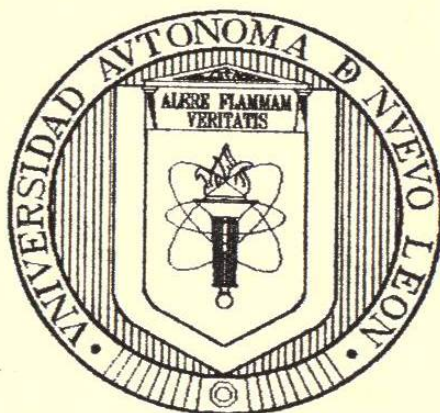


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**EVALUACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE  
SAN CARLOS, TAMAULIPAS**

**Tesis de Maestría  
Presentada como requisito parcial para obtener el grado de  
Maestría en Ciencias Forestales**

**por**

**Carlos Cavazos Camacho**

991  
F  
00  
8

Linares, Nuevo León

Julio de 2000

75

75

75

75

75

75

75

75

75



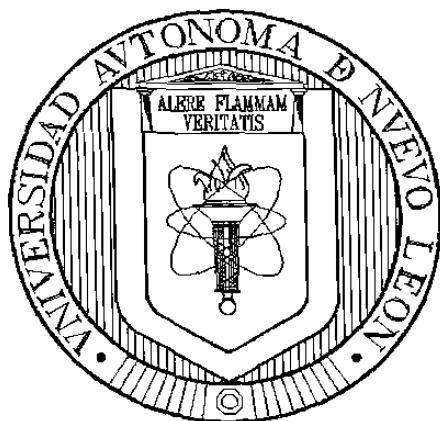
1020136367

Handwritten text in Chinese characters, likely a title or description, appearing very faint and blurry.

Handwritten text in Chinese characters, possibly a date or author information, appearing very faint and blurry.

Handwritten text in Chinese characters, possibly a signature or additional notes, appearing very faint and blurry.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**EVALUACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE  
SAN CARLOS, TAMAULIPAS**

**Tesis de Maestría  
Presentada como requisito parcial para obtener el grado de**

**Maestría en Ciencias Forestales**

**por**

**Carlos Cavazos Camacho**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**EVALUACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA DE SAN  
CARLOS, TAMAULIPAS**

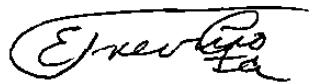
**TESIS DE MAESTRÍA**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES**

**PRESENTA:**


**BIÓL. CARLOS CAVAZOS CAMACHO**

**COMITÉ DE TESIS**



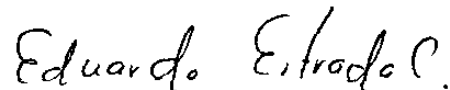
---

Dr. Eduardo J. Treviño Garza  
Director



---

Dr. Enrique Jurado Ybarra  
Asesor

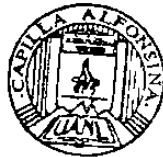


---

Dr. Eduardo Estrada Castellón  
Asesor

04075860

M  
25-91  
FEF  
2000  
R38



FONDO  
TESIS

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES

La presente investigación forma parte de los requisitos de la Maestría en Ciencias Forestales cursada mediante una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y se realizó en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León bajo la dirección del Dr. Eduardo J. Treviño Garza en el Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento del Sistema Regional de Investigación Alfonso Reyes mediante el proyecto 6018, del Fondo Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C., así como a la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) que mediante el proyecto 892143.9-01 financió el equipo con que se llevo a cabo este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera sincera al Dr. Eduardo J. Treviño Garza por haberme formado en esta especialidad, así como la oportunidad brindada de trabajar con él, su vocación para la enseñanza y formación de profesionistas, el apoyo como persona y la confianza depositada en mí durante el tiempo que duraron mis estudios.

A Enrique Jurado Ybarra por sus consejos, los cuales los seguiré tomando en cuenta a pesar del fin de este tramite. A Eduardo Estrada Castellón por su ayuda, principalmente en la identificación del material botánico. A Luis Rocha Domínguez por su ayuda con algunas muestras botánicas y literatura, de manera semejante al Dr. Oscar A. Aguirre Calderón.

A mis compañeros de laboratorio a Carlos Alfonso Muñoz Robles y Luis Barajas Chávez por su ayuda con el sistema de información geográfica. A Andrés López Ovando y Sergio Eduardo García por su compañía en campo, así como al Biol. Don Antonio Hernández Ramírez. Al Ing. Oscar Ramírez jefe de la biblioteca de Ciencias Forestales por su colaboración en todo momento para la búsqueda de información relacionada a esta tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento No. 2061-T9302 y el apoyo otorgado mediante una beca.

A la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Que mediante el proyecto 892143.9-01 financió el equipo de Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica en donde se llevo a cabo este trabajo.

Quiero agradecer de manera muy especial a la gente de San Carlos que tomó como propia la empresa del trabajo de campo, la familia Saucedo Valle, Don Pablo y Doña Sofía, quienes me ofrecieron su casa y me hicieron sentir en familia, así como a Fermín, Alfredo e Irene por su amistad y a Don Jose y su esposa por sus atenciones. También a Don Guadalupe Flores por las facilidades de acceder al rancho en Diente.

No es mi intención excluir a la demás gente que colaboraron con este trabajo de tesis o durante el tiempo que duraron mis estudios y que tengo por fortuna no fueron pocos. Este modesto espacio me es insuficiente, de todas maneras gracias a todos.



# INDICE

Indice .....	I
Lista de tablas .....	II
Lista de figuras .....	III
Resumen .....	IV
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 HIPÓTESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>3 OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
3.1 Objetivos específicos .....	4
<b>4 ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
4.1 Distribución .....	5
4.2 Clima .....	6
4.3 Florística .....	7
4.4 Antecedentes de la región .....	9
4.5 Inventarios forestales .....	11
<b>5 ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>13</b>
<b>6 METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
6.1 Inventario .....	15
Delimitación del área .....	15
Cartografía .....	16
Sitios de verificación .....	19
Sitios de muestreo .....	20
6.2 Análisis de la comunidad .....	22
Índice de Complejidad de Holdridge (ICH) .....	22
Coeficiente de afinidad de Sørensen (K) .....	23
Índice de Valor de Importancia (IVI) .....	23
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
7.1 Inventario .....	24
Requerimiento muestral .....	24
Tiempos de levantamiento .....	24
Extensión .....	25
Altitud .....	26
Exposición .....	27
Pendiente del terreno .....	28
Sitios .....	29
Afinidad entre sitios .....	30
7.2 Análisis de la comunidad .....	31
7.2.1 Florística .....	31
Familias .....	34
Especies .....	35
7.2.2 Dendrometría .....	36
Clases diamétricas .....	36
Área basal .....	37
Altura .....	40
<b>8 DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>9 CONCLUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>10 LITERATURA .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>52</b>

## Lista de Tablas

<b>1:</b> Fuente de información cartográfica utilizada para la elaboración del mapa.....	16
<b>2:</b> Clave de interpretación usada en el análisis visual para generar el mapa final de bosques templados. ....	18
<b>3:</b> Clasificación de acuerdo a la orientación cardinal de los polígonos de bosque mesófilo de montaña de San Carlos. ....	18
<b>4:</b> Descripción de las unidades muestrales empleadas en el inventario de vegetación.....	21
<b>5:</b> Parámetros de los sitios muestreados. ....	30
<b>6:</b> Coeficiente de afinidad de Sørensen (K).....	31
<b>7:</b> Composición y valores descriptivos de las especies arbóreas inventariadas. ....	36
<b>8:</b> Valores medios, mínimos y máximos del diámetro normal o medido a la altura del pecho (1.30 m) considerando individuos mayores a 0.05 m. ....	37
<b>9:</b> Valores de área basal por ha. Tres de las cinco especies con más del 10% de g son encinos (en recuadro). ....	40
<b>10:</b> Valores medios de altura, altura comercial, porcentaje útil del árbol y relación altura/diámetro. ....	41

## Lista de Figuras

1.- Diagrama climático con temperatura, precipitación y evaporación calculados con los valores promedio de las estaciones climatológicas de San Carlos y San Nicolás.....	14
2.- Parcela de medición de los sitios de muestreo. ....	20
3.- Extensión de los bosques presentes por encima de la cota altitudinal de los 800 msnm.....	26
4.- Distribución altitudinal del bosque mesófilo. En eje y primario (líneas con +) la altitud es en intervalos de 10 m, en el eje y secundario (líneas con x) cada 100 m.....	27
5.- Distribución del bosque mesófilo de montaña en laderas con diferentes orientaciones.....	28
6.- Clasificación automática de pendientes del rodal de bosque mesófilo de montaña. ....	29
7.- Aparición de nuevas especies en los sitios de muestreo considerando individuos mayores a 0.05 m de DAP.....	33
8: Parámetros de los grupos arbóreos y porcentajes de IVI. En la figura A se presentan los porcentajes por grupo, en B la participación de las especies de encino dentro del grupo de las fagáceas y en C la participación de especies dentro del grupo latifoliadas diversas.....	34
9.- Composición y valores de familias taxonómicas.....	35
10.- Clases diamétricas mostrando la estructura de una masa incoetánea. La línea representa la diversidad de especies por clase.....	38
11.- Distribución del área basal entre individuos y en intervalos de 10% (arriba) y participación de las especies dentro de cada intervalo (abajo).....	39
12.- La estructura de los pisos arbóreos se muestra como una masa irregular, con dos pisos arbóreos bien definidos (barras). La diversidad de especies va con el piso principal, siendo en las alturas de 7, 8 y 9 m los que cuentan con más especies.....	42

## Resumen

La cartografía de la región de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas y en especial la relacionada a vegetación natural y uso de suelo presenta deficiencias tales como zonas sin cubrimiento, falta de actualización o insuficiencia en temas específicos. En este lugar se presenta un bosque mesófilo de montaña de características especiales por estar en los límites de la distribución boreal continental de esta comunidad. El bosque cuenta con 18 especies arbóreas entre las cuales la mayor parte del valor de importancia ecológico lo suman especies poco frecuentes en bosques templados de México. Los árboles dominantes son 5 pero ecológicamente los más importantes son *Carya ovata*, *Carpinus caroliniana*, *Quercus polymorpha*, *Persea podadenia*, *Q. sartorii*, *Q. muehlenbergii* y *Acer grandidentatum*. Se trata de un bosque natural de baja estatura con 8.5 m de altura en promedio.

En el presente estudio se desarrolla la cartografía de los bosques templados de San Carlos para detectar la distribución del bosque mesófilo. Se utiliza la combinación de materiales aerospaciales y técnicas de análisis geográfico. En el mapa final se incluye bosques de pino, encino y mesófilo de montaña.

# 1 INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña es considerado importante por poseer una alta diversidad biológica (Rzedowski, 1996, Chaverri 1998) por ser un tipo de vegetación natural de escasa extensión y por el contrario albergar a 8.3 veces más especies que los bosques de coníferas y encinos que cubren una extensión 18.4 veces superior (según datos de Flores y Gerez, 1994). La conservación de los bosques mesófilos se vuelve cada vez más importante debido a la fuerte disminución en su extensión, la cual se estima queden mucho menos de la mitad de sus áreas originales (Rzedowski, 1996) y se estima que a nivel mundial son uno de los ecosistemas más amenazados (Hamilton *et al.*, 1995). El aprovechamiento forestal en estos bosques está limitado a causa de las fuertes pendientes en donde se encuentran suelos someros y afloramientos rocosos.

Este tipo de bosque produce, además, bienes que no se valoran económicamente como es la captación hídrica y deben ser considerados para un correcto manejo de la cuenca y los ecosistemas sobre todo en regiones áridas. Los requerimientos de agua del bosque mesófilo del suelo del no son tan altos debido a que el agua depositada por la neblina sobre las hojas corresponde al agua evaporada desde las hojas en las primeras horas sin nubes. La eliminación de este bosque causa una reducción significativa de la recarga de acuíferos subterráneos. Estos bosques sin disturbios cuentan con individuos altos y de distintas edades, con gran diversidad de especies y ricos en epífitas lo cual los hace más eficientes en la captación de neblina que las fases secundarias de corta estatura edad uniforme, poca diversidad específica y pobres en epífitas (Challenger, 1998).

La cantidad de especies de plantas vasculares pertenecientes al bosque mesófilo de todo México que se encuentran registradas en listas rojas como amenazadas o raras, son 62 que representan el 14% del total para México (Vovides *et al.*, 1987), cantidad alta si se considera que se encuentran distribuidas en solo el 0.7% del territorio nacional. Es importante considerar la condición en la que están los árboles de la sierra, donde de las 16 especies arbóreas reportadas en antecedentes (Briones, 1991) una de ellas, *Abies guatemalensis*, tiene en Tamaulipas su extremo de distribución norte. A causa de esto es considerada endémica de la región denominada Megaméxico 2 (Rzedowski, 1991); está declarada como especie en peligro de extinción según la norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-1994 (INE, 1993) y se encuentra en la categoría de vulnerable dentro de las

listas rojas internacionales (Walter y Gillet, 1997). En condición semejante están los árboles de la familia Betulaceae *Carpinus caroliniana* que está catalogado como especie amenazada y *Ostrya virginiana* como especie rara (INE, 1993).

En la Sierra de San Carlos, en la localidad conocida como El Diente se desarrolla un bosque mesófilo con un valor biológico especial debido a su composición de especies, algunas raras para la región tal como lo reporta Briones (1991), además, posee un valor paisajístico y cultural por el perfil del cerro considerado símbolo de los habitantes de la región. Es por lo tanto necesario tener un conocimiento a fondo de las comunidades forestales que ahí se desarrollan para un adecuado manejo y conservación del recurso. El objetivo del presente estudio es hacer una descripción del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña para aportar elementos que permitan un adecuado manejo, así como al conocimiento de este tipo de vegetación en el país.

## 2 HIPÓTESIS

Según lo descrito en los antecedentes y de visitas de reconocimiento del área de estudio se puede establecer las siguientes hipótesis:

- La distribución del bosque mesófilo de montaña de San Carlos, Tamaulipas, es más amplia en exposición cardinal y rango altitudinal que lo reportado anteriormente.
- La comunidad arbórea es variada en especies y estructura arbórea.

