



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DEL  
BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA,  
CERRO EL PÁJARO, PUTLA, OAXACA.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I Ó L O G A  
P R E S E N T A:

ROCÍO VERÓNICA GONZÁLEZ VÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. CARLOS CASTILLEJOS CRUZ  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMÁTICA VEGETAL Y SUELO

PROYECTO APOYADO POR DGAPA-PAPITT CONVENIO IN229907

MÉXICO, D. F.

NOVIEMBRE, 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.

## AGRADECIMIENTOS

A la DGAPA PAPIIT por el apoyo brindado durante el tiempo en que se realizó este trabajo.

Al personal del herbario nacional MEXU y en especial a los profesores Angélica Ramírez Roa, Mario Sousa, Alfonso Delgado, Leticia Torres y Gabriel Flores por la revisión e identificación de los ejemplares de herbario.

Al Dr. Carlos Castillejos Cruz por aceptar dirigir este trabajo, por brindarme su amistad y sobre todo, por creer en mí.

A mis sinodales Dr. Arcadio Monroy Ata, Dr. Eloy Solano Camacho, Dra. Esther Matiana García Amador, M. en C. Sonia Rojas Chávez por los comentarios hechos para mejorar este trabajo.

A los profesores de la Unidad de Investigación en Sistemática Vegetal y Suelo Dra. Alejandrina Ávila Ortiz, M. en C. Ramiro Ríos Gómez, Biól. Marco Antonio Hernández Muñoz y a la Q.F.I María de la Luz López Martínez.

A mis compañeros y amigos Giovanna Rivera Vargas, Nestor Romero Tirado y Roberto Agüero Pliego, por la amistad y los momentos que disfrutamos y sufrimos en campo.

A Miguel Rivera Lugo, Eduardo Jaramillo Cruz, Ana Pichardo Ramírez, Paola Martínez Mares, Paulina Guarneros Narvaez, Paola Díaz Espinoza, Yadira López Ramírez, Neftalí Bonfil Castro y Sergio Martínez Mialma por el apoyo brindado durante los muestreos de vegetación y recolecta de ejemplares.

A Adrian Munguía por escucharme cuando lo necesitaba y brindarme los valiosos consejos que me ayudaron a concluir este trabajo.

A Ricardo Pineda por ser mi amigo... y estar conmigo en los momentos difíciles que pasé para poder terminar mi trabajo.

A Miguel Hernández Alba por tu amistad incondicional y porque a pesar de la distancia, sé que siempre estuviste conmigo.

## DEDICATORIA

A mi mamá, que le debo todo lo que soy y porque sin tu apoyo y amor esto no hubiera sido posible.

A mi hermana Itzel... por ser parte de mí, sé que puedes lograr cosas como está y más.

A Alejandro Mercurio: por todo el tiempo que hemos pasado juntos, pero sobre todo por la comprensión, el apoyo, los consejos y ¡cómo olvidar los regaños! Esto también es tuyo.

A mis abuelitos, por todo lo han hecho por nosotras, Don Juan y Maye† porque sé que siempre estás conmigo.

A mis tíos: Isabel, Aurelio, Mari Carmen, Eduardo y Graciela.

A todas las primas: Maricela, Irais, Beba, Ale, Yaya y Alicia.

A los sobrinos Alex, Omar, Andrea y Octavio.

A todos los quiero!!

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN.....	
I ANTECEDENTES.....	3
1.1 Bosque Mesófilo de Montaña.....	3
1.2 Estado de conservación.....	7
1.3 Diversidad.....	9
1.4 Estructura.....	10
1.5 Valor de importancia.....	11
1.6 Estudios realizados en el bosque mesófilo de montaña.....	12
1.7 Localización y descripción de la zona de estudio.....	15
II MÉTODO.....	19
2.1 Riqueza de especies.....	19
2.2 Estructura de la vegetación.....	20
2.3 Cálculo de similitud.....	21
2.4 Diversidad de especies.....	22
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1 Riqueza de especies.....	23
3.2 Estructura de la vegetación y valor de importancia.....	28
Estructura de la vegetación y valores de importancia de las diferentes altitudes muestreadas.....	31
3.3 Similitud entre comunidades.....	52
3.4 Afinidades fitogeográficas de los géneros del BMM del el Pájaro.....	55
3.5 Diversidad de especies.....	56
IV CONCLUSIONES.....	59
V LITERATURA CITADA.....	60
Apéndice 1.....	67
Apéndice 2.....	89
Apéndice 3.....	94

## CUADROS

Número		Pág.
1	Áreas Naturales Protegidas que contienen bosque mesófilo de montaña y sus superficies.	8
2	Taxa de plantas vasculares presentes en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.	23
3	Familias de plantas vasculares con mayor número de especies que se encuentran en el Cerro el Pájaro, Putla Oaxaca.	25
4	Géneros de plantas vasculares con mayor número de especies que se encuentran en el Cerro el Pájaro, Putla Oaxaca.	26
5	Formas biológicas con mayor número de especies presentes en el Cerro el Pájaro, Putla Oaxaca.	27
6	Diversidad de especies por transecto del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla Oaxaca.	57
7	Comparación de los índices de diversidad $\alpha$ de Fisher, Shannon y Simpson, entre diferentes estudios realizados.	58

## FIGURAS

Número		Pág.
1	Distribución del bosque mesófilo de montaña en México.	6
2	Ubicación geográfica del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.	17
3	Perfil altitudinal de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro.	29
4	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies dominantes del bosque mesófilo de montaña en el Cerro el Pájaro.	30
5	Perfil altitudinal del transecto localizado a 1 400 m.	32
6	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies a 1 400 m.	33
7	Perfil altitudinal del transecto localizado a 1 600 m.	35
8	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies a 1 600 m.	36
9	Perfil altitudinal del transecto localizado a 1 700 m.	38
10	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies a 1 700 m.	39
11	Perfil altitudinal del transecto localizado a 1 800 m.	41
12	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies a 1 800 m.	42
13	Perfil altitudinal del transecto localizado a 2 000 m.	44
14	Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia a 2 000 m.	45
15	Fenograma de similitud entre once bosques mesófilos de montaña de México	54
16	Afinidad fitogeográfica de los géneros presentes en el bosque mesófilo del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.	55

## RESUMEN

Se determinó la estructura y diversidad del bosque mesófilo de montaña ubicado en el Cerro el Pájaro, municipio de Putla, estado de Oaxaca. Se realizaron muestreos de vegetación durante las cuatro estaciones del año y se recolectaron ejemplares que fueron herborizados e identificados a nivel de especie. En campo se empleó el criterio fisonómico-florístico para el reconocimiento del tipo de vegetación. La vegetación se muestreó con el método del transecto. Se establecieron 20 transectos de 2 x 100 m, 200 m<sup>2</sup>. Se determinaron densidad, frecuencia y cobertura. Con los valores relativos de estos datos, se obtuvo el valor de importancia de cada especie. En función de este valor, se hizo una aproximación de la estructura y composición del tipo de vegetación estudiado. La diversidad fue calculada con los índices de Shannon-Wiener, Simpson y  $\alpha$  Fisher, los cuales fueron 3.84, 61.32 y 50.93 respectivamente, lo cual indica que la vegetación del Cerro el Pájaro, comparada con otras áreas de la República Mexicana es una de las más diversas por unidad de superficie dentro de los bosques mesófilos de montaña de México. Se registraron 88 familias, 221 géneros y 333 especies. Las especies con mayor valor de importancia fueron *Eugenia capuli* (Myrtaceae), *Ostrya virginiana* (Betulaceae), *Fraxinus* aff. *dubia* (Oleaceae) y *Brabea moorei* (Arecaceae). El bosque mesófilo de montaña presente en la localidad estudiada, está conformado principalmente por árboles bajos (4 a 8.5 m) con presencia de algunas especies emergentes que van de 10 a 20 m de alto y un estrato arbustivo bien desarrollado (1.5 a 4 m), esta característica fisonómica indica un deterioro importante en la vegetación. En cañadas protegidas la estructura y composición florística es típica de los bosques mesófilos de montaña bien conservados.



## INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) que se desarrolla en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca, representa una vegetación relictual en la zona, que está dominada principalmente por selvas medianas subcaducifolias, bosques de coníferas y campos de cultivo (Solano, 1990).

Estructuralmente los bosques mesófilos de montaña son muy complejos, y representan comunidades que se pueden considerar exclusivas de las zonas donde se desarrollan, ya que se establecen en áreas muy heterogéneas en términos de clima y suelo; factores que a su vez interactúan con condiciones locales como la exposición, la pendiente, la altitud, la nubosidad y la humedad relativa del aire y del suelo. La acción conjunta de estos factores produce una gran variabilidad florística, fisonómica y estructural en la vegetación (Rzedowski, 1978; Ruíz-Jiménez *et al.*, 2000).

Rzedowski (1978) consideró que la extensión territorial que cubren los BMM en nuestro país es de aproximadamente el 1%, sin embargo, en esta extensión territorial tan limitada, se concentra una gran diversidad específica por unidad de área, misma que está considerada en unas 3 000 especies, que representan cerca del 10% de la riqueza florística del país (Rzedowski, 1991a).

Una característica distintiva de este tipo de vegetación es su condición naturalmente fragmentada, ya que se distribuye a manera de parches discretos a lo largo de las cadenas montañosas, donde existen condiciones adecuadas de humedad y temperatura (Williams-Linera, 1991; Challenger, 1998). Asimismo, en dicho bosque se desarrollan especies consideradas como raras por su distribución, escaso número e incluso especies nuevas para la ciencia que están en proceso de descripción.

Estas comunidades han sido perturbadas desde hace varios siglos por las actividades humanas y el fuego; tales disturbios son tan grandes que la vegetación original está desapareciendo rápidamente (Luna *et al.*, 1988), lo que convierte a estos ecosistemas en uno de los más frágiles desde el punto de vista de su conservación. De tal manera que, es importante desarrollar investigaciones que documenten, difundan y promuevan el

conocimiento de este tipo de vegetación, sus especies y los servicios ambientales que pueden proporcionar.

Por otro lado, los BMM del estado de Oaxaca han sido poco estudiados desde el punto de vista florístico y estructural. Cabe señalar que el BMM del Cerro el Pájaro no había sido estudiado, a pesar de ser importante por proveer servicios ambientales a la cabecera del municipio de Putla, ya que en este bosque nace el Río la Cuchara que abastece de agua a comunidades rurales del municipio y es la principal fuente de agua de riego para cultivos; por esta razón el objetivo del presente estudio fue determinar la diversidad y estructura del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro en el municipio de Putla, Oaxaca.

## I ANTECEDENTES

### 1.1 BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA

El término BMM se ha utilizado en las últimas décadas para englobar de manera convencional, a una serie de comunidades vegetales, que varían en composición florística y estructura de acuerdo a factores físicos y bióticos particulares. Es equivalente al término *cloud forest* que han venido utilizando algunos autores de habla inglesa, mismo que se ha traducido al español como bosque nublado, selva nublada, bosque de neblina y bosque nebuloso (Rzedowski, 1996).

Este tipo de vegetación se caracteriza por prosperar en una zona de transición entre los ecosistemas tropicales de menor altitud y los templados de mayor altitud. En México, corresponde al clima húmedo de altura y dentro de las comunidades que viven en las zonas montañosas ocupan sitios más húmedos que los bosques de *Pinus* y de *Quercus*, y a su vez más frescos que los que determinan la existencia de los bosques tropicales (Rzedowski, 1978, 1996; Challenger, 1998).

Desde el punto de vista florístico los elementos que componen este tipo de vegetación son el resultado de la migración y mezcla de las floras holártica y neotropical, Puig (1976) mencionó que este fenómeno se debe a la posición geográfica de estos bosques en la zona intertropical. De este modo, generalmente los árboles que son los dominantes y ocupan la biomasa mayor, son típicos de climas templados; mientras que, en el sotobosque se encuentra una proporción alta de especies de ambientes tropicales, también el componente autóctono (templado o templado-cálido) es considerable (Luna *et al.*, 1994; Alcántara y Luna, 1997; Challenger, 1998).

En México, se presenta en forma de muy diversas asociaciones que a menudo difieren entre sí, en cuanto a su altura, fenología y composición florística, sobre todo en las especies dominantes, las que varían en función de la pendiente, humedad, altitud y tipo de suelo (Luna *et al.*, 1988; Ponce-Vargas *et al.*, 2006). Por su fisonomía es un bosque denso, por lo general de 15 a 35 m de altura, con varios tamaños del estrato arbóreo, además de uno o dos arbustivos y con un estrato herbáceo escasamente representado. En estos bosques destaca la abundancia y diversidad de epifitas, trepadoras leñosas y también

de monilofitas en general, que en conjunto llegan a formar parte importante de la biomasa de la comunidad (Luna *et al.*, 1988; Rzedowski, 1996). De esta manera, resulta heterogéneo desde el punto de vista fisionómico pues incluye bosques bajos, de mediana estatura y muy altos, tanto perennifolios como caducifolios, con árboles de muy diversa arquitectura, así como formas y tamaños de hojas (Rzedowski, 1996).

Estas comunidades han sido consideradas un tipo de vegetación complejo por presentar características geográficas y ecológicas muy variadas, en este sentido, Vogelmann (1973), indicó que las condiciones climáticas necesarias para su establecimiento, son las temperaturas moderadas y la alta humedad atmosférica. Por otro lado, Monroe (1968) propuso que los BMM son consecuencia de una gran cantidad de lluvia orográfica y de la presencia de nubes. Autores como Puig (1976), consideraron que el BMM está determinado por las condiciones bioclimáticas y la altitud. Meave *et al.* (1992), mencionaron que además de la altitud y las características edáficas y diferencias microclimáticas, existen otros factores como la orientación, la pendiente y la nubosidad, que producen una heterogeneidad muy grande en estas comunidades.

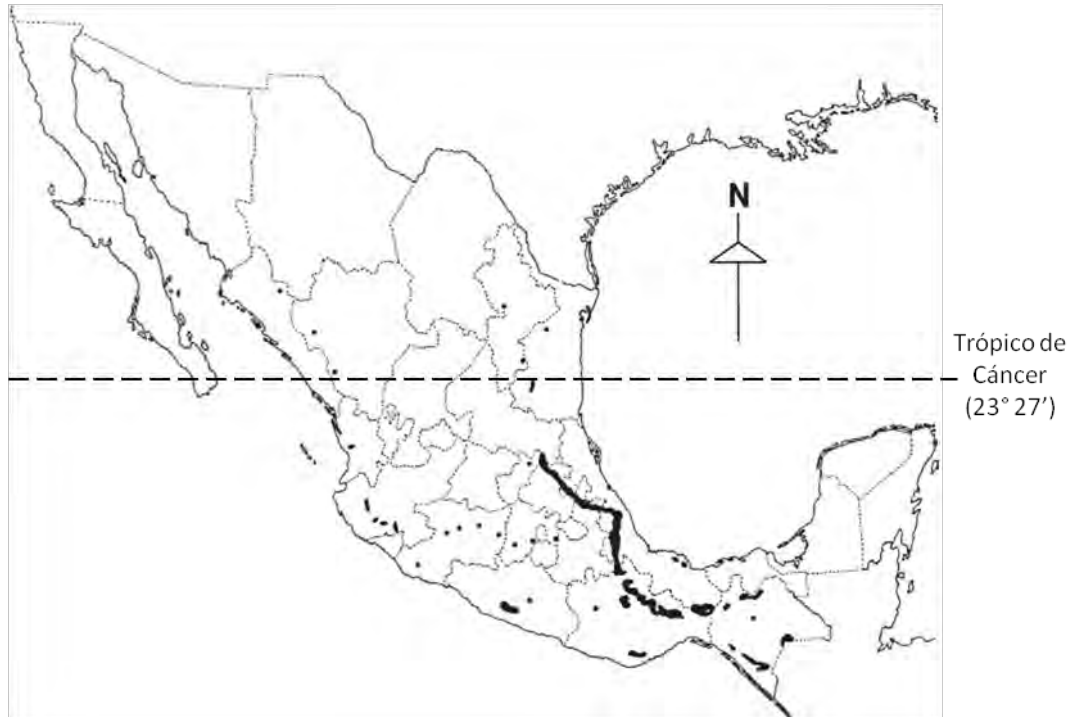
En estos bosques son comunes fenómenos como la presencia de neblina que provocan alta humedad atmosférica, y que durante el día disminuya la intensidad de la luz y la temperatura. Estos factores parecen ser decisivos para la existencia de esta comunidad vegetal y es una de las características que definen a los bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1994).

Los tipos climáticos que caracterizan a estas comunidades son el Cf, Af, Am, Aw y Cw según la clasificación de Köppen (1948), modificada por García (1973), aunque se encuentran con mayor frecuencia en el primero. El límite altitudinal inferior en el que puede encontrarse este tipo de vegetación va desde los 600 hasta 1 000 m; su límite altitudinal superior, en México, no va más allá de los 2 700 m, ya que a menudo éste no depende tanto de la temperatura, sino de la distribución altitudinal de la humedad en cada región. La precipitación media anual es muy variable, en algunos sitios es de 1 000 mm y en otros llega hasta 5 000 mm. El número de meses secos varía de 0 a 4. La temperatura media anual puede ir de 12 hasta 23 °C, generalmente se presentan heladas en la estación fría, aunque en altitudes inferiores son esporádicas; con frecuencia se cubre de niebla. Se

desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, generalmente protegidas del viento y de la insolación, llegando a descender hasta la orilla de arroyos. Los suelos son someros o profundos, amarillos, rojos o negros y con abundante materia orgánica (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1988).

Esta comunidad ocupa menos del 1% del territorio nacional debido a que las condiciones climáticas que requiere se presentan en zonas restringidas y de forma discontinua en las principales formaciones montañosas del país. Se localiza en una franja angosta discontinua a lo largo de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, que se extiende desde el suroeste de Tamaulipas, incluyendo porciones de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz, hasta el norte de Oaxaca, interrumpiéndose a nivel del Istmo de Tehuantepec. En la vertiente pacífica, al oeste del Istmo de Tehuantepec, la distribución es aún más dispersa, pues el BMM se encuentra confinado por lo general a fondos de cañadas y laderas protegidas; aunque se conoce desde el norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, de la cuenca del Balsas y en el Valle de México; al parecer, solo en la vertiente exterior de la Sierra Madre de Oaxaca existen manchones continuos de cierta consideración. En la Sierra Madre del Sur, la superficie que cubren es relativamente pequeña, localizándose en los distritos de Putla, Pochutla, Jamiltepec, Juquila y Miahuatlán (figura 1); en Chiapas, se distribuye a lo largo de la Sierra Madre del Sur, en las montañas de oriente y hacia la altiplanicie central y montañas del norte. El difícil acceso a estas áreas es quizá la causa de que los bosques mesófilos de esta región hayan sido poco estudiados (Rzedowski, 1978; Ramírez-Marcial, 2001; Mejía-Domínguez *et al.*, 2004; Torres, 2004).

Rzedowski (1991a, 1996) consideró que esta comunidad representa uno de los tipos de vegetación más diversos por unidad de superficie, sin embargo, en la actualidad se encuentra muy fragmentada, debido en gran parte a la intervención del hombre, pues dadas las condiciones climáticas favorables, muchas de las áreas cubiertas por BMM en México, han sido sometidas a una intensa explotación agrícola y la vegetación original está siendo sustituida por cultivos de maíz, frijol y café, lo que da como resultado el desarrollo de comunidades vegetales secundarias, además de que se ha incrementado su fragmentación y por lo tanto su distribución archipelágica, es decir, son metapoblaciones (Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1994).



**Fig. 1.** Distribución del bosque mesófilo de montaña en México (tomado de Rzedowski, 1996).

Por lo anterior, resulta urgente conocer mejor la composición florística de estas comunidades e inventariar las diferentes asociaciones del bosque mesófilo de montaña en México, así como conocer la afinidad florística y distribución de los taxa en esta comunidad, para efectuar comparaciones con algunas localidades análogas en México y generar una estrategia global de conservación (Luna *et al.*, 1988).

## 1.2 ESTADO DE CONSERVACIÓN

Los BMM son las comunidades vegetales de México con más especies por unidad de superficie y además de tener un gran número de endemismos, el BMM es importante para el ser humano por los servicios ambientales y los recursos que provee. Se estima que alrededor de 800 000 ha de bosque mesófilo, distribuidas en 22 estados del país, se encuentran relativamente bien conservadas. Los estados de la República Mexicana que presentan el mayor número de localidades y con mejor grado de conservación son Chiapas, Oaxaca, Veracruz y el Estado de México (Hamilton *et al.*, 1995; Rzedowski, 1996; Challenger, 1998). Sin embargo, debido a su lenta regeneración, la reducción de su distribución y su continua perturbación se ha considerado como un ecosistema frágil, en peligro de extinción y con prioridad de conservación. Challenger (1998) describió al BMM como un hábitat en peligro de extinción y Hamilton *et al.* (1995) mencionaron que es uno de los ecosistemas más amenazados a nivel global.

Actualmente su cobertura vegetal se encuentra severamente fragmentada y perturbada, con pocas áreas bien conservadas, confinadas a cañadas o áreas con protección y vigilancia especial. Se han registrado cerca de 107 áreas con presencia de BMM en el país que cubren 184 434 ha localizadas en algún área natural protegida. Entre las más importantes se encuentran las Reservas de la Biósfera El Triunfo y la Sepulturera en Chiapas, El Cielo en Tamaulipas, Sierra de Manantlán en Jalisco y la Reserva de la Biosfera Volcán San Martín en Veracruz; las cuales protegen entre 100 000 y 200 000 ha de bosque mesófilo (cuadro 1). La cobertura exclusiva estimada de BMM puede aumentar, debido a que no se ha cuantificado en su totalidad la superficie que cubre en algunos lugares en los que se ha observado (Challenger, 1998; Sánchez-Velázquez *et al.*, 2008).

Cabe señalar que todavía existen grandes áreas de bosque mesófilo como las serranías veracruzanas, la Sierra Norte de Oaxaca, las Montañas del Norte y Las Cañadas en Chiapas que aún carecen de protección oficial y están bajo una intensa afectación humana que ha reducido su extensión (Challenger, 1998; Ramírez-Marcial, 2001).

**Cuadro 1.** Áreas Naturales Protegidas que contienen bosque mesófilo de montaña y sus superficies (tomado de Sánchez-Velázquez *et al.*, 2008).

<b>Reservas de la Biosfera</b>	Superficie del área (ha)
El Triunfo, Chiapas	100 000 *
La Sepulturera, Chiapas	20 a 30 000 *
El Cielo, Tamaulipas	30 000 *
Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima	28 000 *
Sierra de Santa Marta, Veracruz	2 a 3 000 *
Volcán San Martín, Veracruz	700 *
<b>Parques nacionales</b>	
Cumbres de Monterrey, Nuevo León	246 500
Cañón del Río Blanco, Veracruz	55 960
Nevado de Toluca, Edo. de México	51 000
La Malinche, Tlaxcala	45 711
Pico de Tancítaro, Michoacán	29 316
Ixtapopo, Edo. de México-Puebla	25 679
El Tepozteco, Morelos	24 000
Nevado de Colima	22 000
Pico de Orizaba, Veracruz	19 750
Cofre de Perote, Veracruz	11 700
Lagunas de Montebello, Chiapas	6 022
Benito Juárez, Oaxaca	2 737
Cerro de Garnica, Michoacán	1 936
Desierto de los Leones, Edo. de México-D.F.	1 866
<b>Otras</b>	
Reserva de Conservación y Equilibrio Ecológico y Regeneración del Medio Ambiente, Sierra de San Juan, Nayarit	50 000
Zona Protectora Forestal y Reserva Ecológica Sierra de Álvarez, San Luis Potosí	16 900
Zona Protectora Forestal y Faunística Sierra de Quila, Jalisco	15 192
Área de protección de Recursos Naturales El Jabalí, Colima	5 178
Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Guerrero	3 613
Área de Protección de Recursos Naturales Cuetzalan-Pahuatlán, Puebla	500
Área de Protección de Flora y Fauna (propiedad privada), Michoacán	500 *
Reserva de la Yerbabuena, Chiapas	181 *
Estación Biológica Cerro Huitepec, Chiapas	135
Finca Irlanda, Soconusco, Chiapas	50 *
Jardín Botánico Francisco J. Clavijero, Veracruz	2 *
Jardín Botánico del Centro Regional de Chapingo, Veracruz	1*

\*Cobertura exclusiva de BMM (Challenger, 1998)



### 1.3 DIVERSIDAD

La diversidad se define como el número total de especies, animales, plantas y microorganismos que se encuentran en un área determinada, incluye la variedad de organismos vivos en un hábitat o zona geográfica determinada, la diversidad de genes y la de los complejos ecológicos de los que forman parte. El término comprende, por lo tanto, diferentes escalas biológicas, desde la variedad genética de los individuos de una misma especie o población, el conjunto de especies que integran las comunidades completas, hasta la variedad de ecosistemas en una región (Anónimo, 1993; Moreno, 2001; Anónimo, 2005).

El término biodiversidad se acuñó a finales de los años 80 y significa diversidad o variedad biológicas, la cual es consecuencia de las interacciones ecológicas entre individuos y de sus relaciones con el ambiente, además, es el resultado del proceso evolutivo (Moreno, 2001), que se manifiesta en la existencia de diferentes formas de vida. La variedad a escala genética, de respuestas morfológicas, ontogénicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos y las formas de desarrollo y en la historia de vida, se encuentran en todos los niveles jerárquicos, desde las moléculas hasta los ecosistemas (Halffter y Ezcurra, 1992).

Los estudios sobre evaluación de la diversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, en cada unidad geográfica se encuentra un número variable de comunidades; por lo tanto, para comprender los cambios de la biodiversidad en relación con la estructura del paisaje, se han definido tres componentes, diversidad alfa, beta y gamma; la primera se define como el número de especies presentes en un lugar particular; también se conoce como riqueza de especies; la segunda es el cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en una región, refleja la respuesta de los organismos a la heterogeneidad espacial y la tercera, es la riqueza total de especies en una zona en la cual se incluyen varias comunidades o el recambio existente entre regiones, refleja procesos históricos (evolutivos) que han actuado a escala geográfica mayor (Whittaker, 1972; Halffter y Ezcurra, 1992; Villarreal *et al.*, 2006).

## 1.4 ESTRUCTURA

La estructura se define como la organización en el espacio de los individuos que componen un tipo de vegetación o asociación vegetal. Considera la extensión horizontal (distribución parcial de los individuos) y vertical (ordenamiento de la vegetación en estratos) (Steubing *et al.*, 2001). Para ello, al describir la vegetación, se debe dar una idea general de las diferentes formas de vida que adquieren las especies presentes en los lugares donde se desarrollaron los muestreos. La base principal de esta descripción es resaltar las especies más representativas del sitio donde se realizaron los muestreos. Para esto, debe considerarse el número de estratos de la vegetación, la altura y la cobertura de cada individuo que la conforman (Villarreal *et al.*, 2006). Por ejemplo, la estructura será más compleja conforme haya un mayor número de individuos que alcancen alturas considerables, como ocurre en las selvas, y muy simple cuando haya un menor número de plantas y éstas tengan un tamaño pequeño.

