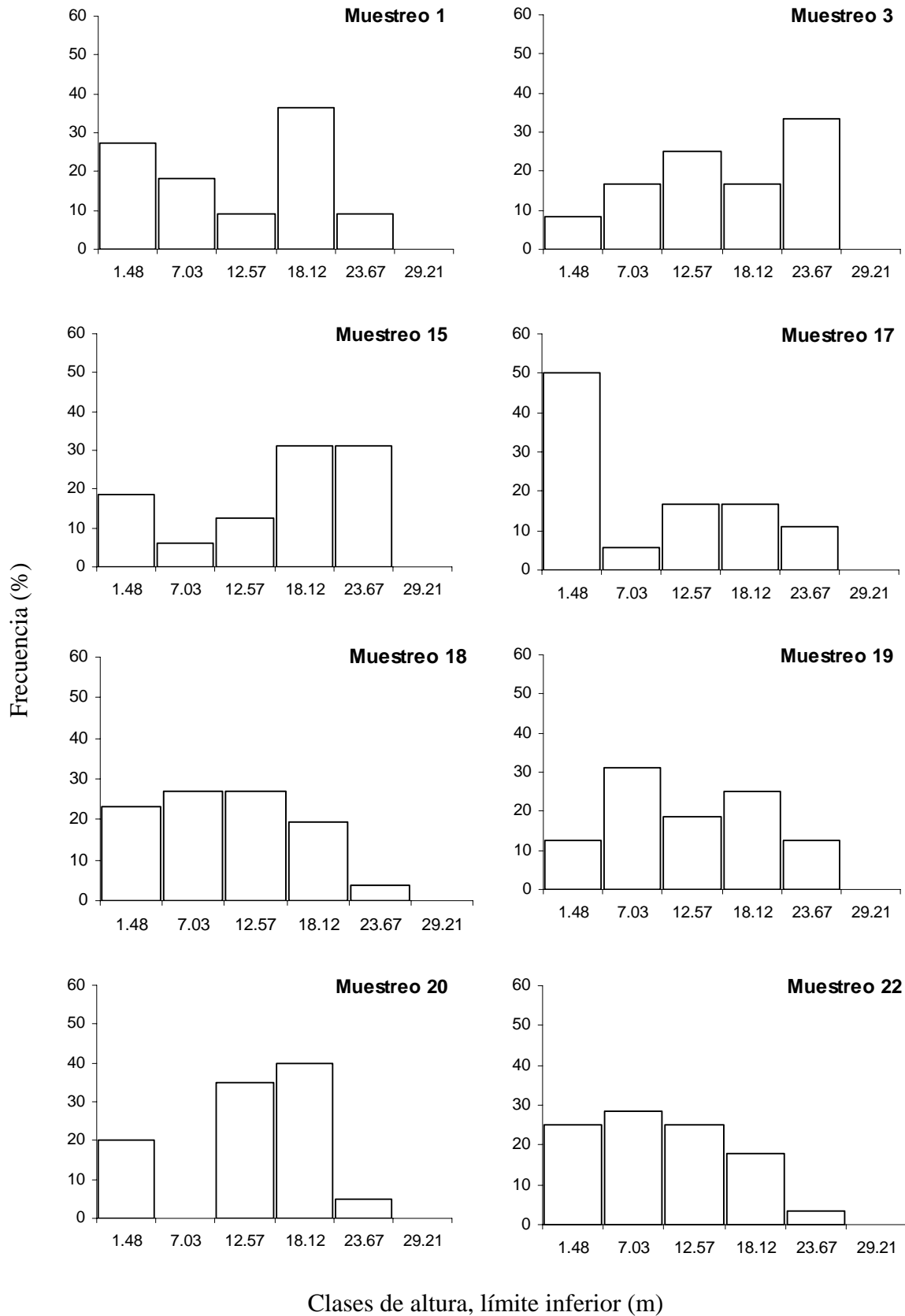


Figura 14. Histogramas de alturas Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (Conservado)

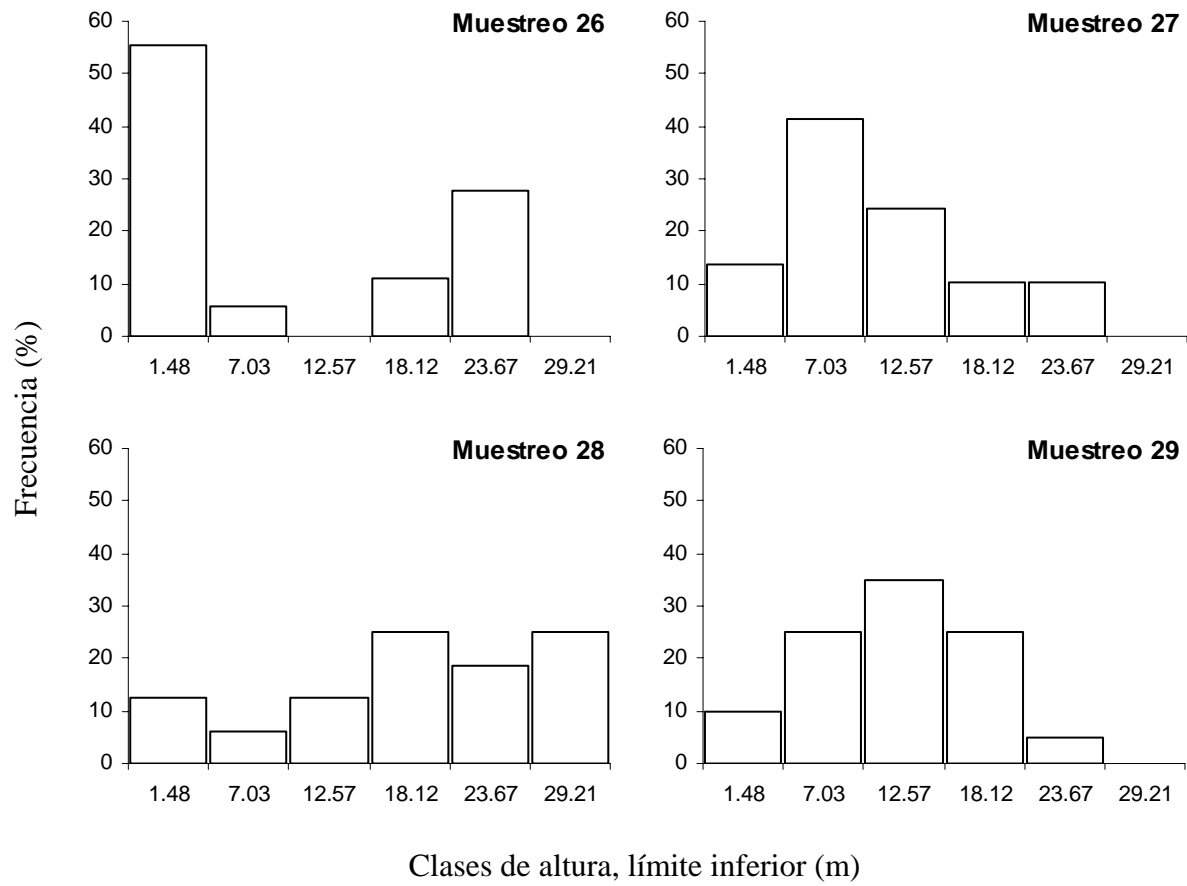


Figura 14. Continuación

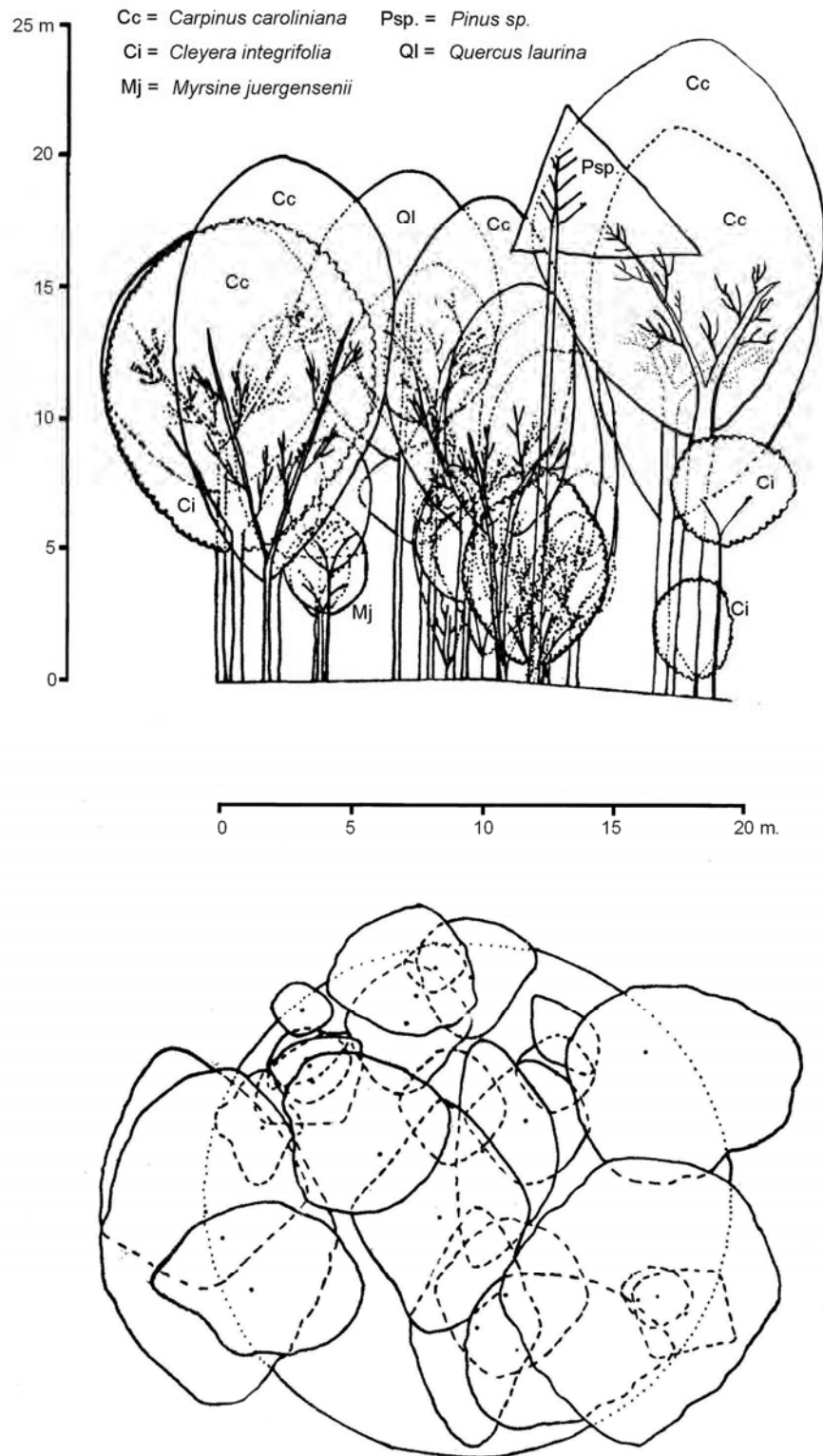


Figura 15. Perfil diagramático del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (Conservado)

#### 6.4.2.1 Bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* y *Quercus laurina*

##### 6.4.2.1.b Perturbado

###### *Composición florística*

En el estrato herbáceo se encontraron seis familias, seis géneros y siete especies; en el estrato arbustivo se registraron cuatro familias, cuatro géneros y cuatro especies y en el estrato arbóreo se tienen nueve familias, diez géneros y 13 especies (Apéndice 1).

###### Estructura de la vegetación

###### *Estructura cuantitativa*

###### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas.*

Los valores de porcentaje de cobertura para este estrato oscilaron entre 19% hasta 163%, que corresponden a los muestreos 30 y 23 respectivamente, en el muestreo dos este estrato estuvo ausente (Cuadro 6).

Las especies más importantes de acuerdo al VIR son *Quercus* sp., *Lycianthes moziniana* y *Celastrus* sp. (Fig. 17a y b).

En este estrato se registraron 16 plántulas de tres especies diferentes; las especies de las que se encontraron más plántulas fueron: *Quercus* sp. (12), *Quercus laurina* (2) y *Styrax ramirezii* (1).

###### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

En los muestreos tres, 16 y 30 este estrato estuvo ausente, el valor de densidad fue de 5,305.16 individuos por hectárea y corresponde al muestreo 23 (Cuadro 7). De acuerdo a sus valores de densidad, las especies más importantes son *Myrsine juergensenii*, *Styrax ramirezii* y *Symplocos prionophylla* (Fig. 18a y b).

Para calcular el valor del área basal se midieron 15 tallos de los individuos presentes en el muestreo 23, el área basal para este estrato es de 1.95 m<sup>2</sup>/ha (Cuadro 7). Las especies más importantes por sus valores de área basal son: *Styrax ramirezii*, *Myrsine juergensenii* y *Cleyera integrifolia* (Fig. 18a y b).

El valor de cobertura fue de 43.14% y corresponde al muestreo 23 (Cuadro 7). Las especies más importantes por su cobertura son: *Myrsine juergensenii*, *Styrax ramirezii* y *Cleyera integrifolia* (Fig. 18a y b).

En este estrato, el intervalo de alturas osciló entre 1.20 y 3.13 m, las especies de los individuos presentes pertenecen a especies arbóreas en desarrollo.

*Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

En este estrato, los valores de densidad oscilaron entre los 10.00 y 572.96 individuos por hectárea, estos valores corresponden a los muestreos dos y 23 de manera respectiva (Cuadro 8). Las especies que presentan los valores más altos de densidad fueron: *Cleyera integrifolia*, *Styrax ramirezii* y *Quercus laurina* (Fig. 19a y b).

El área basal para el estrato arbóreo presentó un intervalo que va de los 32.52 a los 80.63 m<sup>2</sup>/ha, correspondiendo estos valores a los muestreos 30 y dos respectivamente (Cuadro 8). Las especies que sobresalen por los mayores valores de área basal son: *Quercus laurina*, *Pinus* sp. y *Quercus* sp. (Fig. 19a y b).

Los valores de porcentaje de cobertura que presenta este estrato están entre 173.31% y 391.58% que corresponden de manera respectiva a los muestreos 30 y dos (Cuadro 8). Las especies con los valores de cobertura más altos corresponden a: *Quercus laurina*, *Pinus* sp. y *Quercus* sp. (Fig. 19a y b).

En cuanto a los diámetros de los árboles, éstos se presentan en un intervalo que va de los 0.03 m hasta los 0.86 m, estos valores corresponden a los muestreos 23 y dos respectivamente. En los cuatro muestreos, la séptima clase está ausente; en los histogramas de los muestreos 16, 23 y 30 la primera clase es la que tiene mayor frecuencia, las primeras tres clases disminuyen de manera similar para los tres. Las clases diamétricas que presentan mayor número de individuos son la primera y la segunda; en los muestreos dos y 30 es evidente la ausencia de individuos pertenecientes a la cuarta clase; así también, en los muestreos 23 y 30 la sexta clase está ausente (Fig. 20a y b). De manera general el comportamiento de los histogramas no presenta ningún patrón, es mas bien irregular.

*Estructura vertical*

Este bosque presenta un intervalo de alturas que va desde los 1.69 m hasta los 34.76 m, las distribuciones de las frecuencias de alturas de los individuos se distribuyeron en seis clases con un intervalo de clase de 5.55 m.

En los histogramas se muestra que la mayor distribución de la frecuencia está en la clase dos para los muestreos 16 y 30, lo cual indica que en este bosque existe un gran número de individuos de talla baja, aunque la primera clase esté ausente para los muestreos dos y 16. El que las últimas tres clases estén presentes en tres de los cuatro muestreos y que en dos de ellos la quinta clase tenga una frecuencia alta indica que en el bosque encontramos individuos de talla alta, por tanto el bosque presenta un intervalo de alturas considerable (Fig. 21a y b). Los individuos de la sexta clase pertenecen a las especies *Pinus* sp. y *Quercus laurina*.

Mediante el análisis visual del perfil diagramático del bosque (Fig. 22) no se distingue ningún estrato y en los histogramas se observa que aunque se distinguen discontinuidades marcadas en la primera, segunda y quinta clase de los histogramas, no se encuentran elementos que muestren una clara estratificación.

Cuadro 6. Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado).

Muestreo	Cobertura ( % )
2	-----
16	42.00
23	163.00
30	19.00

Cuadro 7. Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
2	-----	-----	-----
16	-----	-----	-----
23	5,305.16	1.95	43.14
30	-----	-----	-----



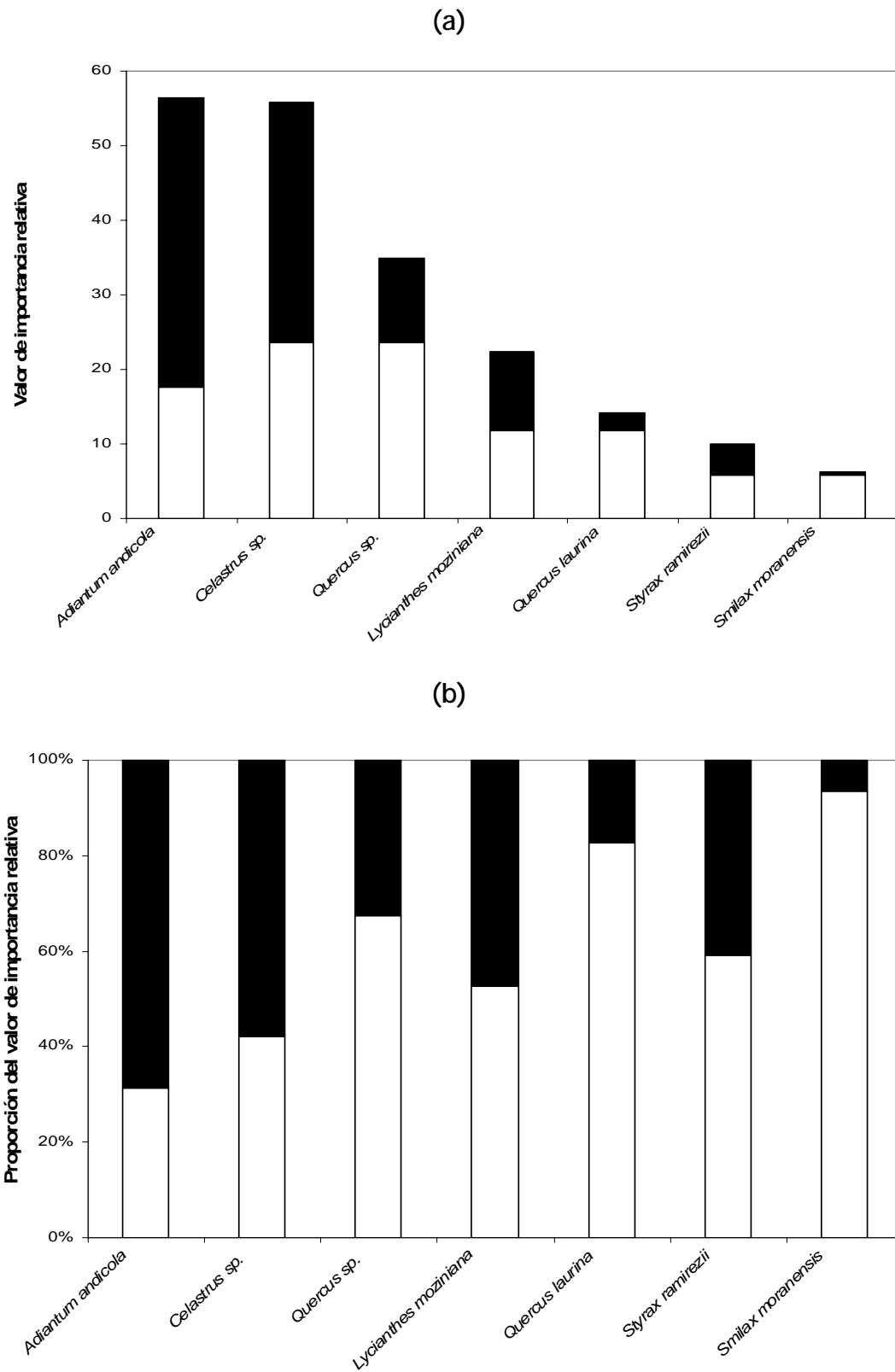


Figura 17. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras).

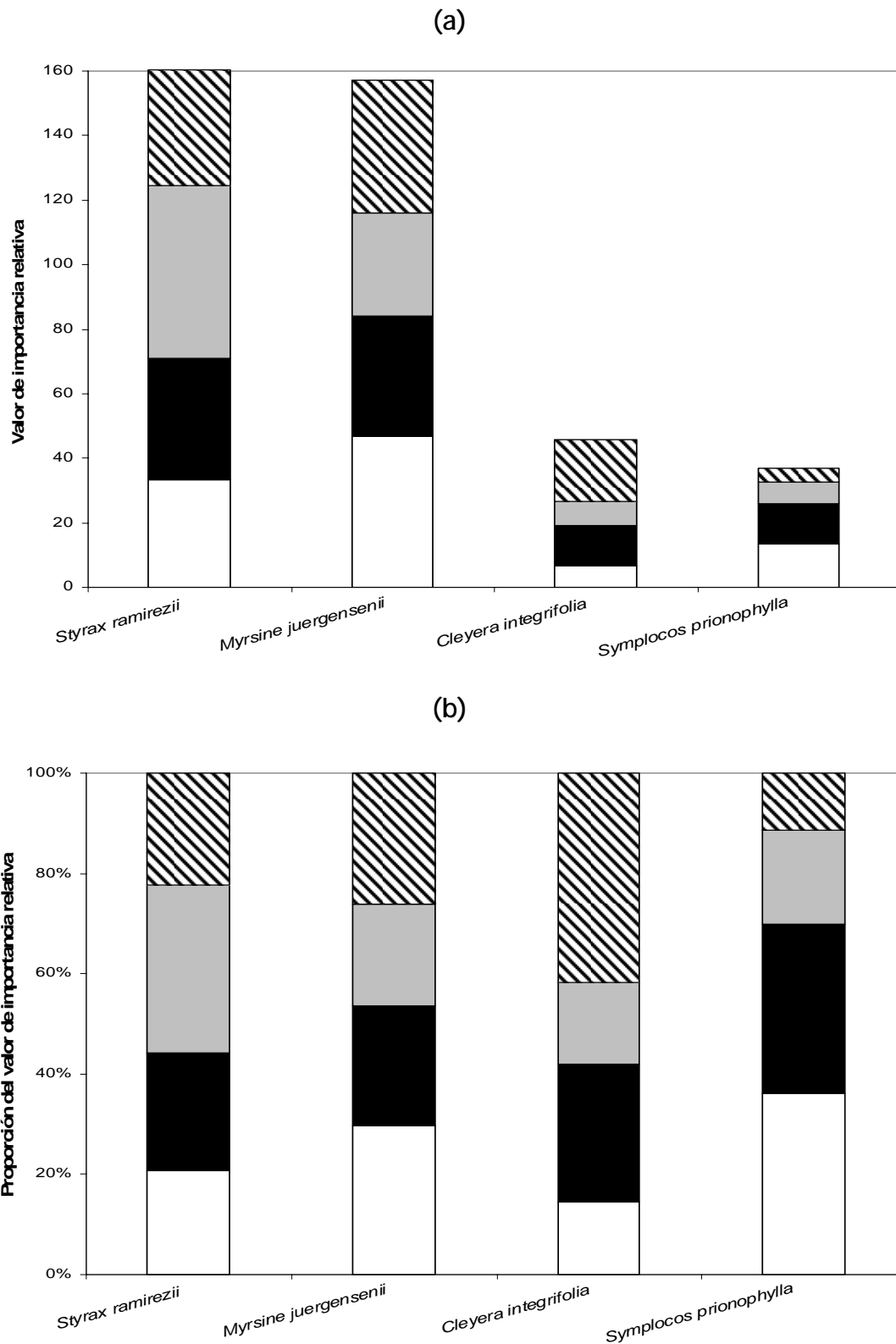


Figura 18. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Densidad relativa (barras blancas), Frecuencia relativa (barras negras), Área basal relativa (barras grises) y Cobertura relativa (barras rayadas).

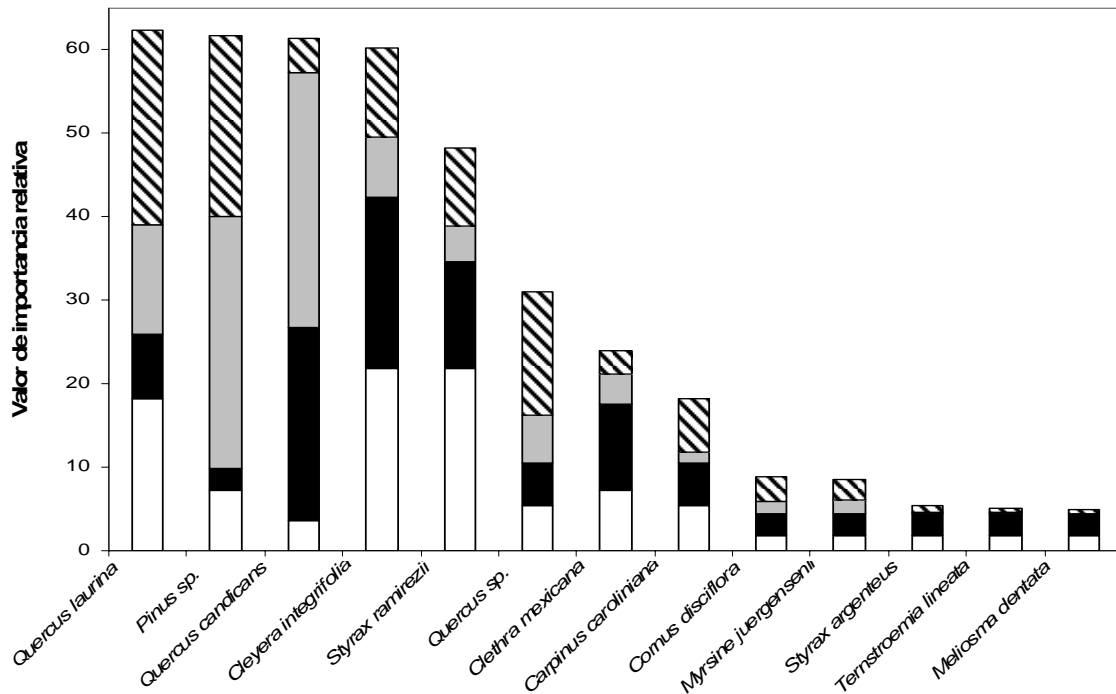
Cuadro 8. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado).

---

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
2	10.00	80.63	391.58
16	413.80	52.28	326.73
23	572.96	32.59	179.11
30	445.63	32.52	173.31

---

(a)



(b)

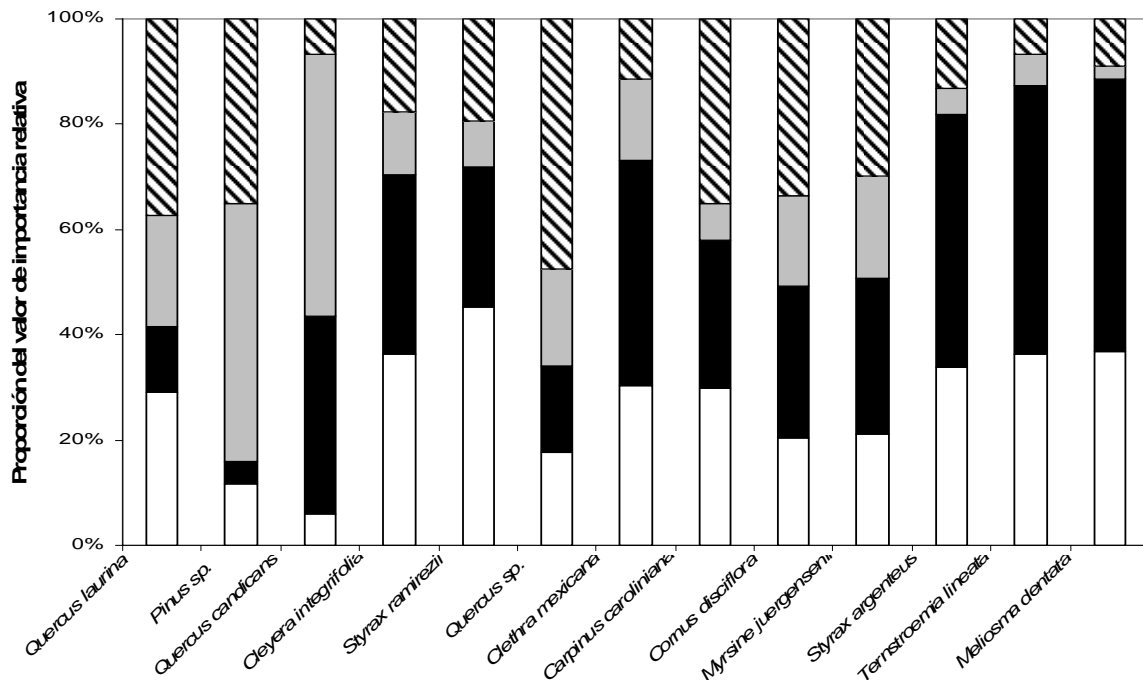


Figura 19. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Densidad relativa (barras blancas), Frecuencia relativa (barras negras), Área basal relativa (barras grises) y Cobertura relativa (barras rayadas).