### **3 OBJETIVO**

Se establece el siguiente objetivo general:

- Elaborar el inventario forestal que aporte los elementos necesarios que permitan caracterizar la comunidad arbórea.

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la ubicación, extensión y composición florística del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña.
- Estimar la importancia ecológica de las especies arbóreas dentro de la comunidad.
- Describir la estructura dendrométrica.



## 4 ANTECEDENTES

El concepto de bosque mesófilo de montaña como se maneja actualmente fue propuesto por Rzedowski (1978) como un enfoque sintético para una serie de comunidades vegetales que se caracterizan por prosperar en lugares donde prevalece un clima húmedo y a la vez fresco. El término fue utilizado por primera vez en 1947 pero actualmente su significado es más amplio, ya que el término se ha estado usando en las últimas décadas de manera convencional para agrupar una serie de comunidades vegetales de amplia variedad fisonómica como bosques bajos, de mediana estatura y altos; perennifolios o caducifolios; con árboles de diversas arquitecturas, así como formas y tamaños de hojas, o bien, diferentes en cuanto a la biología de la polinización (Rzedowski, 1996). Por lo anterior ha recibido muchos nombres, por ejemplo bosque o selva de niebla, bosque deciduo, caducifolio o templado, aunque la forma de denominarlo se ha uniformizado a partir de la clasificación de la vegetación de México de Rzedowski de 1978. Por otra parte, debido a la abundancia y diversidad de epífitas suele determinarse a algunos encinales húmedos como bosques mesófilos (Challenger, 1998).

### 4.1 DISTRIBUCIÓN

La extensión a nivel nacional es escasa por la dificultad de que coincidan rangos de humedad y temperatura apropiadas. Se calcula que 0.7% del territorio nacional posee este tipo de bosque (Flores y Gerez, 1994) preferentemente en contornos altitudinales superiores de los ecotonos tropicales. Forma de esta manera una faja angosta más o menos continua a lo largo de las laderas de barlovento de la Sierra Madre Oriental. Tiene, además, fragmentos reducidos dispersos en el resto de las sierras (Rzedowski, 1996 y Challenger, 1998). La presencia de los bosques mesófilos está relacionada con la orientación cardinal de la ladera, siendo la exposición norte la preferencial. En esta última el coeficiente de insolación es 2 veces menor en comparación con laderas de exposición sur, ambas a 30° de pendiente (MOPT, 1992).

Se encuentra por lo general en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada o está restringido a cañadas protegidas de la fuerte insolación (Rzedowski, 1996; Challenger, 1998) Condiciones locales también pueden propiciar formaciones nubosas

bajas hasta 400 msnm en montañas aisladas (Bruijnzeel y Veneklaas, 1998). Para México no se tiene determinado claramente los rangos altitudinales preferentes pero como extremos van de 400 msnm (Veracruz, Tamaulipas) hasta 2,700 (Chiapas), raramente sobrepasando esta altura, siendo sustituido por bosques de *Abies* (Rzedowski, 1978). Los más septentrionales como El Cielo preferentemente van de 800 msnm a 1,500, aunque en cañadas desciende a 400 y fragmentos aislados suben a más de 2,100 m (Puig, Bracho y Sosa, 1987).

## 4.2 CLIMA

Los bosques mesófilos corresponden al clima húmedo de altura, ocupando sitios más húmedos que los encinares y pinares y generalmente más cálidos que los bosques de *Abies*, pero más frescos que los bosques tropicales, siendo el tipo de clima más característico el Cf, y en menor medida los Af, Am, y aún los Aw y Cw (Rzedowski, 1978). La precipitación anual nunca es menor a los 1,000 mm, comúnmente pasa los 1,500 y en casos extremos llega hasta los 3,000 mm (Rzedowski, 1978). El número de meses secos varía de 0 a 4, y el común denominador es la presencia de neblinas por estar ubicada en la llamada faja de nubes, por consiguiente, la alta humedad atmosférica supliendo de manera importante las deficiencias de lluvia en el período seco del año y es el factor decisivo para su existencia en ciertas localidades.

Los vientos ejercen una influencia independiente como se puede apreciar en los mapas de distribución nacional (Rzedowski, 1996), por lo tanto la mayor extensión se encuentra en la Sierra Madre Oriental. Cuando las nubes entran en contacto con montañas aisladas se puede formar a sotavento un efecto de derrame donde la captación de agua alcanza valores elevados (Stadtmüller, 1987). Si existe un común denominador para los bosques mesófilos de montaña es la constante presencia de neblina, sobre esta característica los bosques nublados se pueden clasificar de dos formas (Stadtmüller, 1987):

1. Bosques nublados donde la frecuente incidencia de nubes ocurre en combinación con fuertes y a veces persistentes lluvias orográficas con valores altos de precipitación anual.
2. Bosques nublados con régimen o estaciones más "secas" donde la precipitación horizontal pudiese significar un insumo relativamente alto para la precipitación total.

El aporte de agua por las nubes o neblina se le conoce como precipitación horizontal y es pasada por alto en los registros pluviométricos, por eso se le llama también precipitación oculta (Bruijnzeel y Proctor, 1995). En el aprovechamiento de la frecuencia e intensidad de la neblina, intervienen factores climáticos como velocidad del viento y turbulencia, además de atributos de la masa arbórea como altura, cobertura, estructura de las copas, anatomía de las hojas y ramas, densidad foliar y cantidad y forma de las epífitas. Estas condiciones climáticas a pesar de aportar agua en ocasiones limitan el crecimiento del arbolado reduciendo la radiación fotosintéticamente activa (Cavelier y Mejía, 1990) o disminuyendo la tasa de evaporación (Bruijnzeel *et al.*, 1993), reflejándose en bajos ritmos de incremento en fustes (Weaver *et al.*, 1986).

### 4.3 FLORÍSTICA

Se ha realizado un buen número de estudios de los bosques mesófilos de montaña en temas botánicos generales, siendo sintetizados por Rzedowski (1996) quien hace un análisis de su flora vascular donde estima que existen 650 géneros que contienen al menos una especie ligada en forma exclusiva o preferencial, de los cuales 12% están restringidos a México y Centroamérica. Es el tipo de vegetación con mayor riqueza biológica proporcionalmente a su extensión territorial estimándose que 2,500 especies de plantas vasculares lo habitan de manera exclusiva o preferente (Rzedowski, 1996), esto es el 10% de la riqueza florística del país. Para tener una idea de esto, al comparar la diversidad de especies y endemismos en flora resulta ser 25 veces más denso que el matorral xerófilo y pastizales que son el tipo de vegetación de más extensión en el país con 35% de cobertura nacional. Se estima que existen cerca de 450 especies arbóreas de las cuales resaltan 28 géneros por ser cuantitativamente importantes en su biomasa (Rzedowski, 1996).

Una causa de su diversificación es la mezcla de las regiones Neártica, Neotropical y componentes autóctonos, observándose una dominancia del dosel superior del estrato arbóreo por géneros de origen septentrional y por el contrario, en los niveles inferiores abundan grupos originados en zonas cálidas y tropicales (Luna, 1994). Basándose en estudios biogeográficos se afirma que los bosques mesófilos de la provincia florística de la Sierra Madre Oriental tienen acentuación en su composición de especies arbóreas de afinidad holártica (Miranda y Sharp, 1950; Challenger, 1998) y pueden dividirse a su vez en una parte sur y otra parte norte en la cual es incluido San Carlos (Luna *et al.*, 1994). Otro factor es el rango altitudinal en donde se origina variación fuera de un orden aparente debido

a la combinación de factores ecológicos, climáticos, fisiográficos y edáficos, al grado que se ha señalado que la similitud entre dos áreas de bosque mesófilo aumenta más por su proximidad altitudinal que por su distancia geográfica (Luna, 1989).

Aunque el bosque mesófilo de montaña puede ser tanto caducifolio como perenne, lo común es que el bosque clímax nunca se ve completamente defoliado en el período que suele ser breve durante los meses fríos del año (Rzedowski, 1978). Algunos bosques ubicados en áreas expuestas tienden a ser caducifolios, además de contar con hojas micro-mesofilas y de bordes no enteros; por otro lado en las cañadas húmedas y protegidas tienden a ser perennifolios, de hojas mesófilas y con bordes enteros (Meave *et al*, 1992 y Luna, 1994).

La existencia de especies endémicas o diagnósticas no es suficiente para caracterizar al bosque mesófilo de montaña debido a que estas no coinciden siempre con las características ecológicas o climáticas de esta vegetación. Aún así, en ciertas ocasiones se pueden utilizar taxa para definir determinadas localidades, como *Carpinus*, *Celastrus*, *Cyathea*, *Ilex*, *Ostrya* (Luna, 1994). De las especies arbóreas reportadas anteriormente para San Carlos (Briones, 1991) que se encuentran reportadas en otras localidades tenemos las siguientes: *Abies guatemalensis*, *Acacia angustissima*, *Acer grandidentatum*, *Carpinus caroliniana*, *Carya ovata*, *Cercis canadensis*, *Ilex discolor*, *Ilex rubra*, *Ostrya virginiana*, *Persea podadenia*, *Pinus pseudostrobus*, *Prunus serotina*, *Quercus rysophylla*, *Q. sartorii*, *Q. canbyi*, *Q. muehlenbergii*, *Q. polymorpha*, *Q. sartorii*, *Sapindus saponaria* y *Staphylea pringlei*.

La compleja estructural del dosel incide de manera importante en la diversidad de este bosque ya que el tamaño predominante de los árboles corresponde a la categoría de mesofanerofitas. La altura promedio va de los 15 a los 35 m, aunque de las 5 especies arbóreas más altas de México, *Ulmus mexicana* (87 m), *Fagus grandifolia* (40 m) y *Liquidambar styraciflua* (60 m) se desarrollan aquí (Pérez, 1997). Esto propicia un amplio margen vertical para una serie de nichos a ser colonizados por un gran número de especies arbóreas que pueden asumir el papel de dominantes o codominantes. De esta manera es posible encontrar doseles continuos (Lamprecht, 1990), divididos en varios pisos (Luna, 1994) o inclusive bosques bajos donde no hay aparente diferenciación de pisos arbóreos (Sousa, 1968). Existen varias hipótesis que han sido propuestas para explicar las

características estructurales y funcionales del *tropical montane cloud forest* (Bruijnzeel y Veneklaas, 1998):

1. Fotosíntesis y temperatura de las hojas reducidas asociado a baja intensidad de radiación y temperatura del aire;
2. Dificultad de respiración de las raíces por suelos frecuentemente saturados;
3. Baja absorción de nutrientes debido a reducción de la tasa de transpiración controlada por el clima; tasas reducidas de descomposición y mineralización y baja fertilidad del suelo, acidez extrema o ambos factores a la vez;
4. Altas concentraciones de compuestos fenólicos en suelo.
5. Periódica escasez de agua a pesar de la cobertura frecuente de nubes;
6. Exposición a fuertes vientos;

En ocasiones el bosque de pino tiende a establecerse como bosque secundario tras disturbios de actividades forestales y agrícolas, ocasionando cambios en el microclima (Zuill y Lathrop, 1975 y Rzedowski, 1978). Por otra parte, se ha observado que al madurar algunas masas de pinos pueden restablecer el microclima favoreciendo a renuevos de especies del bosque mesófilo e iniciando así otra fase de sucesión que se piensa acabe por remplazar a las especies de bosque templado.

#### 4.4 ANTECEDENTES DE LA REGIÓN

En el noreste se encuentran fragmentos del sistema de bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental que tienen importancia por tratarse de los más septentrionales y por estar aislados biogeográficamente. Uno de ellos con una buena cantidad de estudios es el ubicado en la Reserva de la Biosfera del Cielo, en donde se han reportado 54 especies en el estrato arbóreo, considerándolo homogéneo entre los bosques de su tipo (Puig, Bracho y Sosa, 1987). La comunidad arbórea es densa con 1,169 individuos/ha (considerando mayores a 0.05 m de diámetro a 1.30 m) y 31.55 m<sup>2</sup>/ha de área basal, distribuidos en tres estratos. La dominancia (81% del área basal) se reparte en 7 especies que son *Liquidambar styraciflua*, *Quercus sartorii*, *Q. germana*, *Clethra pringlei*, *Magnolia schiedeana*, *Podocarpus reichei* y *Meliosma oaxacana*. Por otra parte *Cercis canadensis*, *Carya ovata*, *Prunus serotina*, *Cornus disciflora* y *Ostrya virginiana* se encuentran compartidos con San Carlos.

El primer reporte del bosque mesófilo de El Diente es el hecho por Briones en 1991 donde estudia la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, encontrándolo entre 1,300 y 1,400 msnm, principalmente caducifolio, diverso en especies, relativamente mesófilo pero carente de algunas especies consideradas típicas. En el estrato arbóreo resultaron 11 especies de las cuales 7 son dominantes sumando 82% del índice de valor de importancia y son *Abies guatemalensis*, *Carya ovata*, *Quercus sartorii*, *Q. polymorpha*, *Carpinus caroliniana*, *Gleditsia triacanthos* y *Persea podadenia*. Los valores medios son: altura en 7.2 m; diámetro normal en 0.13 m; el área basal 26.1 m<sup>2</sup>/ha considerando individuos leñosos mayores de 0.05 m de diámetro y la densidad en 1,101 individuos/ha. La lista florística menciona 67 especies para el bosque deciduo templado, de las cuales 13 fueron encontradas solo en ese tipo de vegetación. Otra evaluación de este rodal (Briones, 1988) muestra un bosque bajo de 6.5 m, en exposición sur dominado por *Gleditsia triacanthos*, *Carpinus caroliniana* y *Quercus sartorii*, con una densidad de 1,641 individuos/ha, diámetro normal de 0.1 m como promedio y un área basal de 17 m<sup>2</sup>/ha. En los estudios realizados (Briones, 1991) se definió al bosque de El Diente como deciduo templado de montaña. Autores como Rzedowski (1996) y Challenger (1998) han incluido en trabajos de análisis a San Carlos como parte de la distribución de los bosques mesófilos mexicanos, sin embargo, en base a comparaciones biogeográficos se afirma que es diferente a los demás presentes en la Sierra Madre Oriental por compartir pocas especies con ellos. En consecuencia se propone la separación de la sierra en partes norte y sur (Luna *et al*, 1994).