Se pueden referir dos tipos básicos de estructura: estructura horizontal, es una interpretación de cómo se organizan los árboles en la vegetación; debe considerarse la abundancia de los árboles (densidad), el diámetro a la altura del pecho (DAP), el área ocupada por cada especie (cobertura) y su distribución espacial, ya que cada especie contribuye en forma diferencial para caracterizar la comunidad; por otra parte la estructura vertical se define como la distribución de los individuos que conforman la comunidad en relación con sus alturas, generalmente su descripción implica el reconocimiento de estratos bien definidos en los que se agrupan árboles de tamaños similares (Meave *et al.*, 1992).

Para definir la estructura se hace una estimación visual de la altura promedio de los individuos que forman parte de cada estrato y otra de la proyección vertical sobre el suelo de las copas de los individuos de cada uno de los estratos, la cuantificación se realiza como área de muestreo cubierto por cada uno de los estratos (Villarreal *et al.*, 2006). Mediante esto se obtiene la estratificación, que a su vez, comprende dos aspectos: la estratificación de especies y la estratificación de individuos. El primer tipo es difícil de describir y solamente puede ser estudiado en grandes áreas, en donde la mayoría de las especies tengan una buena representación. El segundo tipo puede ser investigado con los

datos obtenidos de transectos relativamente pequeños. La estratificación de individuos considera a todas las plantas de cualquier tamaño, el primer enfoque requiere del conocimiento de la variabilidad fenotípica de cada especie (Meave *et al.*, 1992). Con esta información se puede elaborar un perfil de vegetación que es el esquema de una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y cobertura (Villarreal *et al.*, 2006).

## 1.5 VALOR DE IMPORTANCIA

Villarreal *et al.* (2006), explican que el valor de importancia es un estimativo de la dominancia de cada especie con respecto al total de las especies registradas en el muestreo. Así, los índices de valor de importancia son fórmulas desarrolladas para el estudio de especies arbóreas y arbustivas, cuyos individuos pueden ser contabilizados, donde se incorporan datos como densidad, frecuencia y cobertura (Ramírez, 2006).

En algunos estudios las distintas variables como cobertura, densidad y frecuencia, se analizan por separado en función de sus valores absolutos obtenidos. Sin embargo, en situaciones en que valores muy altos de alguna categoría vegetal pueden enmascarar la importancia de otras categorías con valores más bajos, se transforman los datos para expresarlos en porcentajes del total, que son conocidos como valores relativos. Esta transformación tiene sentido en variables tales como cobertura, rendimiento o área basal, porque el valor total tiene un significado ecológico y su participación en las distintas categorías presentes puede resultar interesante. No ocurre lo mismo con la densidad o frecuencia y con la cobertura estimada a partir de un muestreo porcentual. Por otro lado, es necesario tener en cuenta que al transformar los datos se modifica la estructura de los mismos, lo cual puede distorsionar los resultados. La importancia de una especie para el ecosistema puede ser indicado por cualquiera de las variables analizadas, sin embargo, las variables individuales no dan una descripción adecuada del comportamiento de los atributos en las comunidades que se comparan y se ha propuesto el empleo de coeficientes que combinan las distintas variables.

Dentro de los indicadores de la importancia más utilizados está el de Curtis y McIntosh (1951), el cual se obtiene sumando la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa de cada especie en el muestreo. El efecto de sumar las tres variables se traduce en un incremento de las diferencias de una especie entre muestras cuya composición florística es semejante. Este valor es un excelente indicador de la importancia de cada especie en la vegetación. El valor máximo de la importancia para todas las especies es 300. Sin embargo, su significado ecológico es dudoso y puede enmascarar las relaciones entre variables que sí tienen significado como la densidad y la cobertura individuales de una especie en particular (Curtis y McIntosh, 1951; Matteuci y Colma, 1982).

## **1.6 ESTUDIOS REALIZADOS EN EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA**

Desde la introducción del término bosque mesófilo de montaña por Miranda (1947), la mayor parte de las investigaciones que se han llevado a cabo en este tipo de vegetación son de índole florístico y las descripciones de las características fisonómicas y estructurales han sido generalmente subjetivas; hasta el momento existen muy pocos trabajos que brinden información sobre la dinámica, estructura y las características específicas que imprimen el carácter fisonómico a esta comunidad (Meave *et al.*, 1992).

Carlson (1954) elaboró el listado florístico y analizó las afinidades geográficas de las 300 especies de plantas vasculares que registró para el bosque mesófilo de montaña en Montebello, Chiapas; de las cuales, el 67% se distribuyen en México y Centroamérica y el 33% presentaron una afinidad tropical; Luna *et al.* (1988) efectuaron un análisis florístico y fitogeográfico de la flora vascular del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, en el estado de Veracruz. En su listado florístico registraron la presencia de 84 familias, 176 géneros y 277 especies de plantas; el elemento tropical fue el mejor representado en todos los estratos estudiados y cuantitativamente el más importante, ya que 79% de las especies presentaron esta afinidad y al comparar este bosque con otras zonas donde se presenta este tipo de vegetación, encontraron que es más semejante a localidades del centro de Veracruz y de Chiapas. Por otro lado, Luna *et al.* (1989) elaboraron un listado florístico del área de Ocuilan, en los estados de México y Morelos, inventariaron 71 familias, 130

géneros y 160 especies de plantas vasculares, asimismo, el elemento más importante de la flora fue el tropical, cuyos componentes se encontraron mejor representados en el estrato arbustivo, herbáceo y en las plantas epifitas, con base en el listado florístico generado, al comparar la zona estudiada con otras áreas equivalentes del Eje Neovolcánico Transversal, encontraron que comparte mayor cantidad de especies con zonas cercanas. Asimismo, Puig (1989) analizó las afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña ubicado en el estado de Tamaulipas a nivel de familias, géneros y especies, registró mayor afinidad tropical y al compararlo con otros bosques mesófilos de México por medio del índice de similitud de Sorensen, registró el mayor porcentaje de géneros en común con la comunidad de San Luis Potosí (66%) y la menor con la de Atoyac, Guerrero (28%).

Williams-Linera (1991) analizó datos sobre la estructura y la composición florística del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña, situado entre 1 800 y 2 150 m de altitud, en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas; los índices de valor de importancia señalaron que las especies dominantes en esta comunidad son *Matudaea trinervia*, *Quercus crispifolia* y *Hedyosmum mexicanum*; asimismo, los datos de dominancia de especies y su composición florística, indicaron que este bosque es similar al bosque lluvioso del Cerro Tres Picos, del mismo estado. Por otro lado, Meave *et al.* (1992) realizaron el análisis florístico-estructural en una hectárea de bosque mesófilo de Omiltemi, Guerrero; en su listado florístico incluyeron 138 especies de plantas vasculares, siendo las epifitas, los árboles y las hierbas las formas de vida mejor representadas; además, enfatizaron que estructuralmente es un bosque denso, de aproximadamente 24 m de altura sin una estratificación definida.

En el bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, Hidalgo, Luna *et al.* (1994) realizaron un estudio florístico y fitogeográfico, para este bosque registraron la presencia de 107 familias, 247 géneros y 336 especies de plantas vasculares y compararon esta zona con otras áreas con este tipo de vegetación de las principales cadenas montañosas mexicanas, donde resultó ser más semejante florística y estructuralmente a sus equivalentes de la parte sur de la Sierra Madre Oriental. Asimismo, Alcántara y Luna (1997) elaboraron un estudio florístico y fitogeográfico del BMM de Tenango de Doria, Hidalgo, en el cual enlistaron 114 familias, 301 géneros y 452 especies; el bosque presentó

tres estratos arbóreos, las hierbas y los arbustos fueron los grupos más abundantes en áreas abiertas, al comparar la zona de estudio con otros bosques mesófilos de la vertiente pacífica, golfo y central, se observó que comparte gran cantidad de especies arbóreas con comunidades cercanas ubicadas en la Sierra Madre Oriental; Ramírez-Marcial (2001), registró la distribución de familias y géneros de árboles y arbustos en las montañas del norte de Chiapas, el 41% de los géneros tuvieron una distribución meridional y 15% holártica. Los géneros *Quercus*, *Clethra*, *Cornus*, *Oreopanax* y *Cestrum* se presentaron en más del 95% de las comunidades con BMM comparadas; 32 géneros (10%) sólo se registraron en una localidad.

Sánchez-Rodríguez *et al.* (2003), describieron la estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas ( $DAP \geq 3$  cm) de dos localidades de bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco; la estructura, composición y diversidad florística, estuvieron representadas por fases sucesionales, de inicial a intermedia, producto de disturbios naturales y antropogénicos recurrentes. Por otro lado, Ponce-Vargas *et al.* (2006), elaboraron el listado florístico del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Lolotla, en el estado de Hidalgo, el cual estuvo compuesto por 103 familias, 260 géneros, 359 especies y 11 taxa infraespecíficos; además, la escasez de individuos arbóreos altos con diámetros grandes, fue resultado de los disturbios provocados por actividades como ganadería y agricultura.

Para el estado de Oaxaca, son escasos los trabajos realizados a pesar de que presenta la mayor proporción de este tipo de vegetación en la Sierra Madre de Oaxaca (vertiente del Golfo) así como en la Sierra Madre del Sur (vertiente del Pacífico) (Acosta, 1997).

Campos-Villanueva y Villaseñor (1995) estudiaron la flora fanerogámica del Municipio de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca, y la compararon con otras regiones de México, describieron los tres tipos de vegetación presentes en esa zona y ubicaron al bosque mesófilo de montaña en cañadas y laderas protegidas; además, resaltaron su importancia por presentar el mayor número de especies; Acosta (1997) realizó un estudio de las afinidades geográficas de los géneros de plantas vasculares del bosque mesófilo de montaña en Pluma Hidalgo, en la Sierra Madre del Sur del estado de Oaxaca, donde el

elemento neotropical resultó el más importante, seguido del pantropical y de amplia distribución; respecto a las afinidades florísticas de esta zona con otros bosques mesófilos de México, resultó más afín a la zona de Teocelo, Veracruz que a las comunidades de la Sierra Madre del Sur. Por otro lado, Ruíz-Jiménez *et al.* (2000) evaluaron la variación espacial de la estructura del bosque mesófilo de montaña en Puerto Soledad, Oaxaca; las especies estructuralmente importantes en este bosque fueron *Arctostaphylos arguta*, *Clethra licanoides* y *Clethra mexicana*, además registraron que la altura del dosel de este bosque es variable y no presenta una estratificación definida. Además, Mejía-Domínguez *et al.* (2004) analizaron la estructura de la vegetación en una parcela de una hectárea de bosque mesófilo de montaña, ubicada en una porción marginal de la Sierra Madre del Sur en Santo Tomás Teipan, Oaxaca, la especie dominante fue *Cornus disciflora*, localizada en el dosel superior y diferenciaron dos estratos por su estructura y composición.

## 1.7 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Putla, se localiza en la parte suroeste del estado de Oaxaca, entre los 97° 55' de longitud oeste y 17° 01' de latitud norte, a una altitud promedio de 750 m. Limita al norte con Santiago Juxtlahuaca, San Martín Itunyoso, Heroica Ciudad de Tlaxiaco; al sur con San Andrés Cabecera Nueva, al oriente con Santa Lucía Monte Verde y San Andrés Cabecera Nueva; al poniente con Constanza del Rosario, el estado de Guerrero, Santa María Zacatepec y Mesones Hidalgo. La parte norte del municipio, se ubica dentro de las Sierras Triqui-Mixteca. El municipio se localiza en la Sierra Madre del Sur, donde predominan rocas metamórficas, principalmente gneis y esquistos pertenecientes al Precámbrico de la era Paleozóica (Solano, 1990).

En cuanto a su hidrología, el municipio de Putla pertenece a la región hidrológica Costa Chica-Río Verde; los Ríos de la Cuchara, Copala y Purificación recorren el municipio con una dirección noreste-sureste, estos tres ríos se unen para formar el río localmente conocido como Grande, el cual posteriormente se une al Río Sordo, principal tributario del Río Verde que desemboca en la vertiente del Océano Pacífico (Solano, 1990).

Los climas presentes en la región son templado subhúmedo con lluvias en verano, del tipo C (w<sub>2</sub>) y cálido húmedo con lluvias en verano, del tipo (A)C(w). El principal tipo de suelo que se encuentra en el municipio es Luvisol, apto para la agricultura, fruticultura y la ganadería (<http://www.INEGI.gob.mx>). La vegetación dominante hacia el noreste del municipio es bosque de encino-pino. Al suroeste domina la vegetación sabanoide, constituida por gramíneas amacolladas y ciperáceas. Al este se encuentra una porción pequeña de selva baja caducifolia, al noreste bosque de pino y al sureste domina el bosque de pino-encino con pastizal inducido. También existen pequeñas extensiones de selva mediana subcaducifolia en las orillas de ríos y barrancas, donde la insolación disminuye y la humedad aumenta (Solano, 1990).

Particularmente, el Cerro el Pájaro se localiza en los límites de las Sierras Triqui-Mixteca al suroeste del estado de Oaxaca, entre los 17° 06' 57" - 17° 10' 25" de latitud norte y 97° 52' 55" - 97° 51' 00" de longitud oeste, con una altitud que va de 1 300 a 2 300 m, posee una superficie de 35.79 km<sup>2</sup>. El clima que presenta es templado con lluvias en verano del tipo C (w<sub>2</sub>). La temperatura y precipitación medias anuales oscilan entre 12-22 °C y 200 a 1 800 mm respectivamente. (<http://www.INEGI.gob.mx>). La vegetación está compuesta por bosque mesófilo y áreas pequeñas con bosque de pino.



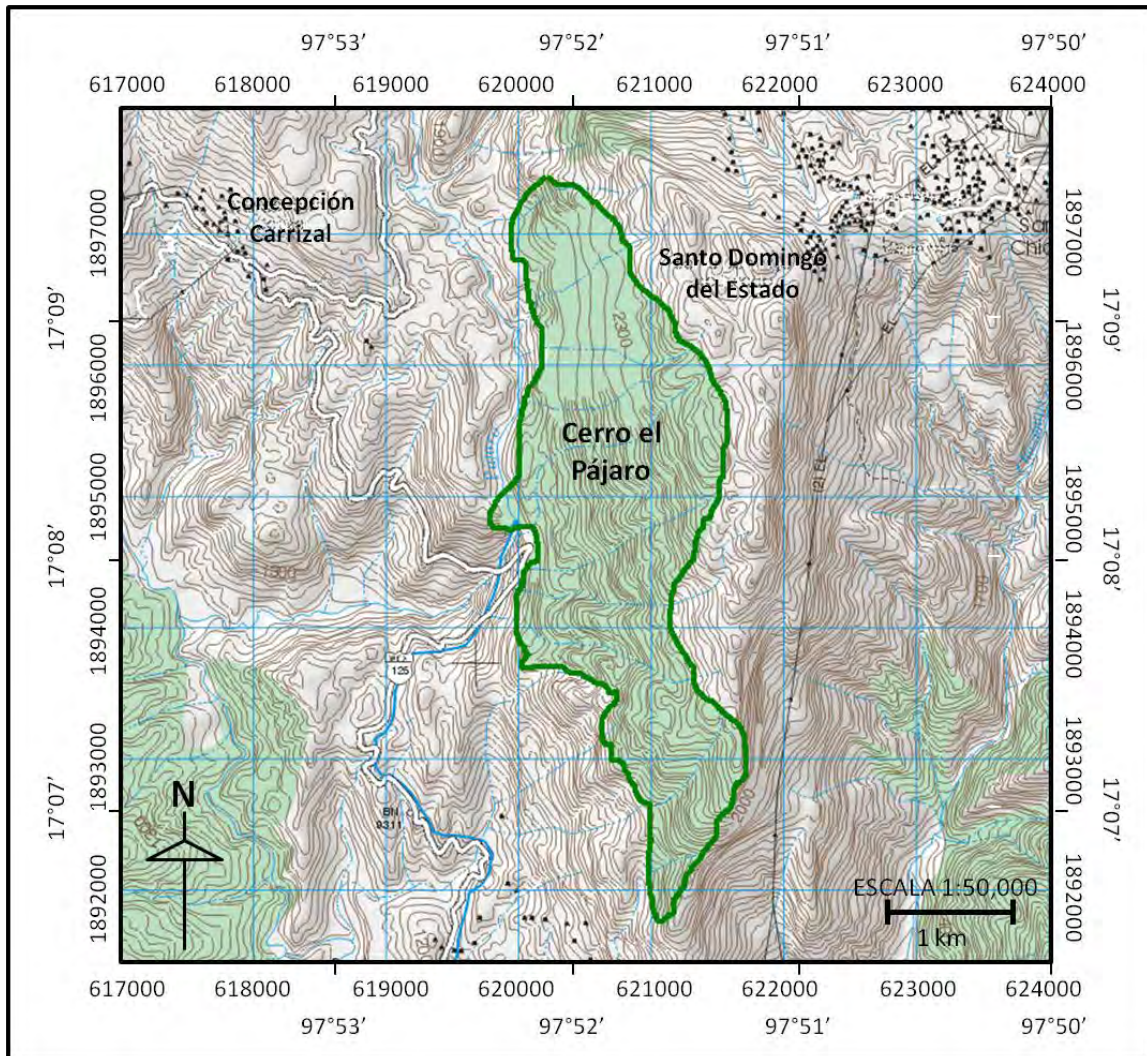


Figura 2. Ubicación geográfica del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la composición florística, estructura y diversidad del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, ubicado en la parte suroeste de las Sierras Triqui-Mixteca en el Municipio de Putla, Oaxaca.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Elaborar el listado florístico del bosque mesófilo de montaña presente en el área de estudio.
- Determinar la diversidad de familias, géneros y especies de plantas vasculares presentes en el bosque mesófilo de montaña.
- Caracterizar la estructura del bosque mesófilo de montaña.
- Comparar su similitud con otros bosques mesófilos presentes en diferentes estados de la República Mexicana.

## II MÉTODO

### 2.1 RIQUEZA DE ESPECIES

Para conocer la riqueza de especies se exploró el área de estudio y se recolectaron ejemplares de herbario durante las cuatro estaciones del año. Se realizaron muestreos de vegetación y flora de agosto de 2007 a septiembre de 2008. Cada localidad de recolecta se georreferenció con un Geoposicionador Garmin IV. Todos los ejemplares recolectados fueron herborizados con las técnicas convencionales y se identificaron con ayuda de claves y descripciones de floras regionales, así como de revisiones y monografías de grupos taxonómicos. De manera complementaria se solicitó la revisión de especialistas en algunas familias para la determinación de los materiales correspondientes. Los ejemplares identificados se cotejaron con los depositados en los herbarios FEZA y del Instituto de Biología (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México y con los herbarios virtuales <http://www.fieldmuseum.org>, The New York Botanical Garden (<http://www.nybg.org>) y el de Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>). El primer juego de la colección se depositó en el Herbario FEZA de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, el segundo en el Herbario Nacional MEXU, los otros se intercambiarán con herbarios mexicanos.

Se conformó una base de datos que incluyó: familia, género, especie, recolector, fecha de recolecta, longitud, latitud, altitud y en lo posible, nombre común y usos; con esta información se elaboró el listado florístico del BMM del Cerro el Pájaro. Los diferentes grupos de plantas vasculares se reconocieron de acuerdo con los siguientes autores, licofitas y monilofitas (Smith *et al.* 2006), gimnospermas y angiospermas (Judd *et al.*, 2008). La nomenclatura de los géneros y las especies se validó con la base de datos proporcionada por el Índice Internacional de Nombres de Plantas (IPNI por sus siglas en inglés). Finalmente, las autoridades de los taxa se citaron de acuerdo con Brummitt y Powell (1992) y Villaseñor (2008).

## 2.2 ESTRUCTURA VEGETACIÓN

Para la clasificación del tipo de vegetación se utilizó la nomenclatura propuesta por Rzedowski (1978). En el campo se empleó el criterio fisonómico-florístico para establecer que el tipo de vegetación es un bosque mesófilo de montaña. Con el programa Arcview y Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés), además de la cartografía digital de la CONABIO, se reconoció y ubicó el área que cubre el bosque mesófilo de montaña en el Cerro el Pájaro. Una vez reconocido y ubicado, se eligieron áreas de muestreo con el objeto de determinar el valor de importancia de las especies.

Con el propósito de registrar datos de cobertura y densidad de árboles y arbustos, se establecieron 20 transectos de 2 x 100 m (200 m<sup>2</sup>), con una superficie total muestreada de 4 000 m<sup>2</sup>. A fin de ubicar los sitios de muestreo, esta área se dividió en celdas de 0.5 x 0.5 minutos, se estableció por lo menos un sitio de muestreo dentro de cada cuadro; además, se consideró la topografía, se incluyeron las áreas con afloramientos rocosos, arroyos, valles intermontanos, cañadas y laderas. El número de individuos por unidad de área correspondió a la densidad. La frecuencia se obtuvo a partir del número de transectos en que apareció la especie en cuestión. La cobertura se consideró como el área ocupada por cada especie. Para árboles y arbustos el cálculo se realizó a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de las copas utilizando la siguiente fórmula:

$$C = [(d1+d2)/4]^2 \pi$$

donde: C = Cobertura

d1= Primer diámetro de cobertura de la copa

d2= Segundo diámetro de cobertura de la copa que cruza en forma perpendicular a d1

Se determinó el valor de importancia (VI) de cada especie, con la formula siguiente: VI= densidad relativa (número de individuos por especie / total de individuos de las especies x 100) + frecuencia relativa (número de veces que se encontró una especie en el muestreo / total de veces que se encontraron las especies en el muestreo x 100) +

cobertura relativa (área de cada especie / área total de especies x 100) (Curtis y McIntosh, 1951).

Los datos de cobertura y densidad de plantas herbáceas se obtuvieron mediante el establecimiento de 10 cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>, ubicados dentro de cada transecto de muestreo, separados por una distancia de 10 m cada uno. Para calcular la densidad se efectuó el conteo de todos los individuos de cada especie en cada cuadrante. Con los datos de densidad se evaluó la cobertura. Para ello se estimó visualmente la superficie total cubierta por las plantas herbáceas en cada cuadrante; la cobertura por especie se realizó mediante el conteo de todos sus individuos, se asumió que cada uno de ellos tenía el mismo diámetro de follaje, finalmente se determinó el promedio de cobertura de cada especie herbácea en los 10 cuadrantes. Adicionalmente, se tomaron datos de la altura media de los estratos arbóreo y arbustivo, así como el diámetro de los troncos a la altura del pecho (DAP).

### 2.3 CÁLCULO DE SIMILITUD

Con el objeto de conocer la similitud florística entre el BMM estudiado y otros bosques mesófilos presentes en diferentes regiones de México, se compararon sus listados florísticos. Primeramente se contruyó una matriz básica de datos presencia-ausencia, en la cual las localidades se interpretaron como OTU's y las especies como estados de carácter. Esta matriz fue analizada mediante el programa Numerical Taxonomic System (NTSYS-pc por sus siglas en inglés), por medio de éste se obtuvo una matriz de correlación y otra de similitud mediante el índice de Jaccard, finalmente se procedió al agrupamiento de las localidades por el método UPGMA (Rohlf, 1998). El índice de Jaccard (Magurran, 1988), es igual a 100 cuando los sitios comparados comparten las mismas especies, y toma el valor de 0 si no presentan ninguna en común. Este índice se calculó con la siguiente fórmula:

$$C_j = [j / (a + b - j)] \times 100$$

donde:  $C_j$  = Índice de Jaccard

$j$  = Número de especies comunes entre dos comunidades

$a$  = Número de especies de la comunidad a

$b$  = Número de especies de la comunidad b

## 2.4 DIVERSIDAD DE ESPECIES

La diversidad de especies se analizó con base en los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) base logaritmo natural, el inverso del índice de Simpson ( $\lambda = D^{-1}$ ), y el índice  $\alpha$  de Fisher (Fisher *et al.*, 1943). El cálculo de estos índices de diversidad de especies se realizó mediante el programa EstimateS (Colwell, 2000).

Los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener, se basan en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (Moreno, 2001), estos índices nos permiten hacer comparaciones rápidas entre la diversidad de un mismo hábitat o hábitats distintos.

Para poder comparar la diversidad del BMM del Cerro el Pájaro con otros estudios, se utilizaron los valores obtenidos del índice de  $\alpha$  de Fisher, ya que es apropiado para realizar comparaciones entre áreas diferentes y su cálculo sólo requiere conocer el número total de individuos y especies presentes en las muestras estudiadas. Las comparaciones entre localidades no siempre son posibles cuando se utilizan los índices Shannon-Wiener o Simpson, ya que su cálculo involucra conocer la densidad de cada especie en las muestras que se examinan. Además, el índice  $\alpha$  de Fisher depende en menor grado del tamaño del área de estudio que los índices Shannon-Wiener o Simpson (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003).

### III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 RIQUEZA DE ESPECIES

Se registraron 333 especies de plantas vasculares, distribuidas en 221 géneros y 88 familias. El listado florístico de la zona de estudio se encuentra en el apéndice 1. En el Cuadro 2 se muestran las cifras totales de familias, géneros, especies y taxa infraespecíficos registrados en el Cerro el Pájaro. Las angiospermas fueron las más diversas, seguidas por las monilofitas y finalmente las licofitas y gimnospermas solo están representadas por una y dos especies respectivamente.

En el grupo de las licofitas se registró una familia (1%), en las monilofitas 12 (14%), las gimnospermas están representadas por una familia (1%); mientras que, las magnolides incluyen dos (2.3%), a las monocotiledóneas corresponden 14 (16%) y a las eudicotiledóneas 58 familias (67%). Estos resultados concuerdan con Rzedowski (1996), al indicar que el mayor número de especies de plantas vasculares en la flora de los BMM corresponde a las dicotiledóneas. En este trabajo, se siguió el criterio de Judd *et al.* (2008), por lo tanto, las dicotiledóneas fueron separadas en eudicotiledóneas y magnolides. El primer grupo fue el mejor representado. Asimismo se encontró un elevado número de monocotiledóneas y la considerable participación de las monilofitas.

**Cuadro 2.** Taxa de plantas vasculares presentes en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	TAXA INFRAESPECÍFICAS
Lycophyta	1	1	1	
Monilophyta	12	19	32	4
Gimnospermas	1	1	2	1
Magnolides	2	3	4	
Monocotiledóneas	14	36	62	
Eudicotiledóneas	58	161	232	2
<b>TOTAL</b>	88	221	333	7

Las familias más diversas en cuanto a número de especies son Asteraceae (36), Rubiaceae (30), Fabaceae (26), Orchidaceae (14), Poaceae (13), Polypodiaceae (12), Solanaceae (9), Malvaceae (8) y Euphorbiaceae (7) (Cuadro 3), 20 están representadas por 2 especies y 34 son monoespecíficas.