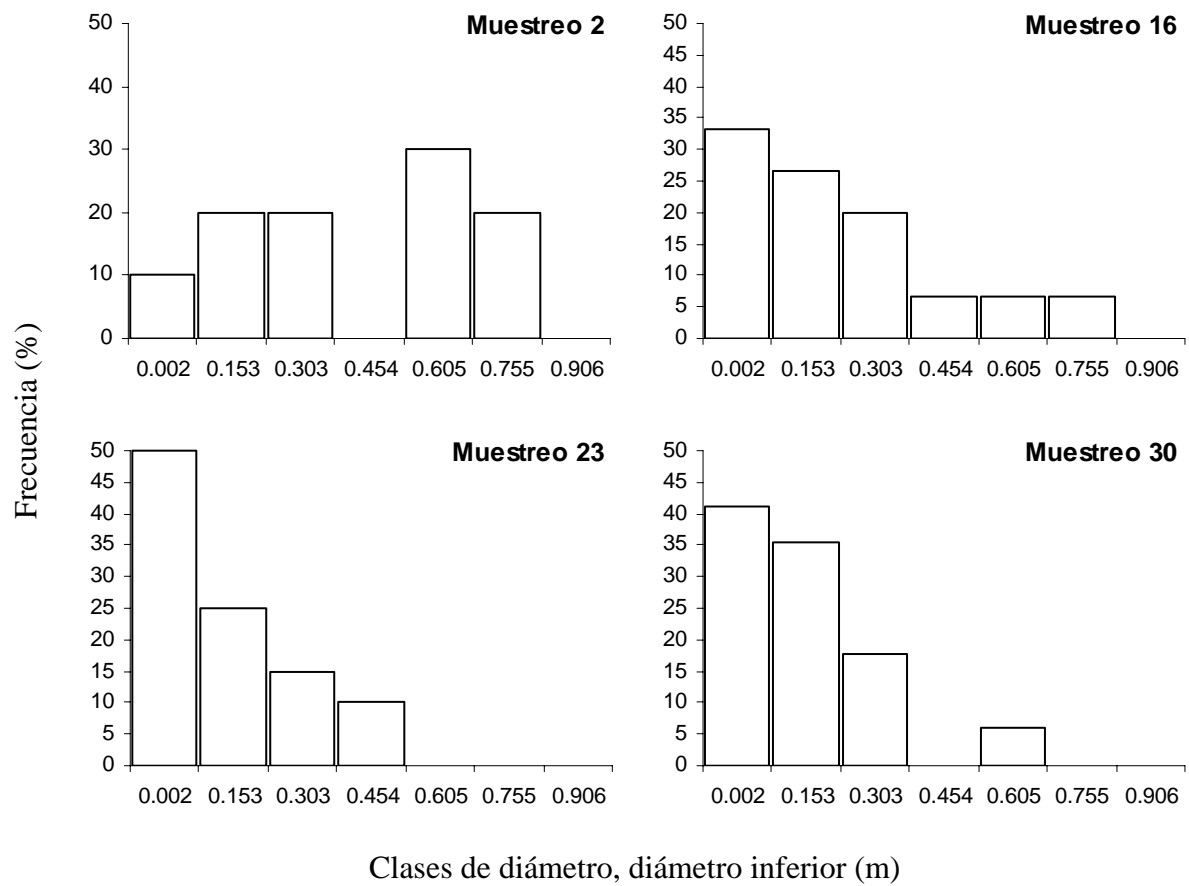


Figura 20. Histogramas diamétricos del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (perturbado)

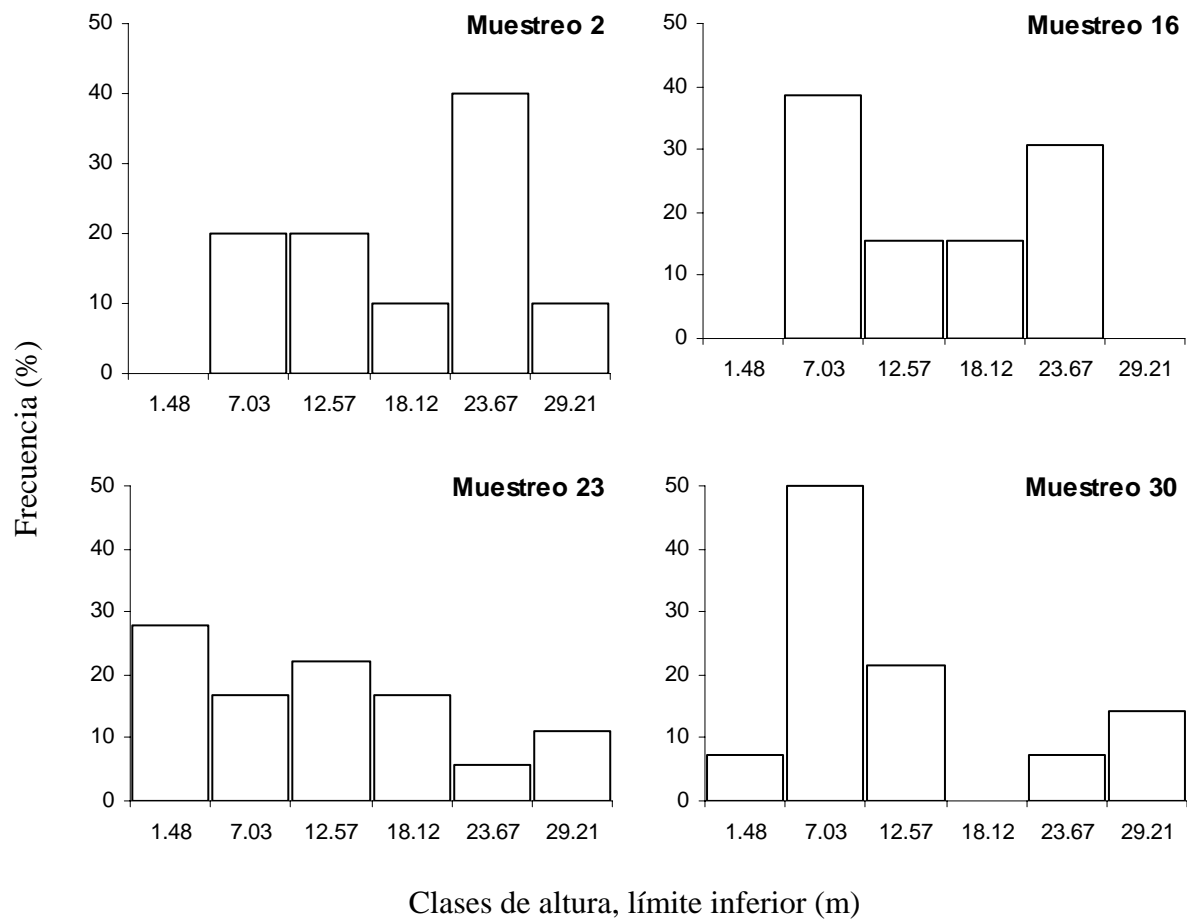


Figura 21. Histogramas de alturas del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina*

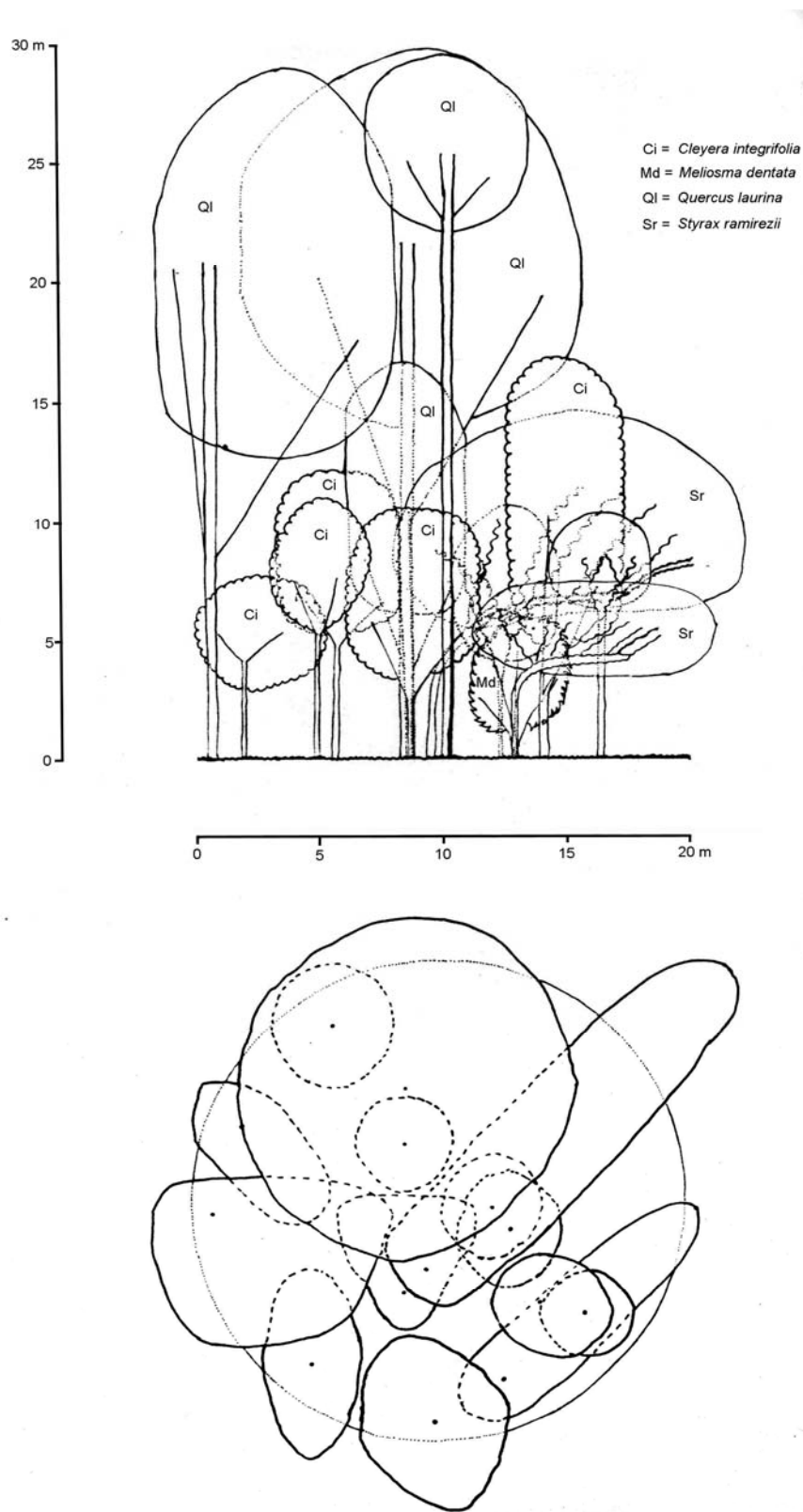


Figura 22. Perfil diagramático del Bosque Mesófilo de Montaña de *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina* (Perturbado)

#### 6.4.2.2 Bosque de *Quercus castanea* y *Quercus obtusata*

En este bosque se realizó un muestreo, el muestreo 25 que se llevó a cabo en vegetación conservada.

##### *Composición florística*

En el estrato herbáceo se registraron seis familias, siete géneros y siete especies, en el estrato arbustivo se encuentran presentes dos familias y dos géneros y en el estrato arbóreo se encuentran seis familias, seis géneros y nueve especies (Apéndice 1).

#### Estructura de la vegetación

##### *Estructura cuantitativa*

###### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas.*

El valor de porcentaje de cobertura para este estrato fue de 120% (Cuadro 9).

Las especies más importantes de acuerdo al VIR son *Oxalis* sp. y *Habenaria* sp. (Fig. 23a y b). En este estrato no se registraron plántulas de ninguna especie.

###### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

El valor de densidad presente en este estrato es de 353.68 individuos por hectárea (Cuadro 10) para las tres especies presentes: *Agave* sp., *Verbesina* sp. y Compositae (Fig. 24a y b).

Para hacer el cálculo del área basal, se midieron tres tallos y el valor resultante fue de 0.10 m<sup>2</sup>/ha (Cuadro 10) y la especie que presenta el valor más alto es *Agave* sp. (Fig. 24a y b).

El valor de porcentaje de cobertura fue de 6.45% (Cuadro 10) y la especie que presenta el valor más alto en este parámetro es *Verbesina* sp. (Fig. 24a y b).

En este estrato, las alturas oscilaron entre 1.10 m y 3.42 m, y no se registró ningún individuo perteneciente a las especies arbóreas.

###### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

El valor de densidad en este estrato fue de 732.11 individuos por hectárea (Cuadro 11) y las especies que presentan un valor más alto de densidad son: *Quercus castanea*, *Juniperus flaccida* y *Quercus obtusata* (Fig. 25a y b).



El área basal del muestreo fue de 38.52 m<sup>2</sup>/ha (Cuadro 11) y las especies que presentaron los valores más altos para este parámetro son: *Quercus castanea*, *Quercus obtusata* y *Quercus candicans* (Fig. 25a y b).

El porcentaje de cobertura fue de 283.18% (Cuadro 11). Las especies cuyo valor de porcentaje de cobertura fue alto son: *Quercus castanea*, *Quercus obtusata* y *Quercus candicans* (Fig. 25a y b).

Los diámetros de los árboles se encuentran en un intervalo que fluctúa entre los 0.03 m y hasta los 0.45 m.

Las frecuencias diamétricas se presentaron solo en las tres primeras clases, siendo la primera la que posee mayor número de individuos (Figura 26a).

#### *Estructura vertical*

El intervalo de alturas de los árboles fluctuó entre 2.87 m a 17.46 m, la distribución de las frecuencias de alturas sólo están presentes en las tres primeras clases y el número de individuos es mas o menos homogéneo, de igual modo hay un número igual de individuos que miden de 1.03 m a 18.11 m (Fig. 26b). En los histogramas de alturas y el perfil diagramático de la vegetación no se observan estratos definidos (Fig. 27).

**Cuadro 9.** Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado).

Muestreo	Cobertura (%)
25	120.00

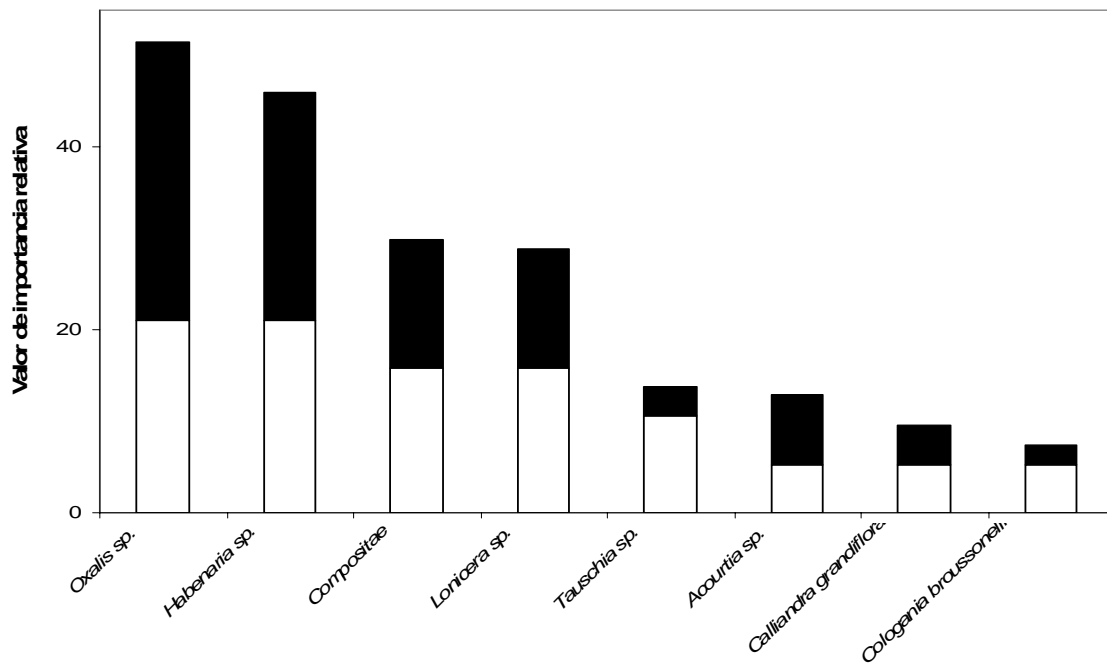
**Cuadro 10.** Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)
25	353.68	0.10	6.45

**Cuadro 11.** Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP en el bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado)

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)
25	732.11	38.52	283.18

(a)



(b)

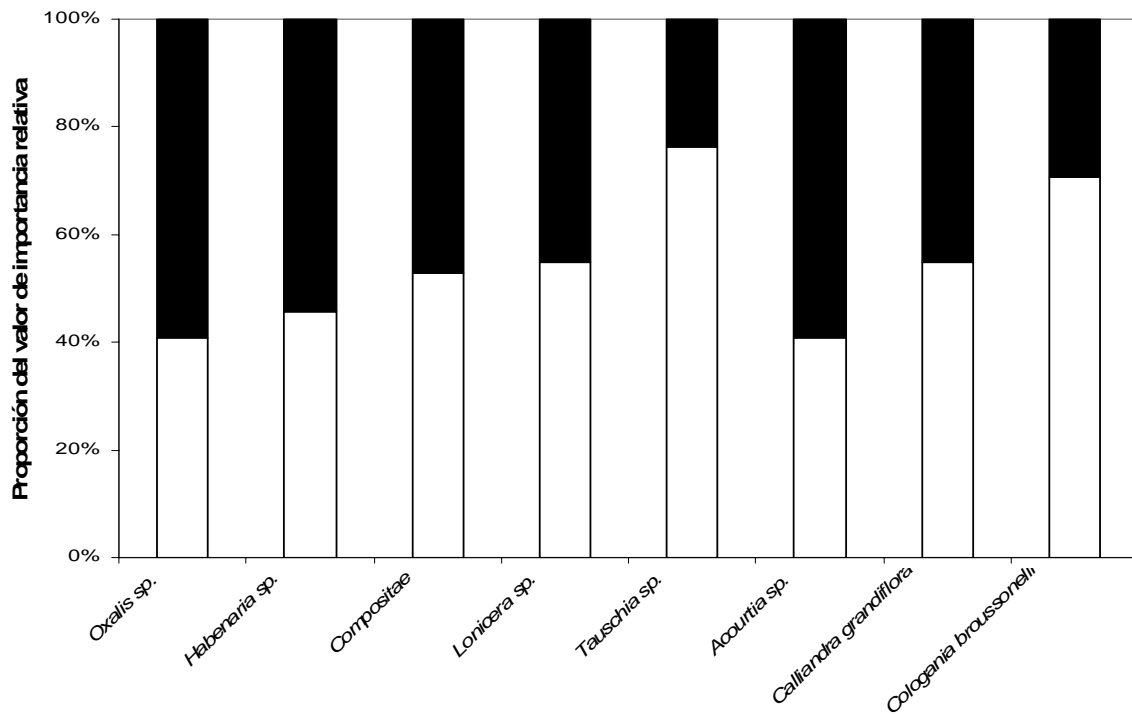
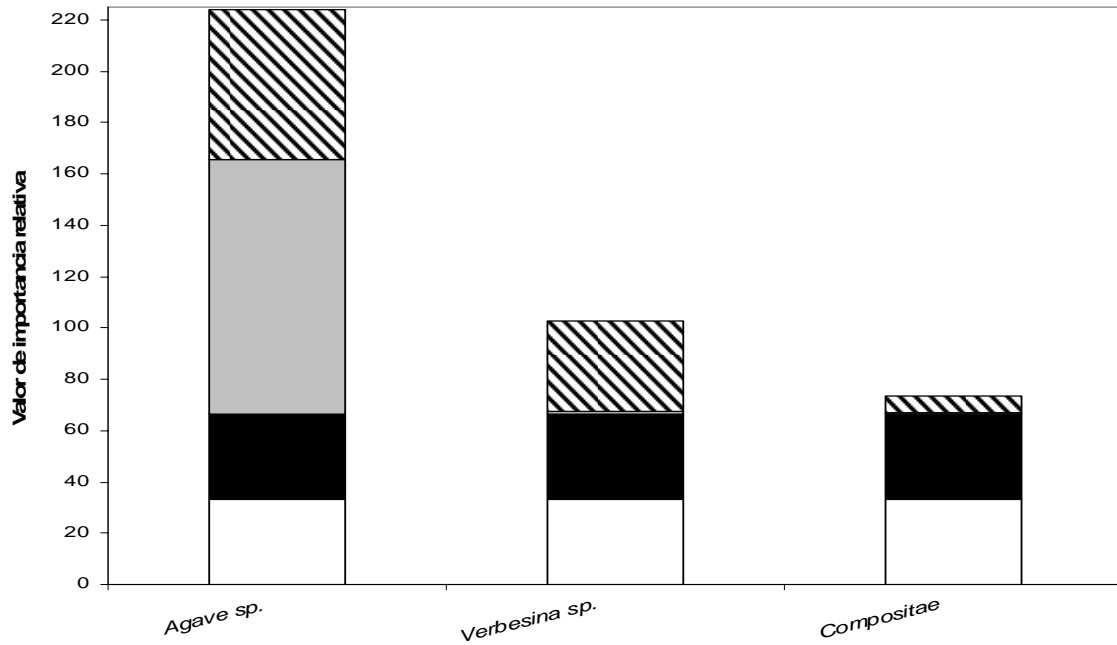


Figura 23. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.  
*Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)*

(a)



(b)

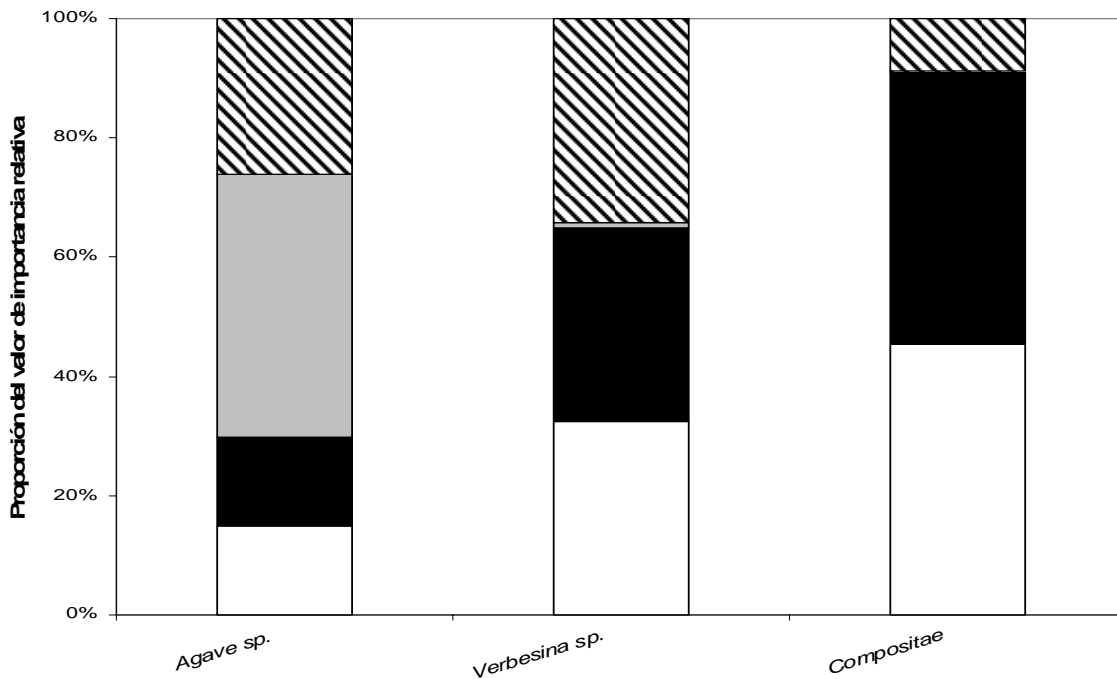
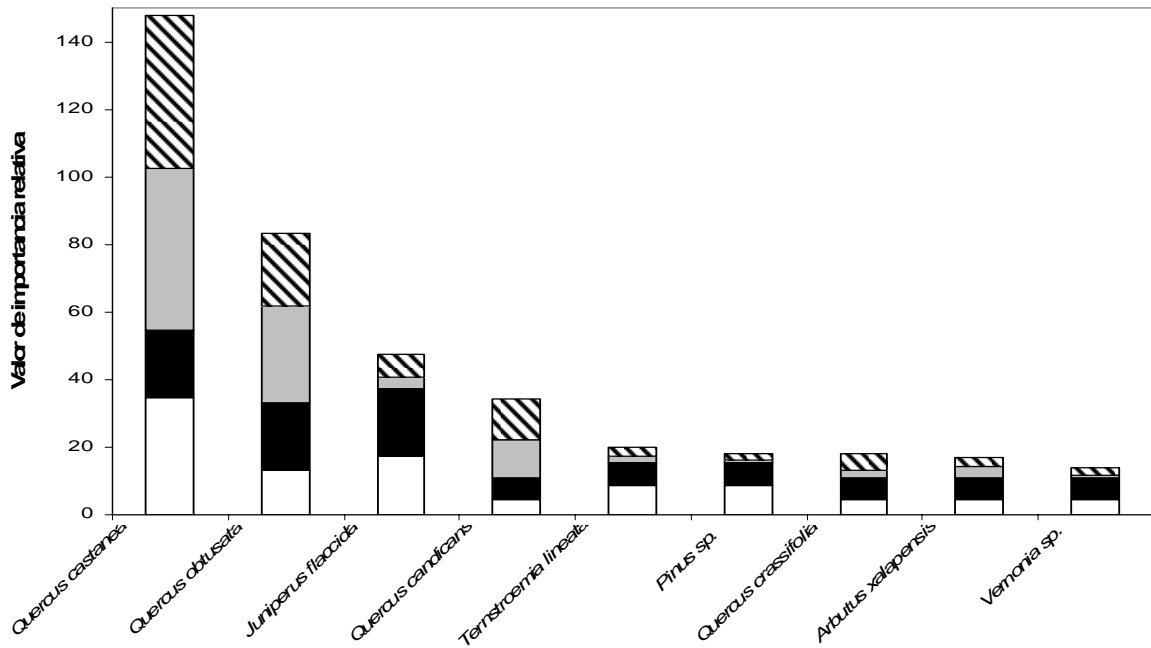


Figura 24. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

Densidad relativa (barras blancas), Frecuencia relativa (barras negras), Área basal relativa (barras grises) y Cobertura relativa (barras rayadas).

(a)



(b)

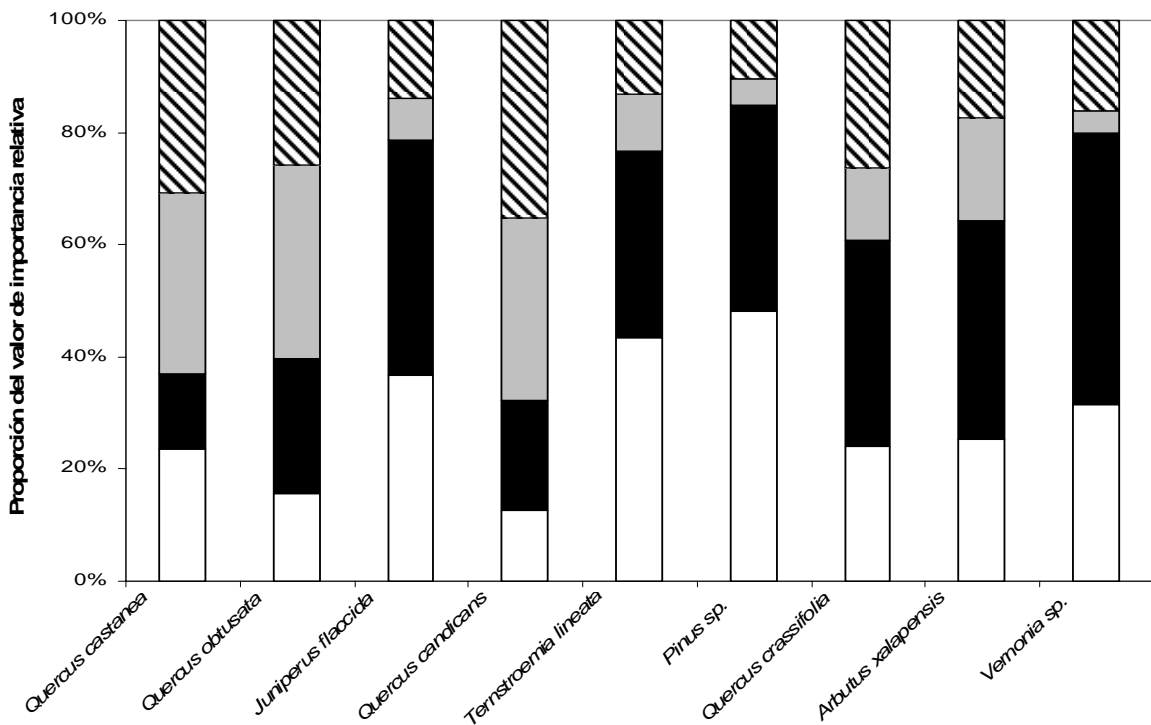


Figura 25. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

*Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

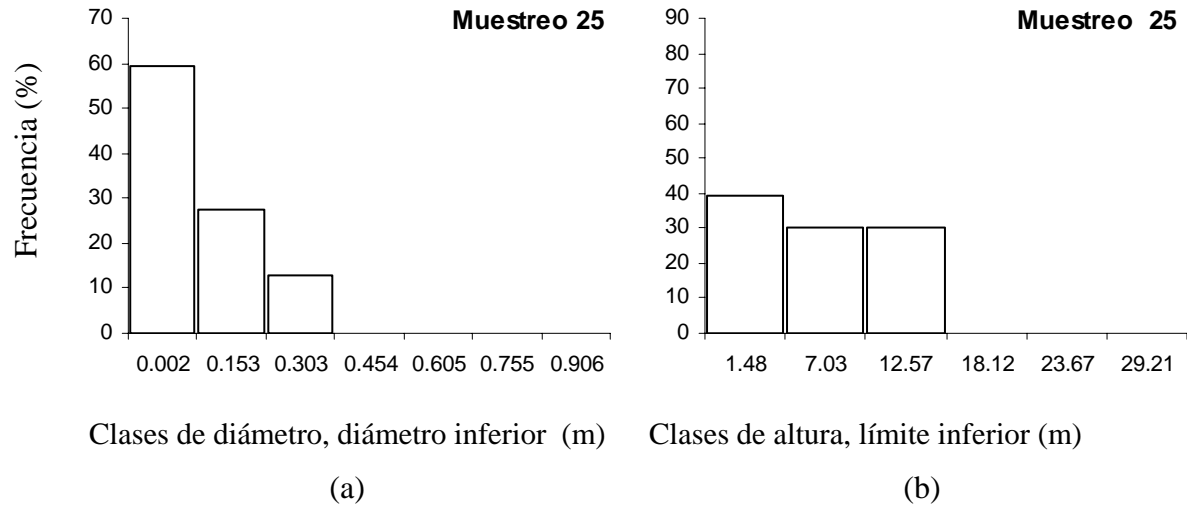


Figura 26. Histogramas diamétricos y de alturas del Bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado)

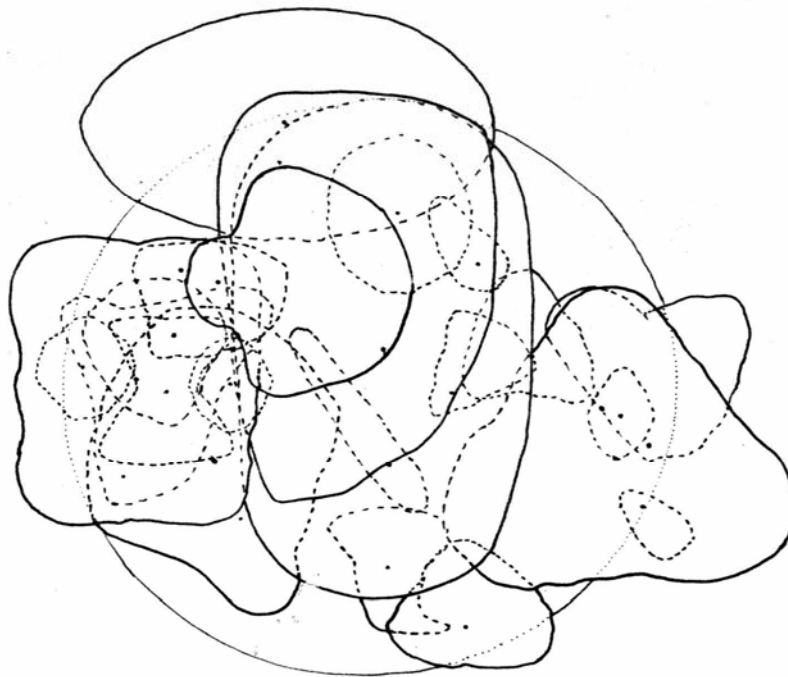
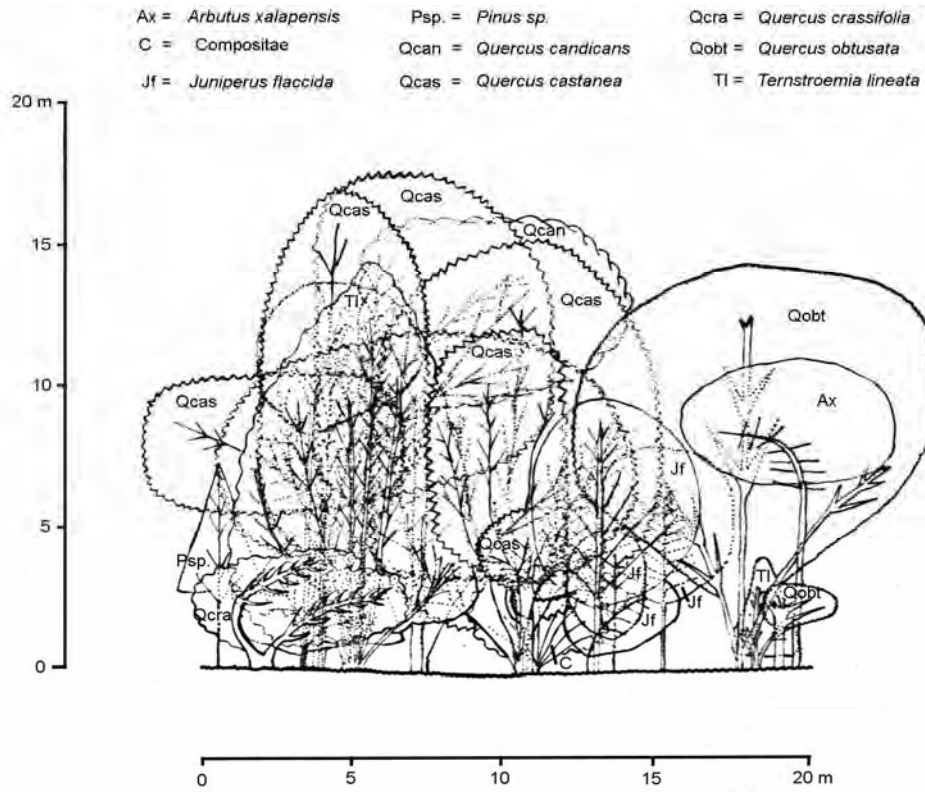


Figura 27. Perfil diagramático del Bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* (conservado)

#### 6.4.2.3 Bosque de *Quercus crassifolia* y *Ternstroemia lineata*

En este bosque se realizaron tres muestreos los cuales se ubicaron en vegetación perturbada.