Otro bosque aislado del noreste cuenta con una comunidad de Zaragoza, Nuevo León, compuesta en el estrato superior (25 m) por *Abies mexicana*, *A. vejari*, *Cornus florida*, *Ostrya virginiana* y *Ulmus* sp (Treviño, 1984). En la misma región fue reportado un bosque mixto de montaña ó *montane mesic forest* (Müller-Using y Watchel, 1986, Müller-Using, 1991) a 2,500 msnm. El estrato arbóreo tiene una altura media de 9.3 m y cuenta con 14 especies, de estas la mitad son coníferas entre ellas *Abies vejari*, cuatro encinos y el resto son latifoliadas como *Arbutus xalapensis*, *Populus tremuloides* y *Prunus serotina*. El diámetro normal es de 0.20 m, con un área basal 50.8m<sup>2</sup>/ha y una densidad de 1,560 individuos/ha.

Entre los encinares del noreste de México se puede encontrar sitios favorables en valles y zonas de sombra orográfica con árboles deciduos como *Ostrya*, *Carya* y *Cornus*, también con elementos perennes aciculifolios como *Pseudotsuga*, *Abies*, *Taxus* y en casos especiales *Picea* (Müller-Using, 1991). Por lo anterior se consideran diversos debido a que

elementos mesófilos no están limitados a sitios especiales de humedad sino que se instalan en una amplia gama de puntos dentro del patrón básico de distribución de pino-encino. Los encinares de esta región muestran como parámetros una densidad media de 1,145 individuos/ha (Müller-Using, 1991), valor alto debido a la respuesta de producir múltiples fustes como consecuencia de incendios o cortas, siendo que en lugares sin daños la densidad es menor. El área basal es 26.1 m<sup>2</sup>/ha, baja al compararla con el bosque mixto; el diámetro normal en 0.16 m y la altura promedio de 7.9 m. Por otra parte, los encinares de San Carlos se componen de 9 especies de las cuales 5 acumulan 81% del valor de importancia (Briones, 1991), siendo *Quercus rysophylla*, *Quercus canbyi*, *Quercus sartorii*, acompañados por *Arbutus xalapensis* y *Pinus pseudostrobus*. Estos bosques son de mayores dimensiones que el deciduo templado de montaña, alcanzando valores medios de 10.3 m en altura, 0.18 m de diámetro normal, pero 23.8 m<sup>2</sup>/ha de área basal y 743 de densidad.

## 4.5 INVENTARIOS FORESTALES

La evaluación de los recursos naturales requiere de una precisa y puntual información proveniente de fuentes como la información cartográfica en combinación con los inventarios obtenidos mediante el trabajo de campo. El inventario se puede realizar a través de un censo, un muestreo no estadístico o un muestreo validado estadísticamente. El primero de ellos implica el medir todos los elementos de la población, requiere poca capacitación técnica, sus datos son absolutos y es libre de muchos cuestionamientos experimentales pero en la gran mayoría de los casos es inaccesible o injustificable por el costo en tiempo y dinero que requiere. Los muestreos no estadísticos son más económicos por tomar una fracción del todo para explicarlo, pero caen fácilmente en subjetividad y varían por la experiencia del personal encargado de realizarlo, así como de sus criterios, pericia y grado de detalle deseado. En el muestreo estadístico se considera la representatividad al aplicar dispersión de la muestra, apoyo en material cartográfico elaborado expresamente para el proyecto, estabilización de la curva especies/área, determinación de número de sitios, intensidad de muestreo y cálculo del error muestral (Lamprecht, 1990; Schreuder et al, 1993; Romahn et al, 1994 y Prodan, 1997).

La forma de la parcela seleccionada es importante para controlar la calidad del trabajo. Las parcelas circulares cuentan con menor margen de error por borde (Lamprecht, 1990;

Romahn *et al*, 1994) que las parcelas de forma cuadrada o rectangular que tienen una relación área/perímetro menos favorable que las primeras. El área de cada parcela individual es un factor importante a considerar siendo probada la precisión de 500, 750, 1,000 y 1,250 m<sup>2</sup> por Caballero (1970) y de 100, 200,... 1,000 m<sup>2</sup> por Aguirre (1997) siendo en ambos estudios aceptables los 500 m<sup>2</sup>. Otro criterio es el área que representa las especies del rodal, por ejemplo, Lamprecht (1990) mide en un bosque nublado relativamente pobre en especies el área florística mínima necesaria, siendo esta de 5,000 m<sup>2</sup>.

Los reportes con detalles dasométricos del bosque mesófilo en México son escasos; uno de ellos es el análisis estructural del estrato arbóreo en El Triunfo (Williams, 1991) donde se hace un muestreo de 1,000 m<sup>2</sup>. La densidad del bosque resultó en 960 individuos y el área basal total de los árboles mayores a 0.05 m de DAP es de 54.4 m<sup>2</sup>/ha.

Durante el Inventario Nacional Forestal Periódico (SARH, 1994) se utilizó como base la cartografía editada por el INEGI e imágenes del satélite LANDSAT TM. El método para obtener las diferentes clases o estratos fue por medio de interpretación visual de imágenes compuestas en falso color impresas en papel y contrastadas de acuerdo al trabajo de campo. Por otra parte, para la elaboración de mapas del bosque mesófilo se han empleado fotografías aéreas escala 1:25,000 en Gómez Farías (Puig, Bracho y Sosa, 1987) o 1:80,000 en Omiltemí, Guerrero (García Rendón, 1993).

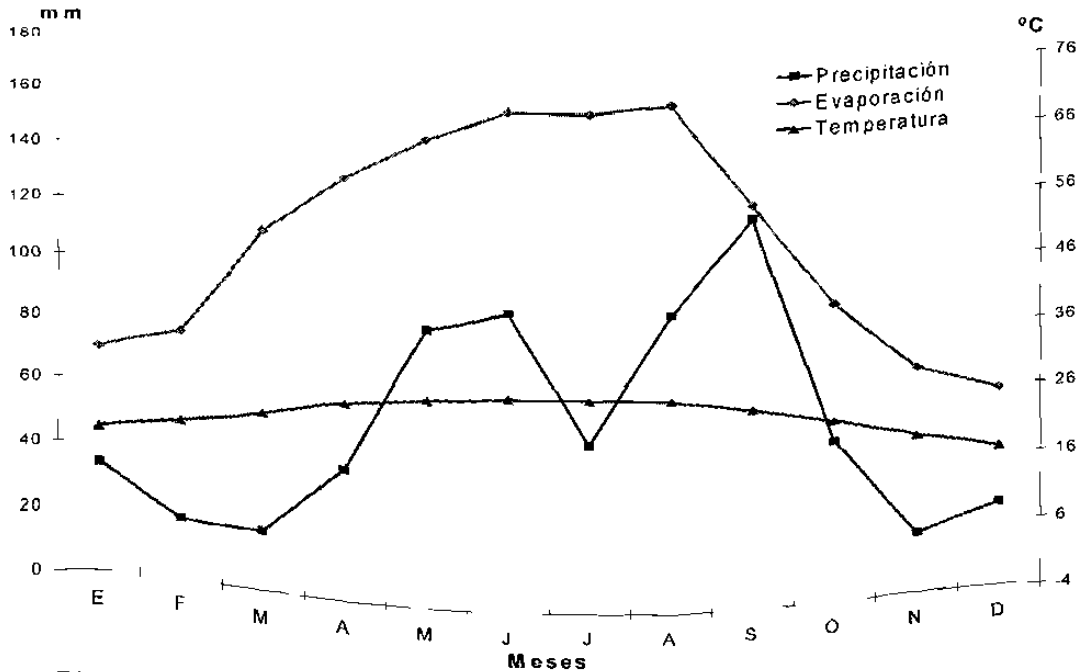
En la región se han aplicado métodos cartográficos más complejos como la clasificación automatizada de la vegetación (Treviño, 1992) empleando en combinación tres fuentes de información geográfica: (1) imágenes de alta resolución SPOT y multitemporales LANDSAT MSS para obtener los comportamientos espectrales de la cobertura, (2) modelos digitales del terreno de donde se derivaron los valores de exposición e inclinación para generar imágenes tridimensionales, y (3) información de los mapas temáticos preexistentes de edafología, geología, precipitación y clima. Inicialmente se diferenciaron los bosques de coníferas de los latifoliados, sin embargo, la identificación de la combinación de estas dos vegetaciones se dificultó por la gran variación en la estructura de los estratos, por otra parte los bosques de coníferas de pino y pino piñonero presentaban valores espectrales similares a pesar de tener dominantes distintos debido a su proximidad biológica. El procesamiento digital de la vegetación en zonas montañosas se dificulta por la presencia de sombras orográficas que producen pérdida de información o imposibilita la distinción de los bosques (Treviño, 1992; Treviño *et al*, 1997).



## 5 ÁREA DE ESTUDIO

El Diente se encuentra en el municipio de San Carlos, dentro del sistema de la sierra del mismo nombre o llamada también Sierra Chiquita. Pertenece a la subprovincia de la Llanura Costera del Golfo Norte como una discontinuidad fisiográfica. Las coordenadas geográficas del área estudiada son 24°32'29"N; 098°59'24"W en su límite norte-oeste y 24°30'18"N; 098°55'16"W en el extremo sur-este. Los rodales interpretados para la detección del bosque mesófilo se encuentran potencialmente alrededor de El Diente hasta la cañada El Zorrillo como límite noroeste. El punto más alto es de 1,460 msnm que es el macizo rocoso conocido como Bufo El Diente, originado por ascenso magmático (Ramírez y Heindrich, 1991) y se encuentra rodeado por rocas calizas sedimentarias semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

Existe clima templado, del tipo (A)C(W<sub>1</sub>) con período seco en verano; la temperatura media anual es mayor a 18°C y el mes más frío está entre -3 y 18°C; la precipitación media anual es de 1,000 mm aunque puede ser de hasta 1,200 en las partes más húmedas. La precipitación en el mes más seco es menor a 40 mm y la lluvia invernal es de 5 a 10.2%. Los vientos dominantes provienen del sudeste siendo estos los que originan principalmente las lluvias durante todo el año a excepción de invierno que es dominada por los vientos del norte. Según la carta de fenómenos climatológicos (INEGI) la temperatura media anual es entre 18 a 20° C; granizadas de 0 a 1 días al año y heladas entre 0 a 20. Las estaciones climatológicas más cercanas al Diente se encuentran en vegetación de matorral. Para los bosques en esta región se ha determinado un coeficiente de escorrentía superficial en el orden de 0.32 comparándolo con áreas abiertas circundantes que presentaron un CE de 0.52 (Muñoz, *et al*, 2000), lo cual las hace importantes áreas de recarga mantos acuíferos.



**Figura 1:** Diagrama climático con temperatura, precipitación y evaporación calculados con los valores promedio de las estaciones climatológicas de San Carlos y San Nicolás.

El Diente se encuentra en la región hidrológica 25, Golfo Norte, cuenca B y es el parteaguas de las subcuencas e y d. Los escurrimientos superficiales son de 10 a 20 % de la precipitación media anual. La hidrología subterránea es de permeabilidad alta en materiales consolidados y rodeada por zonas de baja permeabilidad.

Los suelos son litosoles con feozem háplico de clase textural media sin fases químicas o físicas. Geológicamente las rocas de El Diente son del terciario, ígneas intrusivas intermedias y son rodeadas por rocas calizas y/o lutitas del cretácico.

La vegetación de la región es principalmente matorral del tipo espinoso tamaulipeco y en las partes elevadas, se presentan encinares y pinares. Las especies mejor representadas en los anteriores son: *Q. canbyi*, *Q. rysophylla*, *Q. clivicola*, *Q. virginiana* var. *fusiformis* y *P. pseudostrobus* (Briones, 1991). La comunidad estudiada es una masa forestal natural latifoliada compuesta en su mayoría por otros géneros diferentes a *Quercus* descrita como un bosque decíduo templado de montaña y relativamente mesófilo (Briones, 1991) o considerado dentro de los bosques mesófilos de montaña mexicanos (Rzedowski, 1996). Las posibilidades de uso forestal son bajas, el uso pecuario está restringido y el uso agrícola en esta área se considera no apto (INEGI, 1982).

## **6 METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en este trabajo se divide en elaboración del material cartográfico, levantamiento de información en campo y análisis dasométricos y en conjunto se resume de la siguiente manera: estudio inicial del área en información cartográfica (mapas), fotografías aéreas, imágenes de satélite y literatura; visita al área de estudio para reconocimiento y toma de datos; elaboración de un mapa preliminar por medio de interpretación visual de fotografías aéreas e imágenes de satélite; establecimiento al azar de las primeras unidades de muestreo (premuestreo) del inventario forestal; elaboración de un segundo mapa con materiales de percepción remota mejorados e información de campo ampliada; establecimiento aleatorio de sitios suficientes para el tamaño de muestra calculado; edición final del mapa y por último análisis de los datos de la comunidad arbórea.

### **6.1 INVENTARIO**

#### **Delimitación del área**

Un paso importante para concentrar y optimizar esfuerzos en la elaboración del mapa consiste en delimitar el área en donde buscar el bosque mesófilo. En la Sierra de San Carlos el límite de los bosques templados se ubica alrededor de 700 msnm (Briones, 1991). Esta cota altitudinal se presenta continua en toda la sierra por lo tanto es necesario restringir el área de estudio para lo cual se decidió por los 800 msnm y es coincidente con la unidad paisajística de El Diente. El material cartográfico consultado se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1:** Fuente de información cartográfica utilizada para la elaboración del mapa

Tema	1:50,000		1:250,000	1:1'000,00
Topográfica	G14C69 G14C79	G14D61 G14D71		0
Uso de suelo y vegetación	NE		G14-11	
Edafológica	NE		G14-11	
Geológica	G14C69 G14C79	G14D61 G14D71		
Topográfica	G14C69 G14C79	G14D61 G14D71		
Hidrológica de aguas superficiales	NE		G14-11	
Climatológica	NE		NE	Tamaulipas

NE: No existe

## Cartografía

Para reforzar la consulta en mapas y literatura, se realizó una visita a campo para reconocimiento del área y continuar con el trabajo de análisis interpretativo. El mapa preliminar se elabora a partir del par estereoscópico de fotografías aéreas escala 1:75,000 en blanco y negro tomadas en 1986 por el INEGI y la sección correspondiente (subescena) de una imagen de satélite LANDSAT de la serie TM (Mapeador Temático). La imagen fue captada verano de 1996, seleccionada por ser libre de nubes y es referenciada geográficamente, esto es, la asignación al archivo de la imagen de coordenadas geográficas, en este caso, en el sistema UTM (proyección Universal Transversa de Mercator).