El número de familias y su diversidad genérica se corresponden parcialmente con los datos proporcionados por Rzedowski (1996), este autor indicó que las familias mejor representadas en los BMM del país son Orchidaceae, Polypodiaceae, Asteraceae y Rubiaceae; también señaló que las compuestas son dominantes, tanto en la flora total de México como en la mayor parte de su territorio.

En los estudios realizados en BMM de Lolotla, Hidalgo, Ponce-Vargas *et al.* (2006) señalaron que dentro de las familias más diversas por su número de especies se encuentran Asteraceae, Orchidaceae, Fabaceae, Solanaceae, Rubiaceae y Polypodiaceae, similares con los datos obtenidos para el Cerro el Pájaro. Asimismo, al comparar la diversidad florística con la documentada por Alcantará y Luna (1997) para la zona de Tenango de Doria, se observó que las familias más abundantes en cuanto a número de especies son Asteraceae, Rubiaceae, Solanaceae, Orchidaceae y Fabaceae; mismas que coinciden ampliamente con los datos obtenidos en este estudio.

La dominancia de las familias Rubiaceae, Orchidaceae, Solanaceae y Fabaceae es una característica sobresaliente de las regiones tropicales, donde predominan climas húmedos y temperatura elevada (Rzedowski y Calderón, 1989), en este contexto, se puede establecer que la flora del Cerro el Pájaro tiene una mayor afinidad con las floras de climas cálido húmedos del sur de México, Centroamérica y Sudamérica.

Cabe señalar que la dominancia de la familia Asteraceae en la flora mexicana es un sello muy particular de las regiones áridas y semiáridas, así como en las de clima templado y subhúmedo, por esta razón no es de extrañar que se encuentre muy bien representada en la flora del cerro estudiado. Sin embargo, se ha encontrado la tendencia de que al aumentar las condiciones de humedad y temperatura las Asteraceae dan paso a especies leñosas de la familia Fabaceae y Rubiaceae, aspecto que se también se observa en la zona de estudio (Rzedowski, 1996).



**Cuadro 3.** Familias de plantas vasculares con mayor número de especies que se encuentran en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	% con respecto al total
Asteraceae	28	36	10.91 %
Rubiaceae	16	30	9.09 %
Fabaceae	19	26	7.88 %
Orchidaceae	11	14	4.24 %
Poaceae	7	13	3.94 %
Polypodiaceae	5	12	3.64 %
Solanaceae	3	9	2.73 %
Malvaceae	5	8	2.42 %
Euphorbiaceae	4	7	2.12 %

De las 33 familias que Rzedowski (1996) considera que prosperan preferentemente en los BMM de México, en el Cerro el Pájaro se presentan: Actinidiaceae, Aquifoliaceae, Begoniaceae, Clethraceae, Garryaceae, Gesneriaceae, Icacinaceae, Lauraceae, Myrsinaceae (familia incluida en este trabajo en Primulaceae), Orchidaceae, Piperaceae y Selaginellaceae; y de las 13 que señala como exclusivas en el país para este tipo de vegetación, sólo se presentan Proteaceae y Sabiaceae.

En el BMM estudiado se encuentran miembros de algunas familias como Amaryllidaceae, Bignoniaceae, Cyperaceae y Sapindaceae, que son consideradas por Rzedowski (1996) como importantes a nivel de la flora nacional, pero han prosperado muy poco en este tipo de vegetación.

Los géneros con mayor número de especies fueron *Crusea*, *Polypodium* y *Solanum*, que pertenecen a las familias Rubiaceae, Polypodiaceae y Solanaceae respectivamente (Cuadro 4). De los 17 géneros de plantas vasculares que Rzedowski (1996) cita como los representados por un mayor número de especies exclusivas o que se desarrollan preferentemente en BMM de México, se encontraron *Anthurium*, *Polypodium* y *Deppea*, que también contribuyen con un número importante de especies para el bosque del Cerro el Pájaro. Otros géneros generalmente propios de este tipo de bosque y también presentes

en la zona estudiada son *Begonia*, *Chamaedorea*, *Elaphoglossum*, *Hoffmannia*, *Parathesis*, *Peperomia*, *Rondeletia*, *Saurauia* y *Selaginella*.

Luna *et al.* (1989, 1994) y Alcántara y Luna (1997), resaltaron la presencia de algunos géneros diagnósticos que definen florísticamente a los bosques mesófilos, de los cuales en el Cerro el Pájaro se encuentran *Ilex*, *Meliosma*, *Oreopanax*, *Ostrya*, *Rapanea* y *Saurauia*.

**Cuadro 4.** Géneros de plantas vasculares con mayor número de especies que se encuentran en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

GÉNEROS	ESPECIES	GÉNEROS	ESPECIES
<i>Crusea</i>	7	<i>Cuphea</i>	4
<i>Polypodium</i>	7	<i>Deppea</i>	4
<i>Solanum</i>	7	<i>Dioscorea</i>	4
<i>Smilax</i>	5	<i>Panicum</i>	4
<i>Achimenes</i>	4	<i>Quercus</i>	4
<i>Anthurium</i>	4	<i>Rogiara</i>	4

En el Cuadro 5 se muestra el número de especies con las que participa cada forma biológica. Las herbáceas son las mejor representadas, seguidas por los arbustos, árboles, bejucos, epifitas y lianas. Los análisis realizados por Aguirre-León (1992) y Rzedowski (1996) para este tipo de vegetación para otras regiones de México, destacan que la participación de las plantas epifitas supera a cualquier otra forma biológica, seguida de la significativa participación de plantas leñosas (arbustos y árboles) que en su conjunto conforman casi la mitad de la flora. Estos resultados no coinciden con los obtenidos para el área de estudio.

**Cuadro 5.** Formas biológicas con mayor número de especies presentes en el Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

FORMA BIOLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES	% con respecto al total
Herbáceas	132	40 %
Arbustos	93	28.18 %
Árboles	87	26.36 %
Bejucos	22	6.67 %
Epifitas	14	4.24 %
Lianas	5	1.52 %

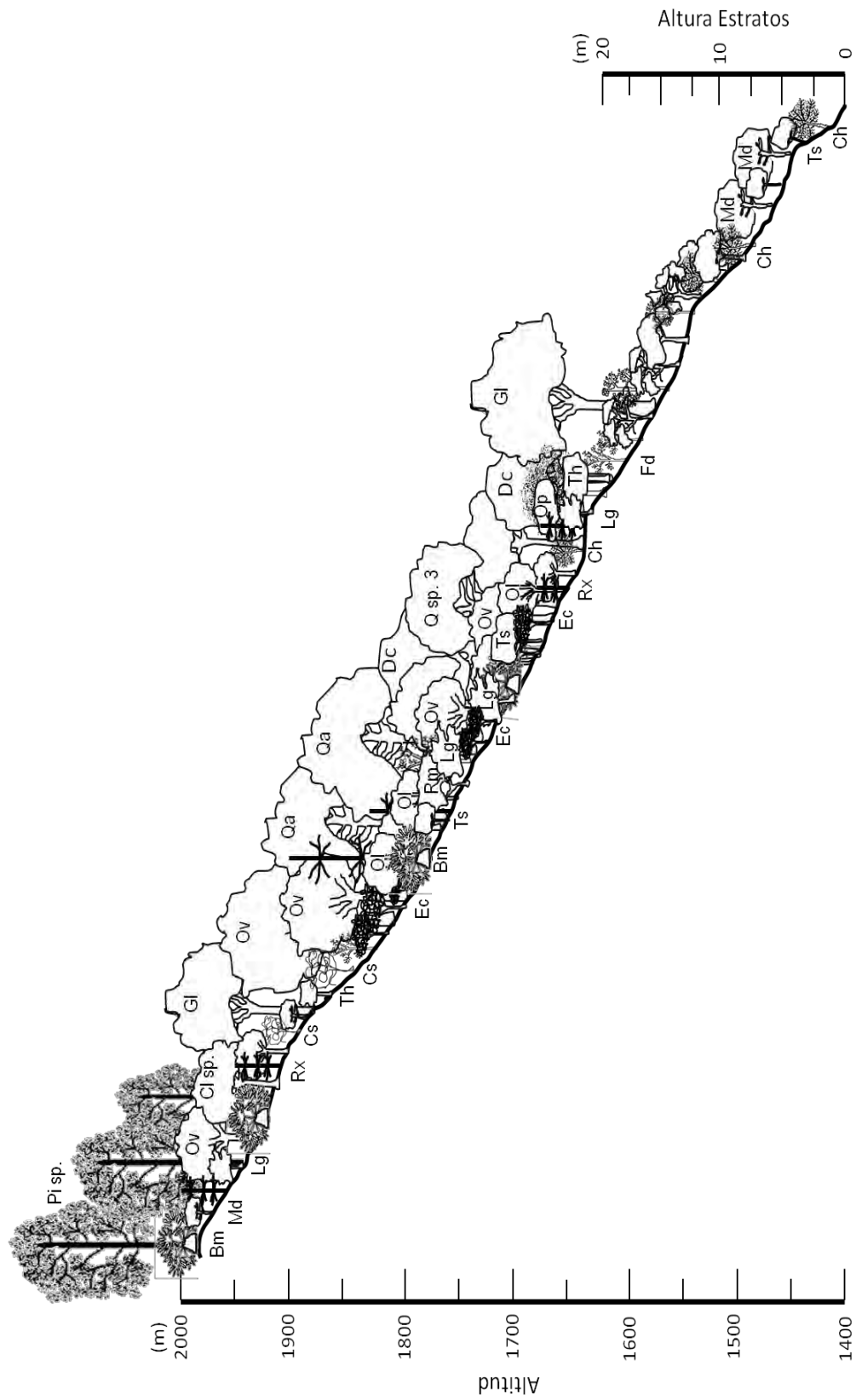
Cuando este tipo de vegetación se presenta sin perturbación intensa, las hierbas no son muy abundantes. Sin embargo, en los trabajos realizados por Campos-Villanueva y Villaseñor (1995), Alcantará y Luna (1997), Ponce-Vargas *et al.* (2006) y en la zona de estudio se da el caso contrario, lo que indica que en los últimos años, estos bosques han sido sometidos a constantes alteraciones y se encuentran en un proceso de sucesión ecológica. Para el caso del bosque estudiado, se puede considerar que está en regeneración; ya que en el estrato arbustivo se pueden encontrar abundancia de plantas jóvenes de especies arbóreas, además las herbáceas son particularmente abundantes en las áreas abiertas.

### 3.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA

Se inventariaron 1 942 individuos/4 000 m<sup>2</sup>, pertenecientes a 162 especies, a las cuales corresponde una cobertura de 4 634.01 m<sup>2</sup>. Más del 50% de la densidad se concentró en individuos con un DAP entre 0.5 y 10 cm. Se registraron 92 especies (57%) con densidades de cinco o menos individuos, de las cuales 37 (23%) presentaron las densidades más bajas con sólo un individuo.

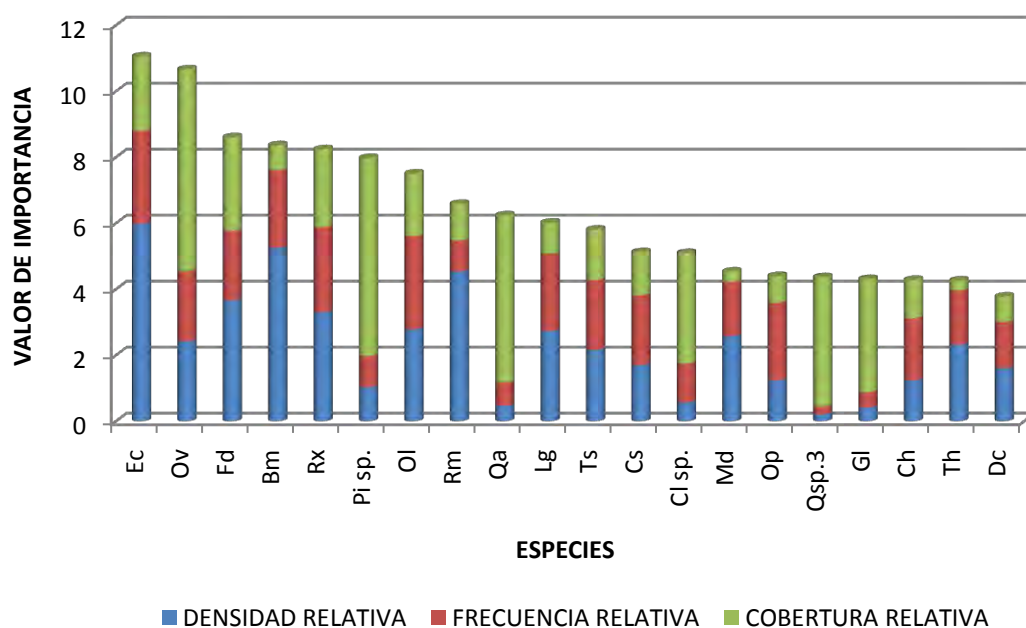
El bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, fisonómicamente está conformado por tres estratos. El primero constituido por árboles de 10 a 20 m, dominado por *Pinus* sp.1, *Quercus aristata*, *Q.* sp., *Ostrya virginiana* y *Garrya laurifolia*; estas especies contribuyen con el 71% de la cobertura total y son individuos con un DAP  $\geq$  10 cm. El segundo estrato presenta árboles y arbustos de 4 a 7 m de alto, entre los que se encuentran *Fraxinus* aff. *dubia*, *Ostrya virginiana*, *Oreopanax langlassei*, *O. peltatus*, *Litsea glaucescens* y un estrato bajo de 1.5 a 3.5 m donde se encuentra *Brahea moorei*, *Calliandra houstoniana* y *Eugenia capuli*, mismas que se mezclan con plantas juveniles de especies arbóreas entre las que destacan *Fraxinus* aff. *dubia*, *Meliosma dentata*, *Ostrya virginiana* y *Randia xalapensis* (Fig. 3). En este último estrato se encuentran la mayoría de las especies que presentaron los valores más altos de densidad, entre ellas destacan *Eugenia capuli*, que es la especie más abundante en este bosque, seguida de *Brahea moorei* y *Roupala montana*. Se encuentran también representadas especies epifitas como *Campyloneurum angustifolium*, *Oncidium hastatum*, *Pleopeltis astrolepis*, *Polypodium polypodioides* var. *aciculare*, *Prosthechea chondylobulbon*, *P. trulla* y con hábito trepador *Dioscorea galeottiana*, *Gaudichaudia cynanchoides*, *Oxalis rhombifolia*, *Pachyrhizus erosus* y *Smilax velutina*.

El estrato herbáceo está bien desarrollado y se encuentran *Adiantum patens*, *Anthurium seamayense*, *Blechnum glandulosum*, *Bletia purpurata*, *Crusea coccinea*, *Echeandia mexicana*, *Lasiacis ruscifolia*, *Oplismenus hirtellus*, *Panicum laxum*, *Pteris quadriaurita*, *Tigridia pavonia* y *Tradescantia zanonía*.



**Fig. 3.** Perfil altitudinal de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca. *Engenia capuli* (Ec), *Ostrya virginiana* (Ov), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), *Brabea moorei* (Bm), *Randia xalapensis* (Rx), *Pinus* sp. (*Pi* sp.), *Oreopanax langlassei* (Ol), *Rouppala montana* (Rm), *Quercus aristata* (Qa), *Llavea glaucescens* (Lg), *Triumfetta speciosa* (Ts), *Clusia salvini* (Cs), *Clethra* sp. (*Cl* sp.), *Meliosma dentata* (Md), *Oreopanax peltatus* (Op), *Quercus* sp. 3 (*Q* sp. 3), *Garrya laurifolia* (Gl), *Calliandra houstoniana* (Ch), *Trichilia havanensis* (Th), *Deppaea coriifolia* (Dc).

Los valores de importancia calculados para la vegetación presente en el Cerro el Pájaro, se muestran en el apéndice 3. Destaca *Eugenia capuli* como la especie con el mayor valor (11.05), mismo que es resultado de su gran abundancia, no así de su frecuencia y cobertura, aspectos que contribuyen aproximadamente con una quinta parte del valor total. Las especies que siguen en importancia son *Ostrya virginiana* (10.66), *Pinus* sp. 1 (7.97), *Quercus aristata* (6.23), *Clethra* sp. (5.09), *Quercus* sp. 3 (4.36) y *Garrya laurifolia* (4.30), cuyo valor de importancia está determinado por la cobertura; siendo casi despreciables para algunas de ellas los valores de densidad y frecuencia. En el resto de las especies, los altos valores de densidad o frecuencia, determinan su posición entre las especies con valores de importancia altos (Fig. 4).



**Fig. 4.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies dominantes del bosque mesófilo de montaña en el Cerro el Pájaro. *Eugenia capuli* (Ec), *Ostrya virginiana* (Ov), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), *Brabea moorei* (Bm), *Randia xalapensis* (Rx), *Pinus* sp. (Pi sp.), *Oreopanax langlassei* (Oi), *Roupala montana* (Rm), *Quercus aristata* (Qa), *Litsea glaucescens* (Lg), *Triumfetta speciosa* (Ts), *Clusia salvini* (Cs), *Clethra* sp. (Cl sp.), *Meliosma dentata* (Md), *Oreopanax peltatus* (Op), *Quercus* sp. 3 (Q sp. 3), *Garrya laurifolia* (Gl), *Calliandra houstoniana* (Ch), *Trichilia havanensis* (Th), *Deppea cornifolia* (Dc).

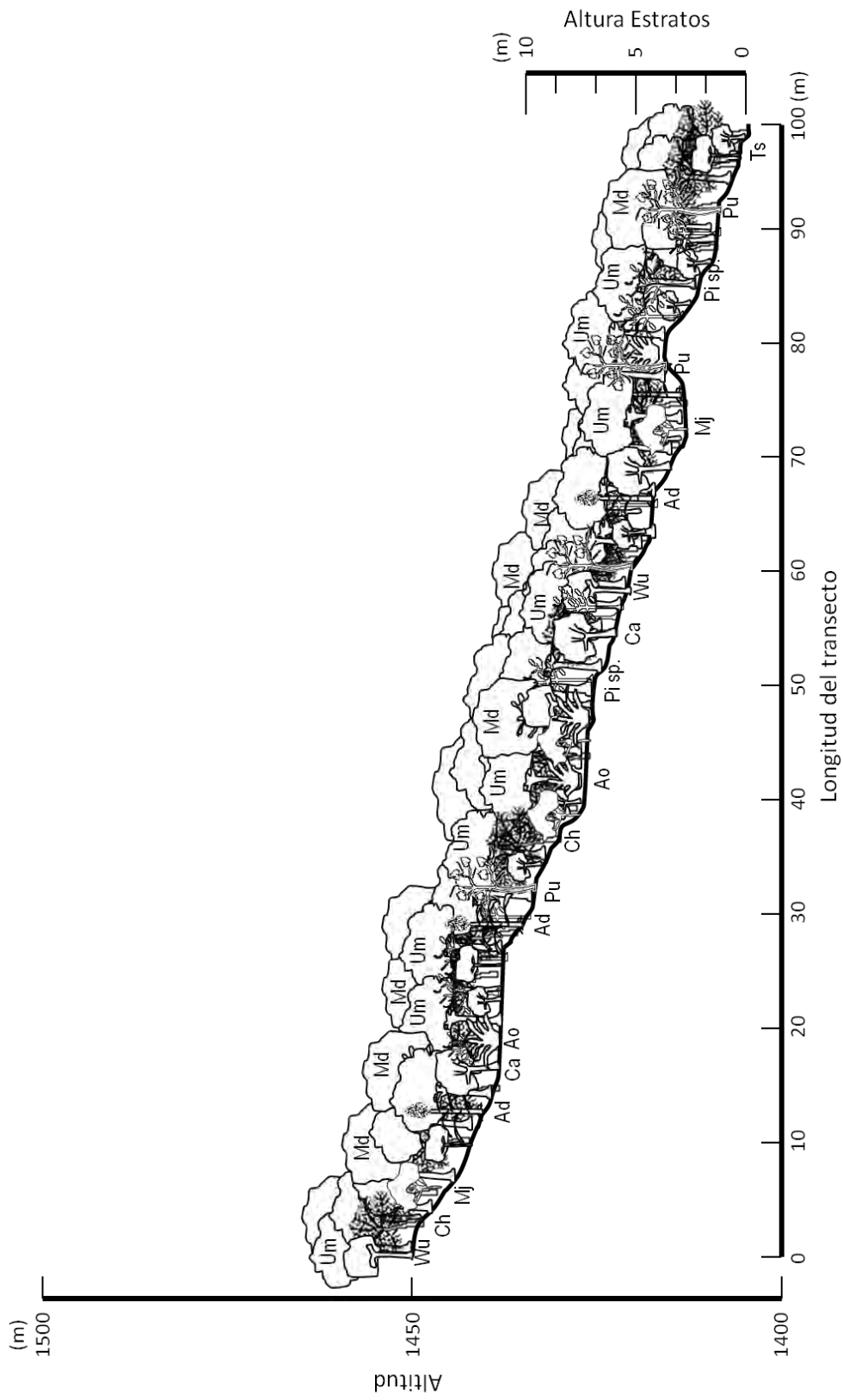
## Estructura de la vegetación y valores de importancia de las especies a diferentes altitudes muestreadas

A los 1 400 m de altitud, se registraron 140 individuos/200 m<sup>2</sup> distribuidos en 12 especies, cuya cobertura es de 25.88 m<sup>2</sup>. El 60% de la densidad estuvo concentrada en tres especies, *Piper* sp., *Ulmus mexicana* y *Calliandra houstoniana*, individuos con un DAP  $\leq$  5 cm. Seis especies (4.28%) presentaron las densidades más bajas, con cuatro individuos cada una.

La fisonomía del bosque a esta altitud, manifiesta dos estratos, el primero donde los árboles de mayor altura alcanzan un tamaño de 4 m, presenta árboles y arbustos como *Ulmus mexicana*, *Calliandra houstoniana*, *Meliosma dentata*, *Piper umbellatum*, *Chiococca alba* y *Arundo donax*; esta última especie, a pesar de ser una planta herbácea, alcanza una altura de 3 m. El segundo estrato, está constituido principalmente por arbustos de hasta 2.5 m de altura, algunas especies representativas son *Piper* sp., *Triumfetta speciosa*, *Wigandia urens* y especies herbáceas que pueden alcanzar hasta 1.5 m de altura, como *Agave obscura*, en este estrato también se presentan individuos juveniles de algunos árboles, entre ellas *Chiococca alba* y *Myrsine jurgensenii* (Fig. 5). Las especies que contribuyen con cerca del 66% de la cobertura se concentró en 40 individuos (29%) con un DAP < 10 cm, dentro de los que se encuentran *Ulmus mexicana*, *Arundo donax* y *Myrsine jurgensenii*.

Además de las especies mencionadas, en el estrato arbustivo también se encontraron *Acalypha langiana*, *Archibaccharis asperifolia*, *Desmanthodium fruticosum*, *Hamelia versicolor*, *Hoffmannia psychotriifolia*, *Indigofera jamaicensis*, *Jaltomata procumbens*, *Lantana achyranthifolia*, *L. hirta*, *Lycianthes pilosissima*, *Solanum hispidum* y *Viguiera cordata*. Estas especies están distribuidas principalmente en claros donde el dosel del estrato arbóreo permite el paso de la luz, que favorece el desarrollo de este estrato relativamente denso y florísticamente variado

A esta altitud las plantas epífitas son poco diversas, entre ellas destacan algunos helechos como *Pleopeltis astrolepis* y *Polypodium furfuraceum*; entre las trepadoras se reconocieron *Cissus verticillata*, *Cyclanthera rostrata*, *Dioscorea convolvulacea*, *Gaudichaudia cynanchoides*, *Melothria pendula*, *Operculina turpethum*, *Pachyrhizus erosus* y *Rhynchosia longeracemosa*.

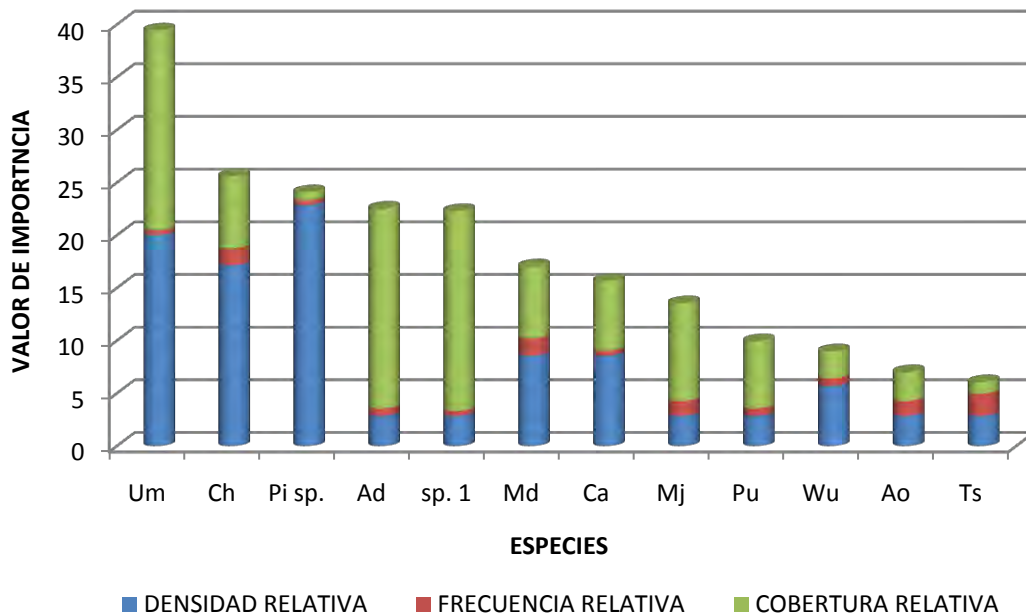


**Fig. 5.** Perfil altitudinal del transecto localizado a 1 400 m. *Ulmus mexicana* (Um), *Calliandra bostoniana* (Ch), *Piper* sp. (Pi sp.), *Arundo donax* (Ad), *Maliosma dentata* (Md), *Chiococca alba* (Ca), *Mycrsine jurgensenii* (Mj), *Piper umbellatum* (Pu), *Wigandia urens* (Wü), *Agave obscura* (Ao), *Triumfetta speciosa* (Ts).



El estrato herbáceo se encuentra bien desarrollado y dominan *Adiantum patens*, *Aphelandra schiedeana*, *Asclepias curassavica*, *Bletia purpurata*, *Commelina coelestis*, *Echeandia mexicana*, *Galinsoga quadriradiata*, *Malaxis javesiae*, *Nephrolepis cordifolia*, *Panicum plicatulum*, *P. pilosum*, *Polygala berlandieri*, *Rhodosciadium glaucum*, *Schoenocaulon officinale*, *Tradescantia zanonía* y *Valeriana palmeri*.