##### *Composición florística*

En el estrato herbáceo se encontraron 11 familias, 11 géneros y 11 especies, en el estrato arbustivo se registraron dos familias, dos géneros y dos especies y en el estrato arbóreo encontramos seis familias, ocho géneros y nueve especies (Apéndice 1).

##### Estructura de la vegetación

##### *Estructura cuantitativa*

##### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas.*

Los valores de porcentaje de cobertura para este estrato oscilaron entre 3% hasta 10%, que corresponden a los muestreos 5 y 6 respectivamente (Cuadro 12).

Las especies más importantes de acuerdo al VIR fueron *Eryngium* sp., *Clethra mexicana* y *Muhlenbergia* sp. (Fig. 28a y b).

En este estrato se registraron diez plántulas de tres especies diferentes: *Clethra mexicana* (6), *Cleyera integrifolia* (2) y *Agarista mexicana* (2); en los muestreos cinco y seis no se registraron plántulas.

##### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

De los tres muestreos realizados para este bosque, en el número cinco este estrato estuvo ausente, se obtuvo un valor de densidad, de 707.36 individuos por hectárea (Cuadro 13); las especies presentes *Juniperus flaccida* y *Ternstroemia lineata* presentaron valores similares de VIR (Fig. 29a y b).

En el cálculo del área basal se midieron cuatro tallos, se obtuvo un valor de mínimo de 0.0004 y máximo de 6.42 m<sup>2</sup>/ha pertenecientes a los muestreos cuatro y seis de manera respectiva (Cuadro 13) y las especies que presentaron los valores anteriores fueron *Ternstroemia lineata* y *Juniperus flaccida* (Fig. 26a y b).

Al igual que en los parámetros anteriores, sólo se presentaron dos valores de cobertura el mínimo de 1.44% que corresponde al muestreo cuatro y 1.52%



correspondiente al muestreo 6 (Cuadro 13); el valor mínimo pertenece a *Ternstroemia lineata* y el valor máximo *Juniperus flaccida* (Fig. 29a y b).

En este estrato se presentó un intervalo de alturas desde los 1.42 m hasta los 1.62 m, las dos especies presentes en el estrato arbustivo, también están presentes en el estrato arbóreo.

#### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

Los valores de densidad para el estrato arbóreo van de 381.97 a 668.45 individuos por hectárea y corresponden a los muestreos cinco y cuatro (Cuadro 14). Las especies cuyos valores de densidad fueron los más altos son *Quercus crassifolia*, *Ternstroemia lineata* y *Juniperus flaccida* (Fig. 30a y b).

El área basal presentó un intervalo desde 31.12 hasta 36.80 m<sup>2</sup>/ha, estos valores pertenecen a los muestreos seis y cinco (Cuadro 14) y las especies cuyos valores fueron los más altos son: *Quercus crassifolia*, *Ternstroemia lineata* y *Agarista mexicana* (Fig. 30a y b).

En cuanto al porcentaje de cobertura los valores fluctuaron entre 159.22% y 176.58%, correspondiendo estos valores a los muestreos cinco y seis (Cuadro 14); las especies cuyos valores en este parámetro fueron altos son: *Quercus crassifolia*, *Ternstroemia lineata* y *Agarista mexicana* (Fig. 30a y b).

En los histogramas diamétricos sólo se presentaron las primeras cuatro clases; estos valores son irregulares para los tres muestreos. La frecuencia mas alta se presentó en el muestreo cinco en la clase dos, siguiendo en importancia la clase uno para el muestro cuatro (Fig. 31).

#### *Estructura vertical*

Las alturas de esta comunidad vegetal se presentan en un intervalo de 2.96 m a 16.73 m; los histogramas muestran que sólo están presentes las tres primeras clases de altura, de éstas, los muestreos cuatro y seis, tienen una alta frecuencia en la segunda clase, la primera clase tiene bajas frecuencias y la tercera clase está bien representada en los muestreos cinco y seis (Fig. 32). Con base en el perfil diagramático de la vegetación (Fig. 33) que se elaboró y con la información que arrojan los histogramas se puede decir que no existen estratos bien definidos.

*Estructura poblacional*

Solo para *Quercus crassifolia* se registraron mas de 15 individuos, las primeras tres clases diamétricas son las que presentan frecuencias mas altas y las tres últimas se ven disminuidas drásticamente y de las tres clases restantes, la quinta tiene un menor numero de individuos que el resto (Fig 34a).

Con respecto a las alturas, la clase que tiene la frecuencia más alta es la quinta, las cuatro clases restantes, mantienen una frecuencia similar (Fig 34 b).

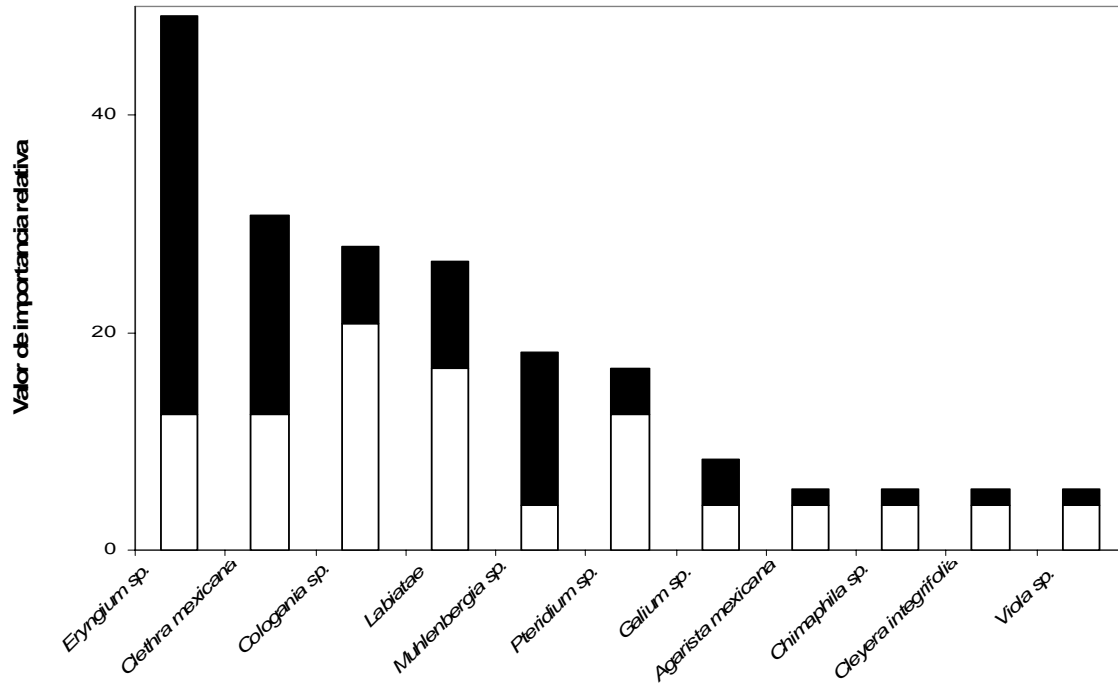
**Cuadro 12.** Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado).

Muestreo	Cobertura ( % )
4	5.00
5	3.00
6	10.00

**Cuadro 13.** Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
4	707.36	0.0004	1.44
5	-----	-----	-----
6	707.36	6.42	1.52

(a)



(b)

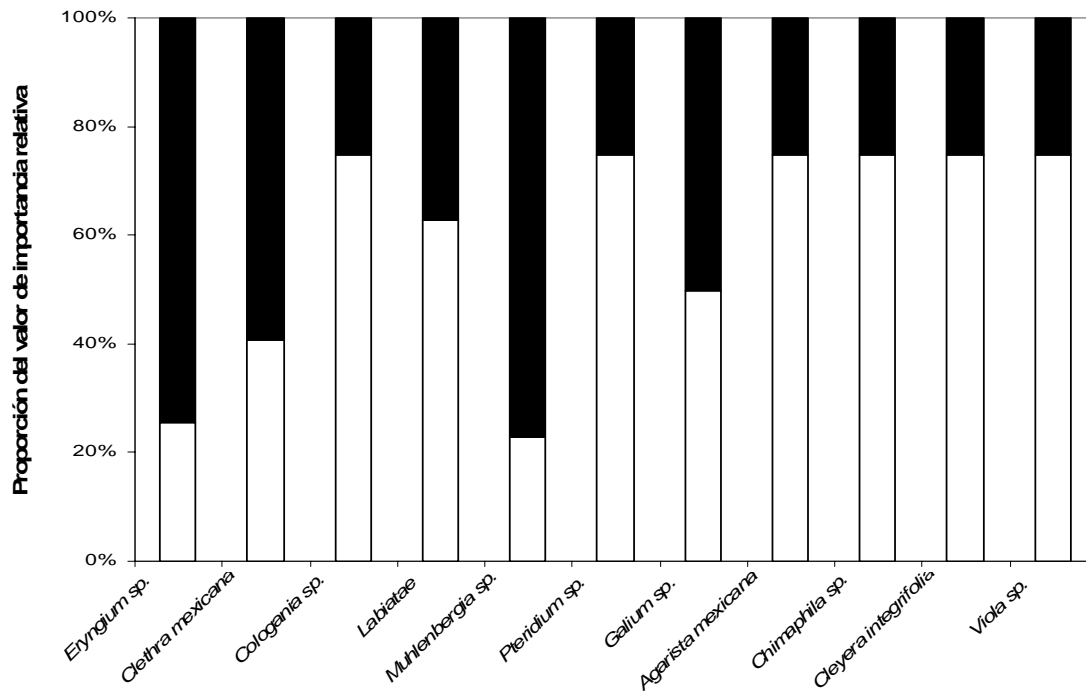
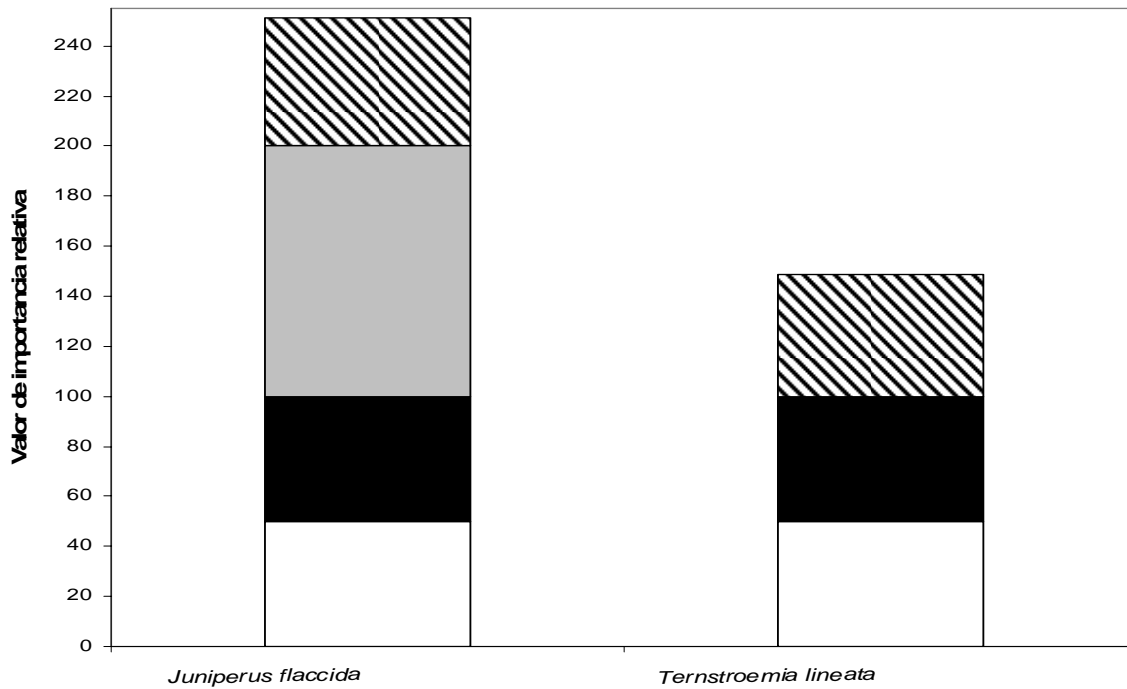


Figura 28. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)

(a)



(b)

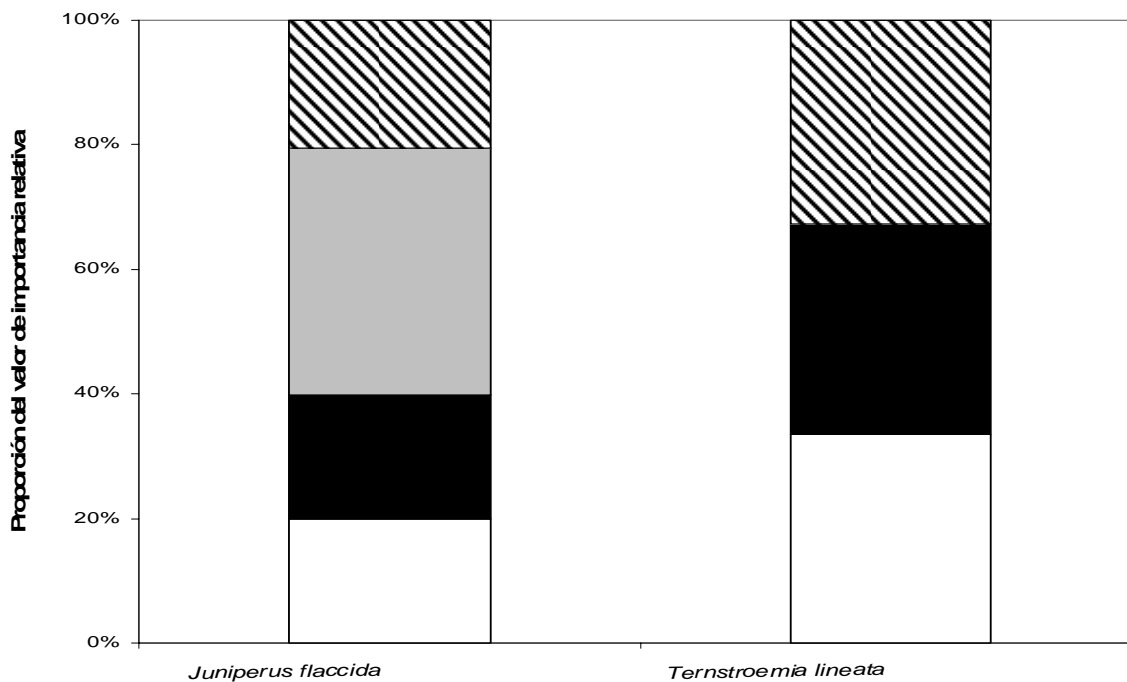
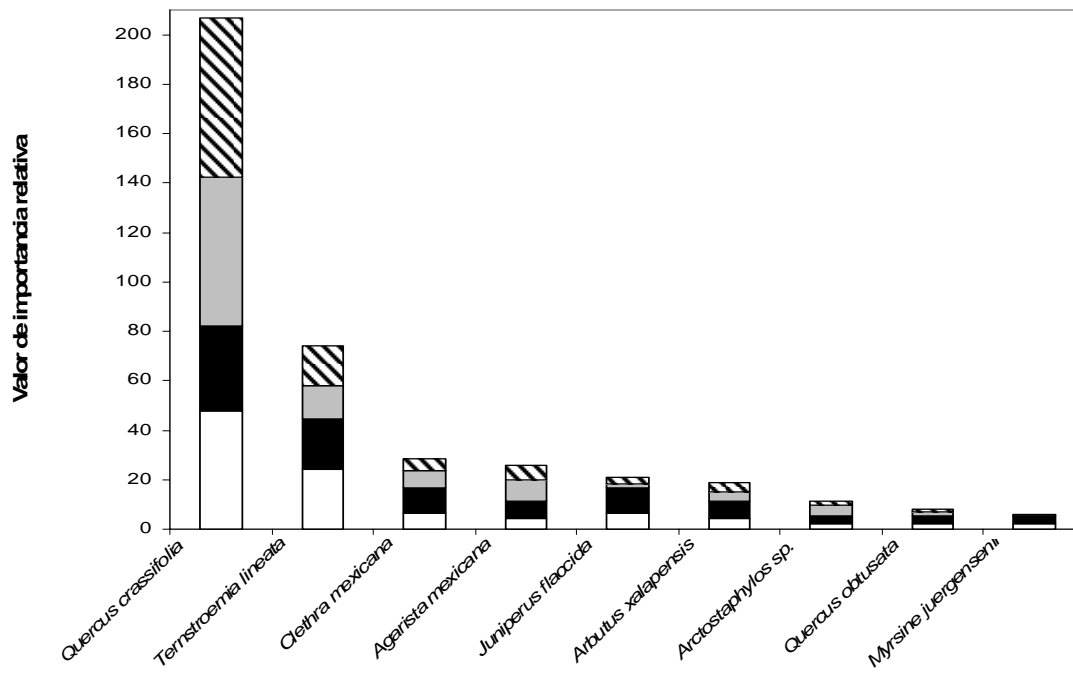


Figura 29. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. *Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

Cuadro 14. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP en el bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
4	668.45	33.74	163.04
5	381.97	36.80	159.22
6	413.80	31.12	176.58

(a)



(b)

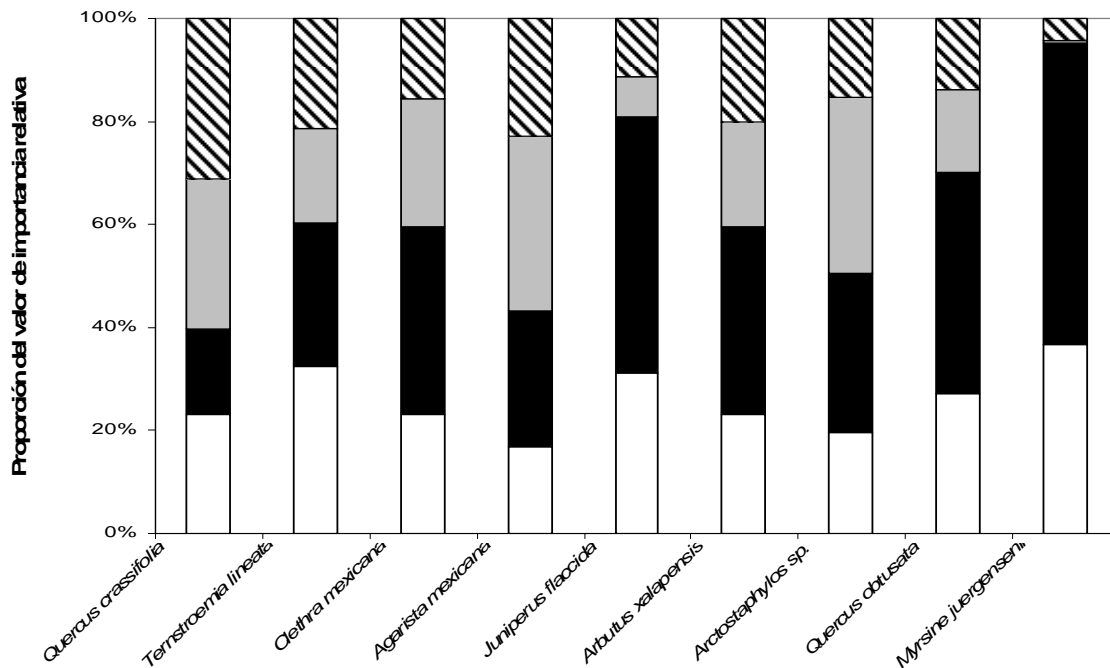


Figura 30. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

*Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

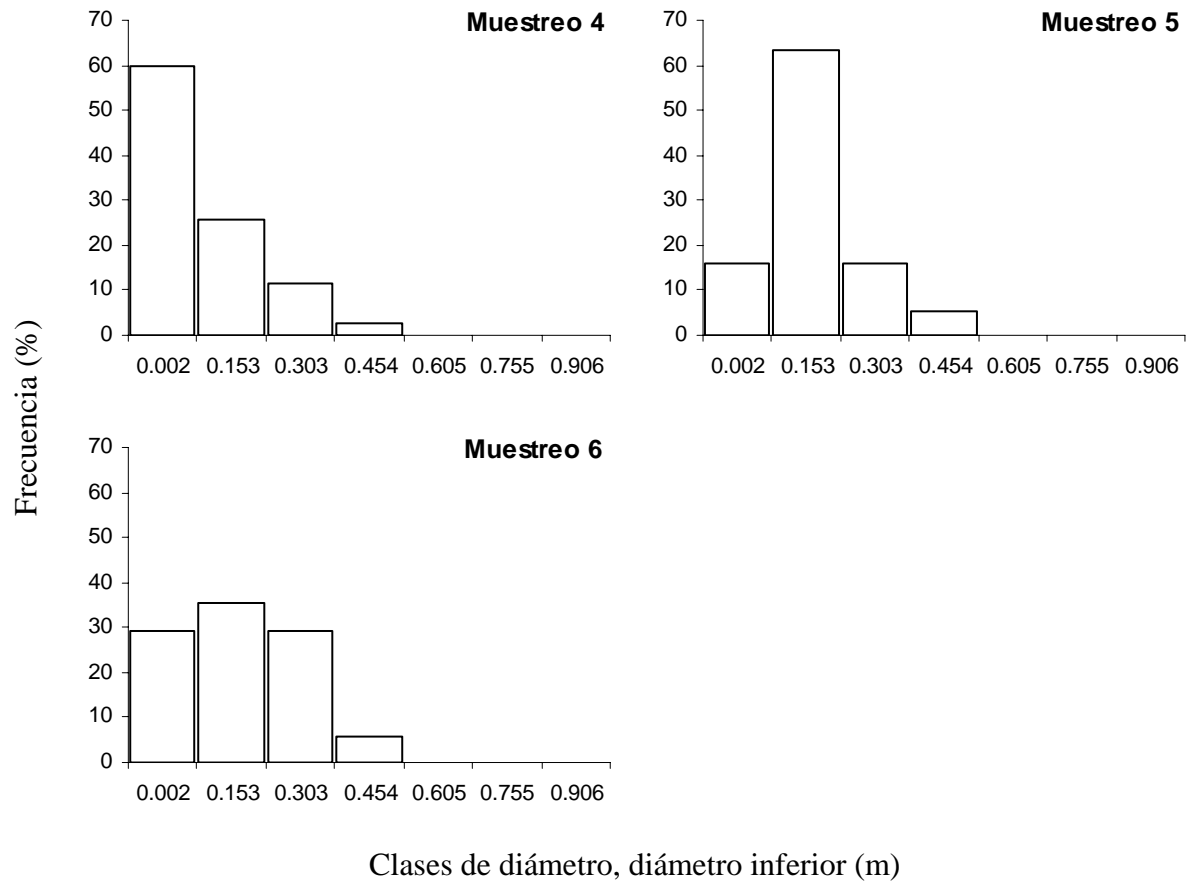


Figura 31. Histogramas diamétricos del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado)



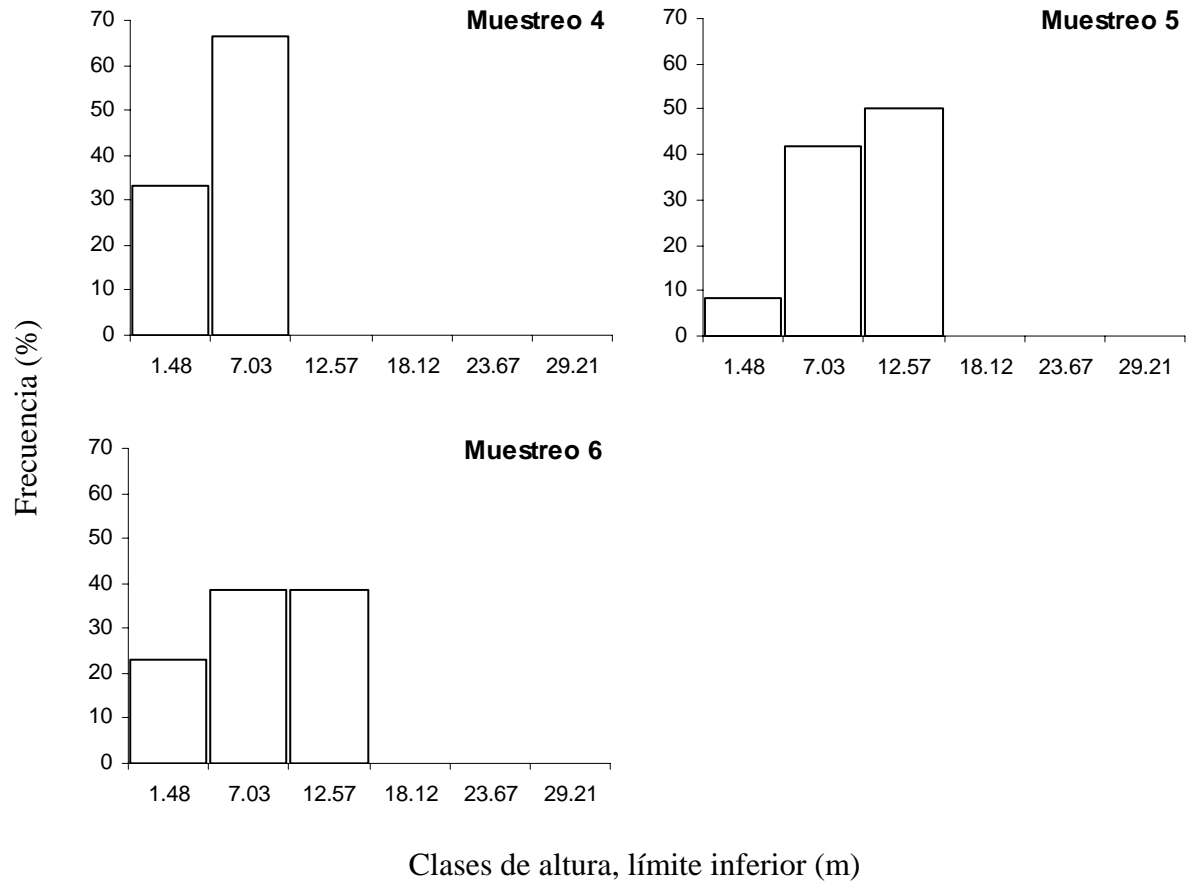


Figura 32. Histogramas de alturas del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado)