La elaboración de cartografía previa se inició a principios de 1997, siendo la imagen relativamente reciente ya que ésta aporta resolución temporal a la información obtenida de la fotografía aérea. La subescena fue procesada combinando las bandas espectrales del verde y rojo visibles así como la del infrarrojo cercano (bandas 2,3 y 4) para elaborar una imagen compuesta en falso color. Esta imagen se imprimió en papel para facilitar el trabajo de comparación visual con el par fotográfico. Sobre la impresión se trazaron polígonos correspondientes a los fragmentos de vegetación identificados, siendo bosque, matorral y pastizal y, además, roca desnuda. Los criterios para el trabajo de interpretación se basan en textura, color o tono, altitud, topografía, geología (en sustitución de la carta edafológica que no está disponible a 1:50,000) y datos originados en los sitios de reconocimiento.

Los polígonos interpretados sobre la impresión de la imagen de satélite se transfieren del formato análogo al formato digital para la edición en computadora. La escala que se

obtiene en el mapa preliminar es 1:50,000, ya que ésta es el límite de las imágenes LANDSAT TM (Chuvienco, 1990), lo cual es considerado suficiente para planear el esfuerzo de muestreo. Sobre el mapa preliminar se sortean los primeros sitios que aportan información adicional al trabajo de reconocimiento de campo para elaborar el mapa final.

En la elaboración del mapa final se emplean materiales de percepción remota mejorados e información complementaria del muestreo. Como primer paso se selecciona la fotografía aérea del par estereoscópico con el área de estudio y se amplió a escala aproximada a 1:20,000 (1:19,196); sobre este material se realizó el análisis fotointerpretativo, ya que se considera adecuada para diferenciar tipos de vegetación como bosques deciduos de caducifolios (Lillesand y Kiefer, 1994).

La imagen de satélite utilizada es una LANDSAT TM del verano de 1998, libre de nubes y georeferenciada, procesada en las bandas del rojo visible e infrarrojo cercano (bandas 3 y 4) con la transformación llamada índice normalizado de vegetación (NDVI). El principio de esta transformación consiste en combinar el diferente comportamiento espectral de la vegetación en estas zonas espectrales para realzar biomasa y discriminar sombras por exposición e influencia del sustrato. La imagen es impresa y se repite el proceso de interpretación visual trazando sobre ella los rodales correspondientes a los fragmentos de vegetación identificados.

Esta fase se enfoca a los bosques templados siendo estos, bosque mesófilo de montaña, de encinos y de pinos. Los criterios para el trabajo de interpretación en ambos materiales son semejantes a los empleados en el mapa anterior (tabla 2). Sobre este mapa se sortean los sitios requeridos para obtener un tamaño muestral estadísticamente válido.

**Tabla 2:** Clave de interpretación usada en el análisis visual para generar el mapa final de bosques templados.

Clave	Bosque	Características	
		Par estereoscópico (fotografías)	Imagen NDVI, LANDSAT TM
41	Bosque mesófilo de montaña	Tono gris oscuro Textura variable Densidad de copas de alta a media Pendiente del terreno media a fuerte Ubicado alrededor del macizo rocoso y extendiéndose por cañadas	Variabilidad en el mosaico de píxeles (textura irregular) Color verde claro a amarillo verdoso
43	Encino	Tono gris oscuro a regular Textura gruesa Densidad de copas media Pendiente del terreno media	Relativa homogeneidad en el color de los píxeles (textura homogénea) Color verde
44	Pino	Tono gris medio Textura gruesa Densidad de copas abierta Pendiente del terreno suave	Relativa homogeneidad en el color de los píxeles (textura homogénea) Color verde amarillento
7	Roca	Tono gris claro Textura irregular Pendientes fuertes Preferentemente en la máxima altitud	Variabilidad en el mosaico de píxeles Colores amarillos, cafés y en menor proporción verde

Los polígonos interpretados sobre la impresión se transfieren de formato análogo a digital para la edición final en computadora. La escala resultante del mapa final es 1:20,000 dada por la escala del material fotográfico. Los polígonos que resultaron del bosque mesófilo fueron clasificados de acuerdo a su orientación cardinal en norte, este, sur u oeste tal como se describe en la tabla 3.

**Tabla 3:** Clasificación de acuerdo a la orientación cardinal de los polígonos de bosque mesófilo de montaña de San Carlos.

Exposición o Aspecto	Rango
N	$> 315^\circ \text{ y } \leq 45^\circ$
S	$> 45^\circ \text{ y } \leq 135^\circ$
E	$> 135^\circ \text{ y } \leq 225^\circ$
O	$> 225 \text{ y } \leq 315^\circ$

La pendiente de los polígonos de bosque mesófilo de montaña detectados se clasifican modificando un sistema propuesto por MOPT (1992) utilizando las curvas de nivel a cada 50 m:

Clase	Limites %	Características
<b>A</b>	$\leq 1$	Escorrentía superficial lenta o muy lenta. No hay problemas para la utilización de maquinaria. No hay peligro de erosión hídrica, excepto en suelos de muy susceptibles a ello y con pendientes aunque simples, muy amplias
<b>B</b>	$> 1 \text{ y } \leq 5$	Escorrentía lenta o media. No hay limite para el uso de maquinaria. La erosión depende de la susceptibilidad del suelo
<b>C</b>	$> 5 \text{ y } \leq 10$	La escorrentía puede ser rápida. Hay problemas para la utilización de maquinaria pesada. En caso de aprovechamiento de terreno la erosión es variable, pero el peligro es grande y suele exigir prácticas de fajas o terrazas
<b>D</b>	$> 10 \text{ y } \leq 20$	Areas montañosas de fuerte pendiente, con escorrentía rápida a muy rápida. La maquinaria se usa con dificultad
<b>E</b>	$> 20 \text{ y } \leq 45$	Escorrentía muy grande. Aprovechamientos sólo en suelos resistentes y con prácticas de manejo adecuadas
<b>F</b>	$> 45$	Sólo se recomiendan labores de protección

La selección de las técnicas de campo utilizadas en el inventario estuvo en función obtener la mayor exactitud y por lo extendido de su aplicación en los estudios forestales para guardar compatibilidad de los datos resultantes. El muestreo se dividió en sitios de verificación que aportan información para el trabajo cartográfico y sitios de muestreo que aportan datos más precisos de la comunidad arbórea.

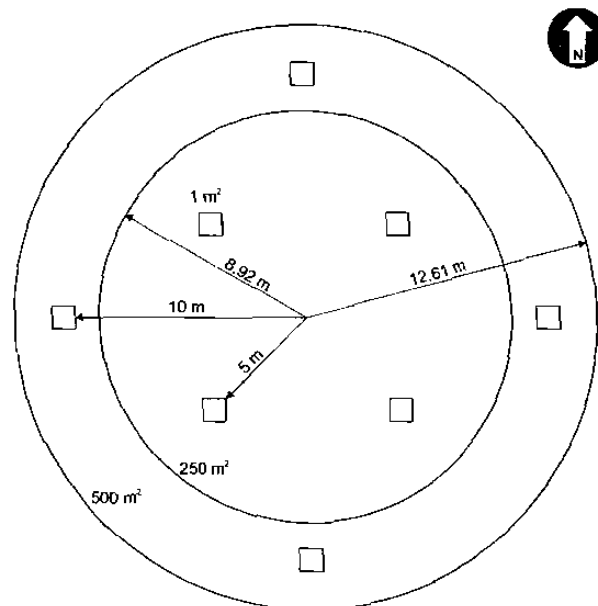
### Sitios de verificación

Se realizaron visitas de reconocimiento a los bosques templados con el fin de levantar información sobre las comunidades arbóreas como referencia al trabajo de interpretación visual. La información recabada en estos sitios consistió en registrar con un receptor del

sistema global de navegación (GPS) las coordenadas de los diferentes tipos de bosques templados. Se realizó el inventario de la masa forestal con un dendrómetro de Kramer. Las especies arbóreas se colectan para su identificación taxonómica en laboratorio.

### Sitios de muestreo

Los sitios o parcelas de medición del estrato arbóreo se sortearon sobre el polígono del bosque mesófilo de montaña observado en el mapa final. La localización en campo de los sitios seleccionados fue utilizando de nuevo el GPS aceptando un error de  $\pm 50$  m de las coordenadas sorteadas. La unidad muestral empleada en campo es una parcela circular de  $500 \text{ m}^2$  para evaluar el estrato arbóreo (Figura 2).



**Figura 2:** Parcela de medición de los sitios de muestreo.

Previo a la medición del arbolado se registró información general de los sitios como pendiente y exposición de la ladera, complementando con datos cualitativos tales como tipo y color de suelo, materia orgánica, porcentaje de pedregosidad, apertura de caminos, enfermedades de la vegetación, incendios, pastoreo y plagas (formatos de campo en anexo). El lugar de trabajo se marcó con cintas de color para facilitar su localización posterior en caso de requerir regresar al sitio.



Aunque el objetivo del presente trabajo fue en el estrato arbóreo se colectaron datos de los individuos arbustivos y herbáceos para análisis posteriores (tabla 4). En orden metodológico el primer estrato medido es el herbáceo para aprovechar el poco daño infringido inicialmente en el lugar de trabajo ya que comprende renuevos fácilmente dañados por pisoteo de las especies arbóreas y arbustivas, así como especies no leñosas de cualquier altura. Asimismo se procuró colectar y etiquetar tres especímenes en buen estado, libres de plagas, enfermedades y cuando fue posible con flores y frutos para su debida identificación. Los especímenes botánicos colectados se llevaron al Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL para su conservación e identificación.

**Tabla 4:** Descripción de las unidades muestrales empleadas en el inventario de vegetación

<b>Estrato</b>	<b>Unidad muestral (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Individuos considerados</b>	<b>Dimensiones a considerar</b>
Arbóreo	500 x 1	En rodal bien definido y aceptando un error de $\pm 50$ m de las coordenadas sorteadas	DAP igual o mayor a 0.05 m	Radio en la parcela Acimut DAP Altura comercial Altura Diámetros N-S, NE-SO, E-O y NO-SE
Arbustivo	250 x 1	Concéntrica a la parcela arbórea	DAP entre 0.05 a 0.01 m; Altura mayor a 0.3 m; leñosos	Diámetro a 0.01 m Altura $\emptyset$ N-S $\emptyset$ E-W
Herbáceo	1 x 8	Sistemáticamente a cada punto cardinal	No leñosas o menores de 0.30 m de alto y con fuste menor a 0.01 m de diámetro a 0.1 m de altura	Altura promedio % de cobertura de roca, mantillo, suelo y las 5 especies más abundantes

La colocación de las parcelas del estrato herbáceo (1m<sup>2</sup> c/u) se hizo procurando conservar relación del área muestreada entre herbáceo y arbóreo (2%). El estrato arbustivo fue medido en una parcela circular de 250 m<sup>2</sup> trazada al marcar en terreno el radio límite definido con una cinta métrica. La parcela comprende especies leñosas con diámetro a la altura de pecho (DAP) menor a 0.05 m como dimensiones máximas y diámetro a una altura de 0.1 m del suelo que sea igual o mayor de 0.01 m como dimensiones mínimas.

El muestreo del estrato arbóreo fue realizado en una parcela circular de 500 m<sup>2</sup> donde se registró la posición de cada individuo midiendo el acimut y distancia al centro de la

parcela. En esta etapa se consideraron individuos igual o mayores de 0.05 m de DAP. De cada árbol se midió altura total y comercial, DAP y cuatro diámetros de copa (los cardinales N-S, E-O e intermedios). Las herramientas utilizadas para el trabajo dendrométrico son cinta métrica, forcípula, calibrador de plástico o vernier, clímetro Suunto, brújula y baliza de 2 m.

La planeación, y cálculos del inventario forestal se realiza de acuerdo con Prodan *et al*, 1995 y Romahn *et al*, 1994. Para estimar el tamaño de muestra se aplica la siguiente ecuación al parámetro de área basal:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2 + \frac{t^2}{N} + CV^2}$$

Donde:

- n: tamaño de la muestra
- N: sitios posibles (extensión del rodal/ área de la unidad muestral)
- E: error muestral propuesto
- CV: coeficiente de variación
- t: valor de *t* de tablas

## 6.2 ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD

Toda la información generada en el mapa digital como áreas y perímetros de cada rodal o polígono, así como los datos obtenidos del trabajo de campo se integró en una base de datos para un fácil acceso y estabilidad. Para el análisis de la comunidad se utilizó, el índice de complejidad de Holdridge (ICH), el coeficiente de afinidad de Sörensen (K) y el índice de valor de importancia (IVI) de Curtis y McIntosh.