En esta altitud (1400 m), *Ulmus mexicana* (39.43) fue la especie más importante por sus elevados valores de densidad y cobertura, contribuyendo cada uno con casi la mitad del valor. *Calliandra houstoniana* (25.61) y *Piper* sp. (24.08) también resultaron ser especies dominantes por su densidad, siendo bajos los valores de frecuencia y cobertura. Para el resto de las especies, los valores de cobertura y densidad son los que determinaron sus altos valores de importancia (Fig. 6).



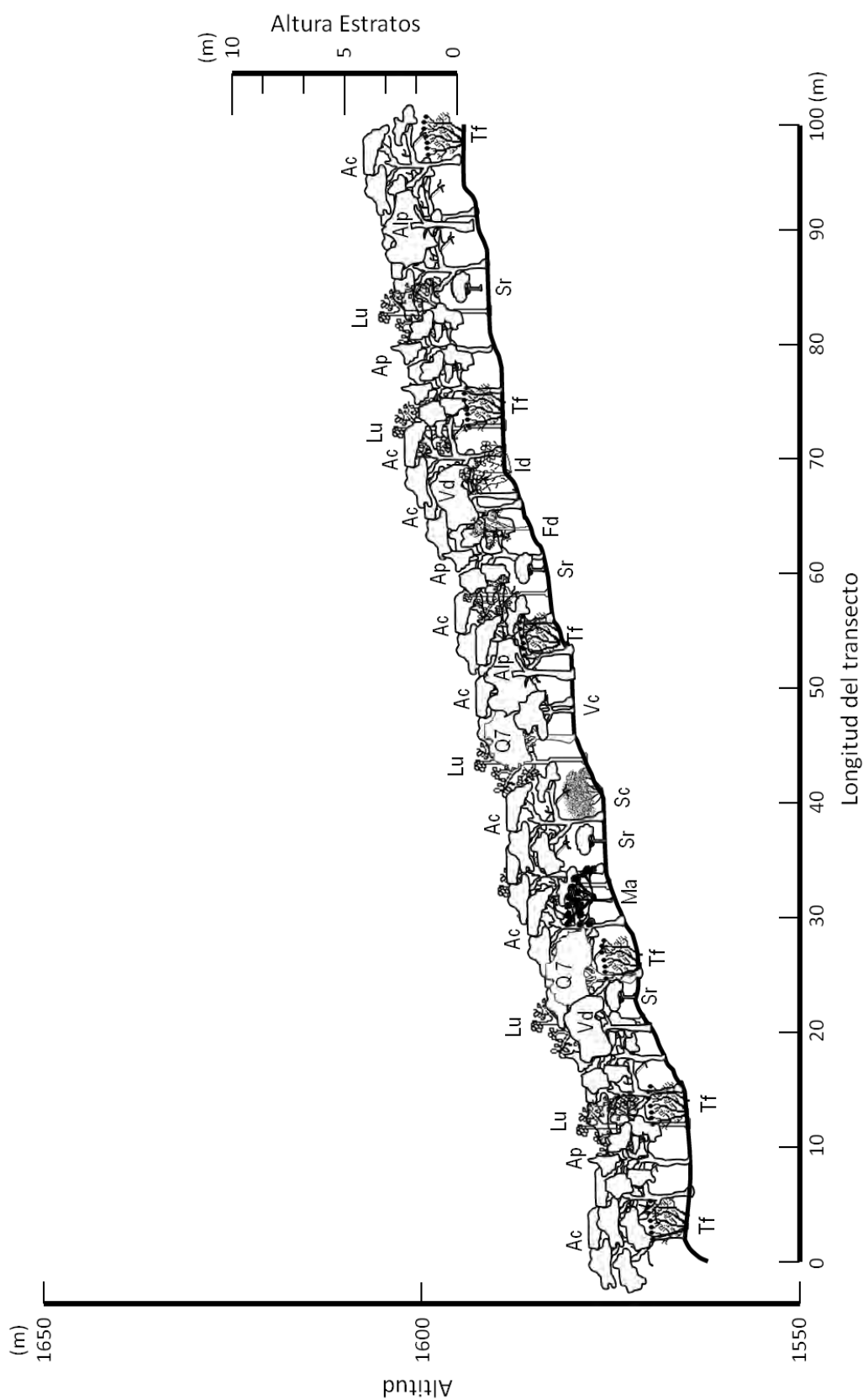
**Fig. 6.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies dominantes a 1 400 m de altitud. *Ulmus mexicana* (Um), *Calliandra houstoniana* (Ch), *Piper* sp. (Pi sp.), *Arundo donax* (Ad), *Meliosma dentata* (Md), *Chiococca alba* (Ca), *Myrsine jurgenseni* (Mj), *Piper umbellatum* (Pu), *Wigandia urens* (Wu), *Agave obscura* (Ao), *Triumfetta speciosa* (Ts).

A una altitud de 1 600 m, se evaluaron 48 individuos/200 m<sup>2</sup>, correspondientes a 13 especies; las cuales cubren un área de 65.13 m<sup>2</sup>. El 58% de la densidad se presentó en 28 individuos, con un DAP entre 3 y 15 cm. Cinco especies (10%) presentaron las densidades más bajas, al estar representadas por un solo individuo.

Fisonómicamente, a esta altitud el bosque está conformado por dos estratos, uno arbóreo constituido por individuos que van de 4 a 5 m dominado por *Acacia cochliacantha*, *A. pennatula*, *Lippia umbellata* y *Quercus* sp. 7. El 75% de la cobertura se concentró en 29 individuos de las especies encontradas en este estrato, todas con un DAP  $\leq$  15 cm. El segundo estrato está conformado principalmente por arbustos y árboles bajos de 0.5 a 3.5 m, las especies más frecuentes son *Vernonia deppeana*, *Tithonia fruticosa*, *Alstonia pittieri*, *Solanum rude-pannum* y *Mimosa albida* (Fig. 7).

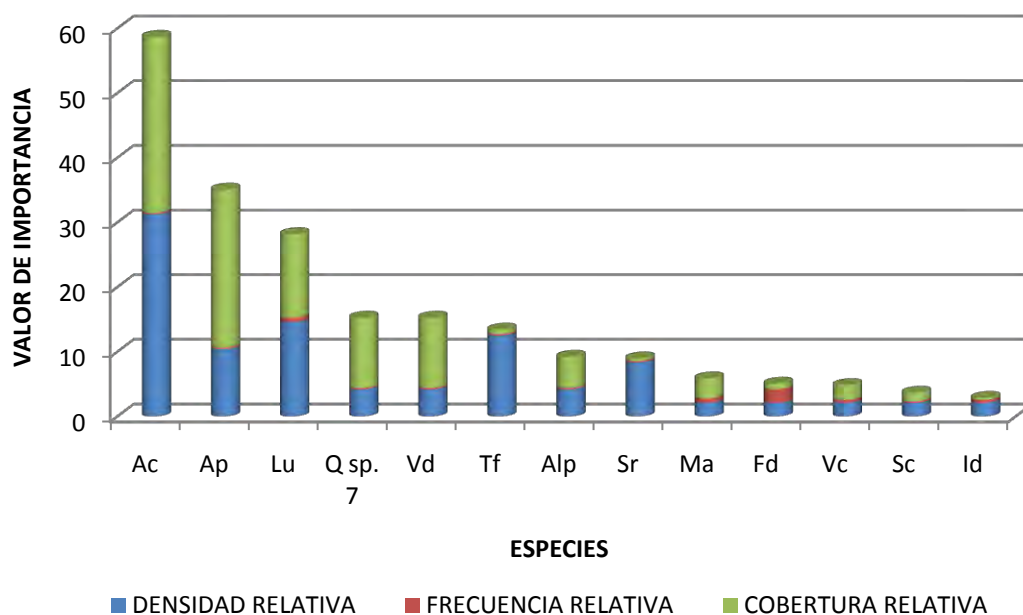
En el estrato arbustivo también se encontraron individuos de las especies *Lantana achyranthifolia*, *Priva aspera*, *Smallanthus maculatus*, *Solanum umbellatum* y *Mimosa robusta*. Las plantas con hábito trepador, están poco representadas y únicamente se encontraron *Dioscorea carpomaculata*, *Pachyrhizus erosus*, *Melothria pendula*. En el estrato herbáceo se desarrollan especies como *Acalypha langiana*, *Anemia semihirsuta*, *Aulosepalum pyramidale*, *Cheilanthes galeottii*, *Cranichis sylvatica*, *Crotalaria sagittalis*, *Crusea psyllioides*, *Cyperus manimae*, *Galinsoga quadriradiata*, *Heliopsis annua*, *Paspalum fasciculatum*, *Ranunculus petiolaris*, *Rhodosciadium glaucum*, *Richardia scabra*, *Selaginella wrightii*, *Setaria geniculata*, *Tagetes micrantha*, *Tigridia pavonia*, *Verbena caroliniana* y *Zinnia violacea*, entre otras.

Los valores de las variables densidad, frecuencia y cobertura relativas, contribuyen de diferente forma a los valores de importancia de las especies que se localizan a una altitud de 1 600 m en el BMM estudiado (Fig. 8). En *Acacia cochliacantha* (58.69), la especie dominante en esta altitud, las variables de densidad y cobertura aportan casi el 50% al valor total, siendo despreciable el de frecuencia.



**Fig. 7.** Perfil de vegetación del transecto localizado a 1 600 m. *Acacia cochliacantha* (Ac), *Acacia pennatula* (Ap), *Lippia umbellata* (Lu), *Quercus* sp.7 (Q7), *Vernonia deppeana* (Vd), *Tithonia fruticosa* (Tf), *Alstonia pittieri* (Alp), *Solanum rinde-pannum* (Sr), *Mimosa aff. dubia* (Fd), *Fraxinus aff. dubia* (Fd), *Viguiera cordata* (Vc), *Solanum candidum* (Sc), *Iresine diffusa* (Id).

La cobertura contribuye principalmente al valor de importancia en especies como *Acacia pennatula* (35.07), *Quercus* sp. 7 (15.25), *Vernonia deppeana* (15.25) y *Alstonia pittieri* (9.22). En *Lippia umbellata* (28.17) la mayor participación al valor total son la cobertura y la densidad (Fig. 8). Para *Solanum rude-pannum* (8.96) y *Titbonia fruticosa* (13.41), el valor de importancia está determinado casi completamente por la densidad, pues los valores calculados de frecuencia y cobertura relativos son muy bajos. En la mayoría de las especies, la frecuencia no es muy significativa; por el contrario, para *Fraxinus* aff. *dubia* (5.06) es la variable que contribuye en mayor número a su valor de importancia.



**Figura 8.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies dominantes a 1 600 m de altitud. *Acacia cochliacantha* (Ac), *Acacia pennatula* (Ap), *Lippia umbellata* (Lu), *Quercus* sp.7 (Q 7), *Vernonia deppeana* (Vd), *Titbonia fruticosa* (Tf), *Alstonia pittieri* (Alp), *Solanum rude-pannum* (Sr), *Mimosa albida* (Ma), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), *Viguiera cordata* (Vc), *Solanum candidum* (Sc), *Iresine difussa* (Id).

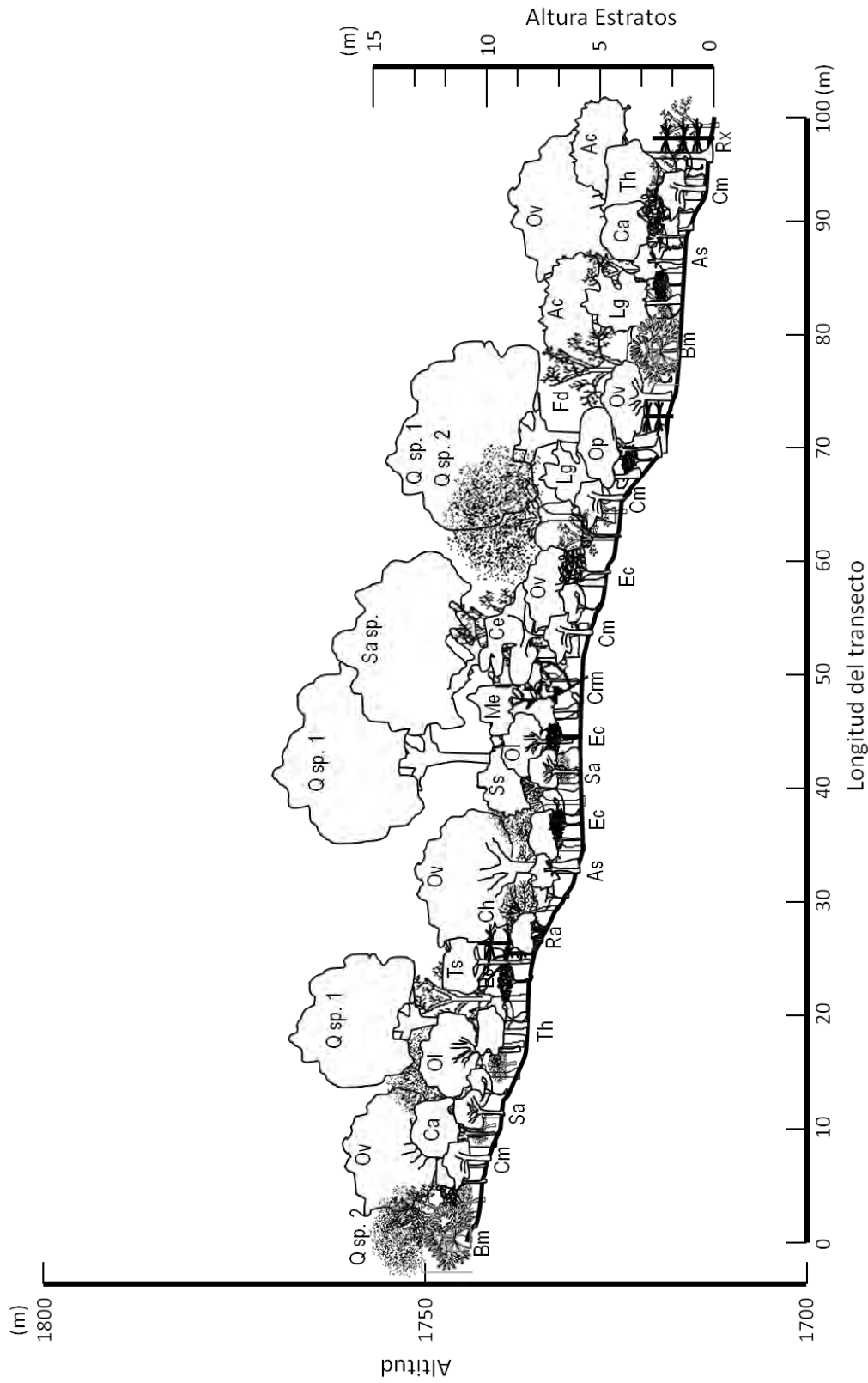
A 1 700 m de altitud, la densidad total estimada fue de 106 individuos/200 m<sup>2</sup>, pertenecientes a 37 especies. La cobertura fue de 285 m<sup>2</sup>; de ésta, el 58% se concentró en nueve individuos (8.5%), con un DAP entre 10 y 40 cm. *Fraxinus* aff. *dubia*, *Eugenia capuli* y una especie no determinada de la familia Melastomataceae, con un DAP ≤ 10 cm, fueron las especies con mayor densidad, que en conjunto contribuyen con el 30% de esta

variable. 21 especies (57%) se registraron con densidades de cinco o menos individuos y seis de ellas (16%) presentaron sólo uno.

En la figura 9, se observa el perfil de vegetación a esta altitud, en donde se reconocen dos estratos. El superior, constituido por árboles de 6 a 8.5 m de altura, dominado por *Ostrya virginiana*, *Fraxinus* aff. *dubia*, *Quercus* sp. 2, y *Annona cherimola*; el inferior, en el cual se concentraron la mayoría de las especies, está constituido por árboles bajos y arbustos de 0.4 a 5 m, dominado por *Fraxinus* aff. *dubia*, *Eugenia capuli*, *Litsea glaucescens*, *Randia xalapensis*, *Calliandra houstoniana*, *Triumfetta speciosa* y *Cojoba arborea*. Tanto *Quercus* sp. 1 como *Saurania* sp., pueden considerarse como emergentes, ya que alcanzan alturas hasta de 13.6 y 11.9 m respectivamente y sobrepasan notablemente el dosel. Estas especies junto con *Ostrya virginiana*, contribuyeron en mayor medida a la cobertura del bosque.

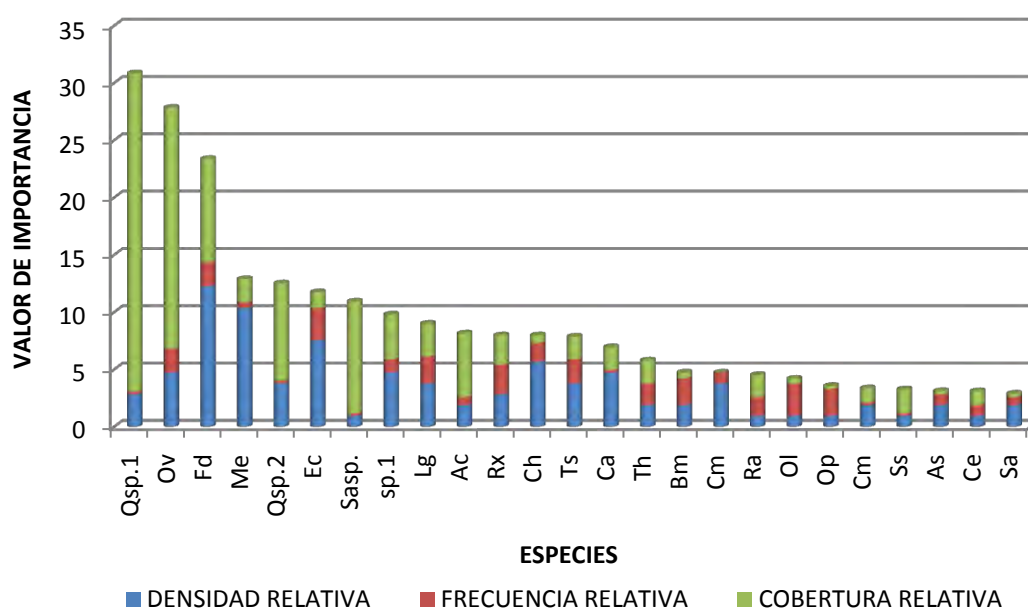
El estrato arbustivo está poco desarrollado a esta altitud, y las especies que lo constituyen son: *Dahlia coccinea*, *Desmanthodium fruticosum*, *Lantana hirta*, *Malvaviscus arboreus*, *Triumfetta speciosa* y *Xylosma flexuosa*. Las epifitas son escasas y están representadas por *Calceolaria mexicana*, *Campyloneurum angustifolium*, *Oncidium karwinskii*, *Polypodium polypodioides* var. *aciculare*, *Polypodium pleurosorum*. Dentro de las plantas con hábito trepador encontramos a *Bomarea hirtella*, *Dioscorea carpomaculata*, *D. galeottiana*, *Passiflora* aff. *sexocellata* y *Smilax mollis*.

El estrato herbáceo también se encuentra bien desarrollado y las especies que lo representan son: *Achimenes antirrhina*, *Adiantum andicola*, *Begonia wallichiana*, *Blechnum glandulosum*, *B. gracile*, *Botrychium virginianum*, *Carex polystachya*, *Crusea coccinea*, *C. psyllioides*, *Echeandia mexicana*, *Euphorbia scabrella*, *Galinsoga quadriradiata*, *Heliopsis buphthalmoides*, *Lasiacis procerrima*, *Oplismenus burmannii* y *Tradescantia zanonía*.



**Fig. 9.** Perfil de vegetación del transecto localizado a 1700 m. *Quercus* sp. 1 (Q sp. 1), *Ostrya virginiana* (Ov), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), *Melastomataceae* (Me), *Quercus* sp. 2 (Q sp. 2), *Eugenia capuli* (Ec), *Saurauia* sp. (Sa sp.), *Litsea glaucescens* (Lg), *Annona cherimola* (Ac), *Randia xalapensis* (Rx), *Calliandra houstoniana* (Ch), *Trimpfella speciosa* (Ts), *Cajoba arborea* (Ca), *Trichilia havanensis* (Th), *Brabea moorii* (Bm), *Cnidocolus multilobus* (Cm), *Kolana angulifolia* (Ra), *Oreopanax langlassei* (Ol), *Oreopanax peltatus* (Op), *Crataegus mexicana* (Crm), *Saurauia scabrata* (As), *Celtis* sp. (Ce), *Sommeria arborescens* (Sa).

A los 1 700 m de altitud, *Quercus* sp. 1 (30.84) y *Ostrya virginiana* (27.83) son las especies con los mayores valores de importancia (Fig. 10). Esto como resultado de sus altos valores de cobertura, seguidos de la densidad; contrario a lo que ocurre en *Fraxinus* aff. *dubia* (23.36), especie en la que el valor de densidad contribuye con la mitad del valor de importancia, seguido de la cobertura. Para *Quercus* sp. 2 (12.51), *Saurauia* sp. (10.93) y *Annona cherimola* (8.14), el valor de la cobertura también es alto y contribuye en mayor proporción al valor de importancia, seguido de sus valores de densidad y frecuencia. En el resto de las especies cada variable contribuye de diferente forma al valor de importancia. En especies como *Brahea moorei* (4.73), *Oreopanax langlassei* (4.19) y *O. peltatus* (3.56) el valor de importancia está determinado por la frecuencia.



**Figura 10.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las especies dominantes a 1 700 m de altitud. *Quercus* sp. 1 (Q sp. 1), *Ostrya virginiana* (Ov), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), Melastomataceae (Me), *Quercus* sp. 2 (Q sp. 2), *Eugenia capuli* (Ec), *Saurauia* sp. (Sa sp.), *Litsea glaucescens* (Lg), *Annona cherimola* (Ac), *Randia xalapensis* (Rx), *Calliandra houstoniana* (Ch), *Trimfetta speciosa* (Ts), *Cojoba arborea* (Ca), *Trichilia havanensis* (Th), *Brahea moorei* (Bm), *Cnidocolus multilobus* (Cm), *Roldana angulifolia* (Ra), *Oreopanax langlassei* (Ol), *Oreopanax peltatus* (Op), *Crataegus mexicana* (Crm), *Saurauia scabrida* (Ss), *Aphelandra schiedeana* (As), *Celtis* sp. (Ce), *Sommerera arboreascens* (Sa).

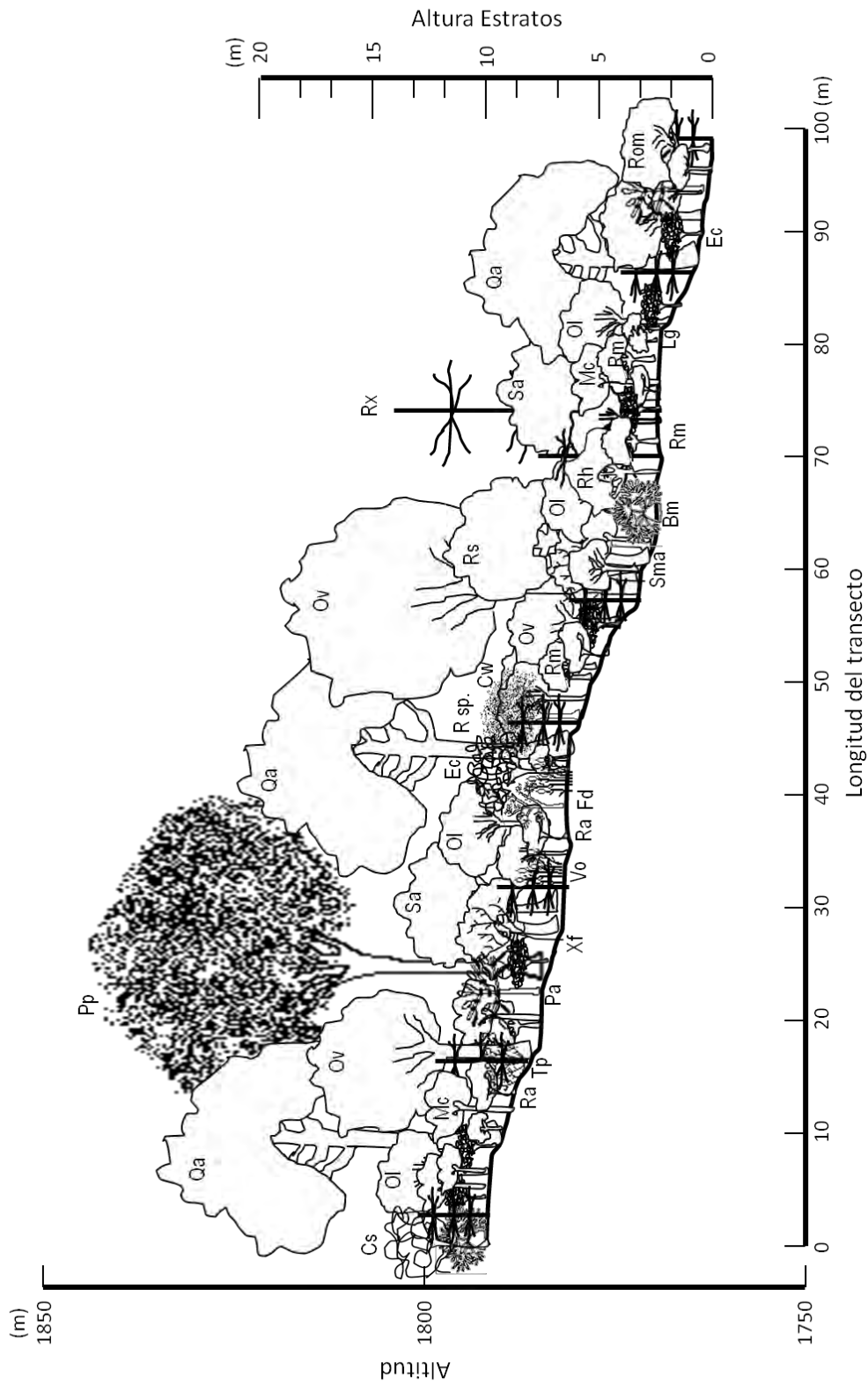
A los 1 800 m de altitud, se reconocieron 78 individuos/200 m<sup>2</sup> distribuidos en 26 especies, con una cobertura de 433.14 m<sup>2</sup>. El 51% de la densidad se concentró en 40 individuos de *Eugenia capuli*, *Malvaviscus conzattii*, *Randia xalapensis*, *Rapanea* aff. *myricoides* y *Oreopanax langlassei*, todos con DAP  $\leq$  10 cm. Las densidades más bajas se presentaron en el 50% de las especies.