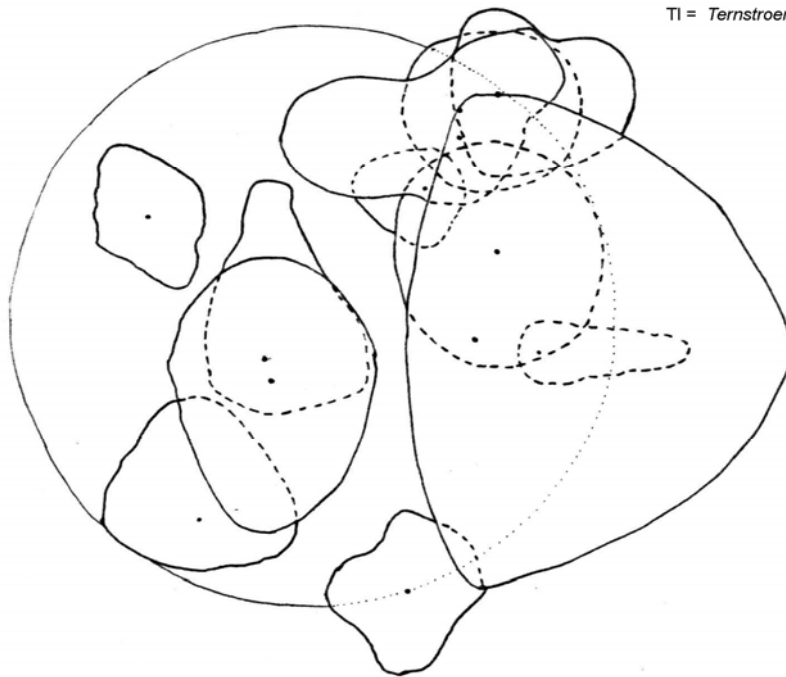
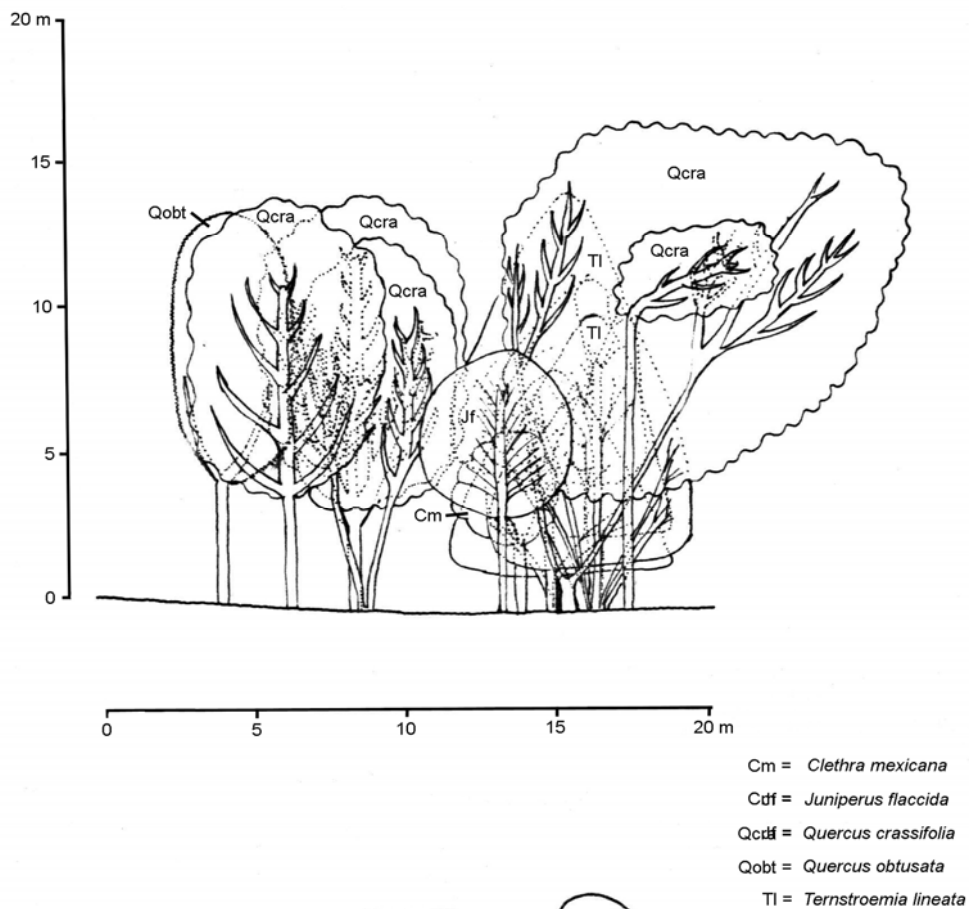
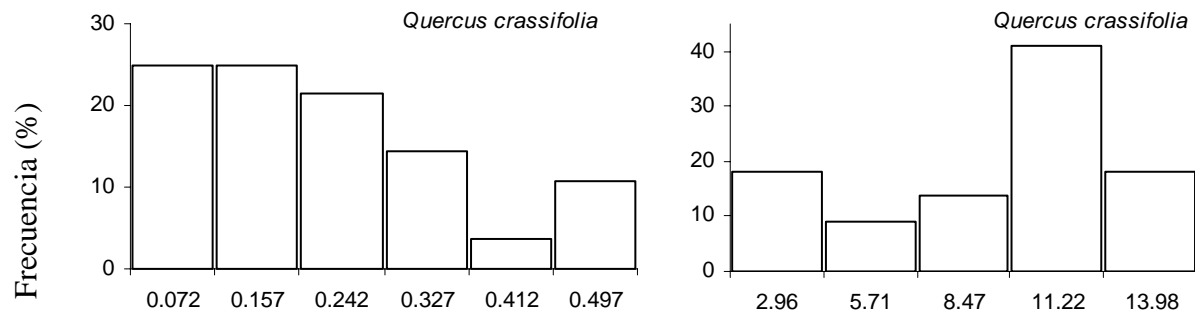


Figura 33. Perfil diagramático del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado).



a. Clases de diámetro, límite inferior (m)

b. Clases de altura, límite inferior (m)

Fig. 34. Estructura poblacional para las especies con mas de 15 individuos del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado). a. Histogramas diamétricos, b. Histogramas de alturas

#### 6.4.2.4 Bosque de *Quercus laurina* y *Styrax ramirezii*

En esta comunidad vegetal se realizaron seis muestreos de los cuales cuatro corresponden a vegetación conservada y dos en vegetación perturbada.

##### 6.4.2.4.a Conservado

###### *Composición florística*

En el estrato herbáceo encontramos 15 familias, 14 géneros y 14 especies, en el estrato arbustivo encontramos 12 familias, 12 géneros y 12 especies y en el estrato arbóreo se encuentran registradas diez familias, 12 géneros y 15 especies (Apéndice 1).

###### Estructura de la vegetación

###### *Estructura cuantitativa*

###### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas*

Los valores de porcentaje de cobertura para este estrato oscilaron entre 0.25% hasta 75.25%, que corresponden a los muestreos 13 y 14 respectivamente (Cuadro 15). Las especies más importantes de acuerdo al VIR son *Adiantum andicola*, *Oplismenus* sp. y Compositae (Fig. 35a y b).

En este estrato se registraron 17 plántulas de cuatro especies diferentes: *Quercus laurina* (12), *Litsea glauscecens* (2), *Garrya laurifolia* (2) y *Styrax ramirezii* (1).

###### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadores leñosas*

El intervalo de valores de densidad para el estrato arbustivo osciló entre 353.68 a 4,597.81 individuos por hectárea, estos valores corresponden a los muestreos 13 y 21 respectivamente (Cuadro 16). Las especies que presentaron los valores más altos para este parámetro fueron: *Ternstroemia lineata*, *Myrsine juergensenii* y *Styrax ramirezii* (Fig. 36a y b).

El cálculo del área basal se llevó a cabo con la medición de 30 tallos, los valores variaron entre los 0.0003 hasta los 0.0084 m<sup>2</sup>/ha, los valores anteriores pertenecen a los muestreos 13 y 24 de manera respectiva (Cuadro 16). Las

especies cuyos valores de área basal fueron altos son: *Styrax ramirezii*, *Ternstroemia lineata* y *Cornus disciflora* (Fig. 36a y b).

Los porcentajes de cobertura oscilaron entre 0.03% hasta 10.40%, estos valores corresponden a los muestreos 14 y 21 respectivamente (Cuadro 16). Las especies *Styrax ramirezii*, *Myrsine juergensenii* y *Ternstroemia lineata* son las que tienen los valores más altos de cobertura (Fig. 36a y b).

En este estrato, el intervalo de alturas osciló entre 1.02 m hasta los 4.64 m.

#### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

La densidad presentó un intervalo de valores desde los 222.82 hasta los 1,432.39 individuos por hectárea, estos valores corresponden a los muestreos 21 y 24 de manera respectiva (Cuadro 17). Las especies que presentaron los valores más altos de densidad fueron: *Quercus laurina*, *Styrax ramirezii* y *Ternstroemia lineata* (Fig. 37a y b).

El área basal fluctuó entre 39.94 y 68.49 m<sup>2</sup>/ha, estos valores corresponden a los muestreos 21 y 24 respectivamente (Cuadro 17). Las especies cuyos valores de área basal fueron altos son: *Quercus laurina*, *Arbutus xalapensis* y *Styrax ramirezii* (Fig. 37a y b).

El porcentaje de cobertura osciló entre 118.91% y 349.08%, correspondientes a los muestreos 21 y 24 de manera respectiva (Cuadro 17). Las especies que presentaron los valores más altos para este parámetro fueron: *Quercus laurina*, *Styrax ramirezii* y *Quercus* sp. (Fig. 37a y b).

Los diámetros de los árboles variaron entre 0.032 m a 1.06 m, éstos valores corresponden a los muestreos 14 y 24, que presentaron el valor mínimo y al muestreo 21 le corresponde el valor máximo. En ninguno de los histogramas se presentan las seis clases completas, la primera clase diamétrica tiene la frecuencia mas alta de individuos. La disminución drástica entre la primera clase y el resto indica que existen muy pocos individuos de diámetros mayores (Fig. 38).

#### *Estructura vertical*

En este bosque las alturas se encontraron en un intervalo que va desde los 1.85 m y los 29.16 m, estos valores corresponden a los muestreos 14 y 21

respectivamente. En los histogramas se observa que en ningún muestreo se encuentran todas las clases de alturas; la distribución de las frecuencias de alturas es muy irregular, pero en general el bosque puede considerarse como un bosque bajo con pocos individuos altos (Fig. 39). De acuerdo con el perfil diagramático de la vegetación (Fig. 40) y con los histogramas de alturas se puede decir que no existe una estratificación marcada.

#### *Estructura poblacional*

*Quercus laurina* presentó una frecuencia muy alta para las tres primeras clases diamétricas. A diferencia del histograma diamétrico, el histograma de alturas muestra a las clases uno, dos y cuatro con valores de frecuencia baja y las clases tres y cinco las frecuencias más altas (Fig. 41a y b).

*Styrax ramirezii* presenta una frecuencia muy alta para la primera clase diamétrica, las clases dos y tres, están presentes con un mayor número de individuos que la sexta clase; la cuarta y quinta clase están ausentes (Fig. 41a). Con respecto al histograma de alturas, se observa claramente la distribución de las frecuencias en las dos primeras clases, es importante recalcar la ausencia de la tercera clase y la frecuencia mínima de la quinta y sexta clase, (Fig. 41b).

*Ternstroemia lineata* presenta una frecuencia muy alta para la primera clase diamétrica, la segunda clase está ausente y las tres restantes presentan una frecuencia muy baja (Fig. 41a). En el histograma de alturas se observa que las dos primeras clases tienen una frecuencia muy alta en comparación de las dos últimas clases, lo cual es congruente con lo mostrado por el histograma diamétrico (Fig. 41b).

**Cuadro 15.** Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque de *Quercus laurina - Styrax ramirezii* (conservado).

Muestreo	Cobertura ( % )
13	0.25
14	75.25
21	47.00
24	62.00

**Cuadro 16.** Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque de *Quercus laurina - Styrax ramirezii* (conservado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
13	353.68	0.0003	0.36
14	1,414.71	0.0018	0.03
21	4,597.81	0.006	10.40
24	3,183.10	0.0084	9.58

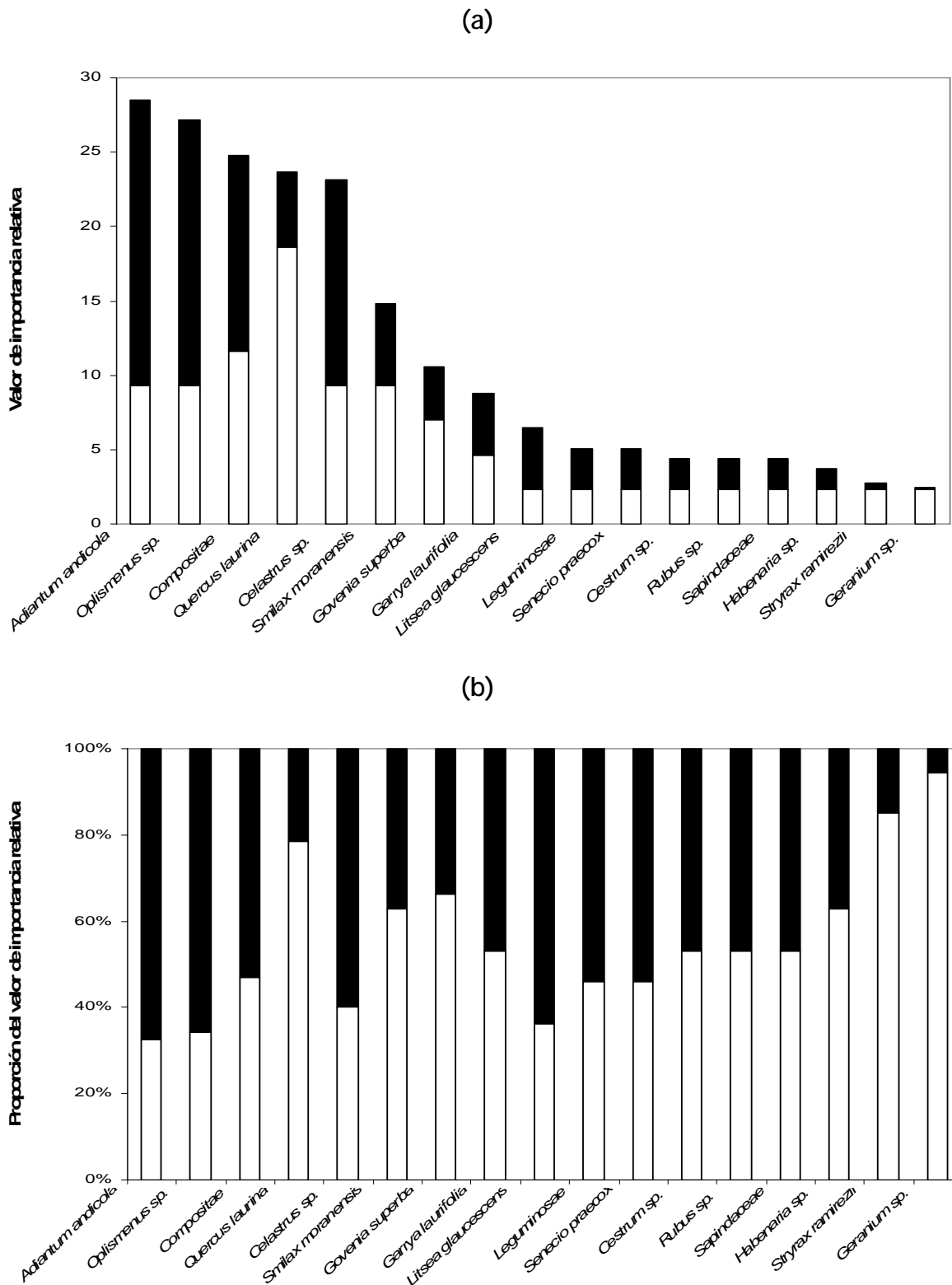
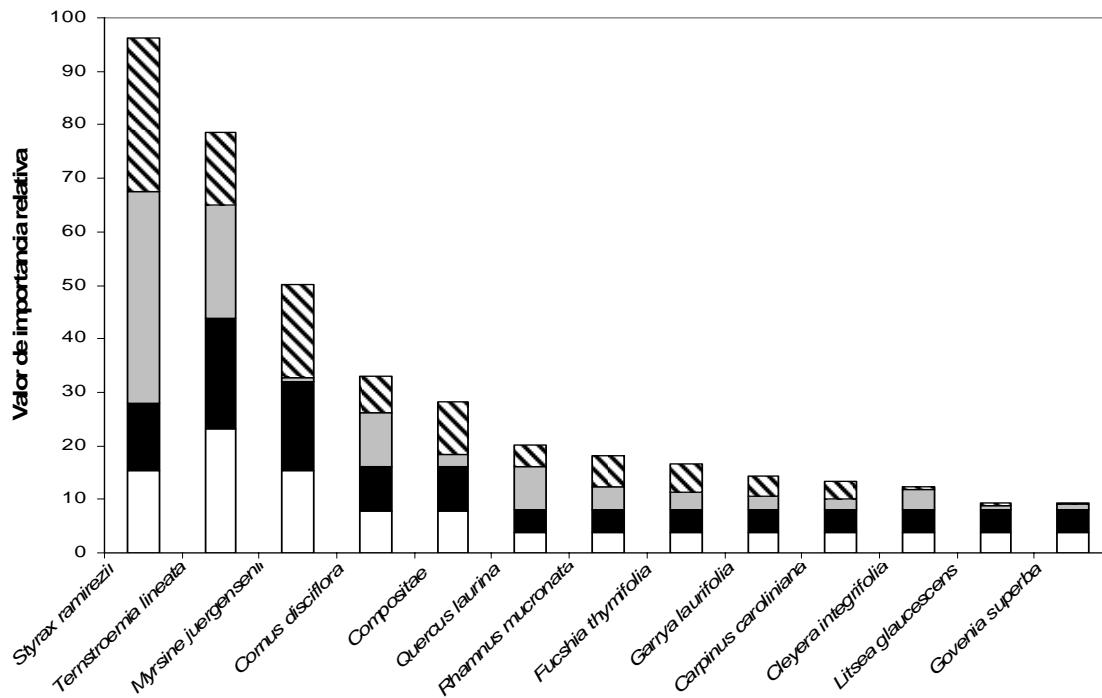


Figura 35. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Stryax ramirezii* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)



(a)



(b)

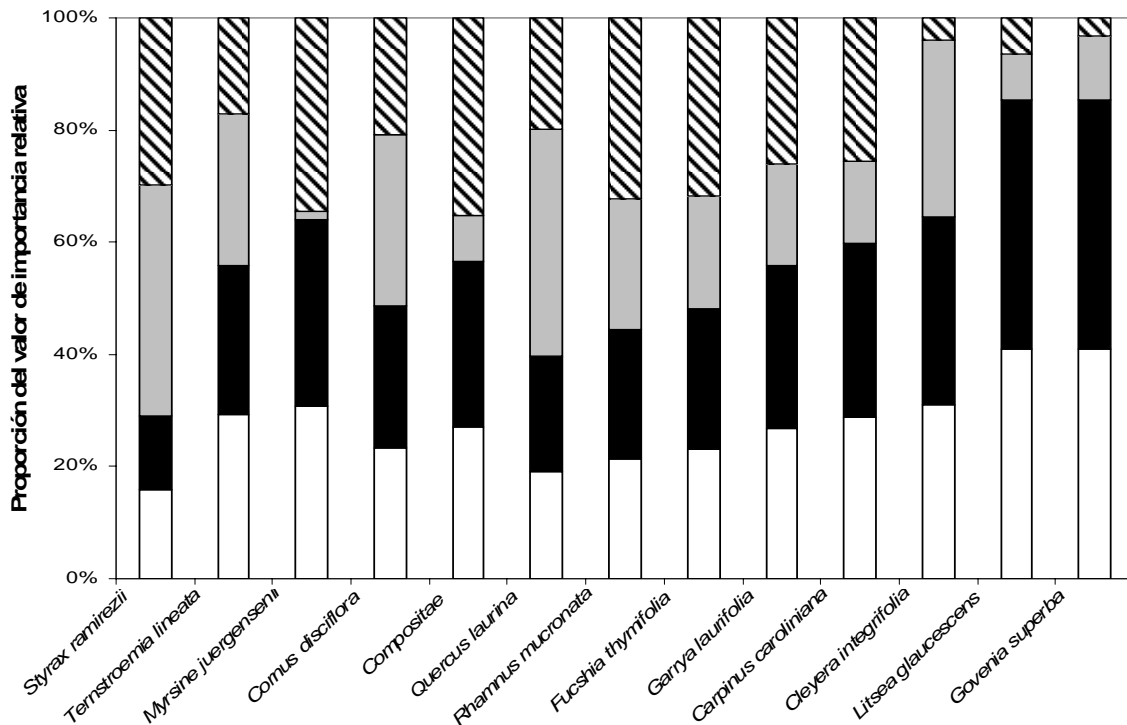
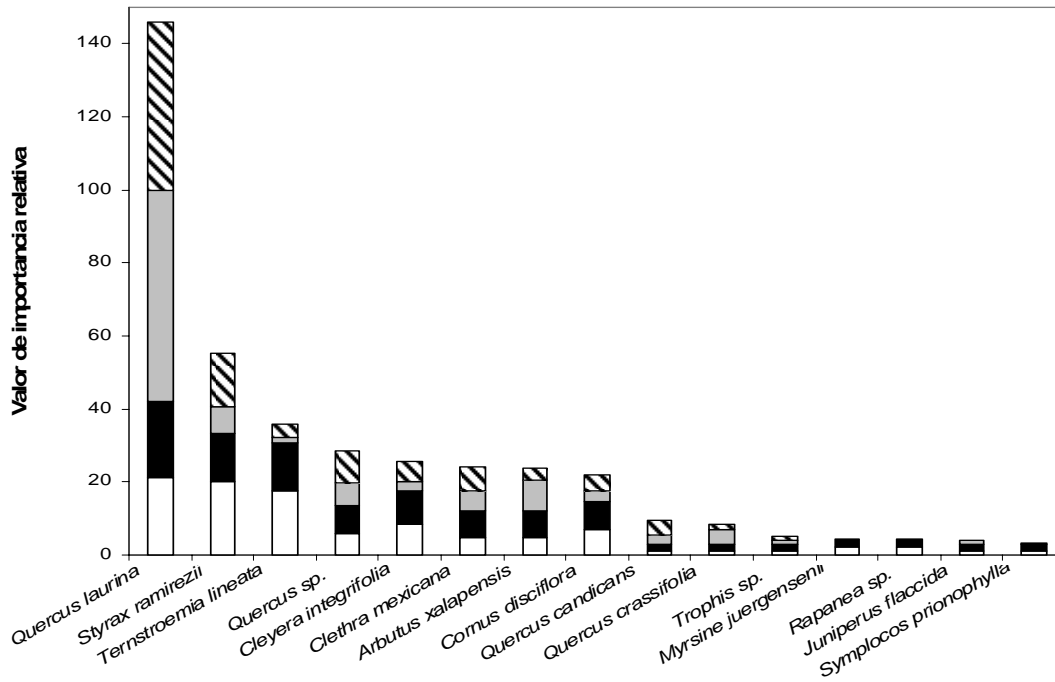


Figura 36. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Syrax ramirezii* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. *Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

Cuadro 17. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP en el bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
13	445.63	50.98	304.83
14	604.79	46.39	250.08
21	222.82	39.94	118.91
24	1,432.39	68.49	349.08

(a)



(b)

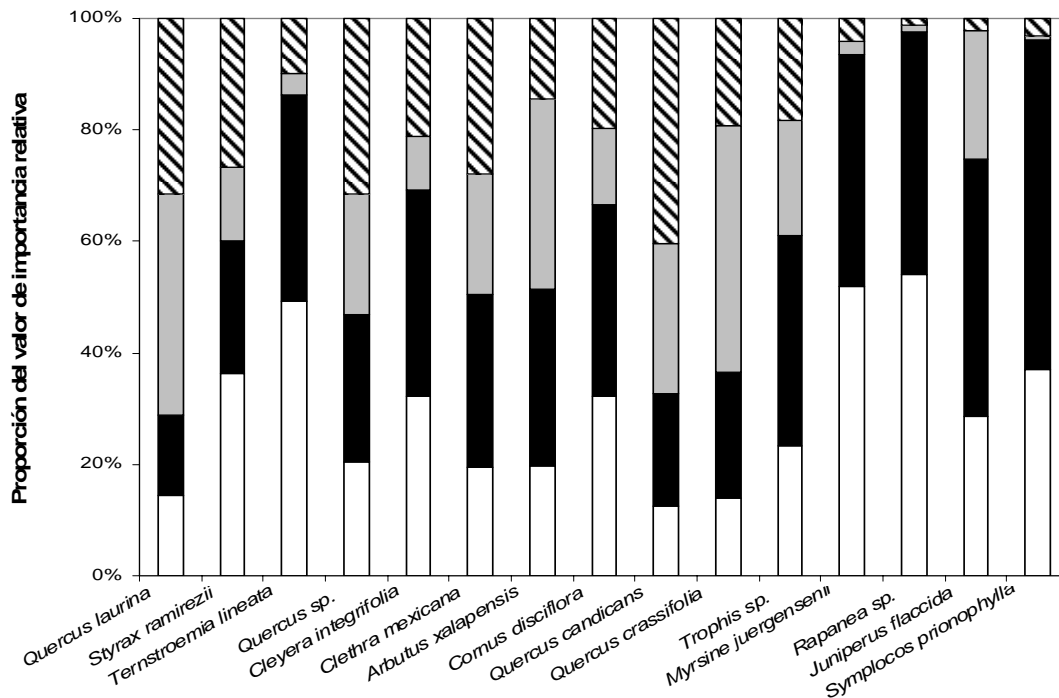


Figura 37. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. *Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

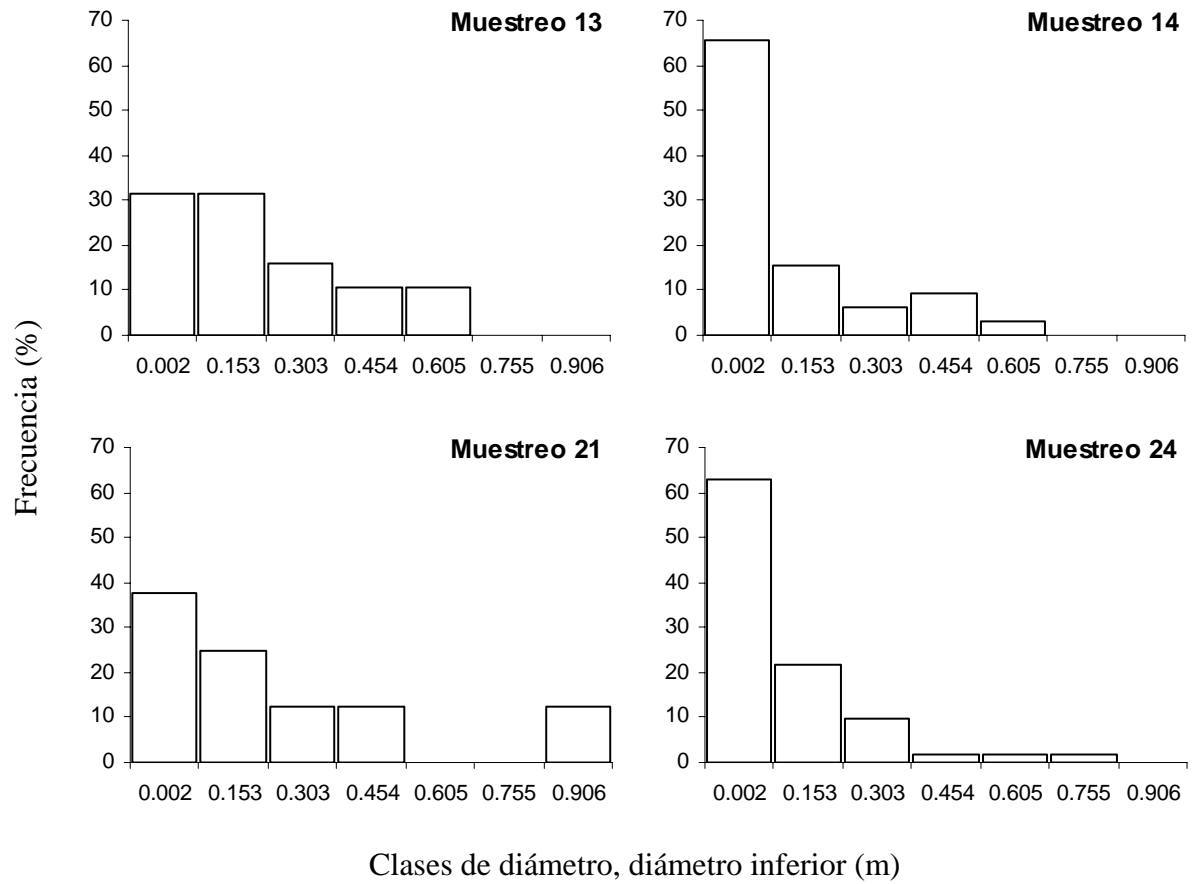


Figura 38. Histogramas de diámetros del Bosque *Quercus laurina - Styrax ramirezii* (conservado).

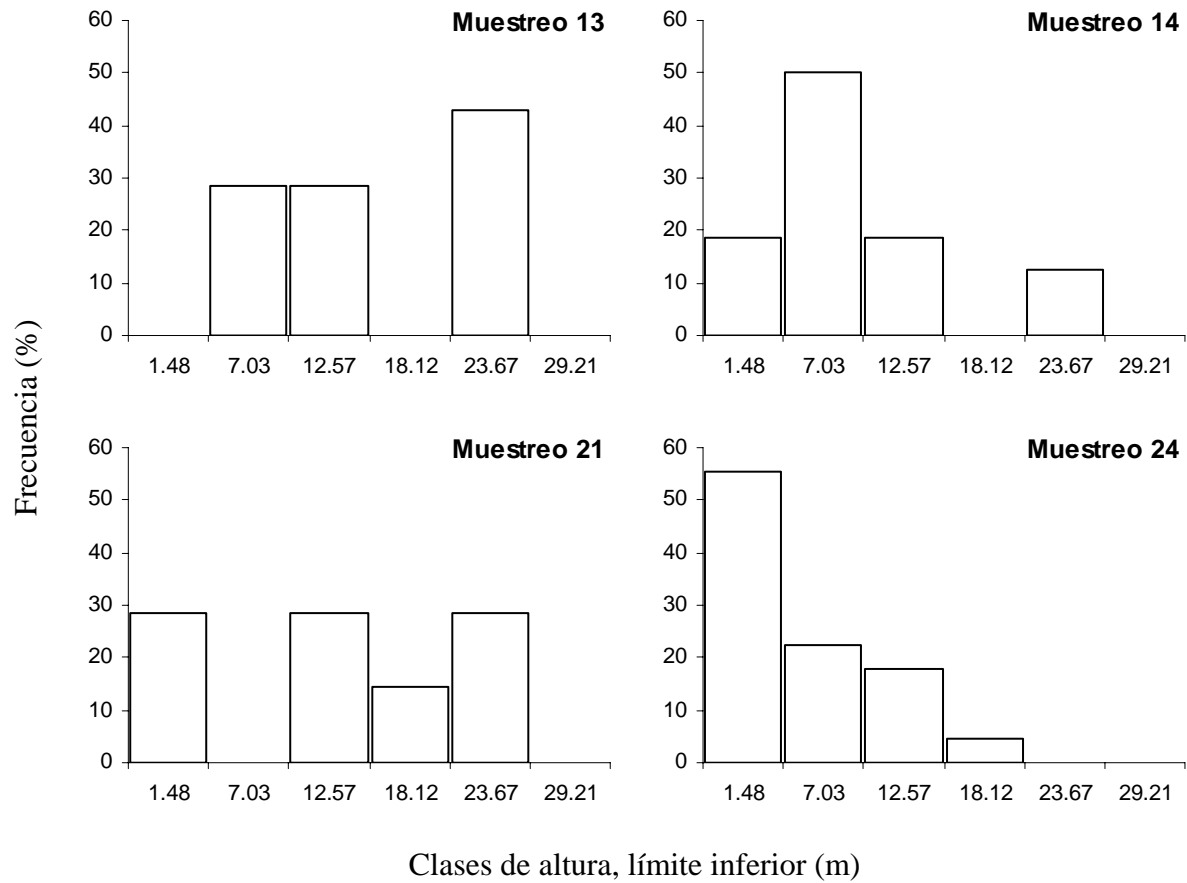


Figura 39. Histogramas de alturas del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado).