### Índice de Complejidad de Holdridge (ICH)

Para determinar la similitud entre sitios de muestreo se aplicó este índice en donde los valores correspondientes a bosques naturales localizados en una misma zona deben ser semejantes y por consecuencia los bosques en distintas condiciones deben ser diferentes; por lo tanto todo bosque puede ser clasificado en una determinada zona de vida de acuerdo a su índice de complejidad, aunque algunos especialistas tienen reservas al respecto y se tiene cuidado al generalizar. Este índice se basa en muestreos en 1000 m<sup>2</sup>, los cuales

incluyen todos los árboles DAP mayor o igual a 0.1 m (Lamprecht, 1990). En este caso particular se aplica el índice para comparar la complejidad entre las parcelas de 500 m<sup>2</sup> y no se pretende comparar con otros ecosistemas. La ecuación es la siguiente:

$$ICH = \frac{h \times g \times n \times s}{1000}$$

Donde:

- h: altura
- g: Área basal en m<sup>2</sup>
- n: número total de árboles medidos
- s: número de especies arbóreas

### **Coeficiente de afinidad de Sørensen (K)**

Una manera de comparar sitios desde el punto de vista florístico es el coeficiente de afinidad de Sørensen (1948) donde 0 significa sitios completamente distintos y 100 sitios iguales.

$$K_s = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

Donde:

- a: Número de especies en muestreo A
- b: Número de especies en muestreo B
- c: Número de especies en común para ambos muestreos

### **Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Índices de valor de importancia similares para especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza del rodal en su composición o estructura. Para dar una idea del arbolado se utilizó el Valor de Importancia (fitosociológico) de Curtis. Esta es una medida ecológica sencilla de calcular y permite comparar el "peso ecológico" de cada especie dentro del bosque. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$IVI = \text{Densidad} + \text{Dominancia} + \text{Frecuencia}$$

Donde:

- Densidad: Número de individuos/ha
- Dominancia: Área basal/Área muestreada
- Frecuencia: Aparición de la especie/ Número de sitios

## 7 RESULTADOS

### 7.1 INVENTARIO

#### Requerimiento muestral

El tamaño de sitios requerido se calculó utilizando el área basal de todos los individuos arbóreos. El inventario forestal da como resultados la detección de un rodal de 120 ha, y considerando el tamaño de las parcelas de medición (500 m<sup>2</sup>), se tiene una población de 2,396 sitios. Otros valores del inventario son los siguientes:

n requerida	7 sitios
n muestreada	7 sitios
Intensidad de muestreo (f)	0.3 %
Individuos muestreados	231 árboles
Media	21.7 m <sup>2</sup> /ha
Desviación estándar	5.97 ±

#### Tiempos de levantamiento

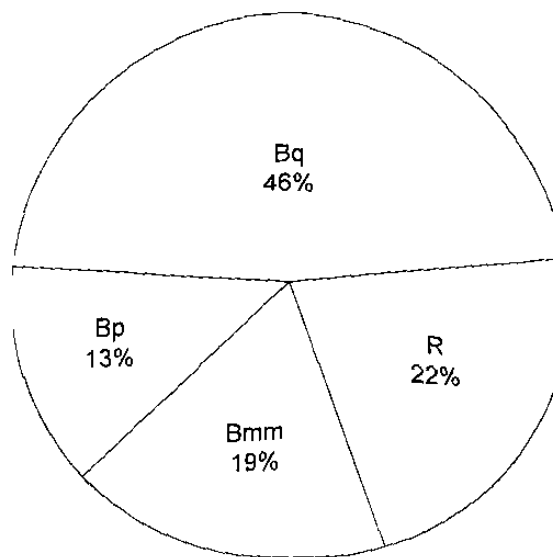
El levantamiento de un sitio de muestreo para un técnico y un ayudante puede resumirse de la siguiente manera:

Procedimiento	Tiempo aproximado
1 Registro de coordenadas del punto de partida o base y de los sitios a localizar	0:10
2 Búsqueda del sitio de muestreo	3:00
3 Registro de datos generales (cualitativos) del sitio	0:10
4 Marcaje del sitio encintando un árbol a cada punto cardinal	0:10
5 Colecta preliminar y etiquetado de las especies vegetales más conspicuas	0:20
6 Establecimiento y medición (simultáneo) de los cuadrantes de la regeneración	0:30
7 Establecimiento de la parcela circular del estrato arbustivo	0:10
8 Medición de los individuos arbustivos	1:30
9 Establecimiento de la parcela circular del estrato arbóreo	0:10
10 Medición de los individuos arbóreos	2:00
<b>Tiempo total</b>	<b>8:00 hr</b>

## Extensión

De la interpretación visual de imágenes de satélite y fotografía aérea se generó un mapa (Anexo) con tres clases de vegetación natural: bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus* (Bq) y bosque de *Pinus* (Bp), y adicionalmente áreas con roca desnuda. En el sistema de información geográfica se calculó la extensión de cada polígono o clase de vegetación (figura 3), pudiendo observarse que el bosque mesófilo se encuentra, con respecto a los otros bosques, en el piso altitudinal más alto rodeando al macizo rocoso y colindando principalmente con el bq, con el cual tiene más afinidad florística.

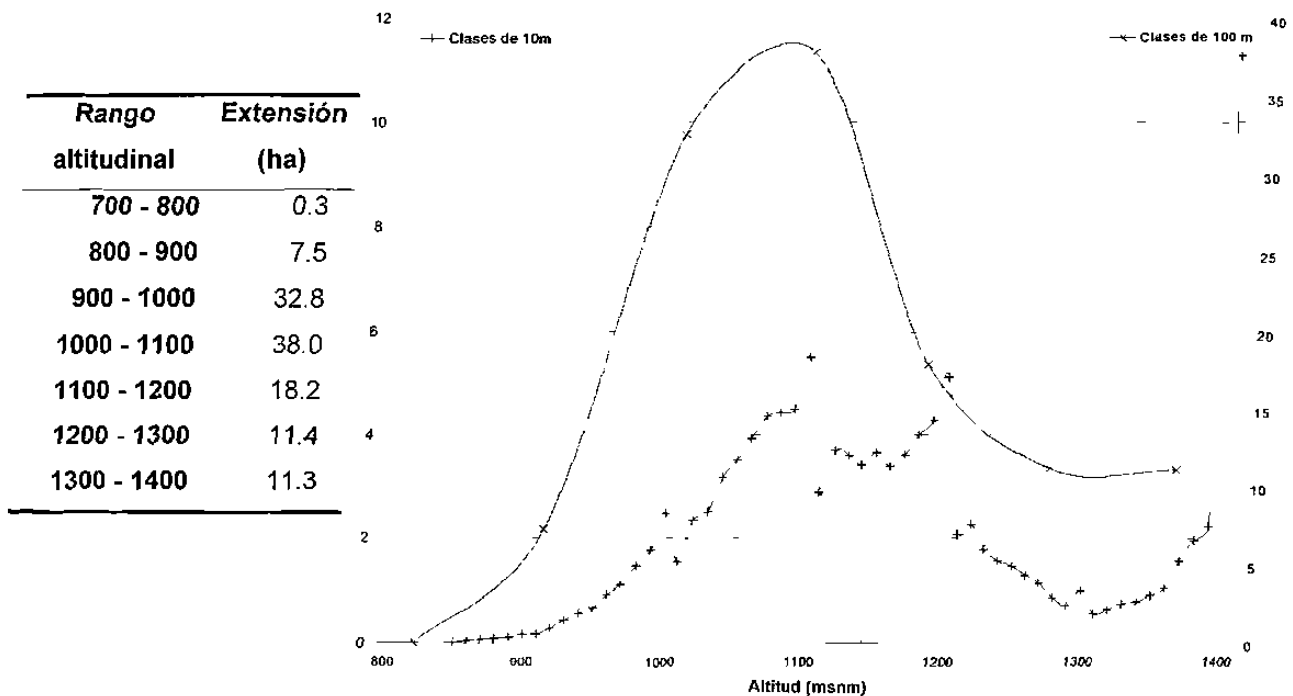
Vegetación	Extensión (ha)
Bosque mesófilo de montaña (bmm)	120
Bosque de <i>Quercus</i> (bq)	293
Bosque de <i>Pinus</i> (bp)	86
Roca desnuda	140
<b>Total</b>	<b>638</b>



**Figura 3:** Extensión de los bosques presentes por encima de la cota altitudinal de los 800 msnm.

## Altitud

El bosque mesófilo se distribuye en un rango de 552 m, iniciando a 848 m y teniendo su mayor altitud a los 1,400 msnm, con la media alrededor de 1,125 m (figura 4). En una clasificación más fina de los rangos altitudinales, con intervalos de 10 m, se observa una preferencia a los 1,100 y 1,200 m y teniendo influencia notable una meseta en los 1,400 m (figura 4 B).



**Figura 4:** Distribución altitudinal del bosque mesófilo. En eje y primario (líneas con +) la altitud es en intervalos de 10 m, en el eje y secundario (líneas con x) cada 100 m.

### Exposición

En cuanto a la orientación cardinal, se distribuye preferentemente en laderas con exposición norte, correspondiendo a la mitad de la superficie ocupada, la otra mitad se encuentra en partes casi iguales hacia el este, oeste y sur (figura 5).

Exposición	Extensión (ha)
N	58
S	21
E	20
O	20

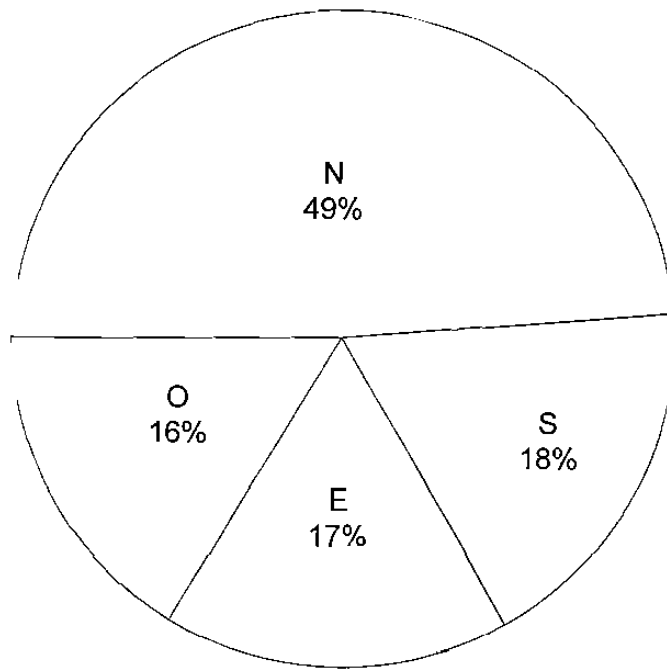
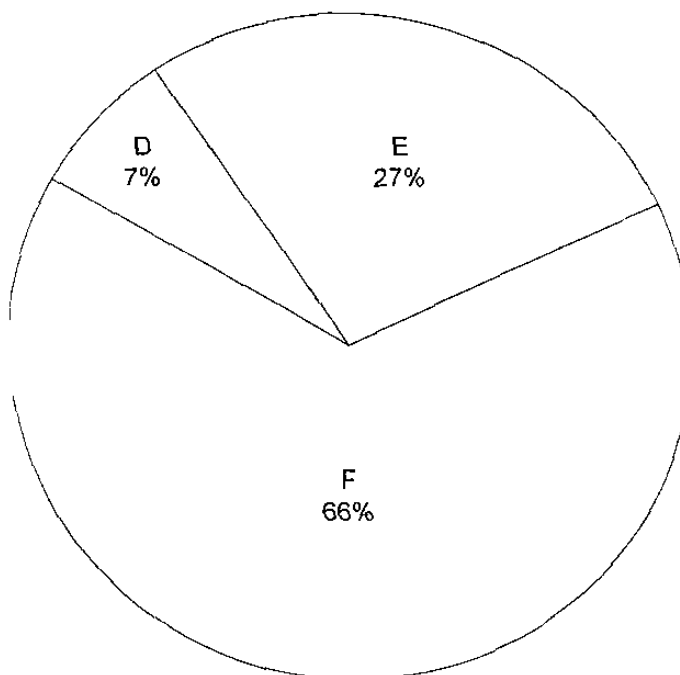


Figura 5: Distribución del bosque mesófilo de montaña en laderas con diferentes orientaciones.

## Pendiente del terreno

Con respecto a la pendiente, siempre es en mayores al 10%, concentrándose la mayor parte del bosque en laderas mayores a 45% (figura 6).

Pendiente %	Extensión (ha)
A $\leq 1$	0
B $>1$ y $\leq 5$	0
C $>5$ y $\leq 10$	0
D $>10$ y $\leq 20$	8
E $>20$ y $\leq 45$	33
F $>45$	78



**Figura 6:** Clasificación automática de pendientes del rodal de bosque mesófilo de montaña.



## Sitios

Cada sitio cuenta al menos con 5 especies arbóreas y como dominantes tres o más, siendo todos bosques naturales (tabla 5).

**Tabla 5:** Parámetros de los sitios muestreados.

Sitio	Spp	h	DAP	D	Cob	g	ICH	Dominantes del estrato arbóreo
BM07	6	7.6	0.15	720	137	17	6.8	<i>Carya ovata</i> - <i>Persea podadenia</i>
BM08	9	7.8	0.15	860	138	21	6.3	<i>Quercus sartorii</i> - <i>Carya ovata</i>
BM09	6	10.4	0.16	580	157	17	3.4	<i>Q. muehlenbergii</i> - <i>Carya ovata</i> - <i>Q. polymorpha</i>
BM10	5	8.4	0.17	580	132	16	3.1	<i>Carpinus caroliniana</i> - <i>Acer grandidentatum</i> - <i>P. podadenia</i>
BM16	5	8.5	0.21	540	142	30	2.9	<i>Q. muehlenbergii</i> - <i>Carya ovata</i> - <i>Q. polymorpha</i>
BM18	6	8.5	0.18	880	166	30	1.8	<i>Carpinus caroliniana</i> - <i>Q. sartorii</i> - <i>Q. polymorpha</i>
BM19	5	7.8	0.19	460	109	20	5.4	<i>Q. polymorpha</i> - <i>C. caroliniana</i> - <i>Carya ovata</i> - <i>Q. sartorii</i>

Spp:	Especies por sitio
h:	Altura promedio (m)
DAP:	Diámetro a la Altura de Pecho promedio (m)
D:	Densidad/ha
Cob:	Cobertura porcentual del dosel en el sitio
g:	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)
ICH:	Índice de complejidad de Holdridge
Dominantes:	Especies con más del 10% de dominancia calculada a partir de g

### Afinidad entre sitios

Con el coeficiente de afinidad de Sørensen (K) se observa que los sitios son medianamente semejantes entre si (tabla 6), teniendo como promedio general una afinidad de 47. Los sitios que más se asemejan son el BM09 con el BM16 con un valor de 80, debido a que tienen los mismos dominantes y los menos son el BM09 con el BM10 que no comparten ningún dominante.