Fisonómicamente a esta altitud el bosque está diferenciado en dos estratos, el primero formado por árboles de 5 a 8 m, en donde se encuentran especies como *Oreopanax langlassei*, *Rogiera seleriana* y *Saurauia aspera*. En el segundo se presentan arbustos y árboles pequeños de 0.4 a 4 m, dominado por *Brabea moorei*, *Clusia salvinii*, *Eugenia capuli*, *Fraxinus* aff. *dubia*, *Malvaviscus conzattii*, *Rapanea* aff. *myricoides* y *Roldana angulifolia*. Especies como *Quercus aristata*, *Randia xalapensis*, *Ostrya virginiana* y *Picramnia polyantha*, alcanzan alturas de más de 10 m, se consideran como emergentes y contribuyen con el 83% de la cobertura, todas con un DAP entre 10 y 50 cm (Fig. 11).

A pesar de la gran cobertura que presenta el estrato arbóreo, el arbustivo se encuentra bien desarrollado y en él se pueden encontrar: *Bouvardia loeseneriana*, *Croton guatemalensis*, *Desmanthodium fruticosum*, *Eugenia capuli*, *Gentlea venosissima*, *Lantana hirta*, *Malvaviscus arboreus*, *Perymenium berlandierii*, *Triumfetta speciosa* y *Xylosma flexuosa*. La presencia de este estrato puede indicar un cierto grado de disturbio, como ocurre en los bosques mesófilos estudiados por Alcántara y Luna (1997) y Luna *et al.* (1994).

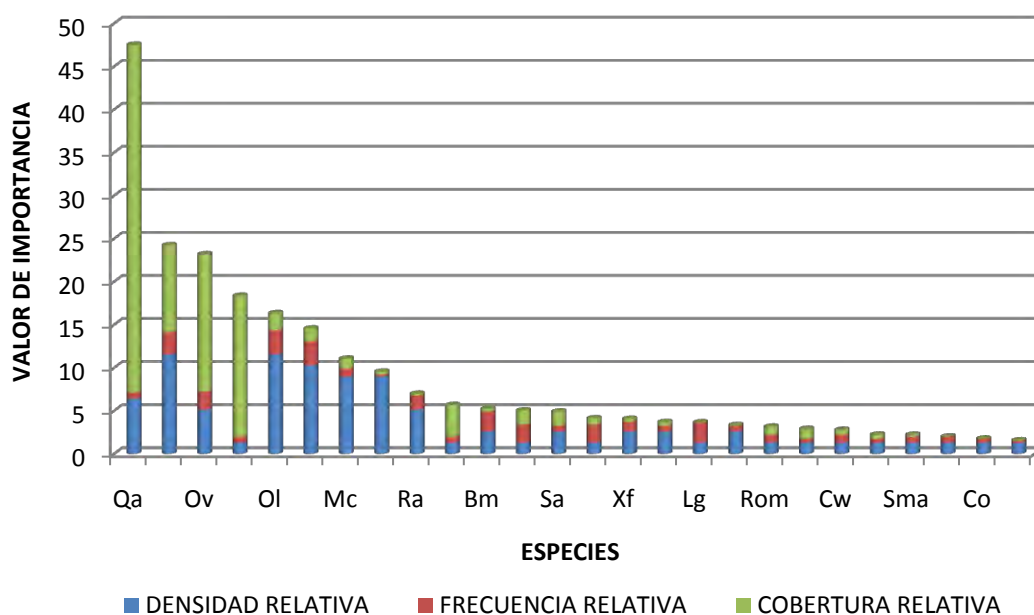
El estrato herbáceo también es denso y variado, en él destacan helechos como *Adiantum concinnum*, *Asplenium monanthes* y *Blechnum glandulosum*; además de algunas especies de angiospermas como *Achimenes grandiflora*, *Anthurium seamayense*, *Dahlia coccinea*, *Deppea purpusii*, *Euphorbia scabrella*, *Iresine difussa*, *Lantana hirta*, *Lasiacis procerrima* y *Micropleura renifolia*. Las plantas con hábito trepador que se desarrollan en esta parte del bosque están representadas por *Bomarea hirtella*, *Gaudichaudia cynanchoides*, *Matelea steyermarkii*, *Oxalis rhombifolia*, *Smilax spinosa*, *S. mollis* y *Stizophyllum riparium*.





**Fig. 11.** Perfil de vegetación del transecto localizado a 1 800 m. *Quercus aristata* (Qa), *Randia xalapensis* (Rx), *Ostrya virginiana* (Ov), *Picramnia polyantha* (Pp), *Oreopanax langlassei* (Ol), *Eugenia capuli* (Ec), *Mahoea conscutii* (Mc), *Rapanea aff. myricoides* (Rm), *Roldana angulifolia* (Ra), *Rogiera seletiana* (Rs), *Brachea moorei* (Bm), *Clusia sahlinii* (Cs), *Saurauia aspera* (Sa), *Fraxinus aff. dubia* (Fd), *Xylocma flexuosa* (Xf), *Piper amalago* (Pa), *Lixea glaucescens* (Lg), *Verbesina oncophora* (Vo), *Rouppala montana* (Rom), *Rhamnusaceae* (Rh), *Croton websteri* (Cw), *Rapanea* sp. (R sp.), *Sommeria arborescens* (Sma).

*Quercus aristata* (47.50) es la especie con el mayor valor de importancia del BMM a los 1 800 m (Fig. 12) el cual está determinado por la cobertura, seguido por *Ostrya virginiana* (23.16) y finalmente por *Picramnia polyantha* (18.35), cuyos valores de densidad y frecuencia son bajos. Para *Randia xalapensis* (24.21), la densidad y la cobertura aportan casi la mitad del valor de importancia calculado. En el resto de las especies, casi el total de este valor, está dado por la densidad, siendo la cobertura y la frecuencia bajas, como en el caso de *Oreopanax langlassei* (16.33), *Eugenia capuli* (14.53), *Malvaviscus conzattii* (11.04); o casi despreciables para *Rapanea* aff. *myricoides* (9.53), *Roldana angulifolia* (6.96) y *Xylosma flexuosa* (4.04). En pocas especies se observa que el valor de importancia es en gran parte resultado de la frecuencia, como en *Brabea moorei* (5.21), *Fraxinus* aff. *dubia* (4.12) y *Litsea glaucescens* (3.64).



**Figura 12.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las dominantes especies a 1 800 m de altitud. *Quercus aristata* (Qa), *Randia xalapensis* (Rx), *Ostrya virginiana* (Ov), *Picramnia polyantha* (Pp), *Oreopanax langlassei* (Ol), *Eugenia capuli* (Ec), *Malvaviscus conzattii* (Mc), *Rapanea* aff. *myricoides* (Rm), *Roldana angulifolia* (Ra), *Rogiera seleriana* (Rs), *Brabea moorei* (Bm), *Clusia salvinii* (Cs), *Saurauia aspera* (Sa), *Fraxinus* aff. *dubia* (Fd), *Xylosma flexuosa* (Xf), *Piper amalago* (Pa), *Litsea glaucescens* (Lg), *Verbesina oncophora* (Vo), *Roupala montana* (Rom), *Rhamnaceae* (Rh), *Croton websteri* (Cw), *Rapanea* sp. (R sp.), *Sommeria arborescens* (Sma), *Rondeletia buddlejoides* (Rb), *Cedrela odorata* (Co), *Tibouchina purpusii* (Tp).

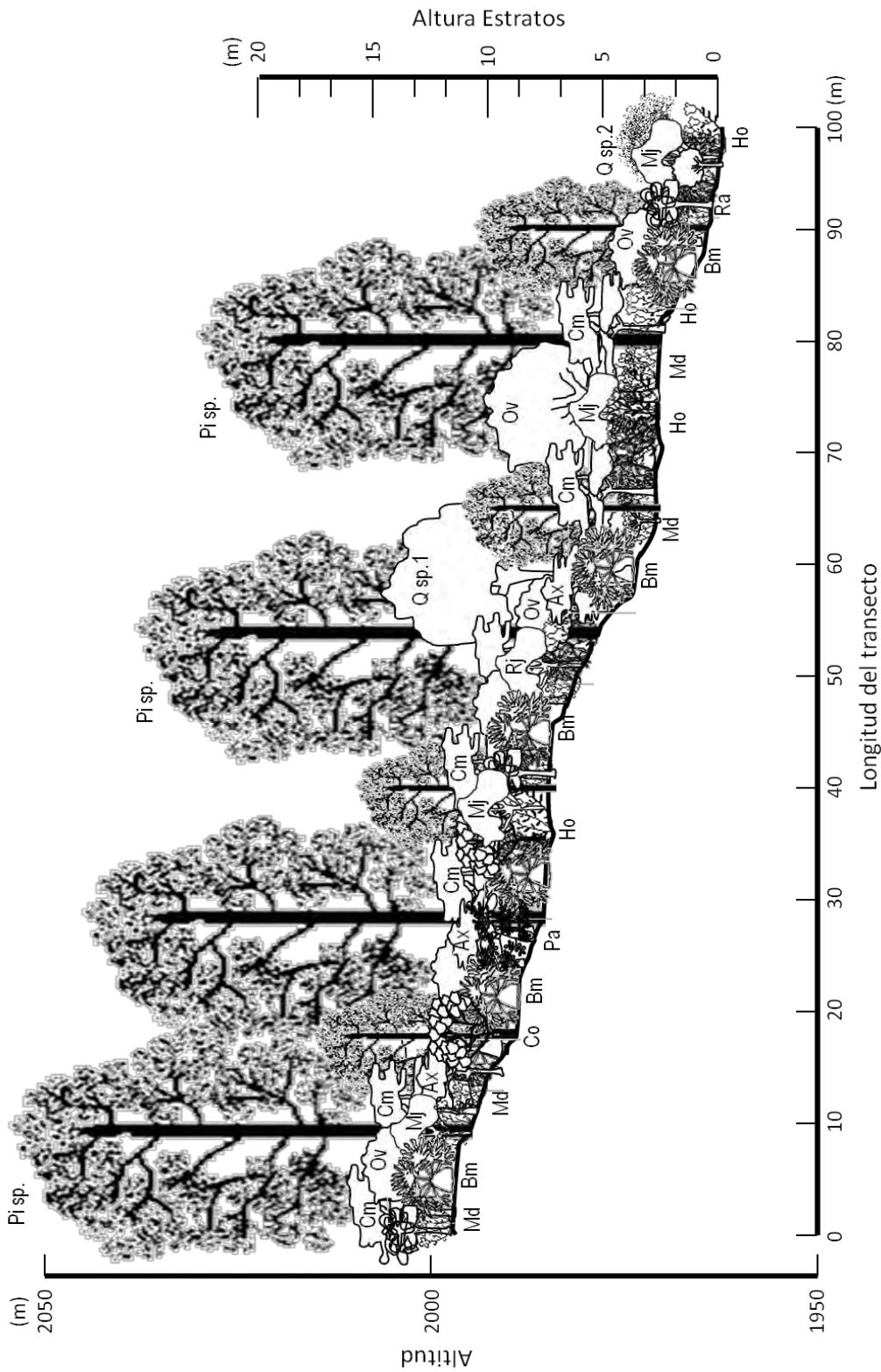
La densidad registrada a una altitud de 2 000 m, fue de 205 individuos/200 m<sup>2</sup>, pertenecientes a 22 especies, con una cobertura de 259.44 m<sup>2</sup>. El 59% de la densidad se concentró en sólo tres especies (14%), *Brabea moorei*, *Hebeclinum phoenicticum* y *Meliosma dentata*. Se reconocieron 14 especies (64%) con densidades de cinco o menos individuos y ocho (36%) registraron densidades de un individuo.

En el perfil de vegetación a esta altitud que se muestra en la figura 13, se reconocen dos estratos. El primero está conformado por árboles entre 6 y 8 m de altura, dominado por *Pinus* sp. 1 y *Ostrya virginiana*; el segundo, está constituido por arbustos y árboles bajos de hasta 4 m de altura, las especies más frecuentes en este estrato son *Brabea moorei*, *Cercocarpus macrophyllus*, *Chromolaena ortegae*, *Monochaetum deppeanum*, *Myrsine jurgensenii*, *Ostrya virginiana* y *Quercus* sp. 2. A esta altitud se encontraron dos especies emergentes, *Pinus* sp. 1 y *Quercus* sp. 1, los cuales alcanzan alturas que van de 10 hasta 20 m. Estas especies junto con *Ostrya virginiana* contribuyen con más del 90% de la cobertura total, todos con DAP  $\geq$  10 cm.

El estrato arbustivo es muy diverso, las especies sobresalientes son *Arachnothryx capitellata*, *Bouvardia loeseneriana*, *Croton guatemalensis*, *Cuphea hookeriana*, *Gentlea venosissima*, *Hebeclinium phoenicticum*, *Hyptis oblongifolia*, *Ilex condensata*, *Lycianthes pilosissima*, *Piper amalago*, *Rogiera stenosphon*, *Solanum lanceolatum*, *S. nudum*, *Triumfetta speciosa* y *Xylosma flexuosa*.

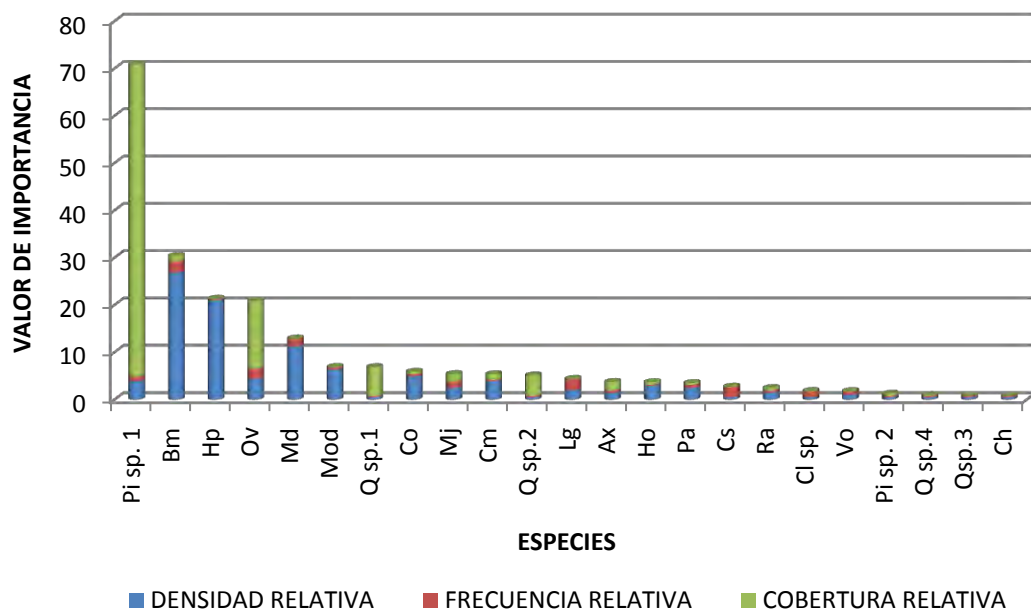
Las plantas epífitas no son muy abundantes. Sin embargo, se pueden encontrar individuos de *Prosthechea trulla*. Dentro de las plantas trepadoras destacan *Oxalis rhombifolia*, *Smilax subpubescens* y *S. jalapensis*. El estrato herbáceo está bien desarrollado y es diverso, en él podemos encontrar especies como *Anthurium montanum*, *Crusea coccinea*, *Govenia superba*, *Hoffmannia culminicola*, *Pinguicula moranensis*, *Pteridium arachnoideum*, *Russelia standleyi* y *Verbesina oncophora*.

*Pinus* sp. 1 (70.83) es la especie con el mayor valor de importancia a los 2 000 m de altitud, la cobertura contribuyó mayormente en este parámetro; por el contrario, para *Brabea moorei* (30.38) y *Hebeclinium phoenicticum* (21.31), especies que ocupan la segunda y tercera posición del valor de importancia, la contribución de la cobertura y frecuencia fueron muy bajas, por lo tanto, sus altos valores de importancia se deben a su densidad elevada (Fig. 14).



**Fig. 7.** Perfil vegetación del transecto localizado a 2 000 m. (Pi sp.) *Pinus* sp., (Bm) *Brabea moorei*, (Ov) *Ostrya virginiana*, (Md) *Monochaetum deppianum*, (Q sp. 1) *Quercus* sp. 1, (Co) *Chromolaena ortegae*, (Mj) *Myrsine jurgensenii*, (Cm) *Cerocarphus macrophyllus*, (Q sp. 2) *Quercus* sp. 2, (l-g) *Litsea glaucescens*, (Ax) *Arbutus xalapensis*, (Ho) *Hypis oblongifolia*, (Pa) *Pteridium arachnoideum*, (Ra) *Rigeria amoena*.

En el caso de *Ostrya virginiana* (20.85), *Quercus* sp. 1 (6.85) y *Q.* sp. 2 (5.09), también la cobertura fue decisiva para registrar un alto valor de importancia, en este contexto las especies del género *Quercus* registraron valores bajos de densidad y frecuencia. Para el resto de las especies, cada variable participa de forma diferente, teniendo frecuencias altas sólo dos especies, *Litsea glaucescens* (4.37) y *Clusia salvinii* (2.72).



**Figura 14.** Densidad relativa, frecuencia relativa, cobertura relativa y valor de importancia de las principales especies a 2 000 m de altitud. (Pi sp.) *Pinus* sp., (Bm) *Brabea moorei*, (Ov) *Ostrya virginiana*, (Md) *Monochaetum deppeanum*, (Q sp. 1) *Quercus* sp. 1, (Co) *Chromolaena ortegae*, (Mj) *Myrsine jurgensenii*, (Cm) *Cercocarpus macrophyllus*, (Q sp. 2) *Quercus* sp. 2, (Lg) *Litsea glaucescens*, (Ax) *Arbutus xalapensis*, (Ho) *Hypis oblongifolia*, (Pa) *Pteridium arachnoideum*, (Ra) *Rogiera amoena*, (Cl sp.) *Clethra* sp., (Vo) *Verbesina oncophora*, (Pi sp. 2) *Pinus* sp. 2, (Q sp. 4) *Quercus* sp. 4, (Q sp. 3) *Quercus* sp. 3, (Ch) *Cuphea bookeriana*.

Con base en la riqueza florística reconocida por Rzedowski (1991a) para el bosque mesófilo de montaña en México, el bosque que se encuentra en Cerro el Pájaro, representa el 11% de la riqueza total estimada para este tipo de vegetación en el país; cifra considerable dado que el área que comprende este cerro es relativamente pequeña (35.79 km<sup>2</sup>).

Se puede observar que el BMM del Cerro el Pájaro presenta una fisonomía y estructura propia. Sin embargo, cumple con las características generales que Rzedowski (1996) especificó para este tipo de vegetación, entre ellas, estrato arbóreo bien definido

con algunas especies emergentes, abundancia de plantas epifitas, trepadoras y estrato herbáceo escasamente representado, excepto en las áreas altamente perturbadas. Su cobertura y densidad de la vegetación son relativamente bajas en comparación con otras localizadas de la República Mexicana (Meave *et al.*, 1992; Ruiz-Jimenez *et al.*, 2000; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003; Mejía-Dominguez *et al.*, 2004). Este bosque mesófilo presenta semejanzas estructurales con los de Tenango de Doria (Alcántara y Luna, 1997) y Tlanchinol (Luna *et al.*, 1994) en el estado de Hidalgo; Omiltemi, Guerrero (Meave *et al.*, 1992); Santo Tomás Teipan (Mejía-Domínguez *et al.*, 2004), San Jerónimo Coatlán (Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995) y Puerto Soledad en el estado de Oaxaca (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000). En general, la apertura de claros por la caída de árboles y ramas grandes permite diferenciar claramente los doseles superiores de los inferiores. Asimismo, en la mayoría de estos trabajos se registró que, a pesar de la extensa cobertura del estrato arbóreo, los estratos arbustivos y herbáceos están bien desarrollados, además de ser densos, variados y presentar plántulas de algunos árboles de los estratos superiores, característica observada en zonas abiertas de estos bosques, que nos indica un proceso de regeneración después de haber sido sometidos a disturbios.

Del mismo modo que en el estudio realizado por Ruiz-Jiménez *et al.* (2000), el conjunto de resultados obtenidos muestra que el bosque mesófilo del Cerro el Pájaro es una comunidad muy heterogénea, debido a que en las diferentes zonas muestreadas se observaron y registraron diferencias estructurales y de composición florística, en función de la altitud y facilidad de acceso a los sitios. La densidad fue una de las variables con mayores diferencias entre transectos. A 1 600 y 1 800 m, se registraron las densidades más bajas, 48 y 78 individuos/200 m<sup>2</sup> respectivamente; a 2 000 m se obtuvo el valor más elevado de esta variable, 205 individuos/200 m<sup>2</sup>; en los sitios ubicados a 1 400 y 1 700 m de altitud las densidades fueron intermedias, 140 y 106 individuos/200 m<sup>2</sup> respectivamente. Un resultado semejante se observó para los valores de cobertura. Los valores más bajos de esta variable fueron de 25.88 y 65.12 m<sup>2</sup>, los cuales se obtuvieron para los muestreos realizados a 1 400 y 1 600 m; por el contrario, el valor más alto de esta variable fue de 433.13 m<sup>2</sup> que se registró a 1 800 m; a 1 700 y 2 000 m se registraron valores intermedios, siendo estos de 285 y 259.43 m<sup>2</sup> respectivamente.

El sitio en el que se obtuvo el mayor valor para la cobertura, registró una de las densidades más bajas, ya que la mayor parte de los individuos que contribuyeron en mayor proporción al total de esta variable eran árboles de entre 10 y 20 m de altura, con  $DAP \geq 30$  cm. Por el contrario, a 1 400 m en donde se registró un valor intermedio de densidad se obtuvo el valor más bajo de cobertura, debido principalmente a que en esta parte del bosque los individuos que contribuyeron en mayor proporción al valor de esta variable, fueron árboles bajos de hasta 4 m con  $DAP < 10$  cm. Ruiz-Jiménez *et al.* (2000) señalaron que existen grandes diferencias en cuanto a la vegetación entre sitios cercanos, ubicados en la misma localidad, situación que también se observó en el Cerro el Pájaro, donde existe una clara variación en la vegetación relacionada directamente con las condiciones ambientales que cambian según la altitud, pendiente, exposición y humedad relativa.

Las especies estructuralmente dominantes en la zona de estudio son las que forman parte del dosel superior, además de aquellas que por su tamaño se reconocen como emergentes, tal es el caso de *Pinus* sp. 1, *Quercus aristata*, *Ostrya virginiana* y *Picramnia polyantha*. Este patrón, concuerda con los bosques mesófilos de montaña estudiados por Puig *et al.* (1983), Meave *et al.* (1992), Sánchez-Rodríguez *et al.* (2003) y Mejía-Domínguez *et al.* (2004), quienes señalaron que las especies estructuralmente dominantes son principalmente las que alcanzan el dosel superior; además también destacan en importancia especies de algunos géneros como *Clethra*, *Fraxinus*, *Meliosma*, *Oreopanax* y *Quercus*, las cuales contribuyen en gran medida a la biomasa de los bosques mesófilos de montaña (Rzedowski, 1996).

Los BMM presentan diferente composición y fisonomía dependiendo de la cantidad de luz solar a la que estén expuestos, producto de la orientación y de la apertura de claros. En el Cerro el Pájaro, las zonas que reciben mayor irradiación se encuentran a 1 400 y 1600 m, mismas que al ser las partes más accesibles del bosque, están más perturbadas por tala para abrir áreas al cultivo. En estas áreas son abundantes algunos elementos que Sánchez-Velásquez *et al.* (2008) definieron como “especies pioneras de claros grandes”, como *Acacia pennatula*, *Arbutus xalapensis*, *Calliandra houstoniana*, *Crataegus mexicana*, *Lonchocarpus* spp., *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Senecio* spp., y *Ulmus mexicana*.

En las zonas más protegidas o en las que se presentan claros pequeños originados por la caída natural de árboles, se favorece la colonización de “especies pioneras de claros pequeños”, que son tolerantes a la sombra y que responden con un crecimiento acelerado a condiciones de mayor iluminación (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2008); estos organismos en el área de estudio están representados por *Adiantum andicola*, *A. concinnum*, *Crusea coccínea*, *Cnidioscolus multilobus*, *Pteris quadriaurita*, *Smilax jalapensis*, *S. mollis*, *S. subpubescens*; así como algunas especies de los géneros *Anthurium*, *Anemia*, *Begonia*, *Cyclanthera*, *Dioscorea*, *Lycianthes*, *Matelea*, *Phaseolus*, *Piper*, *Randia* y *Solanum*. En el bosque estudiado, éstas especies se localizan entre 1 700 y 1 800 m, altitudes en las que se encontró la vegetación con características típicas de un bosque mesófilo de montaña maduro y conservado. Esta situación se debe a la ubicación, ya que estas zonas y las especies citadas anteriormente, están asociadas a zonas de cañadas protegidas a una mayor altitud en donde la humedad aumenta considerablemente.

Por otro lado, Ortiz (1999), Saldaña (2001) y Ramírez-Bamonde *et al.* (2005) han indicado que las comunidades de *Pinus* favorecen y facilitan la entrada de manera indirecta de especies de sucesión tardía o pueden establecerse con ellas; pues con su dosel las protegen del paso directo de la luz y temperaturas extremas, ayudándolas a mantener la humedad en sus semillas. Sin embargo, en los estudios realizados por González-Espinosa *et al.*, (1991), Sánchez-Velásquez y García-Moya (1993) y Jardel *et al.* (2001), se ha demostrado que las poblaciones de *Pinus* presentes en los bosques mesófilos disminuyen con el tiempo, dando lugar a un aumento en la densidad de especies tolerantes a la sombra que se encuentran en el sotobosque como plántulas; las cuales con el tiempo, necesitan claros pequeños para desarrollarse. Las especies registradas en este estudio que presentan las características anteriores son *Clethra* spp., *Fraxinus uhdei*, *Ilex* spp. y *Quercus* spp., mismas que coinciden con las registradas por Sánchez-Velásquez *et al.* (2008). Otras especies con las mismas adaptaciones que se ubican desde 1 800 a 2 000 m en el Cerro el Pájaro, son *Litsea glaucescens*, *Myrsine jurgensenii* y *Xylosma flexuosa*, las cuales tienen individuos en fase juvenil.

Sin la presencia de disturbios, los bosques mesófilos pueden alcanzar la madurez en un periodo de 90 años; sin embargo, con incendios superficiales o pastoreo, puede tardar hasta 150 años; si los disturbios persisten, el bosque de *Pinus* no es reemplazado



por especies del BMM (Sánchez-Velásquez, 1986; Sánchez-Velásquez y García-Moya 1993; Pineda-López *et al.*, 2000; Jardel *et al.*, 2001; Luna *et al.*, 2001).