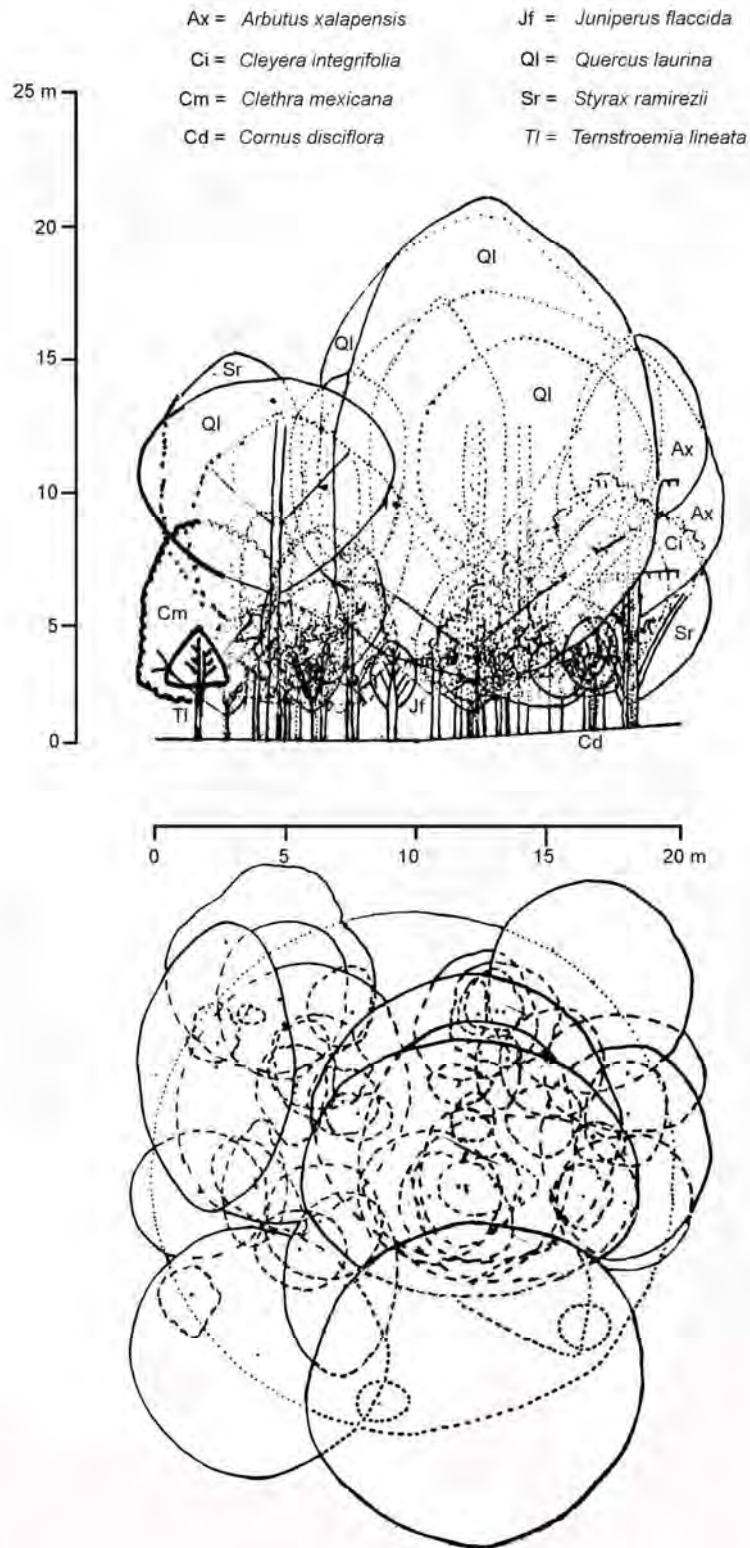


Figura 40. Perfil diagramático del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado)

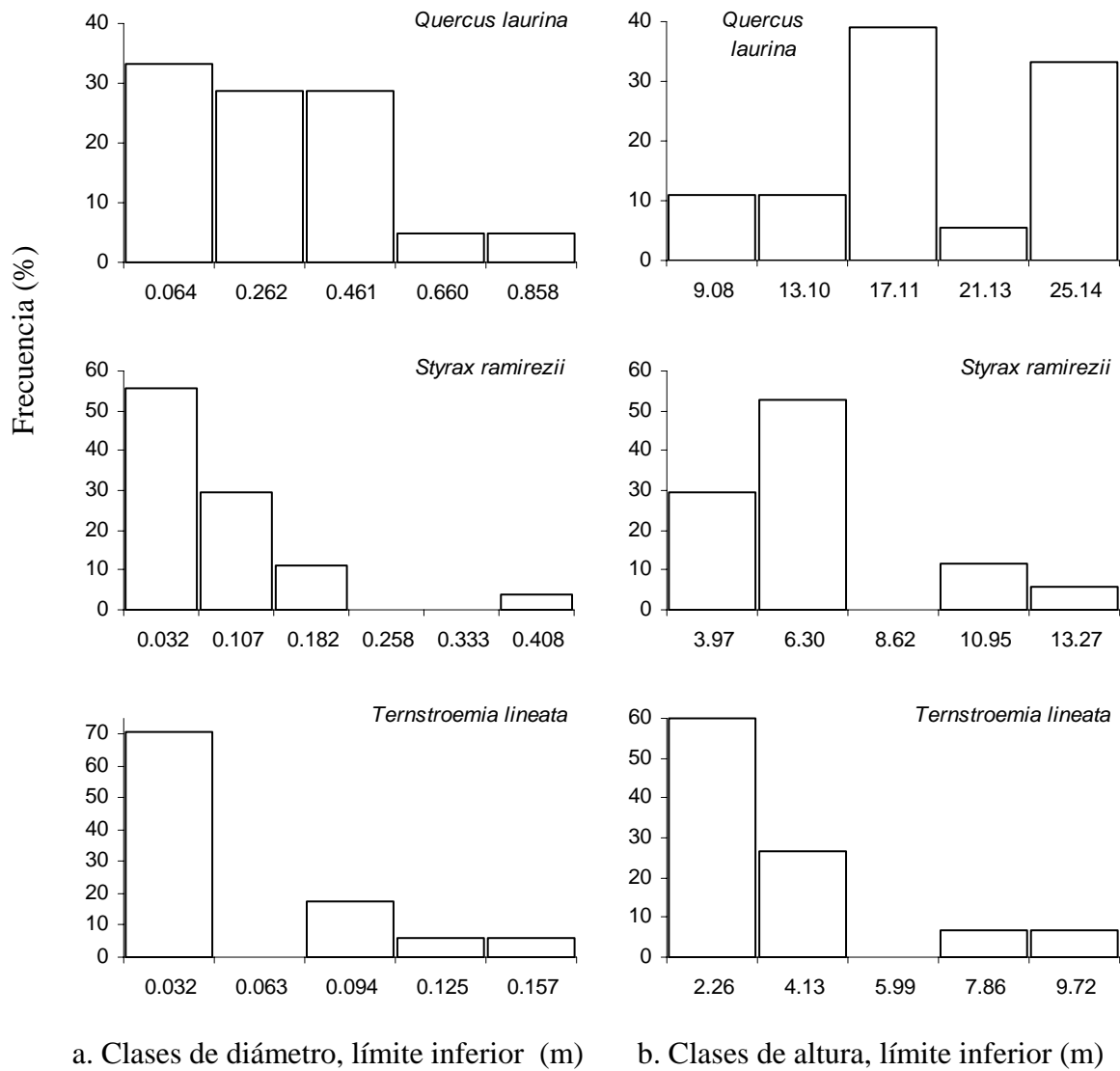


Fig. 41. Estructura poblacional para las especies con mas de 15 individuos del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado). a. Histogramas diamétricos, b. Histogramas de alturas

#### 6.4.2.4 Bosque de *Quercus laurina* y *Styrax ramirezii*

##### 6.4.2.4.b Perturbado

###### *Composición florística*

En el estrato herbáceo se registraron 12 familias, 11 géneros y 11 especies, en el estrato arbustivo se registraron cinco familias, seis géneros y seis especies y en el estrato arbóreo se encontraron ocho familias, ocho géneros y ocho especies (Apéndice 1).

###### Estructura de la vegetación

###### *Estructura cuantitativa*

###### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas.*

Los valores de porcentaje de cobertura para este estrato fueron de 32.75% y 40.50% correspondientes a los muestreos 11 y 12 respectivamente (Cuadro 18).

Las especies más importantes de acuerdo al VIR fueron *Ternstroemia lineata*, *Quercus laurina* y *Smilax moranensis* (Fig. 42a y b).

En este estrato se registraron 16 plántulas de cuatro especies diferentes: *Quercus laurina* (7), *Ternstroemia lineata* (7), *Styrax ramirezii* (1) y *Symplocos prionophylla* (1).

###### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

El valor mínimo de densidad fue de 2,829.42 y el máximo de 3,890.10 individuos por hectárea, correspondiendo a los muestreos 11 y 12 de manera respectiva (Cuadro 19). Las especies que presentaron mayores valores para este parámetro fueron: *Ternstroemia lineata*, *Cleyera integrifolia* y *Clethra* sp. (Fig. 43a y b).

En el cálculo de los valores de área basal se midieron 22 tallos y los valores obtenidos fueron 0.005 y 0.008, correspondientes a los muestreos 12 y 11 (Cuadro 19). Las especies *Ternstroemia lineata*, *Cleyera integrifolia* y *Clethra* sp. presentaron los valores más altos de área basal (Fig. 43a y b).

Los valores de cobertura fueron 12.45% y 13.20% correspondientes a los muestreos 11 y 12 respectivamente (Cuadro 19). Las especies que presentaron los



valores más altos para este parámetro fueron: *Ternstroemia lineata*, *Cleyera integrifolia* y *Clethra* sp. (Fig. 43a y b).

El intervalo de alturas en el que se encontraron los individuos de las especies en este estrato fue de 1.02 m a 3.40 m.

#### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

Los valores mínimo y máximo de densidad fueron 795.77 y 859.44 individuos por hectárea, correspondientes a los muestreos 11 y 12 (Cuadro 20), siendo las especies *Quercus laurina*, *Clethra mexicana* y *Cleyera integrifolia* las que presentaron los valores más altos para este parámetro (Fig. 44a y b).

Los valores de área basal fueron 25.59 y 52.53 m<sup>2</sup>/ha, correspondientes a los muestreos 11 y 12 respectivamente (Cuadro 20). Las especies con los valores más altos de área basal fueron: *Quercus laurina*, *Quercus crassifolia* y *Arbutus xalapensis* (Fig. 44a y b).

Los valores de porcentaje, mínimo y máximo fueron 168.38% y 266.57% correspondientes a los muestreos 11 y 12 (Cuadro 20); las especies más importantes para este parámetro estructural fueron: *Quercus laurina*, *Quercus crassifolia* y *Cleyera integrifolia* (Fig. 44a y b).

Los diámetros de los árboles presentes en este bosque oscilaron entre 0.032 m y 0.45 m correspondientes a los muestreos 12 y 11 respectivamente. Los histogramas diamétricos presentan una mayor frecuencia para la primera clase diamétrica, (Fig. 45).

#### *Estructura vertical*

El intervalo de alturas de esta comunidad vegetal es de 2.28 m a 23.36 m de los muestreos 11 y 12 respectivamente. En los histogramas de alturas se observa la mayor frecuencia en la primera clase, la tercera clase posee el segundo sitio en los valores de frecuencia, (Fig. 46). Con base en los histogramas y en el perfil diagramático de la vegetación (Fig. 47) para esta asociación se puede decir que no existen estratos delimitados.

**Cuadro 18.** Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado).

Muestreo	Cobertura ( % )
11	32.75
12	40.50

**Cuadro 19.** Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
11	2,829.42	0.008	12.45
12	3,890.10	0.005	13.20

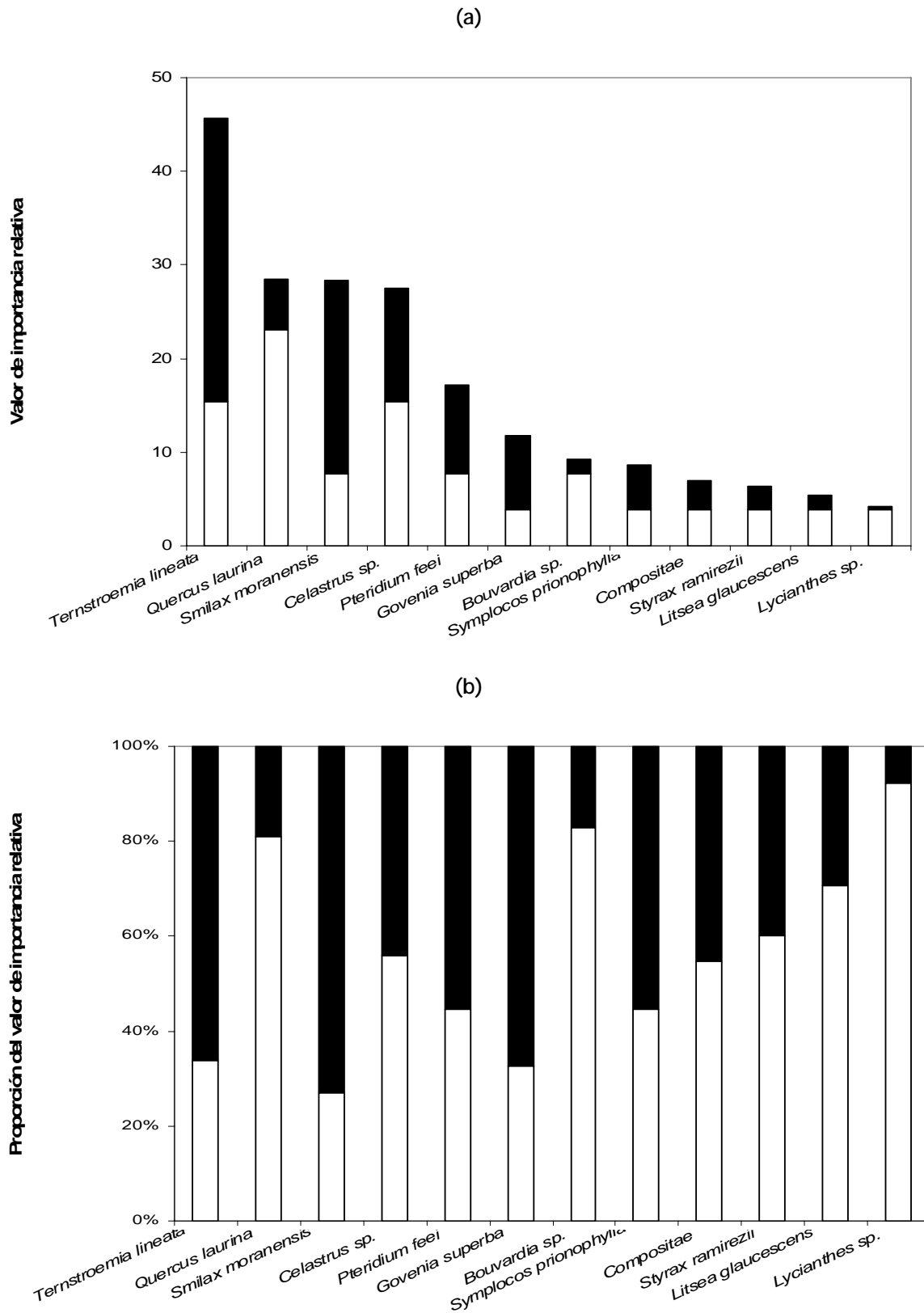


Figura 42. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)

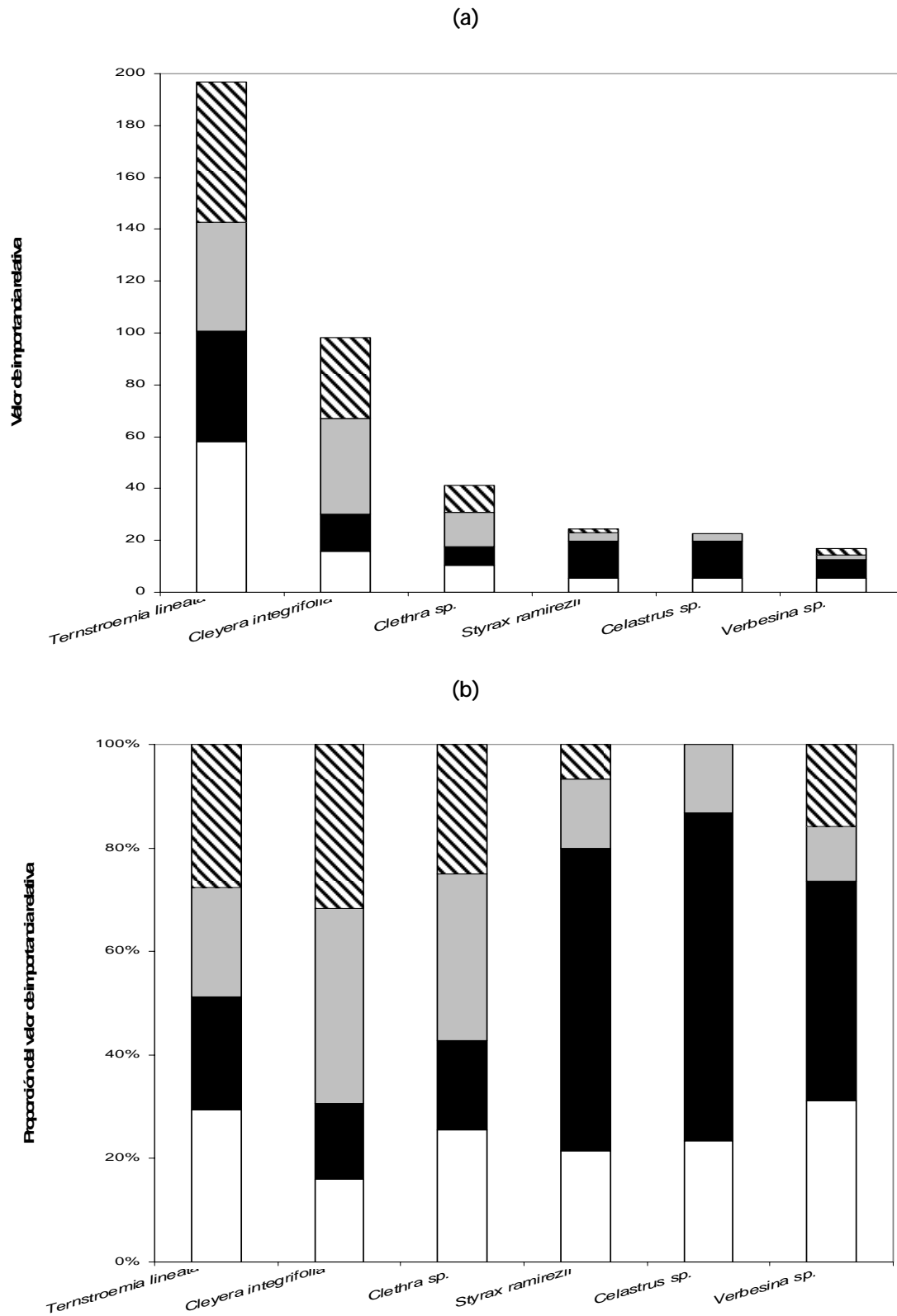
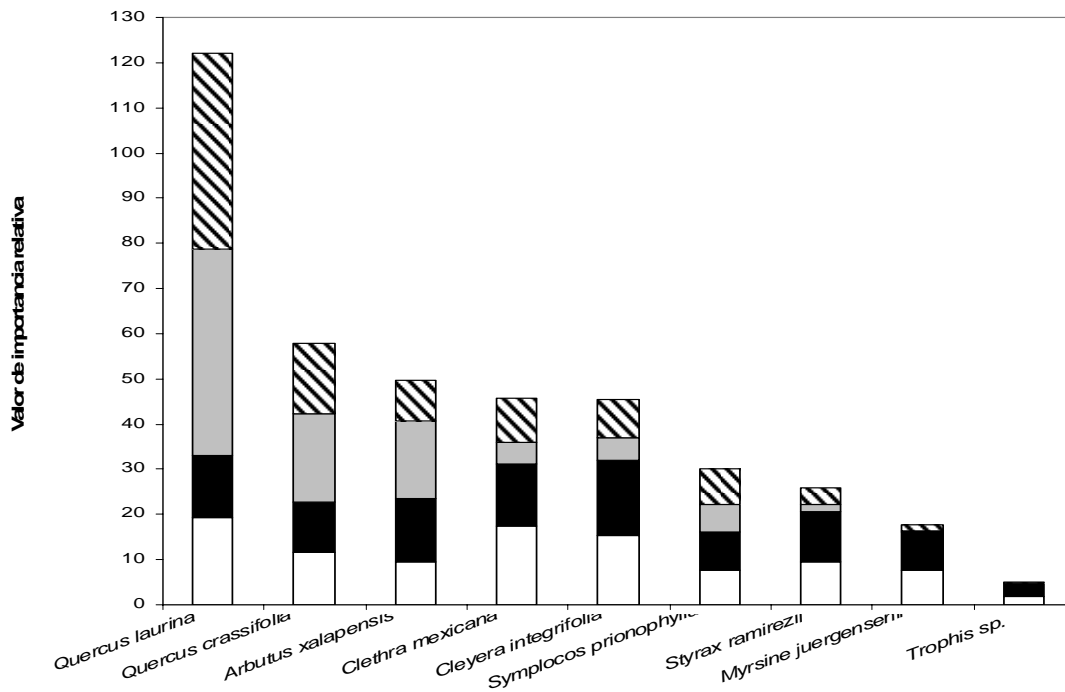


Figura 43. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrox ramirezii* (conservado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. Densidad relativa (barras blancas), Frecuencia relativa (barras negras), Área basal relativa (barras grises) y Cobertura relativa (barras rayadas).

Cuadro 20. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP en el bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
11	795.77	25.59	168.38
12	859.44	52.53	266.57

(a)



(b)

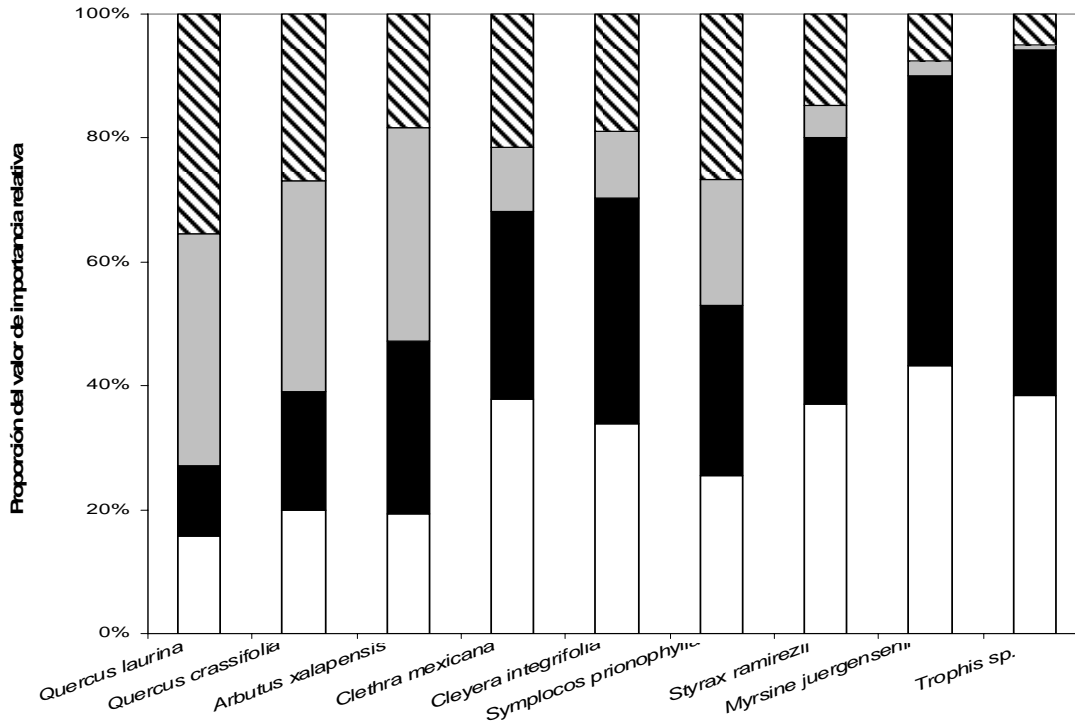


Figura 44. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrox ramirezii* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa. *Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

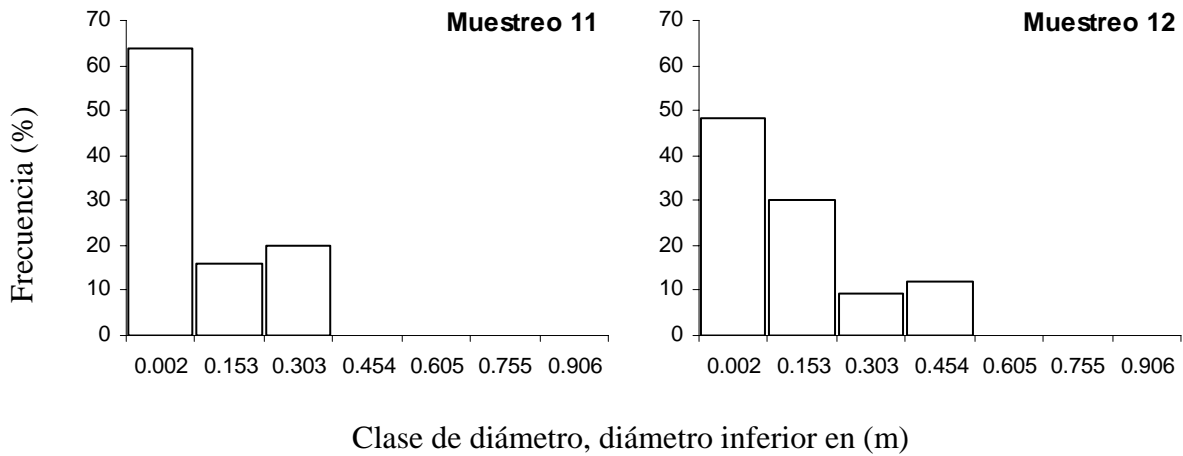


Figura 45. Histogramas diamétricos del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado).

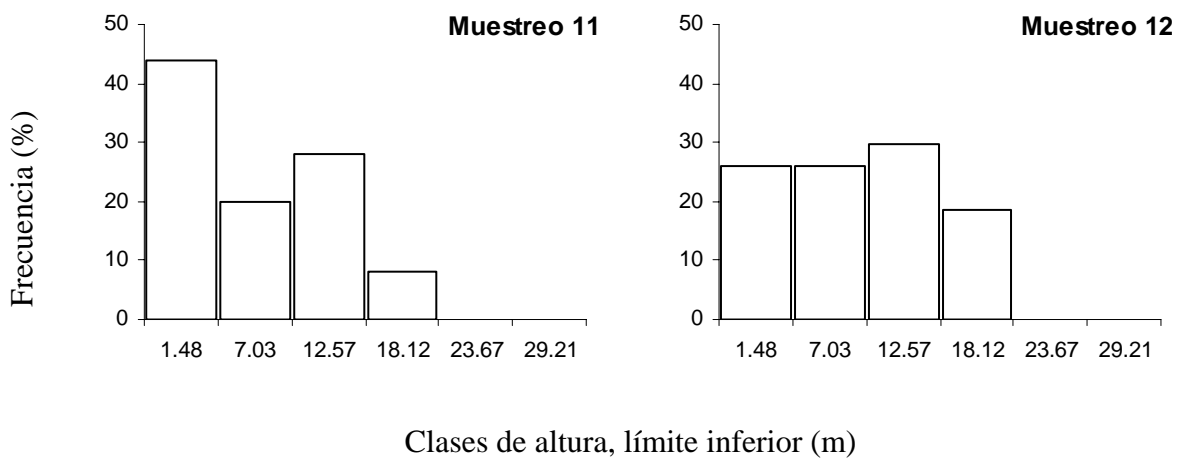


Figura 46. Histogramas de alturas del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado).