**Tabla 6:** Coeficiente de afinidad de Sørensen (K)

Sitios	BM07	BM08	BM09	BM10	BM16	BM17	BM18	BM19
<b>BM07</b>	100							
<b>BM08</b>	27	100						
<b>BM09</b>	36	29	100					
<b>BM10</b>	36	43	20	100				
<b>BM16</b>	55	43	80	40	100			
<b>BM17</b>	57	59	31	46	46	100		
<b>BM18</b>	50	40	36	55	36	57	100	
<b>BM19</b>	55	57	40	60	60	46	73	100

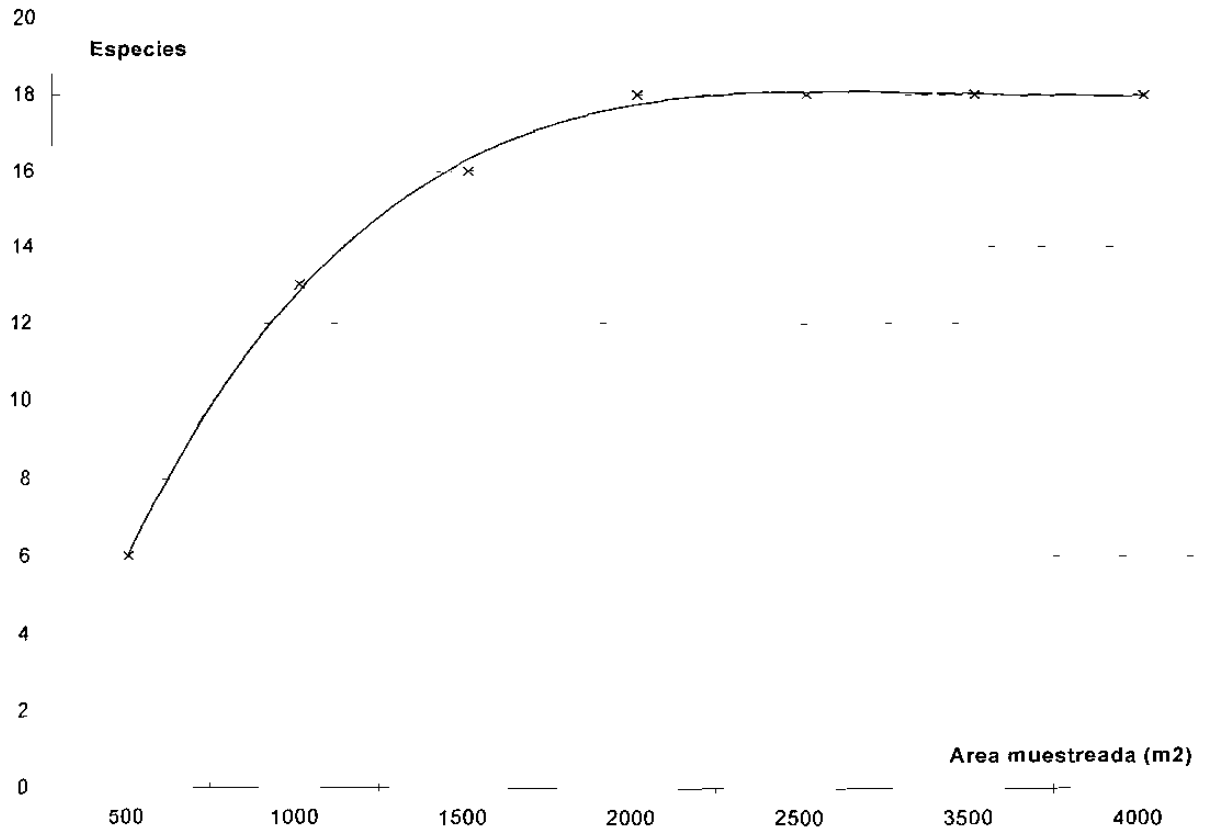
## 7.2 ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD

### 7.2.1 FLORÍSTICA

En el inventario se encontraron 18 especies de árboles para los cuales fueron consultados los nombres locales a gente del lugar. Pocos árboles del bosque mesófilo son desconocidos por los lugareños, por ejemplo *Abies guatemalensis* es utilizado como árbol navideño, o bien los encinos por tener una distribución más amplia.

ESPECIE	Autores	Nombre local	Familia
1. <i>Abies guatemalensis</i>	Rehd.	pinabete	Pinaceae
2. <i>Acer grandidentatum</i>	Nutt.	álamo	Aceraceae
3. <i>Carpinus caroliniana</i>	Welt.	desconocido	Betulaceae
4. <i>Carya ovata</i>	(Mill.) Koch.	nogalillo	Juglandaceae
5. <i>Cercis canadensis</i>	L.	desconocido	Caesalpiaceae
6. <i>Cornus disciflora</i>	DC.	desconocido	Cornaceae
7. <i>Crataegus uniflora</i> var. <i>extralimitalis</i>	Bartlett	desconocido	Rosaceae
8. <i>Ilex rubra</i>	S. Watson	desconocido	Aquifoliaceae
9. <i>Ostrya virginiana</i>	(Mill.) Koch.	desconocido	Betulaceae
10. <i>Persea podadenia</i>	Blake	salsafrás	Lauraceae
11. <i>Pinus pseudostrobus</i>	Lindl.	pino	Pinaceae
12. <i>Prunus serotina</i>	Ehrhart.	jerez	Rosaceae
13. <i>Quercus canbyi</i>	Trel.	encino colorado	Fagaceae
14. <i>Quercus muehlenbergii</i>	Engelm.	encino blanco	Fagaceae
15. <i>Quercus polymorpha</i>	Schl. et Cham.	encino	Fagaceae
16. <i>Quercus sartorii</i>	Liemb.	encino	Fagaceae
17. Sp 1603	-	desconocido	-
18. <i>Staphylea pringlei</i>	S. Watson	desconocido	Staphylaceae

Conforme se añadían sitios de muestreo se iban incorporando nuevas especies, de tal manera que al construir una curva de especies/área se observó una estabilización a partir de los 2,500 m<sup>2</sup> (figura 7) continuando constante hasta finalizar la muestra calculada a partir del área basal.

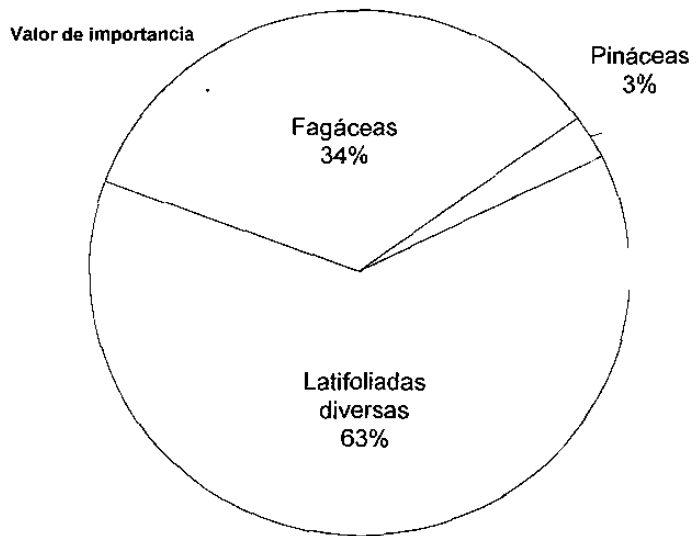


**Figura 7:** Aparición de nuevas especies en los sitios de muestreo considerando individuos mayores a 0.05 m de DAP.

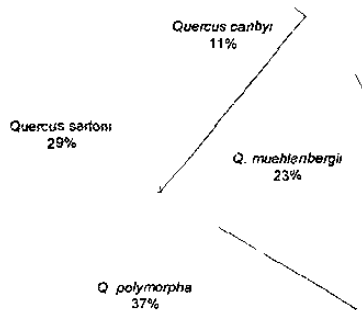
El bosque se compone en su mayor parte por especies latifoliadas, concentrándose un 34% del Índice de Valor de Importancia en especies del género *Quercus* y un 63% en latifoliadas de otras especies, correspondiendo solamente el 3% a coníferas (figura 8). En cuanto al área basal, hay una ligera diferencia entre las latifoliadas diversas con 46% contra 54% de los encinos y las coníferas en conjunto.

ESPECIE	Spp	h	DAP	g	Do
Latifoliadas diversas	12	7.9	0.14	11.4	52
Fagaceae	4	12.0	0.38	10.2	47
Pinaceae	2	6.8	0.12	0.1	0

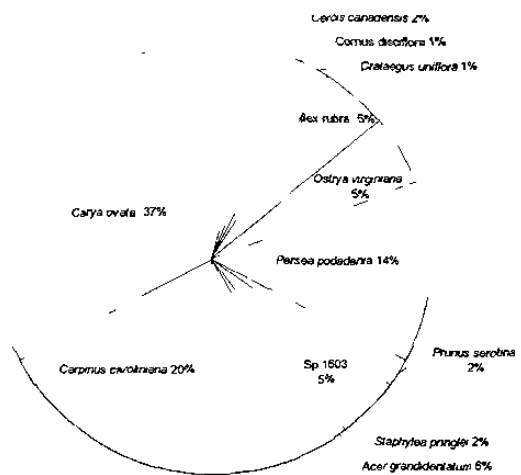
Spp: Especies  
h: Altura promedio (m)  
DAP: Diámetro a la Altura de Pecho promedio (m)  
g: Área basal (m<sup>2</sup>/ha)  
Do: Dominancia (%)  
IVI: Valor de importancia (%)



A)



B)



C)

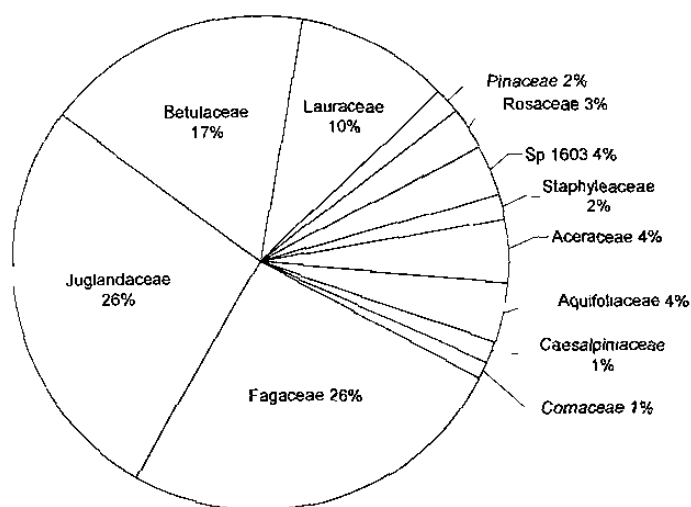
**Figura 8:** Parámetros de los grupos arbóreos y porcentajes de IVI. En la figura A se presentan los porcentajes por grupo, en B la participación de las especies de encino dentro del grupo de las fagáceas y en C la participación de especies dentro del grupo latifoliadas diversas.

## Familias

Se encuentran representadas 12 familias taxonómicas con dos especies en promedio, de las cuales solo Juglandaceae, con una especie, se encuentra en todos los sitios muestreados. Las mejor representadas son Fagaceae con 4 especies, Betulaceae, Pinaceae y Rosaceae con dos especies cada una y las restantes 8 familias cuentan con una especie (figura 9). En lo que se refiere al valor de importancia, las familias de los encinos se encuentra casi al mismo nivel en valor de importancia que las juglandáceas con 25 y 24% respectivamente. Otras familias que rebasan el 10% del IVI son Betulaceae con 15% y Lauraceae con 10%.

FAMILIA	Spp	h	DAP	g	Do
Juglandaceae	1	8.4	0.13	4.79	22
Fagaceae	4	12.0	0.38	10.21	47
Betulaceae	2	8.8	0.19	3.79	17
Lauraceae	1	6.1	0.13	1.06	5
Aceraceae	1	8.3	0.12	0.67	3
Aquifoliaceae	1	5.7	0.11	0.28	1
Sp 1603	1	5.8	0.13	0.33	2
Rosaceae	2	9.4	0.19	0.27	1
Staphyleaceae	1	5.7	0.12	0.11	0
Pinaceae	2	6.8	0.12	0.10	0
Caesalpiniaceae	1	6.5	0.09	0.04	0
Cornaceae	1	8.2	0.1	0.02	0

Spp: Especies  
h: Altura promedio (m)  
DAP: Diámetro a la Altura de Pecho promedio (m)  
g: Area basal (m<sup>2</sup>/ha)  
Do: Dominancia (%)  
IVI: Valor de importancia (%)



**Figura 9:** Composición y valores de familias taxonómicas.

## Especies

En los 7 sitios muestreados aparecieron 18 especies, donde 6 son dominantes sumando 86% de este valor. Por otra parte, el 82% del IVI es alcanzado por 8 especies, de las cuales *Carya ovata* es el árbol más importante ya que alcanza la mayor densidad así como por ser el único que es registrado en todo los sitios de muestreo (tabla 7).