Sánchez-Velásquez *et al.* (2008), señalaron que la presencia de especies tolerantes a la sombra es un indicio de la madurez y grado de conservación de los bosques mesófilos; la diversidad de estas especies obedece a que están adaptadas para captar la luz difusa y los doseles cerrados no afectan su germinación. En el área de estudio, las especies con estas características a 1 400 m de altitud están representadas por: *Chiococca alba*, *Lonchocarpus galeottianus*, *Ulmus mexicana*, *Lycianthes pilosissima*, *Meliosma dentata*, *Myrsine jurgensenii* y *Piper* sp; especies como *Clusia salvinii*, *Croton* sp., *Lippia umbellata*, *Vernonia deppeana*, *Solanum rudepannum*, *Malvaviscus arboreus*, *Oreopanax sanderianus*, *Quercus salicifolia* y *Q.* sp. 7 se desarrollan a los 1 600 m. A una altitud de 1700 m se desarrollan *Annona cherimola*, *Clethra* sp., *Eugenia capuli*, *Gonzalagunia panamensis*, *Hoffmannia psychotrifolia*, *Inga brevicalyx* sp. nov., *Rapanea* aff. *myricoides*, *Saurauia aspera*, *S. scabrida*; mientras que, a 1 800 m se encuentran *Clethra lanata*, *Clethra* sp., *Clusia salvinii*, *Croton websteri*, *C. guatemalensis*, *C.* sp., *Eugenia capuli*, *Hoffmannia psychotrifolia*, *Malvaviscus arboreus*, *Myrsine jurgensenii*, *Oreopanax sanderianus*, *Ostrya virginiana*, *Picramnia polyantha*, *Quercus aristata*, *Q. peduncularis*, *Rapanea* aff. *myricoides*, *Rondeletia buddlejoides*, *R. seleriana*, *Saurauia aspera* y *Senecio* sp., y a los 2 000 m están *Meliosma dentata*, *Ostrya virginiana*, *Quercus* sp., *Myrsine jurgensenii*, *Clusia salvinii*.

Se puede observar que a lo largo de todo el gradiente altitudinal del bosque estudiado, se registraron especies cuya presencia indican un grado alto de conservación y madurez en el bosque. Esta característica se concentró principalmente desde 1 700 a 1900 m, zonas en las que el acceso es difícil pues se encuentran cañadas profundas y las condiciones de humedad y sombra son más adecuadas para el mejor desarrollo de las especies, esto indica que el BMM del Cerro el Pájaro se encuentra en diversas fases sucesión ecológica.

Las especies con valores de importancia más altos presentan una gran proporción de individuos con DAP < 10 cm y una disminución notable de individuos con clases diamétricas mayores (DAP ≥ 10 cm). De acuerdo con Bongers *et al.* (1988) y Sánchez-Rodríguez *et al.* (2003), las especies que presentan estos patrones de estructura poblacional tienen un buen establecimiento e incorporación natural continua de nuevos individuos a

la población. En el BMM del Cerro el Pájaro, con en este patrón destacaron especies como *Deppea cornifolia*, *Eugenia capuli*, *Fraxinus* aff. *dubia*, *Oreopanax langlassei*, *O. peltatus*, *Ostrya virginiana*, *Trichilia havanensis* y *Triumfetta speciosa*. En general, la mayor parte de las especies presentaron una proporción alta de individuos con DAP < 10 cm, lo cual sugiere que este bosque ha sufrido perturbaciones recientes y se encuentran en fases de recuperación (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2003).

La presencia de especies como *Cedrela odorata*, *Cnidocolus multilobus*, *Heliocarpus donnell-smithii* y *Trichilia havanensis* en el bosque mesófilo del Cerro el Pájaro, indican deterioro, debido a las actividades humanas, estas especies fueron citadas por Pennington y Sarukhán (2005) como abundantes y características de la vegetación secundaria; por otro lado, los mismos autores señalaron que *Cojoba arborea* y *Oreopanax langlassei* son especies que se desarrollan preferentemente en sitios protegidos y húmedos. Lo anterior coincide con las observaciones realizadas durante este estudio, puesto que ambas especies se encontraron en altitudes de 1 700 y 1 800 m, zonas reconocidas como más conservadas y con estructura típica de BMM.

Otro rasgo que indica disturbio dentro del bosque mesófilo estudiado, fue la presencia de *Croton draco*, especie que ha sido catalogada como muy abundante en la vegetación secundaria, además de ser favorecida por la pendiente y por la apertura de claros, esto ocurre a 1 400 m de altitud (Pennington y Sarukhán, 2005; Sánchez-Rodríguez, 2003). Por otra parte, Luna *et al.* (1994) y Alcántara y Luna (1997) señalaron que *Rapanea* aff. *myricoides* y *Saurauia scabrida*, a pesar de que se distribuyen principalmente en las zonas más conservadas de los bosques mesófilos, también son favorecidas en su crecimiento por la perturbación, lo cual también se observó en nuestra zona de estudio. Lo mismo ocurre con *Clethra hartwegii* y *C. kenoyeri*, especies que se ven favorecidos por el disturbio intenso, además de que presentan tendencia para ocupar ambientes perturbados (González-Villareal, 1996).

En el Cerro el Pájaro se desarrollan especies arvenses y ruderales, entre las que se encuentran *Lopezia racemosa* y *Melampodium divaricatum*, localizadas a 1 400 m, Rzedowski (1991b) señaló que estos taxa son endémicas de México y forman poblaciones densas en

tipos de vegetación con afinidades ecológicas variadas. El mismo autor indicó que *Fraxinus uhdei* (1 800 m), es propio de México y presenta distribución restringida.

De las 119 especies que Sánchez-Velásquez *et al.* (2008) señalaron como endémicas de los bosques mesófilos de montaña de México, en la zona de estudio sólo se presenta *Clethra kenoyeri*. En el estudio realizado por García-Mendoza *et al.* (1994) en relación con los endemismos de la Mixteca Alta del estado de Oaxaca y sur de Puebla, registraron a *Furcraea longeva* como especie endémica del estado de Oaxaca, *Malaxis javesiae* como endémica de las montañas de Oaxaca y como taxón estrictamente endémico a la Mixteca Alta *Crusea calcicola*, en el bosque del Cerro el Pájaro se encontraron estas especies, en zonas protegidas. En el caso de *Crusea calcicola*, Borhidi (2006) extendió su área de distribución e indicó que esta especie es endémica a los estados de Guerrero, Oaxaca y San Luis Potosí.

Además de este componente florístico endémico de Oaxaca, excepto *Crusea calcicola*, se encontraron algunos taxa que no pudieron ser determinados hasta el nivel específico, debido a que no se contaba con el material suficiente o los taxa pueden ser nuevos para la ciencia, como es el caso de *Inga brevicalyx* M. Sousa *sp. nov.* (inérita) que se recolectó en el cerro en el transecto 1 700 m A; esta especie hasta el momento sólo se conoce del estado de Oaxaca; esta situación también puede presentarse en algunos géneros de la familia Orchidaceae.

Sánchez-Velásquez *et al.* (2008), señalaron que en la flora de los BMM de México se presentan algunas especies con algún uso. Con base en la información proporcionada en el estudio etnobotánico realizado en el municipio de Putla por Solano (2008), en el bosque mesófilo del Cerro el Pájaro se presentan 27 especies con al menos un uso, dentro de las que destacan con uso medicinal *Cecropia obtusifolia*, *Clusia salvinii*, *Cnidocolus multilobus*, *Luebea candida*, *Malvaviscus arboreus*, *Salvia lavanduloides*, *Solanum erianthum*, *S. lanceolatum*, *Tagetes micrantha* y *Xylosma flesuosa*. Algunas especies utilizadas en la construcción y cerca viva son *Cedrela odorata*, *Clusia salvinii*, *Luebea candida*, *Malvaviscus arboreus*, *Myrsine jurgensenii*, *Saurauia aspera*, *Schoenocaulon officinales* y *Xylosma flesuosa*; también se encuentran especies comestibles como *Crotalaria longirostrata*, *Clusia salvinii*, *Hybanthus attenuatus*, *Litsea glaucescens*, *Phaseolus vulgaris* y *Psidium guajava*. Dentro de las especies

utilizadas como ornamentales menciona *Chamaedorea* sp. , *Luebea candida*, *Malvastrum arboreus*, *Prosthechea chondylobulbon*, *Saurauia aspera*, *Tigridia pavonia* y *Xylosma flesuosa*; además, fueron señaladas como combustible *Cecropia obtusifolia*, *Clusia salvinii*, *Luebea candida*, *Sommeria arborescens* y *Xylosma flesuosa*. Por otro lado, *Crusea hispida*, *Myrsine jurgensenii* y *Vernonia deppeana* son especies utilizadas como ceremoniales para adornar altares y *Manfreda pringlei* y *Vernonia deppeana* son plantas forrajeras.

Pennington y Sarukhán (2005), señalaron que *Cedrela odorata* es la especie maderable más importante después de la caoba, debido a que su madera es aromática y valiosa. En el municipio de Putla, Oaxaca, se utiliza principalmente para la fabricación de muebles (Solano, 2008); por lo que una sobreexplotación de esta especie puede agravar el deterioro al que se ha sometido este bosque. En otros sitios de la República Mexicana, esta especie también es utilizada como árbol ornamental, de sombra y como cerca viva, además de que mejora la fertilidad del suelo (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

Especies como *Acacia pennatula*, *Eugenia capuli*, *Pinus maximinoi*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Rapanea aff. myricoides*, *Trichilia havanensis* y *Ostrya virginiana*, son consideradas por Sánchez-Velázquez *et al.* (2008), como especies que pueden participar en la rehabilitación ecológica. Además, *Cecropia obtusifolia* es utilizada en la reforestación, por su ciclo de vida corto; participa en la recuperación de terrenos degradados por no requerir gran cantidad de nutrimentos y ser tolerante a suelos con mal drenaje, además de producir una cantidad de hojarasca considerable que al degradarse lentamente, favorece la acumulación de materia orgánica y mejora su capacidad de retención de agua (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

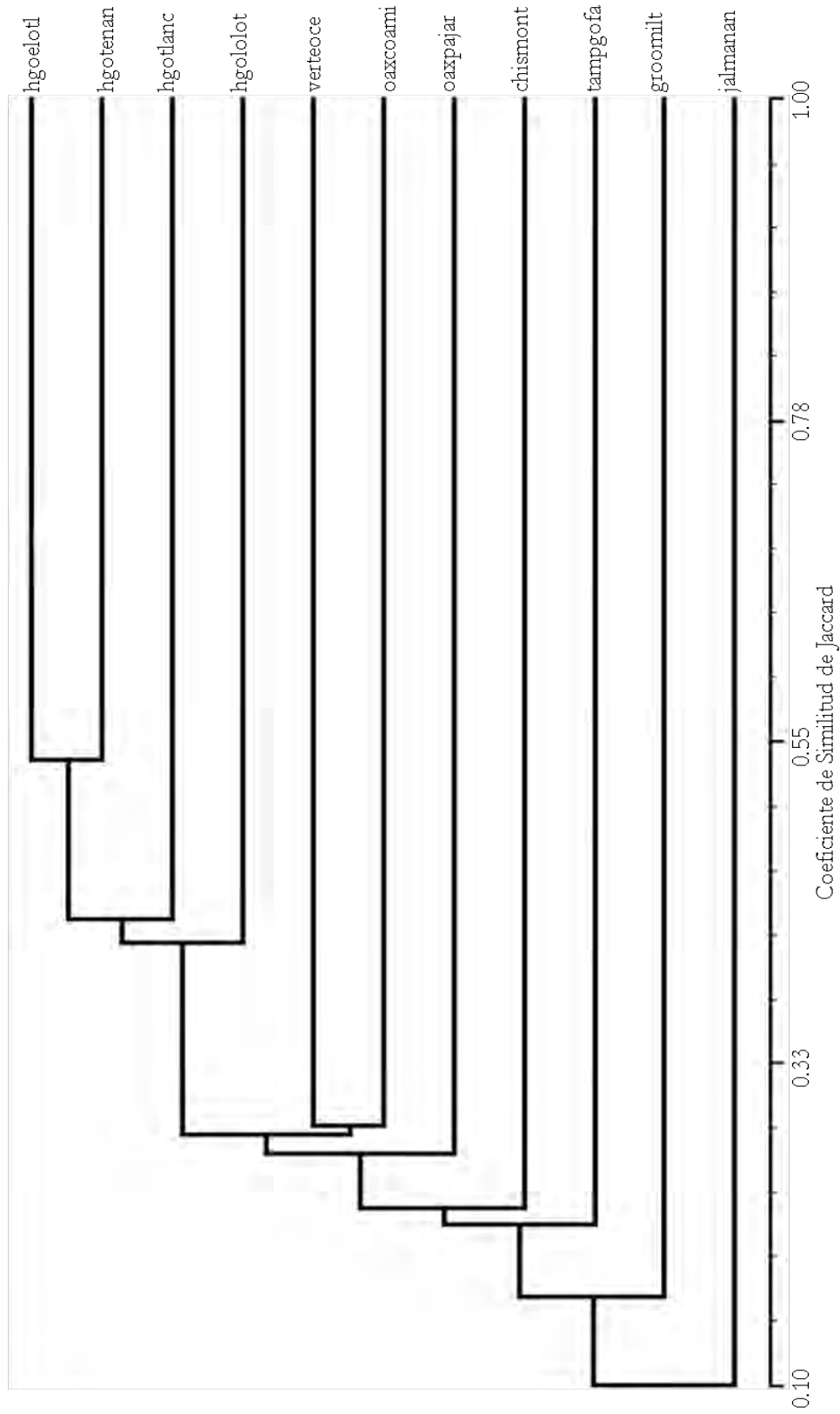
### 3.3 SIMILITUD ENTRE COMUNIDADES

De acuerdo con el fenograma obtenido el BMM del Cerro el Pájaro, comparte menos del 30% de sus especies con los bosques mesófilos ubicados en el estado de Oaxaca y con otros sitios más alejados. La similitud a nivel generico fue de 25% con los bosques ubicados en la región sur de la Sierra Madre Oriental, de San Jerónimo Coatlán de Oaxaca y el de Teocelo, Veracruz (Fig. 15). Con las comunidades de la vertiente del Golfo se presentó la menor similitud florística (10%), incluido el bosque mesófilo de Manantlán, en Jalisco, que es el más alejado de la zona de estudio. Aunque el BMM de Omiltemi se ubica relativamente cerca de la zona de estudio, sólo tiene una similitud del 14%.

Los BMM son un tipo de vegetación muy heterogéneo con componentes florísticos muy particulares que los hacen diferentes unos de otros, no importando la distancia a la que se encuentren. Lo anterior se corresponde parcialmente con lo observado por Alcántara y Luna (1997), Luna *et al.* (1994) y Puig (1989), quienes afirman que existe mayor similitud con los bosques ubicados en regiones cercanas a las zonas estudiadas que con los que se encuentran más alejados de ellas.

El género *Quercus* fue el único presente en todos los BMM comparados en este análisis, mientras que, géneros como *Cestrum*, *Crusea*, *Desmodium*, *Moussonia*, *Oreopanax*, *Passiflora*, *Peperomia*, *Phaseolus*, *Picramnia*, *Saurauia*, *Salvia*, *Smilax*, *Solanum*, *Trichilia*, *Triumfetta* y *Xylosma*, se presentan en la mayoría de los bosques analizados, faltando sólo en uno o en dos bosques comparados.

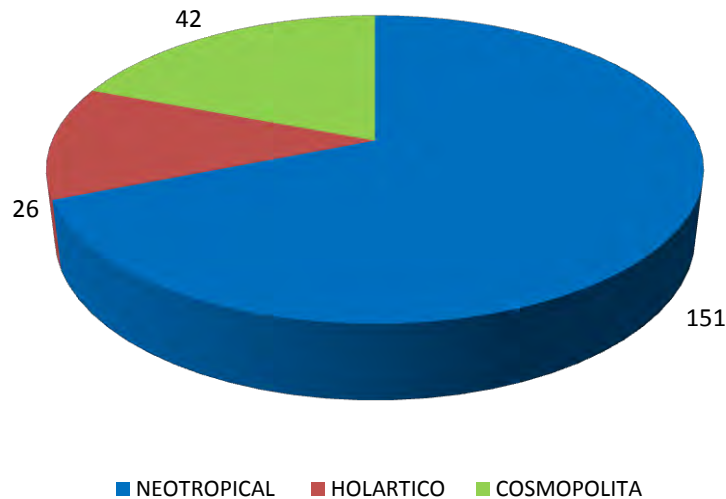
Algunos géneros sólo se presentan en el BMM estudiado, entre ellos *Alstonia*, *Arundo*, *Cissus*, *Cojoba*, *Cynodendron*, *Garrya*, *Gaudichaudia*, *Gentlea*, *Homalium*, *Houssayanthus*, *Eragrostis*, *Luebea*, *Pachyrhizus*, *Priva*, *Psacalium*, *Richardia*. Existen géneros compartidos con otros BMM, por ejemplo, *Aphelandra* también se registró en Teocelo, Veracruz; *Barleria* y *Rhynchosia* se localizan en Coatlán-Miahuatlán, Oaxaca; *Cedrela* se presenta en Gómez Farías, Tamaulipas; *Lupinus* en Omiltemi, Guerrero y *Rhodosciadium* también está en Tenango de Doria, Hidalgo. Lo anterior confirma que en el nivel generico, la flora del BMM estudiado es heterogénea y particular.



**Fig. 15.** Fenograma de similitud florística entre 11 bosques mesófilos de montaña de México. BMM de Eloxochitlán-Tlahuelompa, Hidalgo (hgoelotl), BMM de Tenango de Doria, Hidalgo (hgotenan), BMM de Tlanchinol, Hidalgo (hgotlanc), BMM de Lolotla, Hidalgo (hgololot), BMM de Teocelo, Veracruz (vertece), BMM de Coatlán-Miahuatlán, Oaxaca (oaxcoami), BMM del cerro El Pájaro, Oaxaca (oaxpajar), BMM de Montebello, Chiapas (chismont), BMM de Gómez Farías, Tamaulipas (tampgofa), BMM de Omiltemi, Guerrero (groomilt), BMM de Manantlán, Jalisco (jalmanan).

### 3.4 AFINIDADES FITOGEOGRÁFICAS DE LOS GÉNEROS DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DEL CERRO EL PÁJARO

Los 221 géneros determinados se agruparon en tres categorías de acuerdo a su afinidad florística (Fig. 16). Dentro de la categoría de afinidad neotropical se presentaron 151 géneros (69%), en comparación con los 26 (12%) holárticos; mientras que, 42 (19%) no tienen una afinidad bien establecida, pues son de distribución cosmopolita.



**Fig. 16.** Afinidad fitogeográfica de los géneros de plantas vasculares presentes en el bosque mesófilo del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

Los géneros de plantas arbóreas que se distribuyen principalmente en el hemisferio norte y que tienen afinidad holártica son *Arbutus*, *Bocconia*, *Cercocarpus*, *Garrya*, *Myrciaria*, *Pinus*, *Quercus* y *Ulmus*, los cuales están mejor representados en el dosel superior; los más numerosos son los que tienen una afinidad neotropical (23), siendo más abundantes en los estratos inferiores del bosque. Son cosmopolitas nueve géneros. Los géneros arbustivos, se concentraron dentro de la categoría de afinidad neotropical (29), sólo seis se registraron con afinidad holártica y tres con son cosmopolitas. 55 de los géneros de plantas herbáceas son neotropicales, las herbáceas cosmopolitas son 24 y 10 géneros son

holárticos. Estos resultados concuerdan con lo documentado por Luna *et al.* (1994), quienes indicaron que para sus zonas de estudio y en general en los BMM de México, los géneros de distribución nortea y afinidad holártica son más abundantes en el dosel superior y los árboles de zonas tropicales se localizan con más frecuencia en niveles inferiores del bosque.

### 3.5 DIVERSIDAD DE ESPECIES

En el cuadro 6 se muestra la comparación de los valores de diversidad de especies  $\alpha$  de Fisher, Shannon-Wiener y Simpson, obtenidos para los 20 transectos establecidos en el bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro.

Los valores de los índices de diversidad  $\alpha$  Fisher, de Shannon-Wiener y de Simpson, para los transectos del bosque mesófilo de la zona estudiada se encuentran entre los más altos calculados para este tipo de vegetación, considerando que el área que ocupa el cerro es pequeña (35.79 km<sup>2</sup>). Esta elevada diversidad de especies puede deberse a la combinación de varios factores, entre ellos, la predominancia del componente neotropical típico de bosques tropicales subcaducifolios y caducifolios que prosperan en áreas cercanas al bosque mesófilo, además del componente herbáceo que es muy importante y que en algunos casos, se comporta como maleza.

Los valores más altos de diversidad correspondieron a los transectos 1600 m A, 1700 m A, 1700 m C, 1700 m E, 1800 m B, 1800 m C; los cuales se localizaron en las zonas más protegidas del cerro y con una mayor humedad relativa (principalmente cañadas). Los valores más bajos de diversidad correspondieron a los transectos 1400 m A y B, 1600 m B, 1800 m A, 1800 m D, así como el transecto 1800 m F; parcelas que se establecieron en áreas más expuestas y afectadas por actividades humanas, como la agricultura y el pastoreo. Sánchez-Rodríguez *et al.* (2003) señalaron que los disturbios antropogénicos influyen en cierto grado sobre la riqueza y diversidad de especies haciendo que estas disminuyan.



**Cuadro 6.** Diversidad de especies de plantas vasculares por transecto del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

Índice de diversidad	Transecto 1700 m A	Transecto 1700 m B	Transecto 1800 m A	Transecto 1800 m B	Transecto 1800 m C
Fisher ( $\alpha$ )	50.93	52.81	48.15	47.23	44.7
Shannon ( $H'$ )	3.84	4.05	4.12	4.21	4.24
Simpson ( $D^{-1}$ )	61.32	52.84	50.23	53.07	53.8

Índice de diversidad	Transecto 1700 m C	Transecto 1600 m A	Transecto 1700 m D	Transecto 1700 m E	Transecto 1800 m D
Fisher ( $\alpha$ )	45.97	44.86	44.22	45	44.62
Shannon ( $H'$ )	4.27	4.28	4.29	4.33	4.33
Simpson ( $D^{-1}$ )	52.6	51.82	51.24	52.99	51.05

Índice de diversidad	Transecto 1600 m B	Transecto 1400 m A	Transecto 1400 m B	Transecto 2000 m A	Transecto 2000 m B
Fisher ( $\alpha$ )	43.73	42.73	43.32	42.56	41.68
Shannon ( $H'$ )	4.33	4.33	4.35	4.35	4.34
Simpson ( $D^{-1}$ )	49.66	50.6	51.35	51.47	50.74

Índice de diversidad	Transecto 1700 m F	Transecto 1800 m E	Transecto 1800 m F	Transecto 1800 m G	Transecto 1800 m H
Fisher ( $\alpha$ )	41.93	42.53	42.81	42.55	42.03
Shannon ( $H'$ )	4.34	4.35	4.35	4.36	4.36
Simpson ( $D^{-1}$ )	50.38	50.75	50.28	50.74	50.61

Al comparar los valores de diversidad  $\alpha$  Fisher calculados para los transectos del Cerro el Pájaro, con los estimados en diferentes estudios realizados en bosques mesófilos y una selva mediana subperennifolia (Cuadro 7), se observa que son muy superiores a pesar de que en ellos la superficie de muestreo fue mucho mayor. Lo anterior indica que el Cerro el Pájaro es un área que concentra una alta diversidad y por lo tanto debe considerarse prioritaria su conservación.

**Cuadro 7.** Comparación de los índices de diversidad  $\alpha$  de Fisher, Shannon y Simpson diferentes tipos de vegetación, incluido el BMM (Los valores representan cada parcela analizada en los trabajos comparados).

	Fisher ( $\alpha$ )		Shannon ( $H'$ )		Simpson ( $D^{-1}$ )	
BMM del Cerro el Pájaro, Oax.	50.93	45.97	3.84	4.27	61.32	52.6
	47.23	44.86	4.21	4.28	53.07	51.82
	44.7	45	4.24	4.33	53.8	52.99
BMM de Manantlán, Jal. (Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2003)	4.39	9.88	2.19	2.6	6.44	8.48
	10.76	8.71	2.76	2.5	10.78	8.1
	13.61	9.51	2.8	2.58	8.47	8.88
	8.92	10.34	2.67	2.91	9.77	12.36
Selva Mediana Subperennifolia, Ver. (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002)	12.57		3.15		13.1	
	20.03		3.52		18.8	
	14.09		3.23		14.1	

#### IV CONCLUSIONES

El BMM que se encuentra en el Cerro el Pájaro contiene el 11% de la riqueza florística total estimada para este tipo de vegetación en la República Mexicana.

El BMM presente en la localidad estudiada está conformado principalmente por árboles bajos y un estrato arbustivo bien desarrollado; esta heterogeneidad sugiere que el bosque estudiado se encuentra en diferentes etapas de sucesión ecológica. Aunque en cañadas protegidas, ubicadas entre los 1 700 y 1 900 m de altitud, la estructura y composición florística es típica de los bosques mesófilos bien conservados.

El bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, al igual que otras comunidades similares del país, se encuentran muy perturbados; el estrato herbáceo es denso y florísticamente variado, es una característica fisonómica que indica un deterioro importante en la vegetación.

El BMM del Cerro el Pájaro representa una vegetación particular con características exclusivas de la zona de estudiada, por ello presenta similitudes por debajo del 30% con bosques mesófilos ubicados en zonas aledaña del estado de Oaxaca y otras regiones de la República Mexicana.

Aunque el bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro esté siendo sometido a disturbios antropogénicos como las actividades agrícolas, presenta una elevada diversidad en comparación con otras regiones de México, por lo que deben establecerse programas de recuperación y conservación para este tipo de comunidades. Su conservación como ecosistema que provee de servicios ambientales es importante, pues en esta zona se origina uno de los ríos que abastecen de agua para riego los campos de cultivo del municipio de Putla; además de ser un importante recurso para la recreación y el esparcimiento. Por lo tanto, debe proponerse como una reserva municipal.

## V LITERATURA CITADA

- Acosta, C., S. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica* **6**: 25-39.
- Aguirre-León, E. 1992. Vascular epiphytes of Mexico: a preliminary inventory. *Selbyana* **13**: 72-76.
- Alcántara, O. y I. Luna. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **68**: 57-106.
- Anónimo. 1993. *Convention on biological diversity*. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Anónimo. 2005. Manual de ciudadanía ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.
- Bongers, F., J. Pompa, J. Meave y J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetation* **74**: 55-80.
- Borhidi, A. 2006. Rubiáceas de México. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Brummitt, R. K. y C. E. Powell (eds.). 1992. Authors of plant names: A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard form of their names including abbreviations. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Campos-Villanueva A. y J. L. Villaseñor. 1995. Estudio florístico de la porción central del Municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **56**: 95-120.
- Carlson, M. C. 1954. Floral elements of the pine-oak-liquidambar forest of Montebello, Chiapas, Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* **81**: 387-399.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas de México: pasado presente y futuro. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Agrupación Sierra Madre S.C., México, D. F.