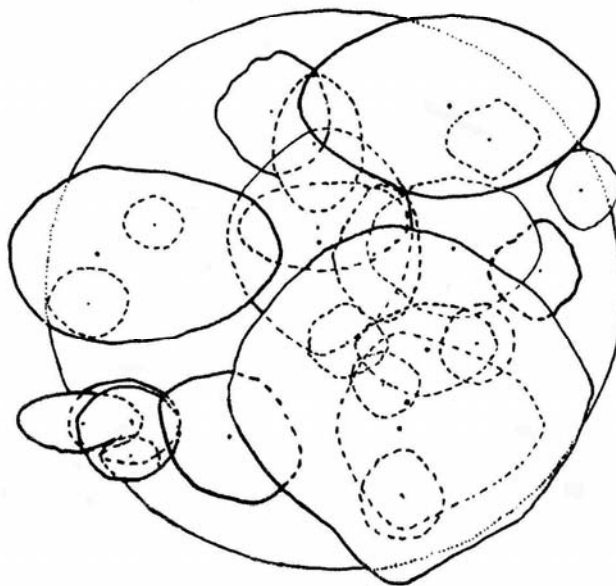
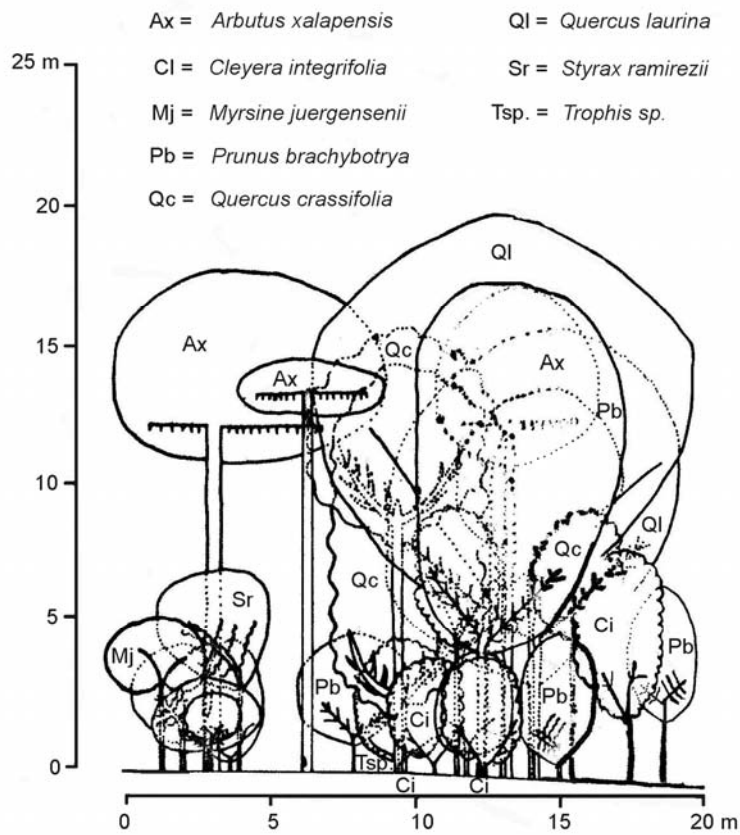


Figura 47. Perfil diagramático del Bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* (perturbado)



#### 6.4.2.5 Bosque de *Quercus urbanii* y *Pinus* sp.

En este tipo de bosque se llevaron a cabo cuatro muestreos en vegetación perturbada.

##### *Composición florística*

En el estrato herbáceo se encontraron 13 familias, 14 géneros y 16 especies, en el estrato arbustivo se encontraron dos familias, tres géneros y tres especies y en el estrato arbóreo se encontraron seis familias, siete géneros y diez especies (Apéndice 1).

##### Estructura de la vegetación

##### *Estructura cuantitativa*

##### *Estrato herbáceo: hierbas y plántulas*

Los valores de porcentaje de cobertura para este estrato oscilaron entre 6.75% hasta 37.25 %, que corresponden a los muestreos ocho y siete respectivamente (Cuadro 21).

Las especies más importantes de acuerdo al VIR son *Oxalis* sp., *Quercus urbanii* y *Salvia* sp. (Fig. 48a y b).

En este estrato se registraron cinco plántulas de dos especies diferentes: *Quercus crassifolia* (3) y *Quercus urbanii* (2).

##### *Estrato arbustivo: árboles jóvenes y trepadoras leñosas*

De los cuatro muestreos realizados para este tipo de vegetación, sólo el muestreo ocho presentó valores para este estrato.

El valor de densidad fue de 1,061.03 individuos por hectárea (Cuadro 22), las tres especies presentes en el estrato *Fuchsia microphylla*, *Montanoa* sp., y *Verbesina* sp. tuvieron el mismo valor de densidad (Fig. 49a y b).

El valor de área basal fue de 0.0007 m<sup>2</sup>/ha (Cuadro 22), para obtener este valor se midieron cinco tallos; la especie que presentó un alto valor de densidad fue *Verbesina* sp. (Fig. 49a y b).

El valor de porcentaje cobertura fue de 0.90 (Cuadro 22) y la especie más importante de acuerdo con su valor es *Verbesina* sp. (Fig. 49a y b).

El intervalo de alturas para este estrato osciló entre 1.12 m y 1.53 m.

##### *Estrato arbóreo: árboles, arbustos y trepadoras leñosas*

El intervalo de valores de densidad para este estrato osciló entre 413.80 y 795.77 individuos por hectárea, y estos valores corresponden a los muestreos nueve y ocho respectivamente (Cuadro 23), las especies que presentan altos valores de densidad fueron: *Quercus urbanii*, *Cleyera integrifolia* y *Pinus* sp. (Fig. 50a y b).

El intervalo del área basal fluctuó entre 0.69 y 1.46 m<sup>2</sup>/ha, y corresponde a los muestreos siete y ocho respectivamente (Cuadro 23). Las especies que presentaron valores de área basal son: *Quercus urbanii*, *Pinus* sp. y *Quercus* sp. (Fig. 50a y b).

En cuanto a los porcentajes de cobertura en este estrato fluctuaron entre 122.45% y 230.45%, correspondiendo estos valores a los muestreos siete y ocho respectivamente (Cuadro 23); las especies que obtuvieron los mayores valores en este parámetro son: *Quercus urbanii*, *Pinus* sp. y *Quercus crassifolia* (Fig. 50a y b).

Los diámetros de los árboles fluctuaron 0.025 m y 0.53 m y corresponden a los muestreos ocho y nueve respectivamente. La mayoría de las frecuencias diamétricas se presentaron en la primera clase, sólo en el muestreo diez, la frecuencia fue mayor en la segunda clase. Las últimas clases diamétricas están ausentes, en el muestreo siete y diez las clases faltantes son de la cuarta a la séptima y en los muestreos ocho y nueve, de la quinta a la séptima (Fig. 44).

#### *Estructura vertical*

El intervalo de alturas es de 2.91 m a 21.02 m correspondientes al muestreo ocho; la mayoría de las frecuencias de alturas para los muestreos siete y nueve se ubicaron en la primera clase, y en la segunda se registró también una alta frecuencia para el muestreo diez. Solo en los muestreos ocho y nueve, está presente la tercera y cuarta clases el número de individuos es comparativamente menor (Fig. 52). Con base en el perfil diagramático de la vegetación que se elaboró y en los histogramas de alturas se puede aseverar que no se presentan estratos definidos (Fig. 53).

#### *Estructura poblacional*

*Quercus urbanii* fue la única de las especies arbóreas presentes en esta asociación de la que se registraron 15 o más individuos arbóreos. En el histograma diamétrico, observamos que las siete clases están presentes y que son

las tres primeras las que tienen mayores frecuencias (Fig. 54a). El mismo comportamiento lo presenta el histograma de alturas, ya que la mayor densidad se haya en las primeras tres clases de alturas, las clases cuarta y sexta tienen una frecuencia por debajo del 10% y la quinta clase está ausente (Fig. 54b).

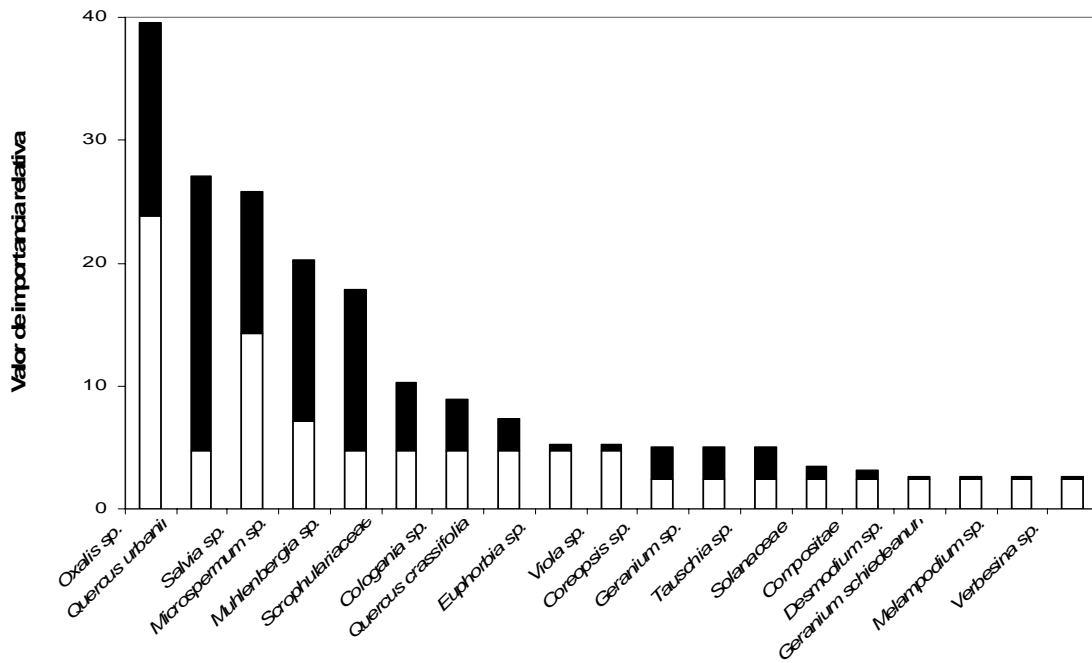
Cuadro 21. Resumen de la cobertura para del estrato herbáceo del bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado).

Muestreo	Cobertura ( % )
7	37.25
8	6.75
9	33.75
10	17.75

Cuadro 22. Resumen de variables estructurales de los arbustos del bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
7	-----	-----	-----
8	1,061.03	0.0007	0.90
9	-----	-----	-----
10	-----	-----	-----

(a)



(b)

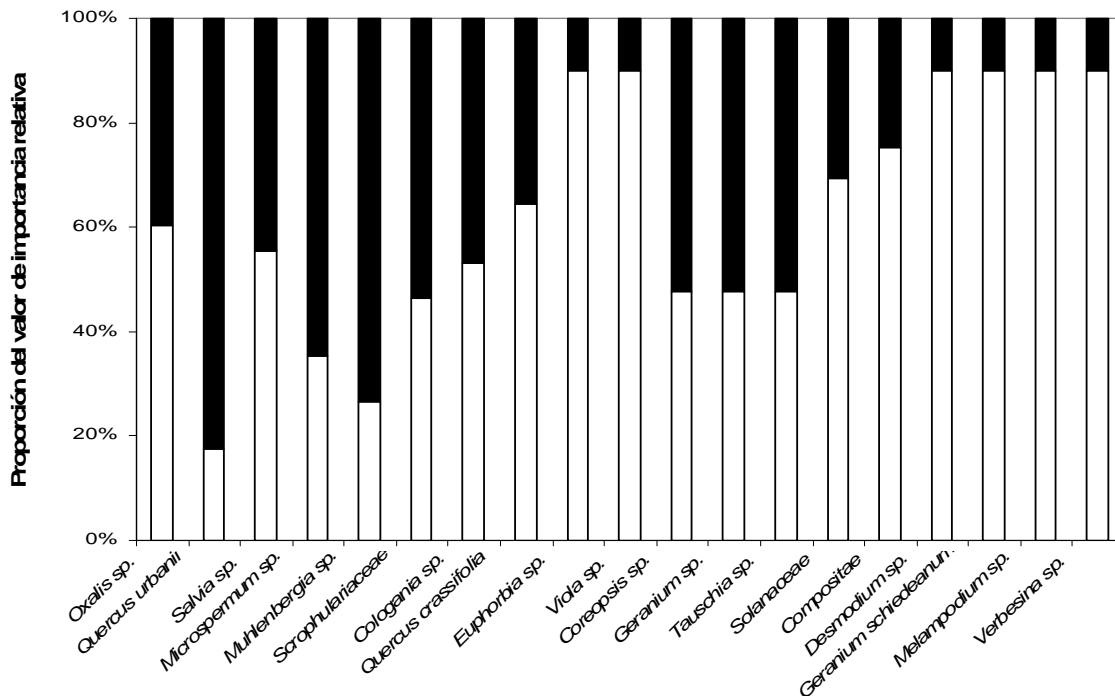


Figura 48. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato herbáceo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

Frecuencia relativa (barras blancas), Cobertura relativa (barras negras)

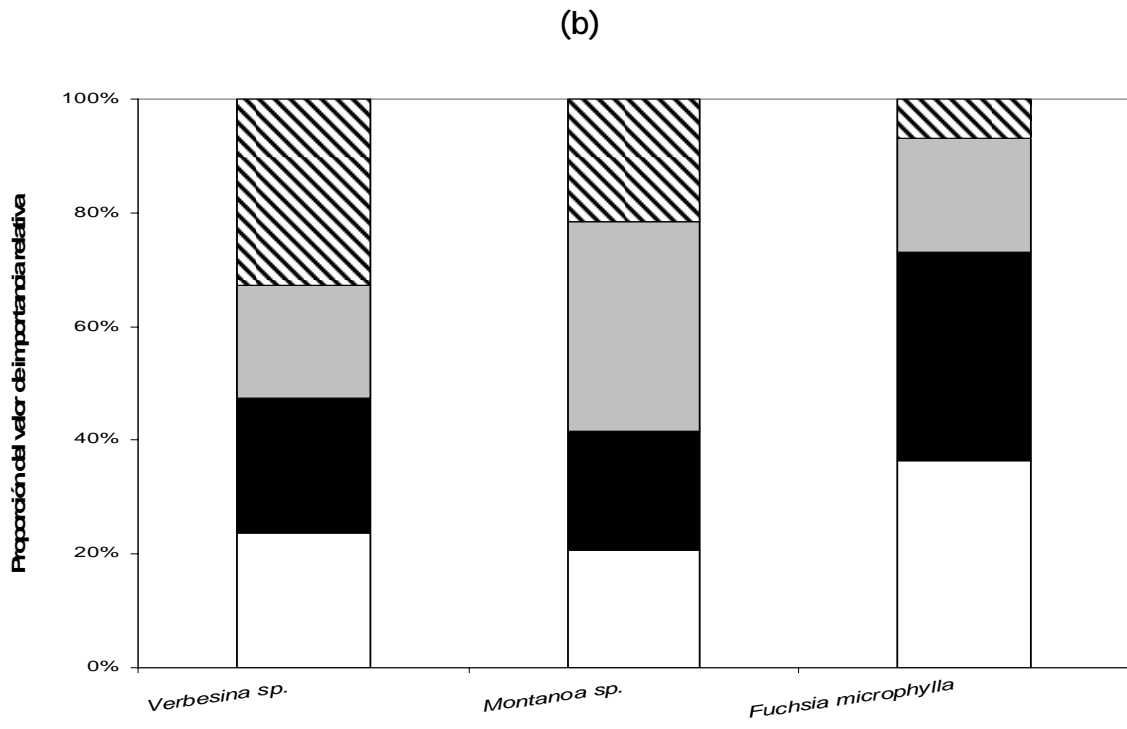
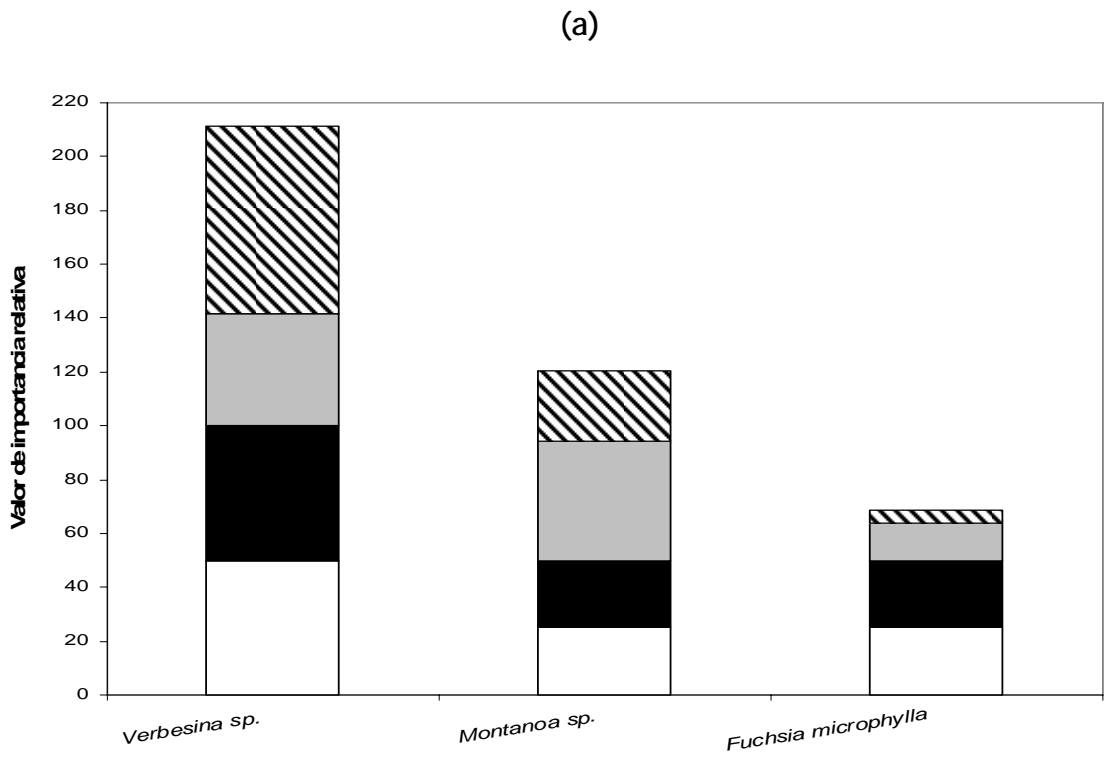


Figura 49. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbustivo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

*Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas).

Cuadro 23. Resumen de variables estructurales de los árboles  $\geq 3.18$  cm de DAP en el bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado).

Muestreo	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura ( % )
7	509.30	0.69	122.45
8	795.77	1.46	230.45
9	413.80	0.91	143.12
10	763.94	1.18	208.28

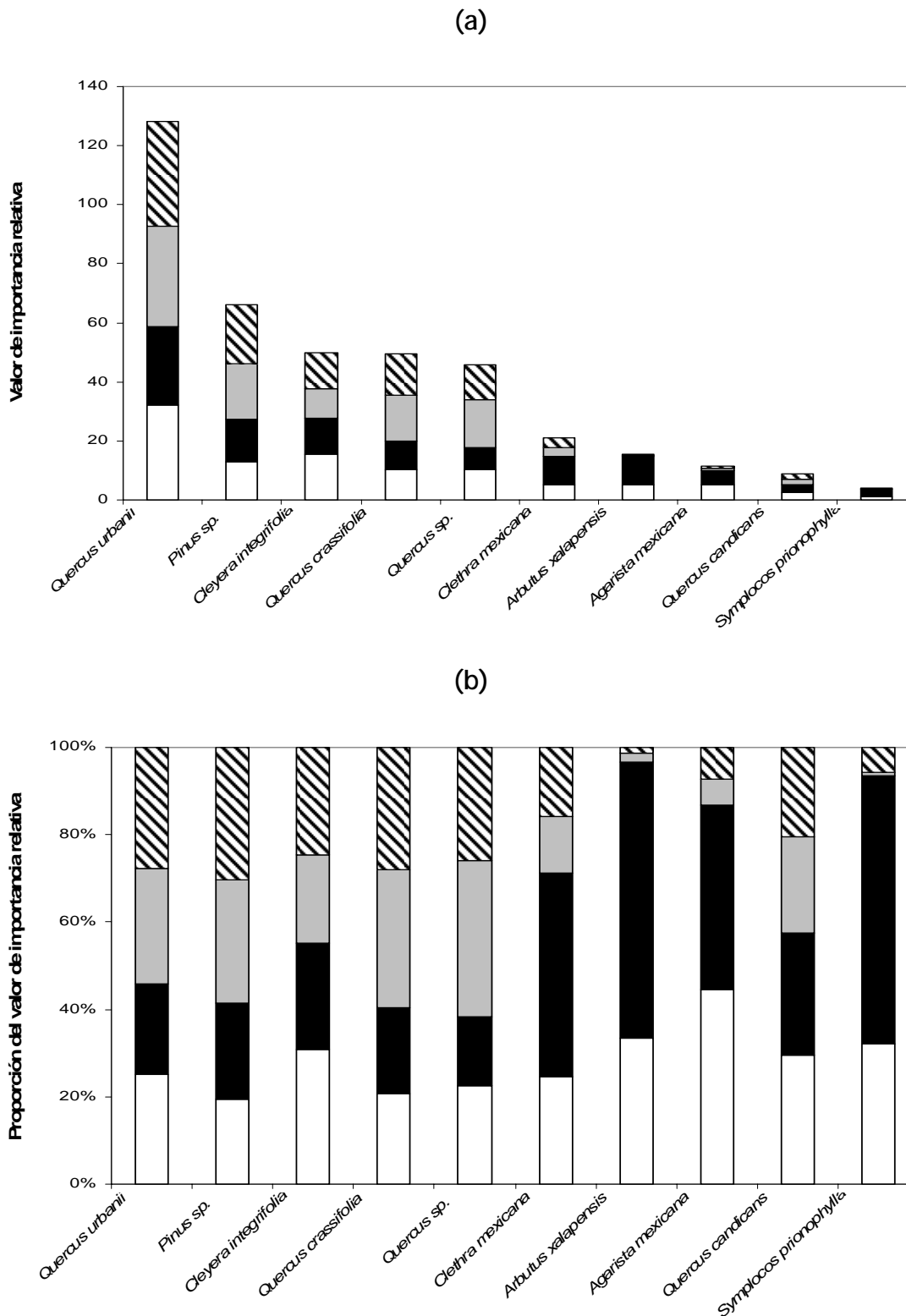


Figura 50. (a) Contribución de las especies presentes en el estrato arbóreo a la estructura cuantitativa del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus sp.* (perturbado). (b) Proporción del valor de importancia relativa.

*Densidad relativa* (barras blancas), *Frecuencia relativa* (barras negras), *Área basal relativa* (barras grises) y *Cobertura relativa* (barras rayadas)



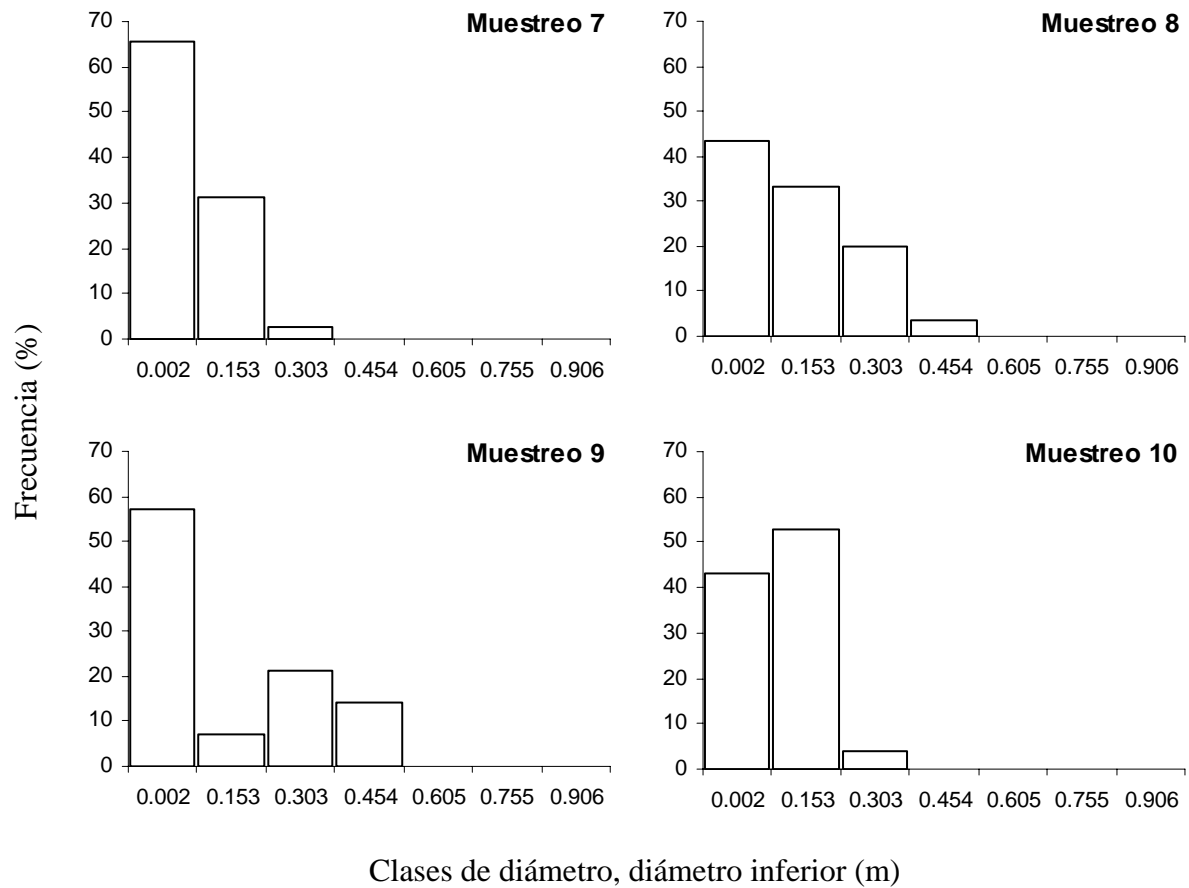


Figura 51. Histogramas diamétricos del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado).

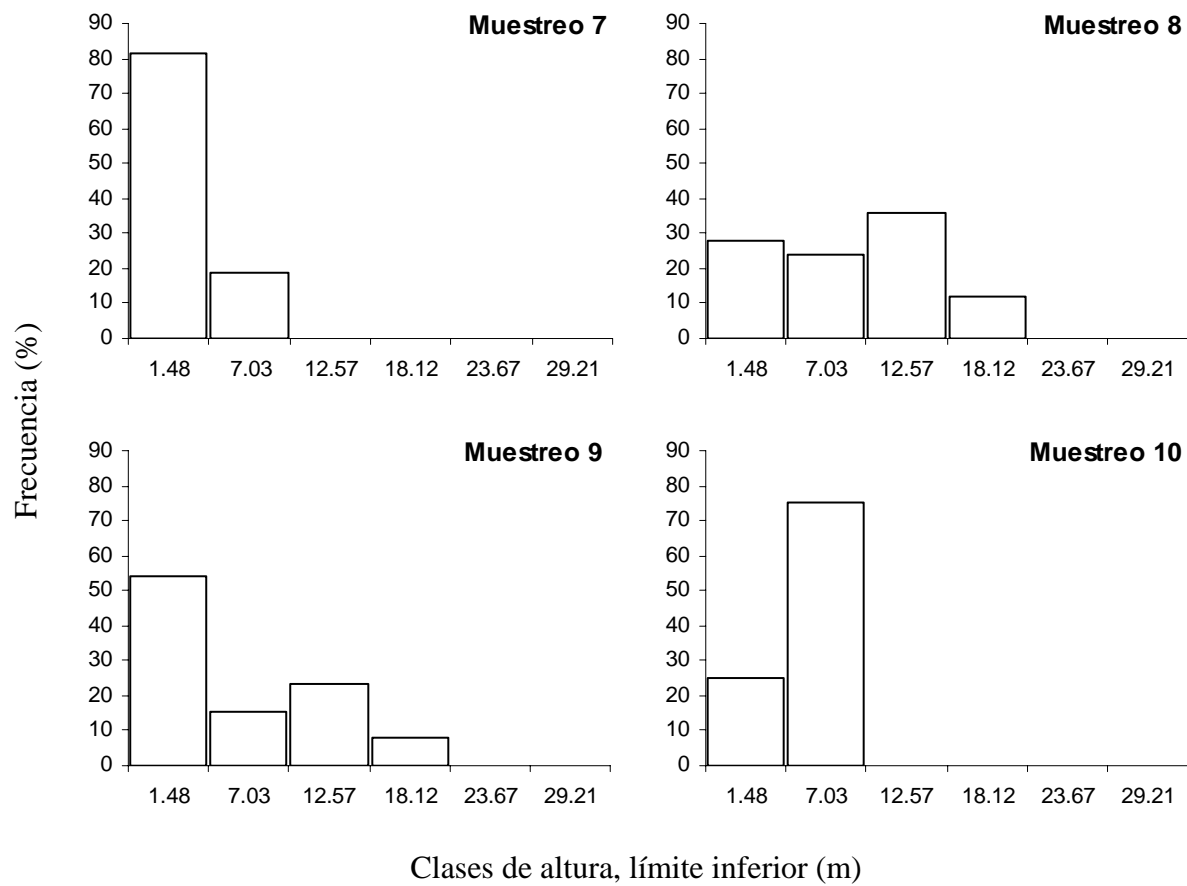
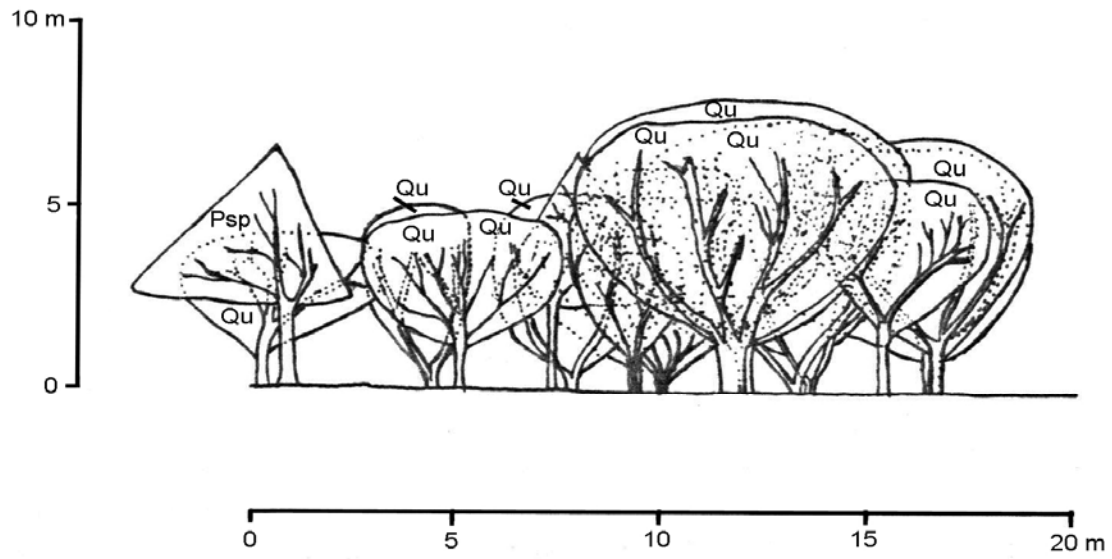


Figura 52. Histogramas alturas del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. (perturbado).