**Tabla 7:** Composición y valores descriptivos de las especies arbóreas inventariadas.

<b>Especie</b>	<b>D</b>	<b>Cob</b>	<b>Do</b>	<b>IVI</b>	<b>Fenología</b>
<i>Carya ovata</i>	251	4,572	21	25	caducifolio
<i>Carpinus caroliniana</i>	103	2,243	15	13	caducifolio
<i>Quercus polymorpha</i>	34	1,279	16	11	perenne
<i>Persea podadenia</i>	74	884	5	9	perenne
<i>Quercus sartorii</i>	34	1,684	14	9	caducifolio
<i>Quercus muehlenbergii</i>	14	976	13	7	caducifolio
<i>Acer grandidentatum</i>	46	764	3	4	caducifolio
<i>Ostrya virginiana</i>	14	342	1	4	caducifolio
<i>Ilex rubra</i>	29	341	1	3	perenne
<i>Quercus canbyi</i>	3	64	7	3	caducifolio
Sp 1603	23	392	1	3	perenne
<i>Prunus serotina</i>	6	39	1	1	caducifolio
<i>Staphylea pringlei</i>	9	162	0	1	caducifolio
<i>Pinus pseudostrobus</i>	6	20	0	1	perenne
<i>Cercis canadensis</i>	6	133	0	1	caducifolio
<i>Abies guatemalensis</i>	3	49	0	1	perenne
<i>Cornus disciflora</i>	3	33	0	1	caducifolio
<i>Crataegus uniflora</i>	3	32	0	1	caducifolio
<b>Total</b>	<b>660</b>	<b>14,008</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

D: Densidad/ha  
 Cob: Cobertura/ha  
 Do: Dominancia (%)  
 IVI: Índice de valor de importancia (%)

## 7.2.2 DENDROMETRÍA

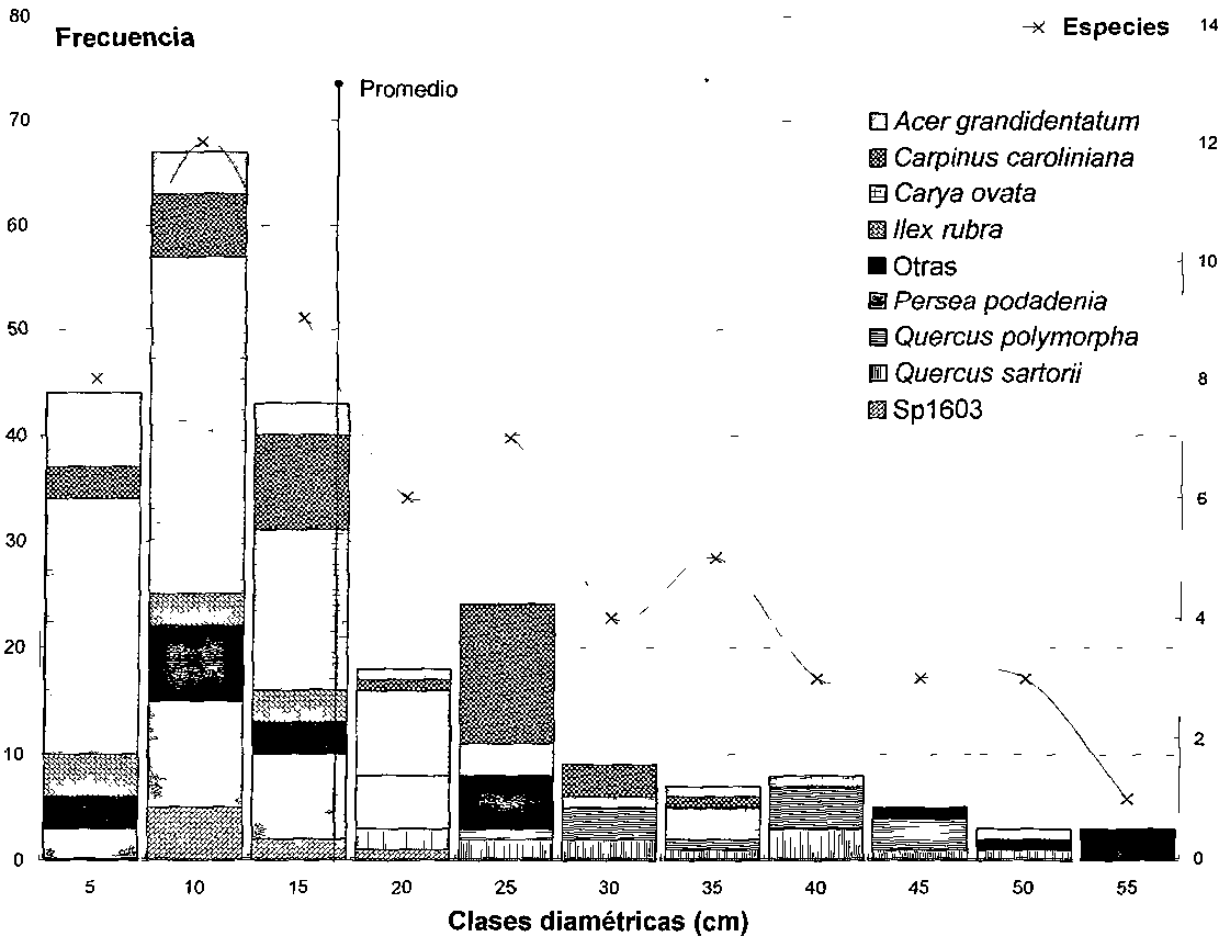
### Clases diamétricas

Considerando la distribución diamétrica se puede observar la tendencia de un bosque natural con promedio de  $0.17 \text{ m} \pm 0.12$  y (tabla 8 y figura 10). Las especies del género *Quercus* junto con *Pinus* y *Carpinus* son las únicas que rebasan el promedio general y el 64 % de los individuos se encuentra por debajo del promedio. La mayor parte de los individuos se encuentran en las clases diamétricas 5, 10 y 15 y disminuyendo la frecuencia en las clases superiores.

**Tabla 8:** Valores medios, mínimos y máximos del diámetro normal o medido a la altura del pecho (1.30 m) considerando individuos mayores a 0.05 m.

Especie	DAP	Min.	Max.
<i>Quercus muehlenbergii</i>	0.52 $\pm$ 0.04	0.47	0.55
<i>Quercus polymorpha</i>	0.37 $\pm$ 0.07	0.26	0.47
<i>Quercus sartorii</i>	0.33 $\pm$ 0.10	0.20	0.50
<i>Quercus canbyi</i>	0.27		
<i>Prunus serotina</i>	0.24 $\pm$ 0.01	0.23	0.24
<i>Carpinus caroliniana</i>	0.19 $\pm$ 0.08	0.05	0.37
<i>Ostrya virginiana</i>	0.15 $\pm$ 0.08	0.07	0.24
<i>Abies guatemalensis</i>	0.14		
<i>Carya ovata</i>	0.13 $\pm$ 0.08	0.05	0.50
Sp 1603	0.13 $\pm$ 0.05	0.09	0.23
<i>Persea podadenia</i>	0.13 $\pm$ 0.05	0.07	0.22
<i>Staphylea pringlei</i>	0.12 $\pm$ 0.06	0.06	0.17
<i>Acer grandidentatum</i>	0.12 $\pm$ 0.08	0.06	0.35
<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.11 $\pm$ 0.04	0.08	0.14
<i>Ilex rubra</i>	0.11 $\pm$ 0.04	0.06	0.17
<i>Cornus disciflora</i>	0.10		
<i>Cercis canadensis</i>	0.09 $\pm$ 0.04	0.06	0.12
<i>Crataegus uniflora</i>	0.09		
<b>General</b>	<b>0.17 <math>\pm</math> 0.12</b>	<b>0.05</b>	<b>0.55</b>

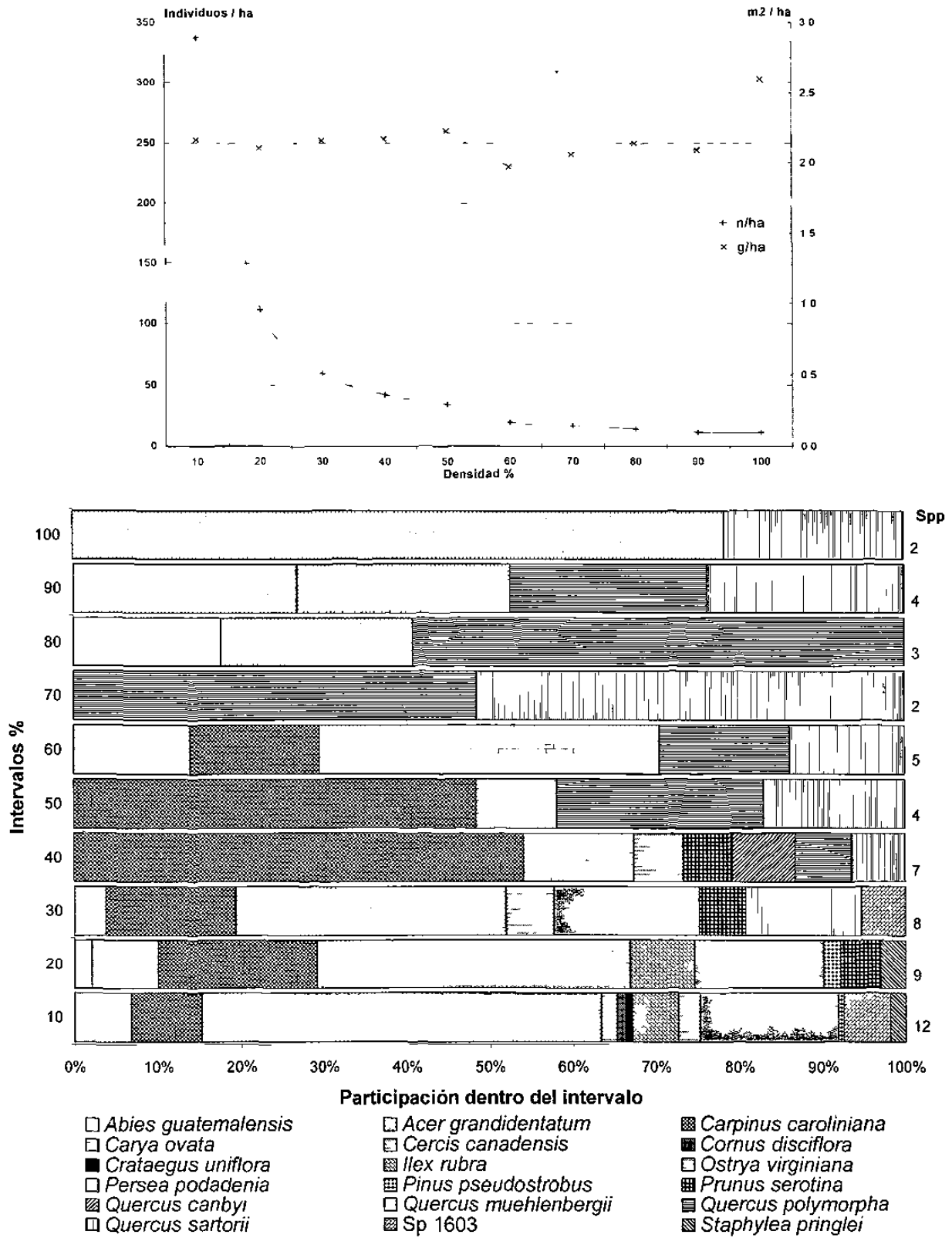




**Figura 10:** Clases diamétricas mostrando la estructura de una masa incoetánea. La línea representa la diversidad de especies por clase.

### Area basal

La distribución de la biomasa es relativamente constante como se observa en intervalos establecidos de 10% de área basal cada uno (figura 11), oscilando de 1.97 m<sup>2</sup>/ha en el rango de 50-60%, a 2.6 m<sup>2</sup>/ha en el rango de 90-100%. Aproximadamente en la mitad hay un decremento ligado a la disminución de especies e iniciando un nuevo ascenso a causa de los encinos. El dosel mayor es poco diverso y por otra parte, la mejor representación de especies se encuentra en el 40% inicial.



**Figura 11:** Distribución del área basal entre individuos y en intervalos de 10% (arriba) y participación de las especies dentro de cada intervalo (abajo).

Solo 5 especies superan el 10% del área basal total; la mitad de ésta última es concentrada por 3 especies y el 81% en 7. *Carya* con 4.79 m<sup>2</sup>/ha es la especie más importante, seguida por *Quercus polymorpha*, *Carpinus caroliniana*, *Q. sartorii* y *Q. muehlenbergii*, las cuales individualmente tienen más del 10% del área basal de la comunidad (tabla 9).

**Tabla 9:** Valores de área basal por ha. Tres de las cinco especies con más del 10% de g son encinos (en recuadro).

<b>Especie</b>	<b>g/ha</b>	<b>%</b>	<b>Especie</b>	<b>g/ha</b>	<b>%</b>
<i>Carya ovata</i>	4.79	21	<i>Ostrya virginiana</i>	0.31	1
<i>Quercus polymorpha</i>	3.77	16	<i>Ilex rubra</i>	0.28	1
<i>Carpinus caroliniana</i>	3.48	15	<i>Prunus serotina</i>	0.25	1
<i>Quercus sartorii</i>	3.21	14	<i>Staphylea pringlei</i>	0.11	0
<i>Quercus muehlenbergii</i>	3.07	13	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0.06	0
<i>Quercus canbyi</i>	1.63	7	<i>Abies guatemalensis</i>	0.04	0
<i>Persea podadenia</i>	1.06	5	<i>Cercis canadensis</i>	0.04	0
<i>Acer grandidentatum</i>	0.67	3	<i>Cornus disciflora</i>	0.02	0
Sp 1603	0.33	1	<i>Crataegus uniflora</i>	0.02	0
			<b>Sumatoria</b>	<b>23.14</b>	<b>100</b>
			<b>Media</b>	<b>1.29</b>	

## Altura

El dosel forma dos pisos arbóreos bien definidos (figura 12), el primero a los 7 m donde están representadas 10 especies y el segundo a los 12 m menos diverso contando con 6 especies. En el primero, entre las clases 6 a 9, se encuentran representadas casi todas las especies con excepción de *Quercus canbyi* del cual solo se trata de un individuo de 13 m de alto. La altura promedio del bosque es 8.5 m  $\pm$  2.9, siendo los encinos, *Carya* y *Prunus* las especies con los valores medios más altos, rebasando los 10 m (tabla 10). Los individuos mayores pertenecen al género *Carya* que alcanzan los 16 m, además de *Q. sartorii*, y *Q. muehlenbergii* que llegan a los 15 m.