- Colwell, R. K. 2000. EstimateS V6.01b1. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Curtis, J. y R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* **32**: 476-496.
- Fisher, R. A., A. S. Corbet y C. B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* **12**: 42-58.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 2ª ed., Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D. F.
- García-Mendoza, A., P. Tenorio y J. Reyes. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de La Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* **27**: 53-73.
- Godínez-Ibarra, O. y L. López-Mata. 2002. Estructura composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **73**: 283-314.
- González-Espinosa, M., P. P. F. Quintana-Asencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gaytán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forest in the highlands of Chiapas, Mexico. *Journal of Vegetation Science* **2**: 35-360.
- González-Villarreal, L. M. 1996. Familia Clethraceae. En: J. Rzedowski y G. Calderón (eds.). Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 47. Pátzcuaro, Michoacán.
- Halfpeter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: Halfpeter, I. G. (comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica. 3-24 pp. Volumen Especial. CYTED-D, Instituto de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social, México.
- Hamilton, L. S., J. O. Juvik y F. N. Scatena. 1995. Tropical montane cloud forests. Serie de Estudios Ecológicos, No. 110, New York, Springer, Verlag.

- Jardel, P. E., E. Ezcurra, A. L. Santiago, C. M. Cortés y M. R. Ramírez. 2001. Sucesión en bosques de pino-encino y mesófilo de montaña, en la Sierra de Manantlán. En: Memorias del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales: manejo de recursos forestales del 3er milenio. 7-9 de Noviembre, Guadalajara.
- Judd, W., C. Campbell, E. Kellogg, P. Stevens y M. Donoghue. 2008. Plant Systematics. Ed. Sinauer, Massachusetts.
- Koeppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Luna, I., L. Almeida, L. Villers y L. Lorenzo. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **48**: 35-63.
- Luna, I., L. Almeida y J. Llorente. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **59(1)**: 63-87.
- Luna, I., S. Ocegueda y O. Alcántara. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* **65**: 31-62.
- Luna, I., A. Velázquez y E. Velázquez. 2001. El bosque mesófilo de México. M. Kappelle y A. D. Brown (eds.). Bosques nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad, Unión Mundial para la Naturaleza, San José.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey.
- Matteuci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Universidad Nacional Francisco de Miranda, Estado de Falcon.
- Meave, J., M. A. Soto, L. M. Calvo Irabien, H. Paz Hernández y S. Valencia Avalos. 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., J. A. Meave y C. A. Ruíz Jiménez. 2004. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **74**: 13-29.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México, V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* **8**: 95-114.
- Monroe, B. L. 1968. A distributional survey of the birds of Honduras. Ornithological Monographs. No. 7. The American Ornithologist's Union Lawrence, Kansas.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza.
- Ortiz, A. C. 1999. Environmental effects on cloud forest tree seedling establishment under a *Pinus* canopy in Mexico. Thesis of master, University of Aberdeen. Escocia.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México: Manual para la identificación de las principales especies. 3ª. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Pineda-López, M. R., E. J. Jardel, V. Rico-Gray y L. R. Sánchez-Velásquez. 2000. Impacto de la explotación maderera y de los incendios forestales en la estructura de los bosques de la Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Foresta Veracruzana* **2**: 13-20.
- Ponce-Vargas, A., I. Luna, O. Alcántara y C. Ruiz. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **77**: 177-190.
- Puig, H. 1976. Vegetación de la Huasteca, Mexique. Mision Archéologique et Ethnologique Francaise an Mexique. México. D. F.
- Puig, H., R. Bracho y V. Sosa. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo de montaña en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biótica*. **8**: 339-359.

- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Gómez Farías. *Biotam* **1**: 34-53.
- Ramírez-Bamonde, E. S., L. R. Sánchez-Velásquez y A. Andrade-Torres. 2005. Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New Forests* **30**: 95-101.
- Ramírez, G. A. 2006. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad florística del bosque mesófilo en el norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **69**: 63-76.
- Rohlf, F. J. 1998. NTSYS-pc, Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter Publishing, Ltd. Nueva York. 177 p.
- Ruiz-Jiménez, C., J. Meave y J. Contreras-Jiménez. 2000. El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **65**: 23-37.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México, D. F.
- Rzedowski, J. y G. Calderón. 1989. Sinopsis numérica de la flora fanerogámica del Valle de México. *Acta Botánica Mexicana* **8**: 15-30.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* **14**: 3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* **15**: 47-64.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* **35**: 25-44.



- Saldaña, A. M. A. 2001. Dinámica y patrones de establecimiento de especies del bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, División de estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Sánchez-Rodríguez, E.V., L. López-Mata, E. García-Moya y R. Cuevas-Guzmán. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**: 17-34.
- Sánchez-Velásquez, L. R. 1986. Estudio de la sucesión forestal en la Sierra de Juárez, Oaxaca, México, después de un incendio forestal superficial. *Biótica* **11**: 219-232.
- Sánchez-Velásquez, L. R. y E. García-Moya. 1993. Sucesión forestal en los bosques mesófilos de montaña y *Pinus* de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Agrociencia* **3**: 7-26.
- Sánchez-Velásquez, L. R., E. Ramírez-Bamonde, A. Andrade-Torres y P. Rodríguez-Torres. 2008. Ecología, florística y restauración del bosque mesófilo de montaña. En: L. R. Sánchez-Velásquez, J. Galindo-González, F. Díaz-Fleischer (eds.). Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Veracruzana; Mundi Prensa, México, D. F.
- Smith, A. R., K. M. Pryer, E. Schuettpelz, P. Korall, H. Schneider y P. G Wolf. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* **55(3)**: 705-731.
- Solano, C. E. 1990. Flora e historia fitogeográfica de las selvas medianas subcaducifolias del Valle de Putla, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo.
- Solano, V. L. 2008. Etnobotánica de las plantas vasculares del municipio de Putla de Guerrero, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México. D. F.

- Steubing, L., R. Gogoy y M. Alberdi. 2001. Métodos de ecología vegetal. Ed. Universitaria, S. A. Chile, 343 p.
- Torres, R. 2004. Tipos de vegetación. En: A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund, México, D. F. 600 p.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. 2ª. Bogotá.
- Villaseñor, J. L. 2008. Catálogo de autores de plantas vasculares de México. Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Universidad Nacional Autónoma de México. 2ª. México, D.F.
- Vogelman, H. W. 1973. Fog precipitation in the cloud forests of eastern Mexico. *BioScience* **23**: 96-100.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* **21**: 213-251.
- 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.

#### REFERENCIAS DE PÁGINAS ELECTRÓNICAS

INEGI, 2009. <http://www.INEGI.gob.mx>

**Apéndice 1.** Listado florístico del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla Oaxaca.

Abreviaturas: A = árbol, Ar = arbusto, H = herbácea, E = epífita, Ep = Epilítica, B = bejuco, L = liana

**LYCOPODIOPHYTA**

SELAGINELLACEAE

*Selaginella wrightii* Hieron. H 37 RVG FEZA, MEXU

**MONILOPHYTA**

ANEMIACEAE

*Anemia semibirsuta* Mickel H 663 RVG FEZA, MEXU

ASPLENIACEAE

*Asplenium monanthes* L. H 218 RVG FEZA, MEXU

BLECHNACEAE

*Blechnum glandulosum* Link H 172 RVG FEZA, MEXU

*B. gracile* Kaulf. 141 RVG FEZA, MEXU

DENNSTAEDTIACEAE

*Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon H 348 RVG FEZA, MEXU

DRYOPTERIDACEAE

*Ctenitis equestris* (Kunze) Ching var. *equestris* H 565 RVG FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

<i>Elaphoglossum sartorii</i> (Liebm.) Mickel	E	182 CCG	FEZA, MEXU
EQUISETACEAE			
<i>Equisetum hyemale</i> L. var. <i>affine</i> A.A.Eaton	H	797 RVG	FEZA, MEXU
LOMARIOPSIDACEAE			
<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C.Presl	H	629 RVG	FEZA, MEXU
<i>N. pendula</i> J.Sm.	Ep	49 RVG	FEZA, MEXU
OPHIOGLOSSACEAE			
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	H	548 RVG	FEZA, MEXU
POLYPODIACEAE			
<i>Campyloneurum angustifolium</i> Fée	E	544 RVG	FEZA, MEXU
<i>Pecluma ferruginea</i> (M.Martens & Galeotti) M.G.Price	E	784 RVG	FEZA, MEXU
<i>Phlebodium areolatum</i> J.Sm.	E	179 CCG	FEZA, MEXU
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. <i>angusta</i>	Ep	688 RVG	FEZA, MEXU
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E.Fourn	E		FEZA, MEXU
<i>Polypodium arcanum</i> Maxon	Ep	603 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. furfuraceum</i> Schtdl. & Cham.	E	628 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. fuscopetiolatum</i> A.R.Sm.	H	2168 ESC	FEZA, MEXU
<i>P. platylepis</i> Mett. ex Kuhn	E	2072 ESC	FEZA, MEXU
<i>P. pleurosorum</i> Kze. ex Mett.	E	39 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. polypodiioides</i> var. <i>aciculare</i> Weath.	E	550 RVG	FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

<i>P. sanctae-rosae</i> (Maxon) C.Chr.	H	177 CCG	FEZA, MEXU
<b>PTERIDACEAE</b>			
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	H	115 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	H	68 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. patens</i> Willd.	H	620 RVG	FEZA, MEXU
<i>Cheilanthes alabamensis</i> (Buckley) Kunze	Ep	733 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. beitelii</i> Mickel	Ep	456 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. galeottii</i> (Fée) Mickel & Beitel	H	630 RVG	FEZA, MEXU
<i>Pteris quadriaurita</i> Retz.	H	142 RVG	FEZA, MEXU
<b>TECTARIACEAE</b>			
<i>Tectaria mexicana</i> (Fée) C.V.Morton	H	2069 ESC	FEZA, MEXU
<b>THELYPTERIDACEAE</b>			
<i>Thelypteris kunthii</i> (Desv.) C.V.Morton	H	2162 ESC	FEZA, MEXU
<b>GIMNOSPERMAS</b>			
<b>PINACEAE</b>			
<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Monroe	A	222 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. teocote</i> f. <i>quinquefoliata</i> Schltldl. & Cham.	A	187 RVG	FEZA, MEXU
<i>Pinus</i> sp. 1	A	s/r	
<i>Pinus</i> sp. 2	A	s/r	

Apéndice 1. Cont.

ANGIOSPERMAS

MAGNOLIDES

LAURACEAE

*Litsea glaucescens* Kunth. A, Ar 102 RVG FEZA, MEXU

PIPERACEAE

*Peperomia quadrifolia* (L.) Kunth E 181 CCG FEZA, MEXU

*Piper amalago* L. A, Ar 727 RVG FEZA, MEXU

*P. umbellatum* L. A, Ar 125 RVG FEZA, MEXU

MONOCOTILEDÓNEAS

AGAVACEAE

*Agave dasylirioides* Jacobi & Bouché H s/r

*A. obscura* Schiede H s/r

*Furcraea pubescens* Tod. H s/r

*Manfreda* aff. *pubescens* (Regel & Ortiges) Verhoek-Will. H 2138 CCC FEZA, MEXU

*M. pringlei* Rose H 642 RVG FEZA, MEXU

*Echeandia mexicana* Cruden H 707 RVG FEZA, MEXU

ALSTROEMERIACEAE

*Bomarea hirtella* Herb B 549 RVG FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

AMARYLLIDACEAE

*Sprekelia formosissima* Herb. H s/r

ARACEAE

*Anthurium montanum* Hemsl. Ep 476 RVG FEZA, MEXU

*A. parvispathum* Hemsl. Ep 768 RVG FEZA, MEXU

*A. schlechtendalii* Kunth Ep 52 RVG FEZA, MEXU

*A. seamayense* Standl. H 403 RVG FEZA, MEXU

ARECACEAE

*Brabea moorei* L.H.Bailey in H.E.Moore H 97 RVG FEZA, MEXU

*Chamaedorea elegans* Mart. H 494 RVG FEZA, MEXU

COMMELINACEAE

*Commelina coelestis* Willd. H 636 RVG FEZA, MEXU

*C. leiocarpa* Benth. H 2154 ESC FEZA, MEXU

*Tradescantia commelinoides* Schult. & Schult.f. var. *rotundifolia* C.B. Clarke H 518 RVG FEZA, MEXU

*T. zanonina* Sw. H 120 RVG FEZA, MEXU

CYPERACEAE

*Carex polystachya* Sw. H RVG FEZA, MEXU

*Cyperus hermaphroditus* Standl. H RVG FEZA, MEXU

*C. lanceolatus* Poir. in Lam. H RVG FEZA, MEXU

*C. manimae* Kunth var. *manimae* H RVG FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

DIOSCOREACEAE

<i>Dioscorea carpomaculata</i> O.Téllez & B.G. Schub.	B	686 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. convolvulacea</i> Schldl. et Cham	B	769 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. galeottiana</i> Kunth	B	121 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. pringlei</i> B.L.Rob.	B	597 RVG	FEZA, MEXU

IRIDACEAE

<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca	H	2152 ESC	FEZA, MEXU
<i>Tigridia pavonia</i> (L.f.) DC.	H	644 RVG	FEZA, MEXU

MELANTHIACEAE

<i>Schoenocaulon officinale</i> A.Gray	H	78 RVG	FEZA, MEXU
--	---	--------	------------

MUSACEAE

<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.	H	55 RVG	FEZA, MEXU
---------------------------------------	---	--------	------------

ORCHIDACEAE

<i>Aulosepalum pyramidale</i> (Lindl.) M.A.Dix & M.W.Dix	H	250 RVG	FEZA, MEXU
<i>Bletia purpurata</i> A.Rich & Galeotti.	H	672 RVG	FEZA, MEXU
<i>Cranichis sylvatica</i> A.Rich. & Galeotti	H	588 RVG	FEZA, MEXU
<i>Govenia superba</i> (La Llave & Lex.) Lindl.	H	489 RVG	FEZA, MEXU
<i>Habenaria guadalajarana</i> S.Watson	H	696 RVG	FEZA, MEXU
<i>H. novemfida</i> Lindl.	H	720 RVG	FEZA, MEXU
<i>Isobilus langlassei</i> Schltr.	E	530 RVG	FEZA, MEXU
<i>Kionophyton seminudum</i> (Schltr.) Garay	H	718 RVG	FEZA, MEXU



Apéndice 1. Cont.

<i>Malaxis javesiae</i> (Rchb.f.) Ames	H	670 RVG	FEZA, MEXU
<i>Oncidium bastatum</i> Lindl.	E	532 RVG	FEZA, MEXU
<i>O. karwinskii</i> (Lindl.) Dressler & L.O.Williams	E	569 RVG	FEZA, MEXU
<i>Ponthieva</i> sp.	Ep	551 RVG	FEZA, MEXU
<i>Prosthechea chondylobulbon</i> (A.Rich. & Galeotti) W.E.Higgins	E	54 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. trulla</i> (Rchb.f.) W.E.Higgins	E	490 RVG	FEZA, MEXU
POACEAE			
<i>Arundo donax</i> L.	H	s/r	
<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchcock	H	714 RVG	FEZA, MEXU
<i>Lasiacis procerrima</i> Hitchc.	H	571 RVG	FEZA, MEXU
<i>L. ruscifolia</i> Hitchcock ex Chase	H	547 RVG	FEZA, MEXU
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P.Beauv.	H	119 RVG	FEZA, MEXU
<i>O. hirtellus</i> (L.) P.Beauv.	H	553 RVG	FEZA, MEXU
<i>Panicum ballii</i> Vasey	H	697 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. laxum</i> Sw.	H	624 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. pilosum</i> Sw.	H	623 RVG	FEZA, MEXU
<i>Paspalum plicatulum</i> (Michx.) Kuntze	H	666 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. fasciculatum</i> Willd. ex Fluegee	H	667 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. notatum</i> Fluegge	H	658 RVG	FEZA, MEXU
<i>Setaria geniculata</i> P.Beauv.	H	668 RVG	FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

SMILACACEAE

<i>Smilax bona-nox</i> L.	B	173 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. jalapensis</i> Schltdl.	B	471 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	B	122 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. subpubescens</i> A.DC.	B	470 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. velutina</i> Killip & C.V.Morton	B	788 RVG	FEZA, MEXU

**EUDICOTILEDÓNEAS**

ACANTHACEAE

<i>Aphelandra deppeana</i> Cham. & Schltdl.	H	331 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. schiedeana</i> Schltdl. & Cham.	A, Ar	136 RVG	FEZA, MEXU
<i>Barleria oenotheroides</i> Dum.Cours.	H	s/r	MEXU
<i>Bravaisia integerrima</i> Standl.	A	359 RVG	FEZA, MEXU

ACTINIDIACEAE

<i>Saurauia</i> sp.	A	90 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. aspera</i> Turcz.	A	161 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. scabrida</i> Hemsl.	A	91 RVG	FEZA, MEXU

AMARANTHACEAE

<i>Iresine difussa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	H	244 RVG	FEZA, MEXU
---	---	---------	------------

ANNONACEAE

<i>Annona cherimola</i> Miller	A	82 RVG	FEZA, MEXU
--------------------------------	---	--------	------------

Apéndice 1. Cont.

APIACEAE			
<i>Arracacia atropurpurea</i> Benth. & Hook.f. ex Hemsl.	H	708 RVG	FEZA, MEXU
<i>Micropleura renifolia</i> Lag.	H	517 RVG	FEZA, MEXU
<i>Rhodosciadium glaucum</i> J.M.Coult. & Rose	H	675 RVG	FEZA, MEXU
APOCYNACEAE			
<i>Alstonia pittieri</i> (Donn.Sm.) A.H.Gentry	A	310 RVG	FEZA, MEXU
<i>Asclepias curassavica</i> L.	H	s/r	
<i>Matelea steyermarkii</i> Woodson	B	417 RVG	FEZA, MEXU
AQUIFOLIACEAE			
<i>Ilex condensata</i> Turcz.	A, Ar	435 RVG	FEZA, MEXU
ARALIACEAE			
<i>Oreopanax langlassei</i> Standl.	A	86 RVG	FEZA, MEXU
<i>O. peltatus</i> Linden	A, Ar	186 RVG	FEZA, MEXU
<i>O. sanderianus</i> Hemsl.	A	188 RVG	FEZA, MEXU
ASTERACEAE			
<i>Ageratina chiapensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Ar	229 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. mairetiana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	H	271 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. vernalis</i> (Vatke & Kurtz) R.M.King & H.Rob.	Ar	2077 ESC	FEZA, MEXU
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni	Ar	613 RVG	FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

<i>Archibaccharis asperifolia</i> S.F.Blake	Ar	510 RVG	FEZA, MEXU
<i>Bidens mollifolia</i> Sherff	H	693RVG	FEZA, MEXU
<i>Brickellia paniculata</i> B.L.Rob.	Ar	322 RVG	FEZA, MEXU
<i>Chromolaena ortegae</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Ar	263 RVG	FEZA, MEXU
<i>Critonia morifolia</i> (Mill.) R.M.King & H.Rob.	Ar	501 RVG	FEZA, MEXU
<i>Dablia coccinea</i> Cav.	H	579RVG	FEZA, MEXU
<i>Desmanthodium fruticosum</i> Greenm.	A, Ar	578 RVG	FEZA, MEXU
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	H	269 RVG	FEZA, MEXU
<i>Eupatorium collinum</i> DC.	Ar	211 RVG	FEZA, MEXU
<i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.	A	49 RVG	FEZA, MEXU
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	H	595 RVG	FEZA, MEXU
<i>Hebeclinium phoenicticum</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Ar	342 RVG	FEZA, MEXU
<i>Heliopsis annua</i> Hemsl.	H	655 RVG	FEZA, MEXU
<i>H. buphthalmoides</i> Dunal	H	538 RVG	FEZA, MEXU
<i>Melampodium divaricatum</i> DC.	H	601 RVG	FEZA, MEXU
<i>M. perfoliatum</i> Kunth	H	611 RVG	FEZA, MEXU
<i>Perymenium berlandierii</i> DC.	Ar	584 RVG	FEZA, MEXU
<i>Psacalium peltigerum</i> Rydb.	Ep	625 RVG	FEZA, MEXU
<i>Roldana albonervia</i> (Greenm.) H.Rob. & Brettell	Ar	1890 CCC	FEZA, MEXU
<i>R. angulifolia</i> (DC.) H.Rob. & Brettell	Ar	107 RVG	FEZA, MEXU
<i>R. petasitis</i> (Sims.) H.Rob. & Brettell	Ar	185 CCG	FEZA, MEXU
<i>Sabazia liebmannii</i> Klatt	H	698 RVG	FEZA, MEXU
<i>Smallanthus maculatus</i> (Cav.) H.Rob.	A	631 RVG	FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	H	657 RVG	FEZA, MEXU
<i>Titbonia fruticosa</i> Canby & Rose	H	323 RVG	FEZA, MEXU
<i>Trigonospermum annuum</i> McVaugh & Lask.	Ar	2052 ESC	FEZA, MEXU
<i>Trigonospermum</i> aff. <i>floribundum</i> Greenm.	A	70 RVG	FEZA, MEXU
<i>T. melampodioides</i> DC.	Ar	724 RVG	FEZA, MEXU
<i>Verbesina oncophora</i> B.L.Rob. & Seaton	Ar	346 RVG	FEZA, MEXU
<i>Vernonia deppeana</i> Less.	A	313 RVG	FEZA, MEXU
<i>Vigniera cordata</i> (Hook. & Arn.) D'Arcy	Ar	123 RVG	FEZA, MEXU
<i>Zinnia violacea</i> Cav.	H	640 RVG	FEZA, MEXU
BEGONIACEAE			
<i>Begonia fischeri</i> Schrank	H	763 RVG	FEZA, MEXU
<i>B. wallichiana</i> Steud.	H	64 RVG	FEZA, MEXU
BETULACEAE			
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K.Koch	A, Ar	79 RVG	FEZA, MEXU
BIGNONIACEAE			
<i>Stizophyllum riparium</i> (Kunth) Sandwith	B	194 RVG	FEZA, MEXU
BORAGINACEAE			
<i>Wigandia urens</i> Kunth	A, Ar	286 RVG	FEZA, MEXU
CAMPANULACEAE			
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	H	272 RVG	FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

CAPRIFOLIACEAE

<i>Valeriana palmeri</i> A.Gray ex S.Watson	H	674 RVG	FEZA, MEXU
<i>V. sorbifolia</i> Kunth	H	752 RVG	FEZA, MEXU

CELASTRACEAE

<i>Euonymus acuminatus</i> Benth.	Ar	378 RVG	FEZA, MEXU
<i>Maytenus staminosa</i> Lundell	A	356 RVG	FEZA, MEXU

CLETHRACEAE

<i>Cletra</i> sp.	A	s/r	FEZA, MEXU
<i>C. hartwegii</i> Britton	A	255 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. kenoyeri</i> Lundell	A	253 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. lanata</i> M.Martens & Galeotti	A	353 RVG	FEZA, MEXU

CLUSIACEAE

<i>Clusia salvinii</i> Donn. Sm.	A	294 RVG	FEZA, MEXU
----------------------------------	---	---------	------------

CONVOLVULACEAE

<i>Operculina turpethum</i> (L.) Silva Manso	L	332 RVG	FEZA, MEXU
--	---	---------	------------

CUCURBITACEAE

<i>Cyclanthera rostrata</i> (Paul G.Wilson) Kearns & C.E.Jones	B	683 RVG	FEZA, MEXU
<i>Melothria pendula</i> L.	B	649RVG	FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

ERICACEAE

*Arbutus xalapensis* Kunth A 335 RVG FEZA, MEXU

EUPHORBIACEAE

*Acalypha langiana* Müll.Arg Ar 400 RVG FEZA, MEXU

*A. macrostachya* Jacq. H 758 RVG FEZA, MEXU

*Cnidocolus multilobus* (Pax) I.M.Jonhst A 383 RVG FEZA, MEXU

*Croton draco* Schltld. A 798 RVG FEZA, MEXU

*C. guatemalensis* Lotsy A, Ar 478 RVG FEZA, MEXU

*C. websteri* Mart.Gord & J.Jiménez  
Ram. Ar 127 RVG FEZA, MEXU

*Euphorbia scabrella* Boiss. H 117 RVG FEZA, MEXU

FABACEAE

*Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex.  
Willd. A 308 RVG FEZA, MEXU

*A. pennatula* Benth. A 311 RVG FEZA, MEXU

*Calliandra houstoniana* Standl. Ar 92 RVG FEZA, MEXU

*Chamaecrista glandulosa* var. *flavicoma*  
(Kunth) Irwin & Barneby Ar 62 RVG FEZA, MEXU

*C. nictitans* Moench Ar 730 RVG FEZA, MEXU

*Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose A 84 RVG FEZA, MEXU

*Cologania broussonetii* DC. B 2067 ESC FEZA, MEXU

*C. pulchella* Kunth H 627 RVG FEZA, MEXU

*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn. Ar 777 RVG FEZA, MEXU

*C. sagittalis* L. H 659 RVG FEZA, MEXU

*Desmodium incanum* DC. H 515 RVG FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.	Ar	678 RVG	FEZA, MEXU
<i>Inga brevicalyx</i> M.Sousa sp. nov. (inérita)	A	133 RVG	FEZA, MEXU
<i>Lennea melanocarpa</i> Vatke ex Harms	A	483 RVG	FEZA, MEXU
<i>Lonchocarpus galeottianus</i> Harms	A	800 RVG	FEZA, MEXU
<i>Lupinus</i> sp.	H	502 RVG	FEZA, MEXU
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	A	234 RVG	FEZA, MEXU
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Ar	317 RVG	FEZA, MEXU
<i>M. pudica</i> L.	L	650 RVG	FEZA, MEXU
<i>M. robusta</i> R.Grether	Ar	651 RVG	FEZA, MEXU
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb.	B	645 RVG	FEZA, MEXU
<i>Phaseolus leptostachyus</i> Benth.	B	738 RVG	FEZA, MEXU
<i>P. vulgaris</i> L.	B	2047 ESC	FEZA, MEXU
<i>Rhynchosia longeracemosa</i> M.Martens & Galeotti	B	785 RVG	FEZA, MEXU
<i>Senna pallida</i> (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	A	744 RVG	FEZA, MEXU
<i>Zapoteca</i> sp.	Ar	512 RVG	FEZA, MEXU
FAGACEAE			
<i>Quercus</i> sp. 1	A	85 RVG	FEZA, MEXU
<i>Q.</i> sp. 2	A	s/r	
<i>Q.</i> sp. 3	A	s/r	
<i>Q.</i> sp. 4	A	339 RVG	FEZA, MEXU
<i>Q.</i> sp. 7	A	312 RVG	FEZA, MEXU
<i>Q. aristata</i> Hook. & Arn.	A	153 RVG	FEZA, MEXU



Apéndice 1. Cont.