Psp. = *Pinus sp.*

Qu = *Quercus urbanii*

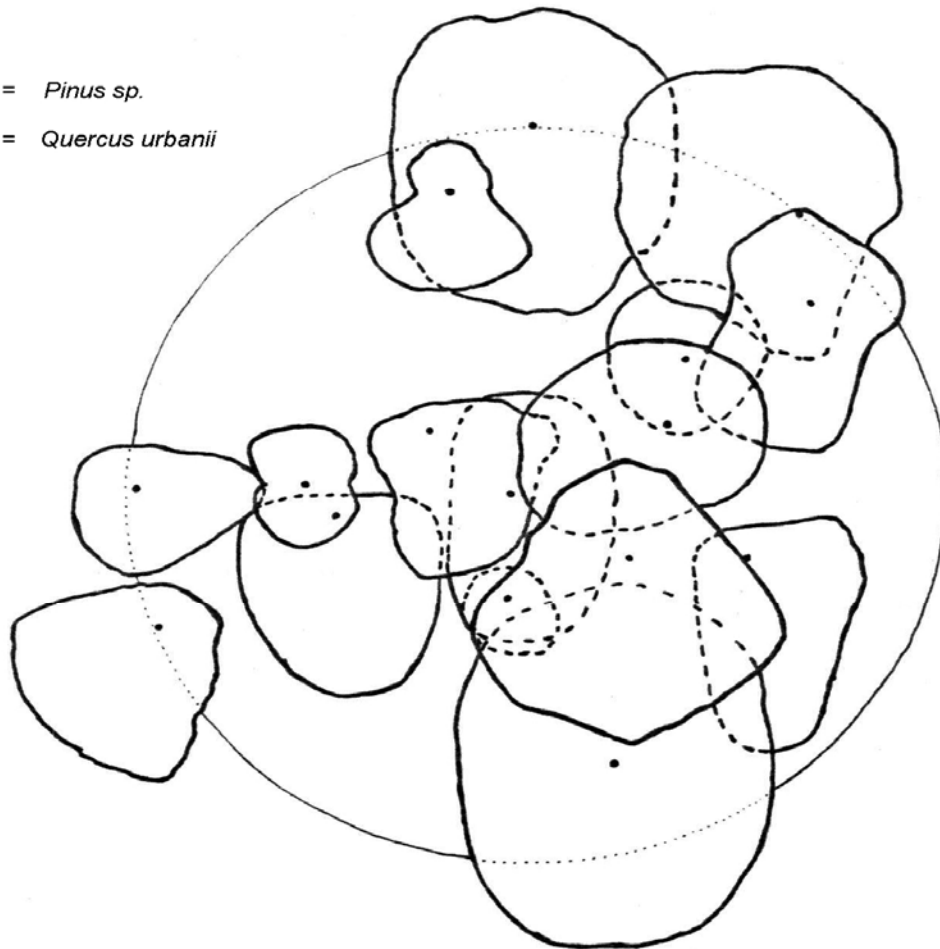
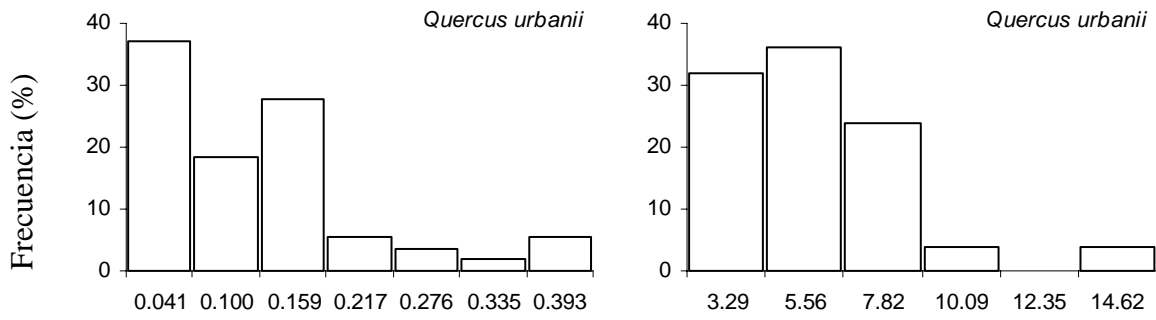


Figura 53. Perfil diagramático del Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus sp.* (perturbado).



a. Clases de diámetro, límite inferior (m)      b. Clases de altura, límite inferior (m)

Fig. 54. Estructura poblacional para las especies con mas de 15 individuos del Bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* (perturbado). a. Histogramas diamétricos, b. Histogramas de alturas

### 6.4.3 Diversidad

#### 6.4.3.1 Riqueza

La riqueza de especies de cada una de las asociaciones vegetales se muestra en el cuadro 24, siendo las asociaciones conservadas las que presentaron un mayor número de especies; para el bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* se tiene que la riqueza de especies es de 44, para el bosque de *Quercus laurina - Styrax ramirezii* conservado, este valor fue de 33, en contraste, uno de los valores más bajos lo presentó el bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana*, pero en su contraparte perturbada obteniendo, en un valor de 18 especies.

De los encinares secos, la asociación que presentó el mayor número de especies fue el bosque de *Quercus urbanii - Pinus* sp. con 28 especies y por el contrario, la que posee un menor número de especies fue el bosque de *Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata* que presentó un valor de 18.

#### 6.4.3.2 Índices

Para todas las asociaciones se calculó el Índice de Shanon Weiner tomando en cuenta la densidad de individuos como la medida de abundancia, cuyo valor mas alto fue de 2.809 y corresponde a la asociación de bosque de *Quercus laurina -Styrax ramirezii* conservado y el menor fue de 2.200 que corresponde a la asociación de bosque de *Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata*.

Se calculó el Índice de dominancia de Simpson, para el cual los valores obtenidos fueron 0.9085 que fue el valor mas grande y perteneció al bosque de *Quercus laurina -Styrax ramirezii* perturbado y como valor mínimo 0.8173 para el bosque de *Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata*.

Los valores de equitabilidad oscilaron entre 0.7417 para el bosque de *Carpinus caroliniana* y 0.9016 para el bosque de *Quercus castanea - Quercus obtusata*.

Se calculó el índice de similitud de Sorensen entre las asociaciones vegetales, el valor mas alto de similitud fue entre el bosque de *Quercus lurina-Styrax ramirezii* (conservado) y su contraparte en estado perturbado con 0.593; la siguiente pareja de asociaciones cuyo valor de similitud resultó de 0.548 fue el bosque mesófilo de *Carpinus caroliniana* (conservado) y su contraparte perturbada la tercera entre la pareja de bosque mesófilo de *Carpinus caroliniana* (conservado) y el bosque de *Quercus lurina- Styrax ramirezii* (conservado) (Cuadro 25).

Los mas disímiles entre si son el bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* con el bosque de *Quercus castanea - Quercus obtusata*, cuyo valor de similitud fue de 0.19, el siguiente fue la pareja conformada por el bosque de *Quercus castanea - Quercus obtusata* con el bosque de *Quercus laurina - Styrax ramirezii* cuyo valor fue de 0.25; la pareja siguiente en disimilitud fue la formada por el bosque de *Quercus castanea - Quercus obtusata* (conservado) y el bosque de *Quercus lurina- Styrax ramirezii* (perturbado)(Cuadro 25).

Con la información contenida en la tabla se generó un dendrograma por el método acumulativo de unión simple que muestra de manera gráfica el valor de similitud entre las asociaciones vegetales de la zona de estudio. Se aprecia la formación de dos grupos bien definidos que divergen en el 32.7% de similitud, el primero contiene las asociaciones vegetales templadas secas y el segundo, las asociaciones vegetales templadas húmedas.

En el grupo de asociaciones vegetales secas se observa una relación más estrecha entre el bosque de *Quercus crassifolia* perturbado y *Quercus urbanii* perturbado ya que el porcentaje de asociación es de 34.8%, el bosque de *Quercus castanea* conservado se relaciona con los anteriores en un 34%.

En el segundo grupo constituido por las asociaciones templadas húmedas se encuentran dos grupos más estrechamente relacionados uno constituido por los bosques mesófilos y el segundo por los encinares húmedos asociados en un porcentaje de 54.8% y 59% respectivamente (Figura 55).

**Cuadro 24.** Valores calculados de Riqueza, de los Índices de diversidad Shannon-Weiner, Simpson y Equitabilidad basado en la densidad.

*BCcC* - *Bosque Mesófilo de Montaña de Carpinus caroliniana - Quercus laurina (conservado)*, *BCcP* - *Bosque Mesófilo de Montaña de Carpinus caroliniana - Quercus laurina (perturbado)*, *BQIC* - *Bosque de Quercus laurina - Styrax ramirezii (conservado)*, *BQIP* - *Bosque de Quercus laurina - Styrax ramirezii (perturbado)*, *BQcC* - *Bosque de Quercus castanea - Quercus obtusata (conservado)*, *BQcrP* - *Bosque de Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata (perturbado)*, *BQuP* - *Bosque de Quercus urbanii - Pinus sp. (perturbado)*.

Tipo de vegetación	Riqueza de especies	Densidad (No. Ind./muestreo)	Índice de diversidad de Shannon-Weiner	Índice de diversidad de Simpson	Equitabilidad
BCcC	44	358	2.807	0.9029	0.7417
BCcP	18	78	2.376	0.8728	0.8219
BQIC	33	135	2.809	0.9047	0.8034
BQIP	21	85	2.623	0.9085	0.8616
BQcC	19	34	2.655	0.9014	0.9016
BQcrP	18	63	2.200	0.8173	0.7613
BQuP	28	105	2.723	0.8947	0.8172

**Cuadro 25.** Índice de similitud de Sorensen entre las asociaciones vegetales del Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno'

BCc-QIC - *Bosque Mesófilo de Montaña de Carpinus caroliniana - Quercus laurina (conservado)*, BCc-QIP - *Bosque Mesófilo de Montaña de Carpinus caroliniana - Quercus laurina (perturbado)*, BQI-SrC - *Bosque de Quercus laurina - Styrax ramirezii (conservado)*, BQI-SrP - *Bosque de Quercus laurina - Styrax ramirezii (perturbado)*, BQc-QoC - *Bosque de Quercus castanea - Quercus obtusata (conservado)*, BQcr-TIP - *Bosque de Quercus crassifolia - Ternstroemia lineata (perturbado)*, BQu-PspP - *Bosque de Quercus urbanii - Pinus sp. (perturbado)*.

	1 BCc-QIC	2 BCc-QIP	5 BQc-QoC	6 BQcr-TIP	3 BQI-SrC	4 BQI-SrP	7 BQu-PspP
1 BCc-QIC	---	---	---	---	---	---	---
2 BCc-QIP	0.548	---	---	---	---	---	---
5 BQc-QoC	0.19	0.162	---	---	---	---	---
6 BQcr-TIP	0.194	0.222	0.27	---	---	---	---
3 BQI-SrC	0.545	0.549	0.269	0.275	---	---	---
4 BQI-SrP	0.462	0.513	0.25	0.308	0.593	---	---
7 BQu-PspP	0.278	0.261	0.34	0.348	0.295	0.327	---



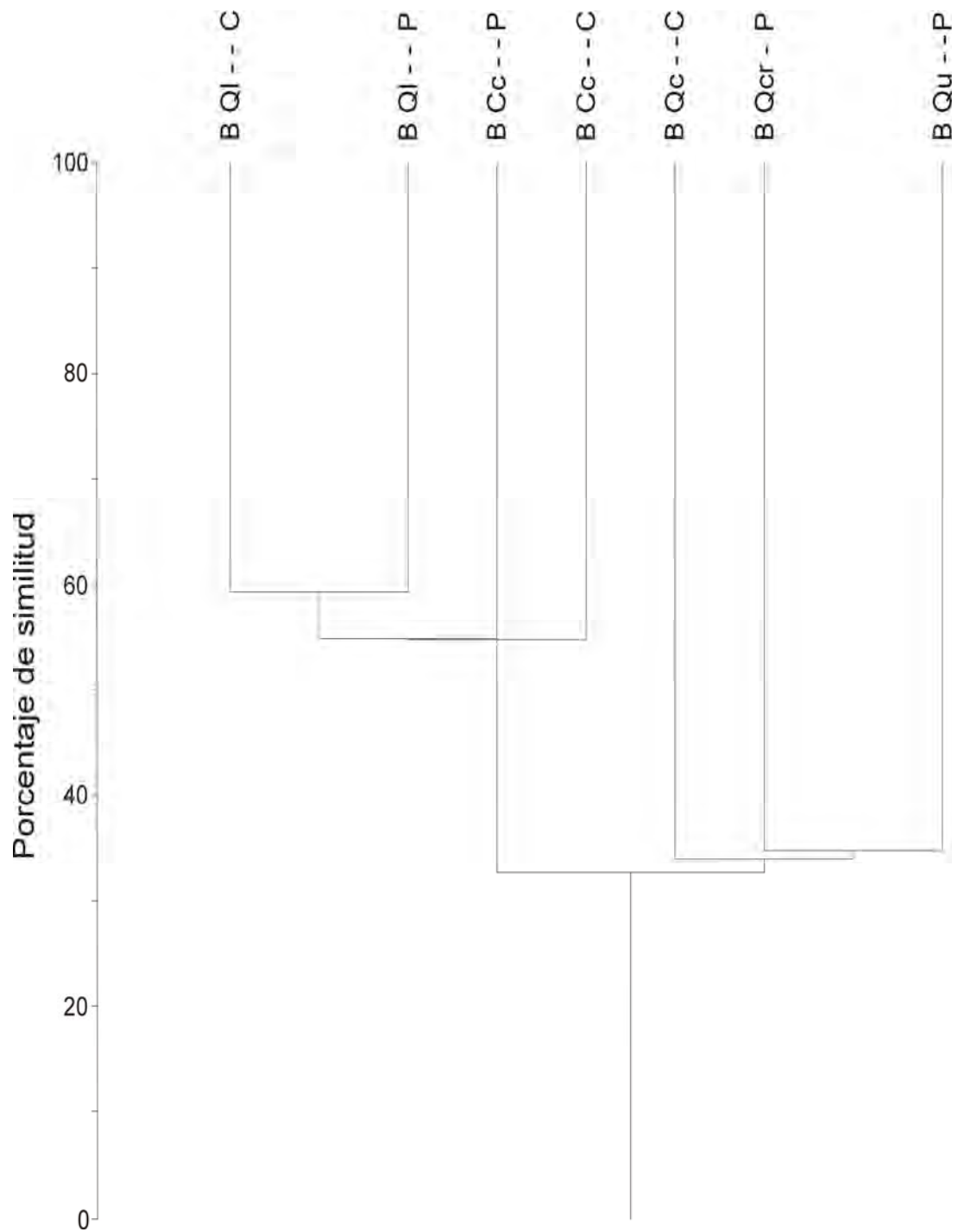


Figura 55. Dendrograma de unión simple para las parejas del índice de similitud de Sorensen

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 ASPECTOS MÉTODOLÓGICOS

La zona de estudio está delimitada de acuerdo con un polígono artificial que no sigue los límites naturales de la vegetación, por esta razón, no coincide con el límite natural de la misma.

La fotointerpretación fue uno de los procesos más importantes en el conocimiento de la zona de estudio pues permitió la identificación de polígonos de rodales y facilitó, de ese modo, la delimitación natural del bosque en las zonas húmeda y seca; sin embargo, se requiere de experiencia para poder llevar a cabo este proceso y aún mas importante es la verificación en campo de la interpretación y su corrección mediante el conocimiento de la zona de estudio.

El ingreso y procesamiento adecuado de la información dentro de los SIG's utilizados en este trabajo fue muy importante, ya que si se ingresa la información de calidad (información verdadera que fue obtenida por mediciones cuantitativas), los productos obtenidos serán igualmente de calidad; esto es particularmente importante cuando el objetivo es el de producir un mapa de vegetación a una escala mas grande que la fuente original, con ayuda de fotografías aéreas.

La importancia de conocer y revisar la cartografía temática de la zona de estudio es, en principio, fundamental para ubicar los sitios representativos donde se colocarán las unidades muestrales.

La ubicación de los sitios de los muestreos fue adecuada, evitando la topografía abrupta de algunas zonas del parque, se obtuvo una mayor representatividad del área de estudio.

La aportación metodológica mas importante del presente trabajo, es el mapeo de los individuos arbóreos dentro del círculo y la elaboración de perfiles

diagramáticos de la vegetación, ya que en el método diseñado por Ostrom y Wertime (1995) y modificado en su formato P (Ruiz-Jiménez, *com. pers.*) no se considera la elaboración de los mismos. Con esta contribución se pretende proporcionar una nueva alternativa para estudiar la estructura vertical de la vegetación.

## 7.2 ASPECTOS FLORÍSTICOS

No obstante que el presente estudio no es un trabajo florístico, fue posible tener una buena representación de las especies presentes en la región.

Las asociaciones vegetales que presentan los valores mas altos para la riqueza de especies en la vegetación templada son el BMM conservado (*Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina*) y el bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* conservado, el primero con 44 especies y el segundo con 33, lo que refuerza la clasificación del estado de conservación pues, en este estudio, la disminución del número de especies se vio relacionado con su estado de conservación, a excepción de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata*, en donde el número de especies fue menor que en algunas asociaciones perturbadas ya sea por el grado de rocosidad del suelo o por ser un muestreo único.

Para la vegetación seca el encinar que presentó mayor número de especies fue el Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. con 28 especies, en esta cifra contribuyen de manera importante las especies del estrato herbáceo.

Se registraron también especies que están protegidas en la NOM-059-ECOL-2001: *Carpinus caroliniana* y *Litsea glaucescens*; la primera se encuentra en la categoría de Amenazada (A) y la segunda en Peligro de Extinción (P).

## 7.3 COMPARACIÓN SINECOLÓGICA

El dendrograma que se realizó, muestra la separación de los muestreos en dos grandes grupos, los que conforman la vegetación templada húmeda y la vegetación templada seca. De acuerdo con el dendrograma, la vegetación

templada húmeda se constituye por el BMM (conservado y perturbado) así como el bosque de *Quercus laurina* - *Syrax ramirezii* (conservado y perturbado). La vegetación templada seca se constituye por los bosques de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata*, *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* y *Quercus urbanii* - *Pinus sp.*

Los valores mas altos obtenidos de los parámetros estructurales calculados para los dos tipos de vegetación que se identificaron en este estudio (BMM y BQ), se compararon con otros valores de las mismas comunidades vegetales.

En el BMM conservado, la densidad (923.10 ind/ha) se encuentra entre los valores intermedios reportados para esta comunidad vegetal, sin embargo, el valor obtenido para el área basal (64.86 m<sup>2</sup>/ha) y la cobertura (352.69%) están dentro de valores altos para estos parámetros (Cuadro 26).

Con respecto a los valores obtenidos para el BMM perturbado, la densidad (572.96 ind/ha) se encuentra dentro de valores bajos de esta comunidad vegetal, sin embargo, los valores de área basal (80.63 m<sup>2</sup>/ha) y cobertura (391.58%), están dentro de los valores altos para estos parámetros (Cuadro 26). Esto sucede debido a que los árboles que se encuentran en las zonas perturbadas del parque son pocos pero sus dimensiones tanto en altura como en diámetros son muy grandes, por tanto los parámetros de área basal y cobertura son muy altos.

Con respecto a las alturas, el límite superior (34.76 m) se encuentra dentro de los mas altos para este tipo de vegetación, de modo que se puede clasificar como un bosque mediano, con árboles emergentes, altos, de los géneros *Pinus* y *Quercus* (Cuadro 26).

La presencia de los estratos herbáceo y arbustivo, además de especies indicadoras de conservación en cada uno de ellos, corrobora que el BMM conservado, mantiene un buen nivel de conservación, así también, la presencia de plántulas de las especies arbóreas nos habla de la buena regeneración en el bosque (Escutia, 2004).

En los histogramas diamétricos, se puede observar que después de una presencia continua de frecuencias, existen clases diamétricas ausentes, lo cual no se debe a un fenómeno de perturbación, sino posiblemente a la influencia de la estructura poblacional de los individuos dominantes de esta comunidad. La

Cuadro 26. Cuadro comparativo de los valores estructurales para los bosques del Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno' Cerro del Huixteco, Taxco de Alarcón, Guerrero, México y otros bosques templados.

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad (ind / ha)	AB (m <sup>2</sup> / ha)	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno', Cerro del Huixteco, Taxco de Alarcón, Guerrero	BMM conservado	3.18	923.10	64.86	352.69	32.56	Este trabajo
	BMM perturbado	3.18	572.96	80.63	391.58	34.76	Este trabajo
	Bosque de <i>Quercus</i> (templado húmedo)	3.18	1432.39	68.49	349.08	29.16	Este trabajo
	Bosque de <i>Quercus</i> (templado seco)	3.18	795.77	1.46	230.45	21.02	Este trabajo

Cuadro 26. Continuación

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Volcán San Martín, Tuxtla, Veracruz	Selva baja Perennifolia	No especificado	2398.24	62.29	-----	5-18	Álvarez del Castillo (1977)
			2910.78	57.84	-----		
			2456.80	30.06	-----		
Tiltepec (Oaxaca)	BMM	3.33	1738	42.72	468.47	-----	Arellanes (2000)
			1272	41.87	-----		
			764	39.73	-----		
			569	37.24	-----		
Carrizal de Bravo, Guerrero	BMM	1	1299	54.72	-----	-----	Catalán <i>et al.</i> (2003)
Monte Grande, Hidalgo	BMM	3.18	1364	23.478	223	-----	Escutia (2004)
			1304	23.428	221	-----	
			880	22.712	194	-----	
			405	20.474	150	-----	
			254	18.492	122	-----	
		20	174	16.476	101	-----	

Cuadro 26. Continuación

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Omiltemi, Guerrero	BMM	3.3	2069	49.81	263.81	18 - 25	Meave <i>et al.</i> (1992)
Santo Tomás Teipan, Oaxaca	BMM	3.3	821	42.77	436.1	-----	Mejía-Domínguez (2003)
		5	626	42.62	-----	-----	
		10	468	41.85	-----	-----	
		15	369	40.56	-----	-----	
Gómez Farías, Tamaulipas	BMM	4.8	1169	31.55	-----	15 - 25	Puig <i>et al.</i> (1983)
Pueblo Nuevo, Solistahuacán, Chiapas	Bosque de <i>Quercus</i> - <i>Podocarpus</i>	5	53193*	67	-----	-----	Ramírez-Marcial <i>et al.</i> (2001)
			57733*	62	-----	-----	
			31733*	56	-----	-----	

Cuadro 26. Continuación

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>		60601*	55	-----	-----	
	- <i>Liquidambar</i>		35395*	47	-----	-----	
	Bosque de <i>Pinus</i>		13015*	22	-----	-----	
			21420*	20	-----	-----	
Puerto Soledad, Oaxaca	BMM	3.18					Ruiz-Jiménez
Ladera este			1777.53	96.07	419.82	23	(1995)
Ladera norte			1101.67	87.84	257.11	20	
Ladera oeste			2039.37	73.79	506.56	35	
Ladera sur			2730.10	41.80	323.23	23	
Cimas			505.13	172.03	272.24	28	
Sierra Monteflor, Oaxaca	BMM	3.18	1081.33	40.19	-----	3 - 20	Ruiz-Jiménez
	Bosque de <i>Quercus</i>	3.18	2039.14	54.95	-----	2-16	(2003)

\*Densidad de tallos



Cuadro 26. Continuación

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Manantlán, Jalisco	BMM	5	715	56.7 ± 14.7	-----	21 -35	Santiago (1992)
Cuzalapa, Jalisco <i>El Durazno</i>	BMM	2.5					Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i> (2003)
Barranca de la Nogalera I			1044	22.20	-----	-----	
Barranca de la Nogalera II			1176	42.66	-----	-----	
Arroyo La Paloma			1332	62.20	-----	-----	
La Magnolia			784	35.1	-----	-----	
<i>La Pareja</i>							
Arroyo de la Sidrita Seca			972	31.51	-----	-----	
Puerto Martínez I			832	31.30	-----	-----	
Puerto Martínez II			764	25.87	-----	-----	
El Tigre			1440	38.71	-----	-----	

Cuadro 26. Continuación

Localidad	Clasificación	Límite inferior DAP (cm)	Densidad ( ind / ha )	AB ( m <sup>2</sup> / ha )	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
El Triunfo, Chiapas	BMM	5	960 ± 102.4	54.5 ± 12.43	-----	40	Williams-Linera (1991)
Simojovel, Chiapas	Montane rain forest	2.54	102.1	102.1	84.6	27.01	Zuill y Lathrop (1975)

ausencia de individuos o disminución de frecuencias en algunas clases centrales, puede interpretarse como un efecto directamente relacionado con su uso para la obtención de leña por los campistas, esto debido a que los individuos pertenecientes a estas clases, son individuos delgados y bajos.

Con todo lo anterior, se puede concluir que éste, es un bosque conservado, y a partir de él, se pueden obtener insumos necesarios (semillas, plántulas) para la restauración y mantenimiento de los sitios perturbados.

En el BMM perturbado, el estrato herbáceo se encuentra ausente o escaso y no se registraron individuos de *Carpinus caroliniana* debido a que la regeneración del estrato herbáceo y arbustivo está alterada, esto se debe a que esta zona del parque es la que más se ha visto afectada por la afluencia de visitantes. Hasta antes de la remodelación del parque en el 2007, era posible introducir vehículos en casi cualquier sitio del parque, lo anterior ocasionó que el suelo se compactara al grado de no permitir la regeneración de ninguna de las especies presentes en el mismo. En el resto del bosque perturbado, pese a la influencia humana, ha sido posible la regeneración de alguno de estos estratos, ya que no es posible introducir vehículos por tanto, el suelo no ha sido compactado.

De acuerdo a los histogramas diamétricos, en este bosque se pueden encontrar árboles con distintos grosores, y solo en el muestreo dos se tienen las clases quinta y sexta bien representadas, a esta última pertenecen los árboles mas gruesos de hasta 0.906 m, cabe resaltar que las clases intermedias ausentes, corresponden a los muestreos donde hay mas afluencia de visitantes y utilizan a estos individuos para hacer leña para sus fogatas o para cocinar, esto se observó durante el desarrollo de este trabajo.

En lo que respecta a las alturas, en este bosque existe un gran número de individuos de talla baja, sin embargo, la alta frecuencia de los individuos de la quinta clase, indica que el bosque posee un amplio intervalo de alturas (1.69 - 34.76 m).

Se consideran dos sitios como los más perturbados del BMM, en los que la intensidad de la perturbación es evidente por el cambio en la fisonomía de la vegetación. El muestreo dos, que como ya se mencionó, es donde se encuentran

los juegos mecánicos, sanitarios y asadores, es uno de los sitios cuya pendiente casi es nula y permite el acceso de las personas a esta zona. Con lo que respecta al sitio en el que se encuentra el muestreo 30, las actividades que se realizan ahí son las directamente responsables de su perturbación, esto es porque es un lugar plano, en donde los grupos de campistas, estudiantes o boy scouts, llevan a cabo sus campamentos. Se pueden observar indicios de fogatas, fecalismo y además quema de basura; los árboles de este sitio son muy altos y fisonómicamente es un bosque abierto, por lo que se observan muchos claros, lo que permite que haya luz directa del sol, una razón mas para que los campistas elijan este sitio para sus actividades.

En el bosque de encino, los valores de los parámetros estructurales oscilan entre valores bajos y altos de los descritos para esta comunidad vegetal. La densidad presenta como valores bajos un mínimo de 222.82 ind/ha y en los valores altos se tiene como máximo 1432.39 ind/ha, el valor de área basal bajo es de 0.69 m<sup>2</sup> / ha y el mas alto de 68.49 m<sup>2</sup> / ha. En lo que respecta a la cobertura, ésta tiene valores bajos de 122.45% hasta 349.68%. Para los encinares la variabilidad es debida a que no se tiene un solo tipo de encinares, sino que se presentan encinares secos y húmedos (Cuadro 26).

La altura del bosque le da la clasificación de bosque mediano, los árboles mas altos pertenecen al género *Quercus* sp.

En las asociaciones presentes en esta comunidad es importante destacar que:

El bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata*, tiene una ubicación en el parque en laderas de topografía abrupta y esto juega un papel muy importante para su estado de conservación, puesto que el único lugar accesible para conocer la estructura de la vegetación se encuentra en el punto mas alto del parque, la cima. De acuerdo con los histogramas diamétricos la mayoría de los árboles son delgados y según los histogramas de alturas, se encuentran individuos bajos.

El bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*, se encuentra ubicado en el extremo sureste del parque, este sitio también está expuesto al deterioro antropogénico. Este es un bosque poco denso por lo que la insolación

es mayor y que el sotobosque escaso. De acuerdo a los histogramas de alturas y diamétricos, puede clasificarse como un bosque bajo y con tallos delgados.

En el bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* conservado, tiene muchas similitudes estructurales con el BMM conservado, de acuerdo con el histograma diamétrico, la mayoría de los árboles son de tallos delgados y muy pocos tienen diámetros mayores, sin embargo, el histograma de alturas, muestra que un porcentaje de frecuencias considerable, se encuentra distribuido en las clases intermedias y altas, lo que indica que a pesar de ser árboles delgados, alcanzan tallas altas. Cabe resaltar que en los histogramas hay clases ausentes, esto se debe al posible uso de los árboles para leña, pues a pesar de estar alejado de la zona turística, hay disturbios evidentes en todo el bosque (presencia de basura, tocones y saqueo de tierra).

En la asociación *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* perturbado, la situación es similar, ya que el histograma diamétrico muestra sólo la presencia de individuos de las primeras clases, lo mismo sucede con los histogramas de alturas. Por tanto el bosque es un bosque con tallos delgados y de alturas bajas, es importante resaltar que esta zona es una de las preferidas por los campistas puesto que es un sitio mas o menos plano y muy alejado del centro del parque, también aquí hay indicios de tala, fogatas y quema de basura.

El bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. se encuentra ubicado en la zona mas seca del parque, de acuerdo con los histogramas diamétricos y de alturas, en el bosque se presentan individuos delgados y muy bajos; esta asociación se vio fuertemente afectada debido a la reciente construcción de un sendero en el bosque que había permanecido intacto y que conduce directamente al Monumento al Viento a causa del proyecto ecoturístico llevado a cabo en la zona.

### 7.3.1 Estructura poblacional

Las estructuras poblacionales de las especies más importantes, definen los comportamientos de las comunidades vegetales, esto mediante la interpretación de histogramas diamétricos y de alturas de las mismas; así, las variaciones que se presenten se deberán al resto de las especies.

En el bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana* se encontraron cinco especies en las que se analizó su estructura poblacional (Fig. 16).

*Carpinus caroliniana* es una población donde se encuentran representadas todas las clases diamétricas y de alturas, lo que indica que es una población que tiene óptimas condiciones de regeneración.

*Clethra mexicana* presenta de forma general, una población de árboles delgados (primeras clases diamétricas) y bajos (primeras clases de alturas), sin embargo, se observa una disminución drástica en las clases intermedias, de acuerdo a lo observado en campo, esto puede ser consecuencia de la tala de árboles de diámetros medianamente gruesos (0.201-0.399 m de diámetro) que son usados como leña.

*Cleyera integrifolia* es una población en la que la mayor densidad de individuos se encuentra localizada en la primera clase diamétrica y de altura, sin embargo, la disminución drástica entre la primera y la segunda clase se debe inequívocamente a la extracción de madera.