<i>Q. conspersa</i> Benth.	A	235 RVG	FEZA, MEXU
<i>Q. peduncularis</i> Née.	A	463 RVG	FEZA, MEXU
<i>Q. salicifolia</i> Née.	A	240 RVG	FEZA, MEXU
GARRYACEAE			
<i>Garrya laurifolia</i> Benth.	A	128 RVG	FEZA, MEXU
<i>G. ovata</i> Benth.	A, Ar	709 RVG	FEZA, MEXU
GESNERIACEAE			
<i>Achimenes antirrhina</i> (DC.) C.V.Morton	H	739 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. erecta</i> (Lam.) H.P.Fuchs	H	60 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. grandiflora</i> DC.	H	65 RVG	FEZA, MEXU
<i>A. pendunculata</i> Benth.	H	69 RVG	FEZA, MEXU
<i>Diastema affine</i> Fritsch	H	35 RVG	FEZA, MEXU
<i>Eucodonia andrieuxii</i> (DC.) Wiehler	H	747 RVG	FEZA, MEXU
<i>Moussonia deppeana</i> (Schltdl. & Cham.) Klotzsch ex Hanst.	Ar	372 RVG	FEZA, MEXU
ICACINACEAE			
<i>Mappia</i> aff. <i>longipes</i> Lundell	A	132 RVG	FEZA, MEXU
LAMIACEAE			
<i>Hyptis oblongifolia</i> Benth.	H	345 RVG	FEZA, MEXU
<i>H. pectinata</i> Poit.	H	542 L. Rico	MEXU
<i>Salvia gracilis</i> Benth.	Ar	285 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. lavanduloides</i> Kunth	Ar	247 RVG	FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

<i>S. polystachya</i> Ortega	Ar	267 RVG	FEZA, MEXU
LENTIBULARIACEAE			
<i>Pinguicula moranensis</i> Kunth	H	466 RVG	FEZA, MEXU
LYTHRACEAE			
<i>Cuphea appendiculata</i> Benth.	Ar	2169 ESC	FEZA, MEXU
<i>C. hookeriana</i> Walp.	Ar	379 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. setosa</i> Koehne	H	66 RVG	FEZA, MEXU
<i>C. toluhana</i> Peyr.	Ar	s/r	MEXU
MALPIGHIACEAE			
<i>Gaudichaudia cynanchoides</i> Kunth	B	45 RVG	FEZA, MEXU
<i>Malpighia glabra</i> L.	Ar	1907 CCC	FEZA, MEXU
MALVACEAE			
<i>Abutilon dugesii</i> S.Watson	A	73 RVG	FEZA, MEXU
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose ex Donn.Sm.	A	260 RVG	FEZA, MEXU
<i>H. aff. polyandrus</i> S.Watson	A	436 RVG	FEZA, MEXU
<i>Luebea candida</i> Mart.	A	363 RVG	FEZA, MEXU
<i>Mahvaniscus arboreus</i> Cav.	A	53 RVG	FEZA, MEXU
<i>M. conzattii</i> Greenm.	Ar	164 RVG	FEZA, MEXU
<i>Triumfetta bogotensis</i> DC.	H	2053 ESC	FEZA, MEXU
<i>T. speciosa</i> Seem.	A, Ar	50 RVG	FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

MELASTOMATACEAE

<i>Monochaetum deppeanum</i> Naudin	Ar	347 RVG	FEZA, MEXU
<i>Tibouchina purpusii</i> Brandegee	Ar	113 RVG	FEZA, MEXU

MELIACEAE

<i>Cedrela odorata</i> L.	A	170 RVG	FEZA, MEXU
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	A, Ar	447 RVG	FEZA, MEXU
<i>T. hirta</i> L.	A	2297 CCC	FEZA, MEXU

MENISPERMACEAE

<i>Cissampelos pareira</i> L.	B	716 RVG	FEZA, MEXU
-------------------------------	---	---------	------------

MYRTACEAE

<i>Calycorectes psidiiflorus</i> (O.Berg) Sobral	Ar	441 RVG	FEZA, MEXU
<i>Eugenia capuli</i> Schltdl.	A, Ar	99 RVG	FEZA, MEXU
<i>Myrciaria floribunda</i> O.Berg	A	274 RVG	FEZA, MEXU
<i>Psidium guajava</i> L.	Ar	248 RVG	FEZA, MEXU

OLEACEAE

<i>Fraxinus</i> aff. <i>dubia</i> (Willd. ex Schult. & Schult.f.) P.S.Green & M.Nee.	A, Ar	81 RVG	FEZA, MEXU
<i>F. pringlei</i> Lingelsh.	A	291 RVG	FEZA, MEXU
<i>F. uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	A	221 RVG	FEZA, MEXU

ONAGRACEAE

<i>Lopezia grandiflora</i> Zucc.	A	799 RVG	FEZA, MEXU
----------------------------------	---	---------	------------

Apéndice 1. Cont.

<i>L. racemosa</i> Cav.	A	1893 CCC	FEZA, MEXU
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	H	781 RVG	FEZA, MEXU
<i>O. rhombifolia</i> Jacq.	L	458 RVG	FEZA, MEXU
PAPAVERACEAE			
<i>Bocconia arborea</i> S.Watson	A	508 RVG	FEZA, MEXU
PASSIFLORACEAE			
<i>Passiflora</i> aff. <i>sexocellata</i> Schltdl.	B	118 RVG	FEZA, MEXU
PICRAMNIACEAE			
<i>Picramnia polyantha</i> Planch.	A	151 RVG	FEZA, MEXU
POLYGALACEAE			
<i>Monnina xalapensis</i> Kunth	Ar	42 RVG	FEZA, MEXU
<i>Polygala berlandieri</i> S.Watson	H	605 RVG	FEZA, MEXU
PRIMULACEAE			
<i>Gentlea venosissima</i> (Ruiz & Pav.) Lundell.	A, Ar	474 RVG	FEZA, MEXU
<i>Icacorea compressa</i> Standl.	A	381RVG	FEZA, MEXU
<i>Myrsine jurgensenii</i> (Mez) Lundell	A, Ar	88 RVG	FEZA, MEXU
<i>Parathesis cubana</i> (A.DC.) Molinet & M.Gómez	A	80 RVG	FEZA, MEXU
<i>Rapanea</i> aff. <i>myricoides</i> (Schltdl.) Lundell.	Ar	167 RVG	FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

PROTEACEAE

*Roupala montana* Aubl. Ar 159 RVG FEZA, MEXU

RANUNCULACEAE

*Ranunculus petiolaris* Kunth H 653 RVG FEZA, MEXU

*Thalictrum* sp. H 596 RVG FEZA, MEXU

ROSACEAE

*Cercocarpus macrophyllus* C.K. Schneid A 334 RVG FEZA, MEX

*Crataegus* sp. Ar 288 RVG FEZA, MEXU

*C. mexicana* Moc. & Sessé ex DC. Ar 100 RVG FEZA, MEXU

RUBIACEAE

*Arachnothyx capitellata* (Hemsl.) Borhidi Ar 486 RVG FEZA, MEXU

*Borreria laevis* Griseb. H 2170 ESC FEZA, MEXU

*Bouvardia cordifolia* DC. Ar 6710 R. Torres MEXU

*B. loeseneriana* Standl. Ar 212 RVG FEZA, MEXU

*Chiococca alba* (L.) Hitchc. A 327 RVG FEZA, MEXU

*Crusea calcicola* Greenm. H 725 RVG FEZA, MEXU

*C. coccinea* DC. H 459 RVG FEZA, MEXU

*C. diversifolia* (Kunth) W.R.Anderson H 38 RVG FEZA, MEXU

*C. hispida* (Mill.) B.L.Rob. var. *hispida* H 56 RVG FEZA, MEXU

*C. psyllioides* (Kunth) W.R.Anderson H 535 RVG FEZA, MEXU

*C. setosa* (M.Martens & Galeotti) Standl. & Steyerm. Ar 373 RVG FEZA, MEXU

*C. wrightii* A.Gray H 689 RVG FEZA, MEXU

**Apéndice 1. Cont.**

<i>Deppea cornifolia</i> Benth.	A, Ar	219 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. ebrenbergii</i> Standl.	A	691 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. pubescens</i> Hemsl.	Ar	519 RVG	FEZA, MEXU
<i>D. purpusii</i> Standl.	H	174 RVG	FEZA, MEXU
<i>Galium praetermissum</i> Greenm.	H	568 RVG	FEZA, MEXU
<i>Gonzalagunia panamensis</i> (Cav.) K. Schum in Mart.	Ar	637 RVG	FEZA, MEXU
<i>Hamelia versicolor</i> A.Gray ex. S.Watson	A, Ar	492 RVG	FEZA, MEXU
<i>Hoffmannia culminicola</i> Standl. & L.O.Williams	H	460 RGV	FEZA, MEXU
<i>H. psychotriifolia</i> Griseb.	Ar	140 RVG	FEZA, MEXU
<i>Psychotria phanaerandra</i> (Standl. & Steyerm.) Lorence	Ar	516 RVG	FEZA, MEXU
<i>Randia xalapensis</i> M.Martens & Galeotti	A, Ar	83 RVG	FEZA, MEXU
<i>Richardia scabra</i> L.	H	661a RVG	FEZA, MEXU
<i>Rogiera amoena</i> Planch.	A	336 RVG	FEZA, MEXU
<i>R. langlassei</i> (Standl.) Borhidi	A	278 RVG	FEZA, MEXU
<i>R. stenosphon</i> (Hemsl.) Borhidi	Ar	351 RVG	FEZA, MEXU
<i>R. seleriana</i> (Loes.) Borhidi	A	528 RVG	FEZA, MEXU
<i>Rondeletia buddlejoides</i> Benth.	A, Ar	169 RVG	FEZA, MEXU
<i>Sommeria arborescens</i> Schtdl.	A, Ar	409 RVG	FEZA, MEXU

SALICACEAE

<i>Homalium senarium</i> Sessé & Mociño ex DC.	A	282 RVG	FEZA, MEXU
<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth.) Hemsl.	Ar	557 RVG	FEZA, MEXU

Apéndice 1. Cont.

SABIACEAE

*Meliosma dentata* Urb. A 180 RVG FEZA, MEXU

SAPINDACEAE

*Houssayanthus biternatus* (Weath.) Rzed. & Calderón L 448 RVG FEZA, MEXU

*Melicoccus* sp. Ar 203 RVG FEZA, MEXU

SAPOTACEAE

*Cynodendron mexicanum* (Brandege) Baehni Ar 440 RVG FEZA, MEXU

SCROPHULARIACEAE

*Calceolaria mexicana* Benth. E 546 RVG FEZA, MEXU

*Lamourouxia rbinanthifolia* Kunth Ar 47 RVG FEZA, MEXU

*Russelia coccinea* (L.) Wettst. H 227 RVG FEZA, MEXU

*R. standleyi* Carlson H 461 RVG FEZA, MEXU

*Buddleja wrightii* B.L.Rob Ar s/r MEXU

SOLANACEAE

*Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L. Gentry Ar 617 RVG FEZA, MEXU

*Lycianthes pilosissima* Bitter Ar 416 RVG FEZA, MEXU

*Solanum candidum* Lindl. Ar 315 RVG FEZA, MEXU

*S. erianthum* D.Don. Ar 299 RVG FEZA, MEXU

*S. hispidum* Pers. A 497 RVG FEZA, MEXU

*S. lanceolatum* Cav. Ar 487 RVG FEZA, MEXU

*S. nudum* Humb. & Bonpl. ex Dunal A 488 RVG FEZA, MEXU

Ápndice 1. Cont.

<i>S. rude-pannum</i> Dunal	Ar	321 RVG	FEZA, MEXU
<i>S. umbellatum</i> Mill.	Ar	648 RVG	FEZA, MEXU
ULMACEAE			
<i>Ulmus mexicana</i> Planch.	A	326 RVG	FEZA, MEXU
URTICACEAE			
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	A	s/r	
VERBENACEAE			
<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	Ar	622 RVG	FEZA, MEXU
<i>L. camara</i> L.	Ar	662 RVG	FEZA, MEXU
<i>L. hirta</i> Graham	Ar	439 RVG,	FEZA, MEXU
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	A	292 RVG	FEZA, MEXU
<i>Priva aspera</i> Kunth	Ar	614 RVG	FEZA, MEXU
<i>Verbena carolina</i> L.	H	647 RVG	FEZA, MEXU
<i>V. litoralis</i> Kunth	H	665 RVG	FEZA, MEXU
VITACEAE			
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E.Jarvis	L	680 RVG	FEZA, MEXU



**Apéndice 2.** Representación esquemática de las diferentes especies incluidas en los perfiles de vegetación.



*Acacia cochliacantha*



*Arbutus xalapensis*



*Acacia pennatula*



*Arundo donax*



*Agave obscura*



*Brabea moorei*



*Ageratina chiapensis*



*Calliandra houstoniana*



*Alstonia pittieri*



*Cedrela odorata*



*Annona cherimola*



*Celtis* sp.



*Aphelandra schiedeana*



*Cercocarpus macrophyllus*

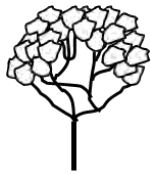
Apéndice 2. Cont.



*Chiococca alba*



*Croton websteri*



*Chromolaena ortegae*



*Deppea cornifolia*



*Clethra lanata*



*Eugenia capulí*



*Clusia salvinii*



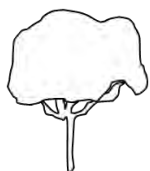
*Fraxinus aff. dubia*



*Cnidoscolus multilobus*



*Garrya ovata*



*Cojoba arborea*



*Hyptis oblongifolia*

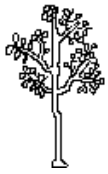


*Crataegus mexicana*



*Iresine diffusa*

Apéndice 2. Cont.



*Lippia umbellata*



*Myrsine jurgensenii*



*Litsea glaucescens*



*Oreopanax langlassei*



*Malvaviscus conzattii*



*Oreopanax peltatus*



Melastomataceae



*Ostrya virginiana*



*Meliosma dentata*



*Picramnia polyantha*



*Mimosa albida*



*Pinus* sp.



*Monochaetum deppeanum*



*Piper amalago*

Apéndice 2. Cont.



*Piper umbellatum*



*Randia xalapensis*



*Piper* sp.



*Rapanea* aff. *myricoides*



*Pteridium arachnoideum*



Rhamnaceae



*Quercus aristata*



*Rogiera amoena*



*Quercus* sp. 1



*Roldana angulifolia*



*Quercus* sp. 2



*Rondeletia buddlejoides*



*Quercus* sp. 3



*Roupala montana*

Apéndice 2. Cont.



*Saurauia scabrida*



*Trichilia havanensis*



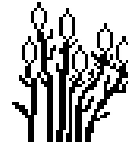
*Saurauia* sp.



*Triumfetta speciosa*



*Solanum candidum*



*Verbesina oncophora*



*Solanum rude-pannum*



*Vernonia deppeana*



*Sommeria arborescens*



*Viguiera cordata*



*Tibouchina purpusii*



*Wigandia urens*



*Tithonia fruticosa*



*Xylosma flexuosa*

**Apéndice 3.** Valores relativos de densidad (D), frecuencia (FREC), cobertura (COB) y valor de importancia (V. I.) de las especies presentes en el bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

**Cuadro 1.** Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	V I
<i>Eugenia capuli</i>	5.97322348	2.82352941	2.25499502	11.05174791
<i>Ostrya virginiana</i>	2.42018538	2.11764706	6.12531343	10.66314586
<i>Fraxinus</i> aff. <i>dubia</i>	3.65602472	2.11764706	2.83191136	8.605583137
<i>Brabea moorei</i>	5.2523172	2.35294118	0.75999396	8.365252332
<i>Randia xalapensis</i>	3.29557158	2.58823529	2.35678696	8.240593828
<i>Pinus</i> sp. 1	1.02986612	0.94117647	6.00433684	7.975379431
<i>Oreopanax langlassei</i>	2.78063852	2.82352941	1.90219256	7.506360485
<i>Roupala montana</i>	4.53141092	0.94117647	1.11004764	6.58263503
<i>Quercus aristata</i>	0.46343975	0.70588235	5.068262	6.237584106
<i>Litsea glaucescens</i>	2.72914521	2.35294118	0.93768504	6.019771426
<i>Triumfetta speciosa</i>	2.16271885	2.11764706	1.52303373	5.803399633
<i>Clusia salvinii</i>	1.69927909	2.11764706	1.30608098	5.12300713
<i>Clethra</i> sp.	0.56642636	1.17647059	3.35264033	5.095537287
<i>Meliosma dentata</i>	2.57466529	1.64705882	0.31403063	4.535754748
<i>Oreopanax peltatus</i>	1.23583934	2.35294118	0.81221686	4.400997374
<i>Quercus</i> sp. 3	0.20597322	0.23529412	3.92379387	4.365061213
<i>Garrya laurifolia</i>	0.41194645	0.47058824	3.42378558	4.306320264
<i>Calliandra houstoniana</i>	1.23583934	1.88235294	1.16421422	4.282406501
<i>Trichilia havanensis</i>	2.31719876	1.64705882	0.29942403	4.26368162
<i>Deppea cornifolia</i>	1.59629248	1.41176471	0.76780934	3.775866529

**Apéndice 3.** Cont.

**Cuadro 2.** Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca a los 1 400 m de altitud.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	V I
<i>Ulmus mexicana</i>	20	0.46948357	18.9652557	39.4347392
<i>Calliandra houstoniana</i>	17.1428571	1.64319249	6.82749203	25.6135417
<i>Piper</i> sp.	22.8571429	0.46948357	0.75861023	24.0852367
<i>Arundo donax</i>	2.85714286	0.70422535	18.9652557	22.5266239
Especie 1	2.85714286	0.46948357	18.9652557	22.2918821
<i>Meliosma dentata</i>	8.57142857	1.64319249	6.82749203	17.0421131
<i>Chiococca alba</i>	8.57142857	0.46948357	6.62266727	15.6635794
<i>Myrsine jurgensenii</i>	2.85714286	1.4084507	9.29297527	13.5585688
<i>Piper umbellatum</i>	2.85714286	0.70422535	6.379912	9.94128021
<i>Wigandia urens</i>	5.71428571	0.70422535	2.56410256	8.98261363
<i>Agave obscura</i>	2.85714286	1.4084507	2.73858292	7.00417648
<i>Triumfetta speciosa</i>	2.85714286	2.11267606	1.09239873	6.06221764

**Apéndice 3.** Cont.

**Cuadro 3.** Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca a los 1 600 m de altitud.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	VI
<i>Acacia cochliacantha</i>	31.25	0.23474178	27.2095512	58.694293
<i>Acacia pennatula</i>	10.4166667	0.23474178	24.4207607	35.0721691
<i>Lippia umbellata</i>	14.5833333	0.70422535	12.8917497	28.1793084
<i>Quercus</i> sp. 7	4.16666667	0.23474178	10.8536714	15.2550799
<i>Vernonia deppeana</i>	4.16666667	0.23474178	10.8536714	15.2550799
<i>Titbonia fruticosa</i>	12.5	0.23474178	0.67835446	13.4130962
<i>Alstonia pittieri</i>	4.16666667	0.23474178	4.82385396	9.22526241
<i>Solanum rude-pannum</i>	8.33333333	0.23474178	0.39872168	8.9667968
<i>Mimosa albida</i>	2.08333333	0.70422535	3.08726653	5.87482522
<i>Fraxinus</i> aff. <i>dubia</i>	2.08333333	2.11267606	0.87130862	5.06731801
<i>Viguiera cordata</i>	2.08333333	0.46948357	2.28002472	4.83284162
<i>Solanum candidum</i>	2.08333333	0.23474178	1.32957475	3.64764986
<i>Iresine difusa</i>	2.08333333	0.46948357	0.30149087	2.85430777



Apéndice 3. Cont.

**Cuadro 4.** Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca a los 1 700 m de altitud.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	V I
<i>Quercus</i> sp. 1	2.83018868	0.23474178	27.7794332	30.8443637
<i>Ostrya virginiana</i>	4.71698113	2.11267606	21.0059992	27.8356564
<i>Fraxinus</i> aff. <i>dubia</i>	12.2641509	2.11267606	8.99174442	23.3685714
Melastomataceae	10.3773585	0.46948357	2.04624021	12.8930823
<i>Quercus</i> sp. 2	3.77358491	0.23474178	8.50877661	12.5171033
<i>Eugenia capulí</i>	7.54716981	2.81690141	1.37449468	11.7385659
<i>Saurauia</i> sp.	0.94339623	0.23474178	9.75650086	10.9346389
Especie 1	4.71698113	1.17370892	3.90783651	9.79852657
<i>Litsea glaucescens</i>	3.77358491	2.34741784	2.87300393	8.99400667
<i>Annona cherimola</i>	1.88679245	0.70422535	5.55723013	8.14824794
<i>Randia xalapensis</i>	2.83018868	2.58215962	2.56847929	7.98082759
<i>Calliandra houstoniana</i>	5.66037736	1.64319249	0.67587934	7.97944919
<i>Triumfetta speciosa</i>	3.77358491	2.11267606	1.98078808	7.86704904
<i>Cojoba arbórea</i>	4.71698113	0.23474178	1.99663438	6.9483573
<i>Trichilia havanensis</i>	1.88679245	1.87793427	2.02626008	5.79098681
<i>Brahea moorei</i>	1.88679245	2.34741784	0.50225896	4.73646925
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	3.77358491	0.93896714	0.01102352	4.72357556
<i>Roldana angulifolia</i>	0.94339623	1.64319249	1.93531607	4.52190479
<i>Oreopanax langlassei</i>	0.94339623	2.81690141	0.4306061	4.19090374
<i>Oreopanax peltatus</i>	0.94339623	2.34741784	0.27558791	3.56640197
<i>Crataegus mexicana</i>	1.88679245	0.23474178	1.24083455	3.36236879
<i>Saurauia scabrida</i>	0.94339623	0.23474178	2.08413354	3.26227155
<i>Aphelandra schiedeana</i>	1.88679245	0.93896714	0.29005627	3.11581586
<i>Celtis</i> sp.	0.94339623	0.93896714	1.21534267	3.09770603
<i>Sommerra arborescens</i>	1.88679245	0.70422535	0.30039082	2.89140862

Apéndice 3. Cont.

Cuadro 5. Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca, a los 1 800 m de altitud.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	V I
<i>Quercus aristata</i>	6.41025641	0.70422535	40.3948412	47.509323
<i>Randia xalapensis</i>	11.5384615	2.58215962	10.0949704	24.2155916
<i>Ostrya virginiana</i>	5.12820513	2.11267606	15.922845	23.1637262
<i>Picramnia polyantha</i>	1.28205128	0.70422535	16.3648315	18.3511081
<i>Oreopanax langlassei</i>	11.5384615	2.81690141	1.97783268	16.3331956
<i>Eugenia capulí</i>	10.2564103	2.81690141	1.46376844	14.5370801
<i>Malvaviscus conzattii</i>	8.97435897	0.93896714	1.13012534	11.0434515
<i>Rapanea</i> aff. <i>myricoides</i>	8.97435897	0.23474178	0.32140348	9.53050424
<i>Roldana angulifolia</i>	5.12820513	1.64319249	0.19266076	6.96405837
<i>Rogiera seleriana</i>	1.28205128	0.70422535	3.6718874	5.65816403
<i>Brahea moorei</i>	2.56410256	2.34741784	0.30644394	5.21796434
<i>Clusia salvinii</i>	1.28205128	2.11267606	1.63194995	5.02667729
<i>Saurauia aspera</i>	2.56410256	0.70422535	1.63194995	4.90027787
<i>Fraxinus</i> aff. <i>dubia</i>	1.28205128	2.11267606	0.72531109	4.12003843
<i>Xylosma flexuosa</i>	2.56410256	1.17370892	0.30644394	4.04425542
<i>Piper amalago</i>	2.56410256	0.70422535	0.40798749	3.6763154
<i>Litsea glaucescens</i>	1.28205128	2.34741784	0.0163195	3.64578862
<i>Verbesina oncophora</i>	2.56410256	0.70422535	0.05485165	3.32317957
<i>Roupala montana</i>	1.28205128	0.93896714	0.91797185	3.13899027
Rhamnaceae	1.28205128	0.46948357	1.13329858	2.88483343
<i>Croton websteri</i>	1.28205128	0.93896714	0.5553163	2.77633472
<i>Rapanea</i> sp.	1.28205128	0.46948357	0.4641991	2.21573395
<i>Sommerera arborescens</i>	1.28205128	0.70422535	0.2194066	2.20568324
<i>Rondeletia buddlejoides</i>	1.28205128	0.70422535	0.02221265	2.00848929
<i>Cedrela odorata</i>	1.28205128	0.46948357	0.0163195	1.76785435
<i>Tibouchina purpusii</i>	1.28205128	0.23474178	0.05485165	1.57164472

**Apéndice 3.** Cont.

**Cuadro 6.** Índices relativos de densidad, cobertura, frecuencia y valor de importancia de los componentes de la vegetación del bosque mesófilo de montaña del Cerro el Pájaro, Putla, Oaxaca a los 2 000 m de altitud.

ESPECIE	D REL	FREC REL	COB REL	V I
<i>Pinus</i> sp. 1	3.90243902	0.93896714	65.9956104	70.8370165
<i>Brabea moorei</i>	26.8292683	2.34741784	1.21092863	30.3876148
<i>Hebeclinium phoenicticum</i>	20.9756098	0.23474178	0.10898358	21.3193351
<i>Ostrya virginiana</i>	4.3902439	2.11267606	14.3540453	20.8569652
<i>Meliosma dentata</i>	11.2195122	1.64319249	0.04843715	12.9111418
<i>Monochaetum deppeanum</i>	6.34146341	0.46948357	0.07416938	6.88511636
<i>Quercus</i> sp. 1	0.48780488	0.23474178	6.13032619	6.85287286
<i>Chromolaena ortegae</i>	4.87804878	0.46948357	0.51161735	5.8591497
<i>Myrsine jurgensenii</i>	2.43902439	1.4084507	1.53258155	5.38005664
<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	3.90243902	0.23474178	1.21092863	5.34810944
<i>Quercus</i> sp. 2	0.48780488	0.23474178	4.37145236	5.09399902
<i>Litsea glaucescens</i>	1.95121951	2.34741784	0.07568304	4.37432039
<i>Arbutus xalapensis</i>	1.46341463	0.46948357	1.80201317	3.73491137
<i>Hyptis oblongifolia</i>	2.92682927	0.23474178	0.52372663	3.68529769
<i>Pteridium arachnoideum</i>	2.43902439	0.70422535	0.36630591	3.50955565
<i>Clusia salvinii</i>	0.48780488	2.11267606	0.12790434	2.72838527
<i>Rogiera amoena</i>	1.46341463	0.46948357	0.51161735	2.44451555
<i>Clethra</i> sp.	0.48780488	1.17370892	0.14833876	1.80985256
<i>Verbesina oncophora</i>	0.97560976	0.70422535	0.10898358	1.78881868
<i>Pinus</i> sp. 2	0.48780488	0.23474178	0.51161735	1.23416401
<i>Quercus</i> sp. 4	0.48780488	0.23474178	0.21872398	0.94127065
<i>Quercus</i> sp. 3	0.48780488	0.23474178	0.03708469	0.75963135
<i>Cuphea bookeriana</i>	0.48780488	0.23474178	0.01892076	0.74146742