*Quercus laurina* es una especie en cuya población se tiene una buena representación de individuos de todos los grosores, la mayor frecuencia de altura se encuentra en las últimas clases y la mayor frecuencia diamétrica se encuentra en las primeras clases, así, la población en su mayoría se compone de individuos altos y delgados, sin embargo, aunque son pocos los individuos gruesos, son los que más contribuyen al área basal. La presencia de todas las clases, tanto diamétricas como de alturas indica que es una población que está en óptimas condiciones de regeneración

*Styrax ramirezii*, presenta una población de árboles delgados y bajos, aunque los árboles altos y gruesos están presentes, es probable que ocurra lo mismo que en el caso de *Clethra mexicana*, en donde la escasa presencia de individuos de diámetros mayores se deba a la tala de individuos de talla media que los visitantes llevan a cabo en el parque.

De las especies presentes en la asociación de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*, sólo para *Quercus crassifolia* se registraron más de 15 individuos (Fig. 34). De acuerdo con los histogramas diamétricos y de alturas se observa que esta población presenta mayor número de individuos delgados y

pequeños y en menor proporción árboles de diámetros gruesos y tallas grandes, con este comportamiento se puede observar que esta especie tiene un lento crecimiento pero no se ve afectada por los disturbios antropogénicos que sufre el parque. Es importante mencionar que esta especie le da a la asociación vegetal su fisonomía característica.

En la asociación *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* se encontraron tres especies que tuvieron presencia de más de 15 individuos (Fig. 41), *Quercus laurina* muestra en sus histogramas una frecuencia alta de individuos de tallos delgados y de alturas bajas, y pese a que los árboles gruesos son pocos, estos poseen las mayores alturas. De esta manera, esta especie es la que más contribuye al área basal y a la cobertura, por tanto obtiene los primeros sitios en los valores de importancia relativa.

*Styrax ramirezii* es una población dominada por árboles delgados y pequeños, sin embargo, la drástica disminución y ausencia de dos clases diamétricas puede atribuirse a la tala de árboles puesto que la madera es un recurso requerido por los visitantes y por pobladores de los alrededores.

*Ternstroemia lineata* presenta un comportamiento en el que abundan los árboles de tallos delgados y bajos, la ausencia de la segunda clase diamétrica indica que esta especie está siendo utilizada para producir leña y su población corre un grave riesgo de desaparecer en la zona.

En la asociación *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. sólo *Quercus urbanii* registró 15 o más individuos (Fig. 54). En los histogramas diamétrico y de alturas esta especie se caracteriza por tener árboles bajos y delgados, sólo algunos árboles sobrepasan los 7.83 m, este comportamiento no está relacionado con algún tipo de disturbio, y la fisonomía observada en campo, coincide con lo obtenido en el análisis.

## 7.4 ASPECTOS DE LA VEGETACIÓN

### 7.4.1 Diversidad

#### 7.4.1.1 Índices

Respecto al índice de Shannon Weiner, el valor más alto fue de 2.809 y corresponde al bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* conservado y el menor fue de 2.200 que corresponde a la asociación de bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* perturbado, esto indica que el bosque más heterogéneo taxonómicamente es el de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* y el más homogéneo es el de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*, estos valores son congruentes con la riqueza de especies obtenidas para cada sitio.

Por el contrario, el índice de Simpson es un índice de dominancia; la menor heterogeneidad la presenta el bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* perturbado, con un valor de 0.9085 y el más heterogéneo (0.8173) es el bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*.

En cuanto al índice de similitud de Sorensen de entre las parejas que se analizaron, las que obtuvieron el valor más alto de similitud se presentó entre las dos condiciones de perturbación de la asociación *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii*; el siguiente valor de similitud alta fue entre las dos condiciones del bosque mesófilo de montaña de *Carpinus caroliniana*, el tercer valor se encuentra entre el bosque mesófilo de *Carpinus caroliniana* (conservado) y el bosque de *Quercus laurina*- *Styrax ramirezii* (conservado), lo anterior refuerza las similitudes fisonómicas observadas en campo y obtenidas en los resultados de los análisis estructurales.

En el dendrograma elaborado con base en el índice de similitud de Sorensen (Fig. 55) se constituyen dos grupos homogéneos, el grupo de vegetación templada húmeda y el de la vegetación templada seca, este dendrograma a su vez es muy similar al obtenido al del análisis de clasificación por el método de



Ward (Fig. 9), con lo anterior se refuerza la separación de estos tipos de vegetación.

#### 7.4.2 Evaluación del estado de conservación

Cuando se comenzaron los recorridos para reconocer la zona de estudio, se inició de manera implícita la evaluación del estado de conservación del bosque.

De primera instancia, la terracería conduce hasta el centro del bosque húmedo, donde se encuentra la infraestructura del parque, que sirve para la recreación y convivencia de los visitantes (tobogán, resbaladillas, columpios, sube y baja, asadores de carne y mesas de cemento para comer), además de senderos marcados con rocas, así como sanitarios y un estacionamiento.

En segundo lugar, se observó una clara perturbación en el bosque por el establecimiento de dicha infraestructura, la manifestación de ello es, a nivel biológico, la ausencia de los estratos herbáceo y arbustivo; a nivel antropogénico se observó la presencia de tocones, restos de fogatas, basura y compactación del suelo por entrada de vehículos.

Debido a la afluencia de visitantes, esta condición de perturbación es constante en todas las áreas del parque donde la terracería permite el acceso de vehículos y de personas más fácilmente. De modo que se decidió considerar estos sitios como perturbados, y conservados a aquellos alejados de la terracería, de pendientes pronunciadas o inaccesibles y con presencia de los estratos herbáceo y arbustivo sin tocones, fogatas, ni basura.

Así, mediante el establecimiento de muestreos de vegetación se logró conocer los valores estructurales que permitían corroborar lo observado. Los datos obtenidos de este análisis confirmaron la propuesta inicial de la clasificación del estado de conservación de la vegetación.

Los valores de densidad en el estrato arbóreo obtenidos para el BMM contrastó de manera importante entre los sitios perturbados y conservados, ya que el incremento de individuos fue de un 65.50%; algo similar ocurre con el bosque de *Quercus*, aunque la proporción es menor.

En el mapa final de vegetación se identificaron dos tipos de vegetación: Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de *Quercus*; en cada uno de ellos se identificaron de manera gráfica las áreas donde se delimitaron las asociaciones vegetales con sus estados de conservación (áreas conservadas y perturbadas). De acuerdo con los valores estructurales y florísticos obtenidos y la fotointerpretación y el conocimiento de la zona de estudio que se adquirió mediante los recorridos de campo, se delimitó cada una de las áreas ocupadas por las diferentes asociaciones vegetales.

Es importante mencionar que las condiciones abióticas, son determinantes en la distribución de las asociaciones vegetales templadas o secas. En este estudio, las condiciones climáticas de precipitación y temperatura no fueron elementos importantes para la segregación de la vegetación, sino que, particularmente para esta zona, la orientación de las laderas y la insolación que ellas reciben fungió como un determinante para la presencia de ciertas especies en la zona templada p.ejem. *Carpinus caroliniana*, *Quercus laurina* y en la zona seca *Quercus urbannii* y *Quercus crassifolia*. Los encinares secos reciben de manera constante la cantidad de insolación que no reciben las asociaciones de afinidad templada.

Las cinco asociaciones encontradas en este trabajo fueron discriminadas en conservadas y/o perturbadas; para corroborar este diagnóstico se analizaron de la manera siguiente:

El bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata* se clasificó como vegetación conservada, debido a que fisonómicamente presenta los tres estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo; no se encuentran presentes especies indicadoras de perturbación, pero si se encuentra una especie indicadora de conservación dentro del estrato herbáceo: *Habenaria* sp. En el estrato arbóreo se encuentran especies características de las asociaciones presentes en los encinares secos como *Quercus castanea*, *Juniperus flaccida* y *Quercus obtusata*.

El valor de densidad obtenido en este tipo de vegetación se encuentra dentro de los valores intermedios para los encinares en este parámetro y debido a que no se llevaron a cabo más muestreos en esta asociación vegetal, el valor anterior se comparó con el resto de los encinares de la zona de estudio.

Los bosques de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata* y *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. fueron clasificados como perturbados, en primera instancia por ser los sitios que frecuentan los visitantes del parque. Fisonómicamente, en ambas asociaciones se encuentra presente el estrato herbáceo, empero, en ambas asociaciones, están presentes especies indicadoras de perturbación, por ejemplo *Pteridium* y algunas compuestas. El estrato arbustivo estuvo ausente para algunos muestreos realizados en ambas asociaciones, con un número muy bajo de especies en este estrato (solo cinco especies), de las cuales dos presentan hábito arbóreo (*Ternstroemia lineata* y *Juniperus flaccida*).

En cuanto a los valores de estructurales, el bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*, fue el encinar que presentó los valores mas bajos de densidad de todos los encinares secos y en contraste el bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. se encuentra ubicado entre los valores medios y altos para los encinares secos; el valor de área basal y cobertura en ambas asociaciones también presentan valores bajos de entre los encinares secos.

Para el bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp., los manchones correspondientes a vegetación perturbada delimitados en el mapa final (Fig. 8), fueron los sitios donde se llevaron a cabo los muestreos; sin embargo, se logró delimitar un área donde esta asociación es dominante y se encuentra en estado conservado, pues la pendiente limita el acceso a ese sitio, por lo cual no se tienen los valores para poder compararlos.

En cuanto al BMM y el encinar templado, se diferenciaron dos estados de conservación. La razón principal para la separación de ambos estados es fundamentalmente la ausencia de los estratos arbustivo y herbáceo y la perturbación de origen antropogénico.

La zona de recreación del parque estatal, se encuentra ubicada en el BMM por lo cual el área mas perturbada se encuentra en este tipo de vegetación, es en este sitio donde no se observa un estrato arbustivo o herbáceo, es aquí también donde se encuentra toda la infraestructura del parque; sin embargo, en los sitios aledaños aun se encuentra un área considerable que aun permanece bien conservada donde los estratos herbáceo y arbustivo están presentes.

En los dos estados de conservación se encuentran presentes los tres estratos, sin embargo, la diferencia fundamental radica en la disminución del número de especies entre los conservados y perturbados. Es importante resaltar que en cada uno de los estratos del BMM conservado se encuentran especies indicadoras de conservación, por ejemplo, para el sotobosque se encuentran las especies *Adiantum andicola* y *Carpinus caroliniana*, esta última especie está enlistada en la NOM-ECOL-056 en la categoría de amenazada; para el estrato arbustivo se encuentra como especie indicadora de conservación *Litsea glaucescens*, que también se encuentra en la NOM-ECOL-056 en la categoría en peligro de extinción; finalmente en el estrato arbóreo se encuentra la especie *Carpinus caroliniana*, que es la especie fisonómicamente más importante en este tipo de vegetación. Pese a que esta especie es indicadora de conservación se encuentra presente en el estrato arbóreo del estado perturbado del BMM, sin embargo, su densidad es menor y no fue encontrada en los estratos arbustivo ni herbáceo, a pesar de la perturbación, estos árboles quedan como un remanente del bosque original.

Analizando la riqueza de especies y los parámetros estructurales, es necesario resaltar que, comparando ambos estados de conservación, la primera diferencia es que el número de especies disminuye, en el BMM conservados se registraron 41 especies y para el BMM perturbados se registraron 18 especies. En el estrato herbáceo estuvo ausente en uno de los cuatro muestreos realizados; y en el estrato arbustivo del BMM perturbado hubo ausencia de individuos en tres de los cuatro muestreos; para el estrato arbóreo, es de las más bajas para este tipo de vegetación, el área basal y la cobertura no son indicativos de esta disminución ya que se no se ven mermados con respecto a los valores conservados debido a los grandes diámetros y coberturas.

Con lo que respecta al encinar templado, cuya asociación es *Quercus laurina - Styrax ramirezii*, la separación de los estados de conservación también se basó en la perturbación antropogénica, que se presenta en la parte sureste del mapa final de vegetación (Fig. 8). La cercanía con el BMM explica el que compartan algunas especies indicadoras de conservación, para el estrato herbáceo comparten *Adiantum andicola* y una plántula de *Litsea glaucescens*, y

solamente una exclusiva para este encinar: *Govenia superba*; para el estrato arbustivo se registran como especies indicadoras de conservación *Carpinus caroliniana*, *Govenia superba* y *Litsea glaucescens*; para el estrato arbóreo encontramos la combinación de elementos templados como *Cleyera integrifolia* y *Cornus disciflora* con *Quercus crassifolia* y *Juniperus flaccida*.

El número de especies del encinar conservado y perturbado fue para el primero 33 especies y para el segundo 20 especies.

Los valores de los parámetros estructurales no reflejan una diferencia importante entre los estados de conservación pues los parámetros perturbados se encuentran dentro del intervalo de los parámetros estructurales del estado conservado.

De esta forma la separación entre los estados de conservación, se fundamenta en la presencia de la perturbación antropogénica, puesto que en este sitio se encuentran indicios de fogatas, presencia de tocones, basura y compactación del suelo por la introducción de vehículos en la zona.

La delimitación del BMM perturbado en el mapa final de vegetación (Fig. 8) fue fácilmente identificable, pues los sitios están sumamente perturbados y los resultados de los muestreos lo reflejan, sin embargo, la delimitación entre el BMM conservado y el Bosque de *Quercus laurina* conservado fue un poco complejo pues tienen algunas especies en común, aquí lo que fue útil para la delimitación de la vegetación fue la dominancia del *Quercus laurina* en los muestreos de vegetación, lo que más ayudó a la delimitación de la vegetación fue el conocimiento de la zona de estudio y la fotointerpretación.

#### 7.4.3 Evaluación de los daños causados por el proyecto Ecoturístico

En el parque estatal 'Francisco Torres Moreno' se llevó a cabo un proyecto ecoturístico que inició en el 2007, y que para el 2008 prospectaba objetivos muy particulares (Ver 2.1.4 Proyectos actuales).

Pese a que existe un plan para llevar a cabo un desarrollo ecoturístico, en la realidad, no se realizaron todos los puntos planteados en el proyecto; de los siete puntos planteados en la primera fase del proyecto sólo se llevó a cabo uno:

la remodelación de las áreas recreativas y construcción de senderos, porque hasta finales del año 2008, no se habían establecido las zonas de turismo extremo.

Las obras se iniciaron sin un estudio previo de impacto ambiental, y pese a que el subsecretario de Planeación de la Secretaría de Fomento Turístico del estado y el consejo del municipio, estuvieron enterados de la realización de esta tesis decidieron no tomarla en cuenta en el desarrollo de su proyecto. La licitación para realizar la evaluación de impacto ambiental la ganó una empresa extranjera, sin embargo ésta no se llevó a cabo.

Posteriormente dieron inicio los trabajos de mantenimiento con motivo de la fiesta del Día del Jumil y fue entonces donde, sin previa Manifestación de Impacto Ambiental, se comenzaron a remodelar las zonas de recreo, se pintaron los juegos mecánicos, se reacondicionó el tobogán y comenzaron a establecer senderos retirando los árboles cercanos, sin importar la identidad taxonómica de los mismos, fue en este proceso en el cual se talaron individuos jóvenes de *Carpinus caroliniana*, *Phyllonoma laticuspis* y *Cleyera integrifolia*, entre otros.

Además iniciaron una excavación y desenraizamiento de árboles cuyas alturas eran de cinco a ocho metros y diámetros de unos 20 cm de diámetro, para establecer un estacionamiento, la mayoría de los individuos extraídos fueron *Carpinus caroliniana*,

Por otro lado, se realizó el establecimiento de un sendero cuyo trazo pasó en el centro de un muestreo perteneciente al Bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp. donde, durante el recorrido inicial en campo, se identificaron plántulas de algunas especies arbóreas presentes en la zona como *Clethra mexicana*, *Cleyera integrifolia*, *Myrsine juergensenii* y *Ternstroemia lineata*. Se establecieron también sanitarios cuyo drenaje desemboca cerca de un manantial, con lo cual éste se ha contaminado.

#### 7.4.4 Propuesta para la restauración, mantenimiento y conservación del parque

Los daños ocasionados al parque fueron hechos en las zonas perturbadas y desde una perspectiva alentadora, puede reducirse su impacto. Afortunadamente las zonas conservadas, sobre todo de la vegetación templada, quedaron intactas después de la remodelación.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio y al conocimiento de la zona de estudio, se pueden proponer estrategias para su restauración:

- Colocar una pluma en la entrada del parque para evitar el introducir vehículos.
- Propiciar la recolección periódica de la basura con apoyo del departamento de limpieza del municipio y sancionar la quema de la misma.
- Establecer baños secos, los cuales son más amables con el ambiente y evitan la contaminación del agua y los afluentes cercanos.
- Colocar biodigestores en los baños con agua con los que actualmente cuenta el parque para tratar el agua antes de liberarla al suelo.
- Evitar en lo subsecuente la extracción de suelo (tierra de hoja).
- Aflojar el suelo para permitir la infiltración del agua y la regeneración del estrato herbáceo y arbustivo.
- Establecer viveros de las especies mas importantes para cada uno de los tipos de vegetación, poniendo especial interés en aquellas protegidas por la NOM- ECOL-059.
- Reforestar las zonas perturbadas con especies nativas del parque de acuerdo con el tipo de vegetación, por ejemplo, *Carpinus caroliniana* y *Quercus laurina* para el BMM y encinares húmedos, así como utilizar las diferentes especies de encinos de acuerdo con la asociación vegetal.
- Realizar el ordenamiento territorial del parque para poder establecer una zona núcleo y con ello asegurar la permanencia de la vegetación.

## 8. CONCLUSIONES

Del presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones:

1. La fotointerpretación, el uso de la cartografía de la zona y el conocimiento del parque estatal, facilitó la clasificación de la vegetación.
2. La implementación de los círculos concéntricos como método de muestreo fue una herramienta eficaz para poder obtener información representativa de la vegetación.
3. La elaboración de los perfiles diagramáticos de la vegetación, facilitó el análisis de la estructura vertical de la zona de estudio y es una modificación importante para el formato de muestreo.
4. Se identificaron dos tipos de vegetación en el parque: Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de *Quercus*, en cada uno de los cuales se encontraron diferentes asociaciones vegetales.
5. La asociación vegetal mas importante es la que se presenta en el BMM *Carpinus caroliniana* - *Quercus laurina*.
6. El BMM tiene como especie dominante *Carpinus caroliniana*, que es una especie protegida por la NOM-059-ECOL-2001.
7. Los daños causados a las comunidades vegetales por el uso inadecuado de los bosques, pueden ser atenuadas con la implementación de un programa de restauración para el parque estatal 'Francisco Torres Moreno'
8. La restauración de estas comunidades vegetales depende de manera primordial del interés de los visitantes del parque y de las autoridades de éste municipio.



## 9. LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 224 p.
- Álvarez del Castillo, C. 1977. Estudio ecológico y florístico del cráter del volcán de San Martín Tuxtla, Ver., México. *Biótica*, 2:3-54.
- Arellanes, Y. 2000. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Catalán, C., L. López-Mata y T. Terrazas. 2003. Estructura, composición y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 74:209-230.
- Centro Estatal de Estudios Municipales de Guerrero. 1988. Los municipios de Guerrero. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Guerrero. México. 400 p.
- Escutia, J. A. 2004. Análisis estructural del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande de Lolotla, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 98 p.
- ESRI. 1999. ArcView Gis Ver. 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc., USA.
- Felicísimo, A. M. 1994. Modelos Digitales de Terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. Obtenido el 15 de noviembre en <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>
- Gómez-Pompa, A. 1998. La conservación de la biodiversidad en México: mitos y realidades. Conferencia Magistral. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63:33-42.

- INEGI. 1981. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. 1:50,000. Taxco. E14A68. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI. 1982. Carta Edafológica. 1:50,000. Taxco. E14A68. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI. 1998. Carta Topográfica. 1:50,000. Taxco. E14A68. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- INEGI. 2001. Carta Geológica. 1:50,000. Taxco. E14A68. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- ITC. 2001. ILWIS Ver. 3.0 Academic. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. Enschede, Netherlands.
- Kershaw, K. A. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. Arnold . Londres. 308 p.
- Krebs, C. J. 1978. Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. Harla. México, D. F. 753 p.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 2001. 784 p.
- López-Hernández, E. S. 1984. Estudio de la vegetación de Huamuxtitlán, Gro. En la depresión oriental del río Balsas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 131 p.
- Lot, A y F. Chiang. 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México. 142 p.
- Martínez G., M., R. Cruz, J. Castrejón, S. Valencia, J. Jiménez R. y C. A. Ruiz-Jiménez. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México Serie Botánica* 75 (2):105-189.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 168 p.
- Meave, J., M. Soto, L. Calvo, H. Paz y S. Valencia. 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. 2003. Análisis estructural en una parcela de una hectárea de bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Microsoft. 2003. Excel. Microsoft Corporation 1983-2001. USA.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. 2002. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Ostrom, E. y M. B. Wertime. 1995. IFRI Research Strategy. Workshop in political and policy analysis. Indiana. United States of America.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guerrero. 1990. Año LXXI no. 23. Chilpancingo, Gro. México. 8 p.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biótica*, 8:339-359.
- Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y G. Williams Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forest in Chiapas, México. *Forest Ecology and Management*, 153:311-326.
- Rosete, F. y G. Bocco. 2003. Los sistemas de información geográfica y la percepción remota. Herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales. *Gaceta Ecológica. Instituto Nacional de Ecología*. 68:43-54.
- Ruiz-Jiménez, C. A. 1995. Análisis estructural del bosque mesófilo de la región de Huautla de Jiménez (Oaxaca), México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 103 p.
- Ruiz-Jiménez, C. A. 2003. La vegetación de Sierra Monteflor (Valle de Cuicatlán, Oaxaca). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 106 p.
- Ruiz-Ocampo, J. 1994. El día del jumil en Taxco. Así somos... Órgano quincenal de información cultural, centro de investigación y cultura de la zona de la montaña. 4-77. Gro. México.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México. 432 p.

- Santiago, A. L. 1992. Estudio Fitosociológico del Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jal. 111p.
- Sánchez-Rodríguez, E., L. López Mata, E. García-Moya y R. Cuevas-Guzmán. 2003. Estructura, composición y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 73:17-34
- Torres, E. y S. Navarrete. 1986. Estudio florístico del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Gro. (Parque cerro El Huixteco). Biología de Campo. Área Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 107 p.
- Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28 (003:160-167).
- 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.
- Zuill, H. A. y E. W. Lathrop. 1975. The structure and climate of a tropical rain forest an associated temperate pine-oak-liquidambar forest in the northern highlands of Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 46:73-118.

## Apéndice 1

Lista florística del Parque Estatal 'Francisco Torres Moreno', Cerro del Huixteco, Taxco, Guerrero.

*Formas de crecimiento:* A= árbol; Ar= arbusto; H= hierba; En= enredadera; Be= bejuco.

*Tipos de vegetación:* BMMc= bosque mesófilo de montaña conservado; BMMp= bosque mesófilo de montaña perturbado; BQc= bosque de *Quercus castanea* - *Quercus obtusata*, BQcr= bosque de *Quercus crassifolia* - *Ternstroemia lineata*; BQlc= bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* conservado; BQlp= bosque de *Quercus laurina* - *Styrax ramirezii* perturbado; BQu= bosque de *Quercus urbanii* - *Pinus* sp.

### PTERIDPHYTA

#### ADIANTACEAE

H. *Adiantum andicola* Liebm. BMMc, BMMp, BQlc

#### DENNSTAEDTIACEAE

H. *Pteridium* sp. Gled. ex Scop. BQcr

H. *Pteridium feei* (W. Schaffn. ex Fée) Faull BQlp

#### POLYPODIACEAE

H. *Polypodium* sp. L. BMMc

### GYMNOSPERMAE

#### CUPRESSACEAE

A. *Juniperus flaccida* Schlttdl. BQc, BQcr, BQlc

#### PINACEAE

A. *Pinus* sp. L. BMMc, BMMp, BQc, BQu

**ANGIOSPERMAE****AGAVACEAE**

Ar. *Agave* sp. L. BQc

**APIACEAE**

H. *Eryngium* sp. L. BQCr

H. *Tauschia* sp. Schtdl. BQc, BQu

**ARALIACEAE**

A. *Oreopanax langlassei* Standl. BMMc

**ASPLENIACEAE**

H. *Asplenium monanthes* L. BMMc

**ASTERACEAE**

Ar. *Acourtia* sp. D. Don BQc

H. *Coreopsis* sp. L. BQu

H. *Melampodium* sp. L. BQu

H. *Microspermum* sp. Lag. BQu

Ar. *Montanoa* sp. Cerv. BQu

Ar. *Senecio praecox* (Cav.) DC. BQlc BQu

H. *Verbesina* sp. L. BQc, BQlp

Ar. *Vernonia* sp. Schreb. BQc

**BERBERIDACEAE**

H. *Berberis* sp. L. BMMc

**BETULACEAE**

A. *Carpinus caroliniana* Walter BMMc, BMMp, BQlc

**CAMPANULACEAE**

H. *Lobelia laxiflora* Kunth BMMc

**CAPRIFOLIACEAE**

H. *Lonicera* sp. L. BMMc, BQc

**CELASTRACEAE**

Be. *Celastrus* sp. L. BMMc, BMMp, BQlc

BQlp

Be. *Celastrus pringlei* Rose BMMc

A. *Zinowiewia* sp. Turcz. BMMc

**CLETHRACEAE**

A. *Clethra* sp. L. BQlp

A. *Clethra mexicana* DC. BMMc, BMMp, BQcr,  
BQlc, BQlp, BQu

**CORNACEAE**

A. *Cornus disciflora* DC. BMMc, BMMp, BQlc

**ERICACEAE**

Ar. *Agarista mexicana* (Hemsl.) Judd BQcr, BQu

A. *Arbutus xalapensis* Kunth BMMc, BQc, BQcr  
BQlc, BQlp, BQu

A. *Arctostaphylos* Adans. BQcr

**EUPHORBIACEAE**

H. *Euphorbia* L. BQu

**FABACEAE**

H. *Desmodium* sp. Desv. BMMc, BQu

Ar. *Calliandra grandiflora* (L'Hér.) Benth. BQc

H. *Cologania* sp. Kunth BQcr, BQu

Be. *Cologania broussetii* (Balb.) DC. BQc

**FAGACEAE**

A. <i>Quercus</i> sp. L.	BMMc, BMMc, BQlc BQu
A. <i>Quercus candicans</i> Née	BMMc, BMMp, BQc BQlc, BQu
A. <i>Quercus castanea</i> Née	BQc
A. <i>Quercus crassifolia</i> Humb. et Bonpl.	BQc, BQcr, BQlc, BQlp, BQu
A. <i>Quercus laurina</i> Bonpl.	BMMc, BMMp, BQlc, BQlp
A. <i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	BQc, BQcr
A. <i>Quercus urbanii</i> Trel.	BQu

**GARRIACEAE**

A. <i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.	BQlc
--	------

**GERANIACEAE**

H. <i>Geranium</i> sp. L.	BQcl, BQu
H. <i>Geranium schiedeanum</i> Schldl.	BQu

**LAMIACEAE**

H. <i>Salvia</i> sp. L.	BMMc, BQu
-------------------------	-----------

**LAURACEAE**

A. <i>Litsea glaucescens</i> Kunth	BMMc, BQlc, BQlp
------------------------------------	------------------

**MORACEAE**

A. <i>Trophis</i> sp. P. Browne	BQlc, BQlp
---------------------------------	------------

**MYRICACEAE**

A. <i>Myrica</i> sp. L.	BMMc
-------------------------	------



**MYRSINACEAE**

- A. *Myrsine juergensenii* (Mez) Ricketson et Pipoly BMMc, BMMp, BQcr  
BQlc, BQlp
- A. *Rapanea* sp. Aubl. BQlc

**OLEACEAE**

- A. *Fraxinus* sp. L. BMMc

**ONAGRACEAE**

- Ar. *Fuchsia microphylla* Kunth BQu
- Ar. *Fuchsia thymifolia* Kunth BQlc

**ORCHIDACEAE**

- H. *Govenia superba* (La Llave et Lex.) Lindl. BMMc, BQlc, BQlp
- H. *Habenaria* sp. Willd. BQc, BQlc

**OXALIDACEAE**

- H. *Oxalis* sp. L. BQc, BQu

**PASSIFLORACEAE**

- Be. *Passiflora porphyretica* Mast. BMMc

**PIPERACEAE**

- H. *Peperomia* sp. Ruiz et Pav. BMMc

**POACEAE**

- H. *Muhlenbergia* sp. Schreb. BQcr, BQu
- H. *Opismenus* sp. P. Beauv. BMMc, BQlc

**PYROLACEAE**

- H. *Chimaphila* sp. Pursh BQcr

**RHAMNACEAE**

Ar. <i>Rhamnus mucronata</i> Schltl.	BQlc
<b>ROSACEAE</b>	
A. <i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.	BQlp
En. <i>Rubus</i> sp. L.	BMMc, BQlc
<b>RUBIACEAE</b>	
H. <i>Bouvardia</i> sp. Salisb.	BQlp
H. <i>Crusea</i> sp. Cham. et Schltl.	BMMc
H. <i>Galium</i> sp. L.	BMMc, BQcr
<b>SABIACEAE</b>	
A. <i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.	BMMc, BMMp
<b>SAXIFRAGACEAE</b>	
A. <i>Phyllonoma laticuspis</i> (Turcz.) Engl.	BMMc
<b>SMILACACEAE</b>	
En. <i>Smilax moranensis</i> M. Martens et Galeotti	BMMc, BMMp, BQlc BQlp
<b>SOLANACEAE</b>	
Ar. <i>Cestrum</i> sp. L.	BQlc
Ar. <i>Cestrum anagyris</i> Dunal	BMMc
H. <i>Lycianthes</i> sp. (Dunal) Hassl.	BQlp
H. <i>Lycianthes moziniana</i> (Dunal) Bitter	BMMc, BMMp
<b>STYRACACEAE</b>	
A. <i>Styrax argenteus</i> C. Presl	BMMc, BMMp
A. <i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	BMMc, BMMp, BQlc BQlp
<b>SYMPLOCACEAE</b>	

*A. Symplocos prionophylla* Hemsl.

BMMc, BMMp, BQlc  
BQlp, BQu

#### THEACEAE

*A. Cleyera integrifolia* (Benth.) Choisy

BMMc, BMMp, BQlc  
BQlp, BQu

*A. Ternstroemia lineata* DC.

BMMc, BMMp, BQc,  
BQcr, BQlc, BQlp

#### VIOLACEAE

*H. Viola* sp. L.

BQcr, BQu