**Tabla 10:** Valores medios de altura, altura comercial, porcentaje útil del árbol y relación altura/diámetro.

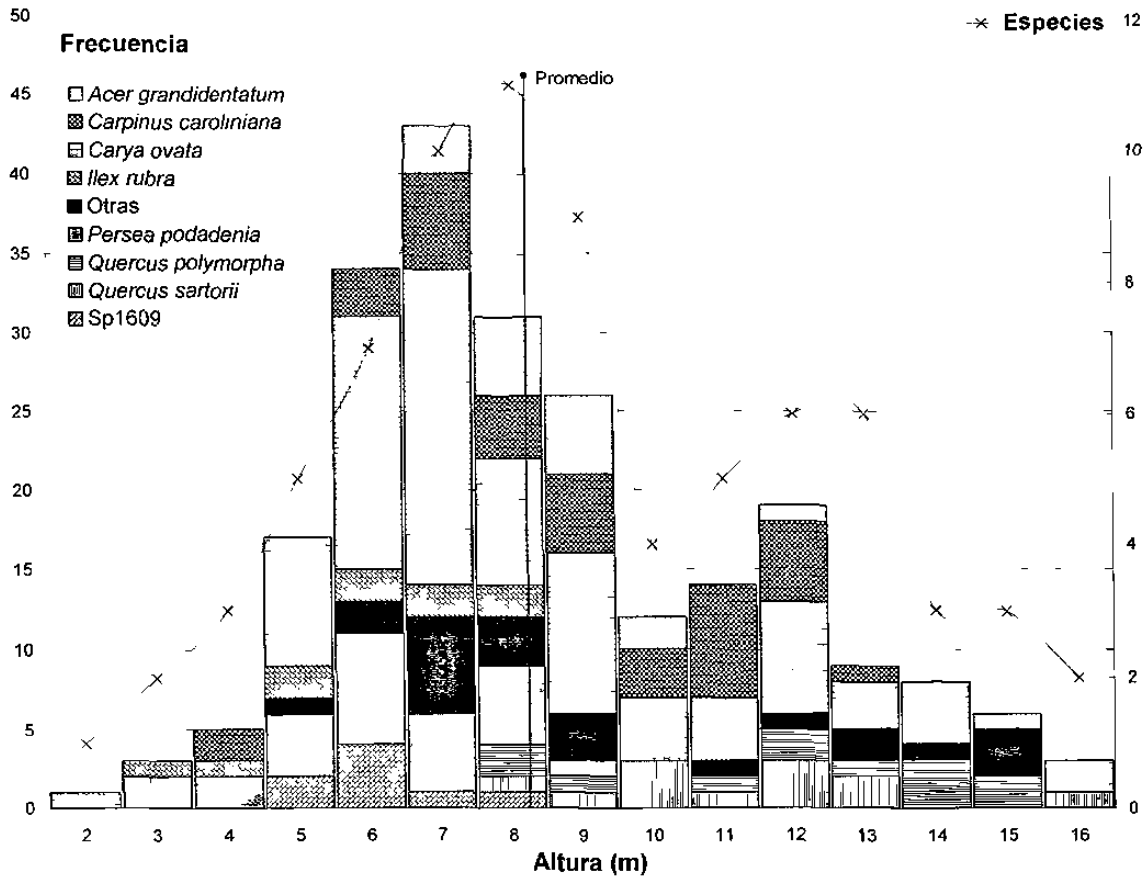
Especies	Altura m	Min.	Max.	AC	% Util	h/d
<i>Quercus muehlenbergii</i>	13.6 $\pm$ 2.6	9.0	15.2	5.6	43	26
<i>Quercus canbyi</i>	12.5			7.6	61	46
<i>Quercus polymorpha</i>	12.0 $\pm$ 2.5	8.0	14.8	5.6	48	32
<i>Quercus sartorii</i>	11.2 $\pm$ 2.0	8.0	15.5	5.1	45	34
<i>Prunus serotina</i>	10.9 $\pm$ 2.8	8.9	12.8	9.3	83	45
<i>Carpinus caroliniana</i>	8.8 $\pm$ 2.4	3.5	13.0	3.4	38	46
<i>Ostrya virginiana</i>	8.8 $\pm$ 2.4	5.5	11.5	3.9	47	59
<i>Carya ovata</i>	8.4 $\pm$ 2.9	2.2	16.2	3.5	42	65
<i>Acer grandidentatum</i>	8.3 $\pm$ 1.4	6.0	15.0	3.0	37	69
<i>Cornus disciflora</i>	8.2			7.1	87	82
<i>Pinus pseudostrabus</i>	6.9 $\pm$ 0.2	6.7	7.0	4.3	62	63
<i>Abies guatemalensis</i>	6.7			0.4	6	48
<i>Cercis canadensis</i>	6.5 $\pm$ 1.5	5.4	7.5	3.4	50	72
<i>Crataegus uniflora</i>	6.5			1.6	25	72
<i>Persea podadenia</i>	6.1 $\pm$ 1.6	2.5	9.0	2.0	33	47
Sp 1603	5.8 $\pm$ 1.0	4.5	7.6	2.2	36	45
<i>Ilex rubra</i>	5.7 $\pm$ 1.6	2.0	8.0	2.0	37	52
<i>Staphylea pringlei</i>	5.2 $\pm$ 0.5	5.7	6.5	4.4	71	52
<b>General</b>	<b>8.4 <math>\pm</math> 2.9</b>	<b>2.0</b>	<b>16.2</b>	<b>2.9</b>	<b>41</b>	<b>53</b>

AC: Altura comercial o troza recta en m

% Util: Relación altura comercial/altura

h/d: Relación altura/diámetro

*Carya ovata* a pesar de ser la especie que cuenta con los individuos de alturas máximas, está en la octava posición debido a la cantidad de elementos en los niveles inferiores del bosque, ausentándose entre los 3 y 4 m (figura.12). Los árboles más bajos son *Ilex rubra* con un valor medio de 5.7 m es un árbol de estratos medios alcanzando los 8 m de alto y *Staphylea pringlei* con máximos de 6.5 m.



**Figura 12:** La estructura de los pisos arbóreos se muestra como una masa irregular, con dos pisos arbóreos bien definidos (barras). La diversidad de especies va con el piso principal, siendo en las alturas de 7, 8 y 9 m los que cuentan con más especies.

*Prunus serotina* y *Cornus disciflora* se desarrollan en el sotobosque creciendo rectos o con una baja proporción de la copa en su altura total. Por otra parte *Abies guatemalensis* e *Ilex rubra* tienen valores bajos debido a la ramificación baja, no así *Persea podadenia* y Sp1603 que son árboles de estratos inferiores con crecimiento tortuoso, pero que llegan a alcanzar alturas máximas de 9.0 y 7.6 m respectivamente. Algo semejante sucede en los encinos en los que menos de la mitad del árbol es utilizable por una combinación de los puntos anteriores. Las especies con una relación altura/diámetro alta son *A. grandidentatum*

y *C. ovata* de crecimiento recto o árboles pequeños tolerantes a la sombra *C. disciflora* y *C. canadensis*. Los encinos presentaron los mejores valores de estabilidad promediando 35, aunque *Quercus muehlenbergii* cuenta con 26 siendo que el valor promedio de toda la comunidad es de 53.

## 8 DISCUSIÓN

Los materiales de percepción remota utilizados tienen ventajas que se pueden aprovechar en el uso combinado, por ejemplo, la imagen de satélite es 10 años más recientes que las fotografías aéreas. Durante ese período el área sufrió actividad minera lo cual ocasionó cambios importantes en la extensión del bosque. Por otra parte en las imágenes de satélite se pueden diferenciar bosques deciduos de caducifolios, por lo tanto la elaboración del mapa se basó en analizar visualmente fotografías escala 1:20,000 y transferir la información a la sección correspondiente de la imagen para aprovechar con esto último su precisión geométrica. En resumen, la técnica utilizada permitió aprovechar la mejor resolución temporal y geométrica de ambos materiales, aún así, del polígono de bosque mesófilo se incluyen comunidades de encino con abundancia de epífitas que no pudieron ser diferenciadas en la elaboración del mapa por medio de interpretación visual.

La intensidad de muestreo en este trabajo es aparentemente baja con 0.30%, pero si se toma en cuenta estimaciones para los inventarios en otras localidades es alto, por ejemplo para El Cielo (Puig, Bracho, 1990) se aplicó 0.01 %, en Omiltemí (Luna Vega y Llorente Bousquets, 1993) 0.10 % y en Manantlán (Santiago y Jardel, 1993) 0.02 %. Estas diferencias en la intensidad de muestreo se deben a las mayores extensiones de los bosques mesófilos de las localidades citadas.

Las características geográficas de El Diente son de una isla favorecida por las nubes. Estas provienen del golfo y llegan sin obstáculos a esta isla que es el extremo sur y este de la sierra de San Carlos, condiciones semejantes fueron reportadas por Cavalier y Mejía (1990) y descritas por Bruijnzeel y Veneklaas (1998). Los rodales de mayor desarrollo y diversidad se encuentran en una cañada amplia en la exposición norte (sitio reportado por Briones en 1991), justo debajo de una ventana formada entre dos macizos rocosos que concentran las nubes y que forman el efecto de derrame mencionado para los bosques nublados por Stadtmüller (1987). Es en este lugar donde se observa una mayor densidad y regeneración de *Abies guatemalensis*, especie que se encuentra en casi todo el cerro, aunque estos eran de dimensiones mayores rebasando los 0.40 m de diámetro normal y 12 m de altura.

En la distribución altitudinal El Diente comparte sus límites extremos con el rango preferente de El Cielo (850 a 1400 msnm en el primero y 800 a 1500 en el segundo), aunque su rango preferente es bastante menor yendo de 1,000 a 1,200 msnm.

Algunos de los géneros frecuentes del bosque mesófilo (Rzedowski, 1996) fueron encontrados como *Carpinus*, *Carya*, *Cornus*, *Persea*, *Quercus* y *Prunus*. La mayoría de las especies encontradas han sido reportadas en otras localidades, de las cuales en mayor medida ha sido *Carpinus caroliniana*, *Cornus disciflora* y *Ostrya virginiana*, mencionadas regularmente están *Carya ovata*, *Cercis canadensis*, *Prunus serotina* y *Quercus sartorii*, y citadas esporádicamente *Abies guatemalensis* y *Quercus polymorpha* (El Cielo) y *Pinus pseudostrobus* (Omiltemí, Guerrero). Las especies que no ha sido encontradas en informes anteriores son *Acer grandidentatum*, *Crataegus uniflora*, *Ilex rubra*, *Persea podadenia*, *Quercus canbyi*, *Quercus muehlenbergii*, y *Staphylea pringlei*. En el trabajo de Briones (1991) no fue reportado *Cornus disciflora* para San Carlos y así como *Cercis canadensis*, *Crataegus uniflora*, *Prunus serotina* y *Quercus canbyi* para su bosque deciduo templado de montaña. *Gleditsia triacanthos*, *Quercus clivicola* y *Crataegus aff. rosei* fueron citada anteriormente y no aparecieron en este trabajo, lo cual incrementa a 21 las especies arbóreas que se han reportado en inventarios del arbolado. Otras especies que fueron encontradas en los recorridos dentro del bosque mesófilo son *Arbutus xalapensis*, *Celtis reticulata* y *Morus* sp.

Los bosques mesófilos se caracterizan porque diferentes especies pueden asumir el papel de dominantes o codominantes, teniendo en este caso 6 que llegaron a asumir esta función, en orden descendente fueron *Carya ovata*, *Carpinus caroliniana*, *Acer grandidentatum*, *Quercus polymorpha*, *Q. sartorii* y *Q. muehlenbergii*. En el estudio de Briones (1991) las especies importantes fueron 7 (*Abies guatemalensis*, *Carya ovata*, *Quercus sartorii*, *Q. polymorpha*, *Carpinus caroliniana*, *Gleditsia triacanthos* y *Persea podadenia*). La diferencia radica en el tipo de muestreo utilizado en cada proyecto, donde en este caso la dispersión de la muestra incluye sitios con variadas exposiciones, pendientes o rodales con mayor influencia de las comunidades vecinas, y en el trabajo anterior se seleccionó un rodal representativo.

Una de las características del bosque mesófilo es que puede ser tanto perenne como caducifolio y en el caso de bosque estudiado en El Diente los elementos arbóreos en su mayoría son de hoja caduca, por lo que al final del invierno el dosel luce casi defoliado.



La tendencia en la estatura del bosque mesófilo es ser más baja (18%) que los encinales de la misma región reportados por Briones (1991), comportamiento semejante al mencionado por Grubb y Withmore (1966) para bosques tropicales vecinos a bosques nublados.

Algunas agrupaciones puras de *Cornus disciflora* y *Carpinus caroliniana* son masas secundarias originadas por la tala del bosque primario (Miranda, 1952, citado por Rzedowski, 1978). En este caso las áreas con disturbio tienden a regenerarse con encinos o pinos de manera semejante a lo reportado por Zuill y Lathrop (1975) y Rzedowski (1978). Por otra parte la presencia de las primeras especies, aunque no forman masas puras, puede ser indicadora del estado sin disturbio, principalmente *Cornus* que prospera únicamente en una sola comunidad riparia. Falta mucho por saber de los procesos de sucesión de este bosque mesófilo, pero las observaciones del trabajo de campo arrojan otras hipótesis de su respuesta a disturbios. Al observar los datos reportados por Briones en 1988 y 1991, *Gleditsia triacanthos* pasa de 60% en el IVI a 5% respectivamente. En el presente estudio resulta en 0%, suponiéndose que es favorecida por el disturbio ya que se observó en mayor frecuencia en matorral sometido a pastoreo, acompañada por las especies espinosas *Acacia farnesiana*, *Xylosma flexuosum*, y *Crataegus* sp.

El bosque estudiado es 69% menos denso que el reportado por Williams (1991) en El Triunfo, resultando de la misma manera menor y menos diverso. La densidad en el Triunfo es de 960 individuos y el área basal total de los árboles mayores a 0.05 m de DAP es de 54.4 m<sup>2</sup>/ha; encontró, además, 18 especies con 53% del IVI en 5 especies y 89% en 12. En El Diente el 53% está en 3 especies y el 89% en 11.

## 9 CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo planteado en las hipótesis el bosque mesófilo de San Carlos tiene una distribución más amplia de lo que se tenía reportado anteriormente. El área de estudio es relativamente reducida pero de características variadas: heterogénea en la cobertura y composición arbórea, pendiente del terreno abrupta, en todo el rango de exposición cardinal, arriba de los 850 msnm, en colindante a bosques de *Quercus* y *Pinus* hacia abajo. Está ubicado, alrededor del macizo rocoso conocido como Bufo El Diente y está representado solamente por un rodal de 120 ha, en las partes abruptas y altas del terreno es reemplazado por matorrales y chaparrales. Tiene preferencia a exposiciones favorables como son norte y este, aunque un tercio se ubica en el oeste y sur.

Aunque diferentes en su composición de especies valor de importancia y dominancia los sitios de muestreo representan en conjunto al bosque mesófilo de montaña de El Diente, asemejándose medianamente entre ellos según el índice de Sørensen. Hay participación importante de latifoliadas distintas al género *Quercus* formándose una masa forestal natural, caducifolia en su mayoría y heterogénea contando con 18 especies en el estrato arbóreo con más especies importantes ecológicamente que las dominantes de la comunidad (7 y 5 respectivamente). En el área están representadas 12 familias, principalmente de origen templado, donde las más importantes ecológicamente son Juglandaceae, Fagaceae, Betulaceae y Lauraceae. La primera está mejor representada en especies, igualándose con las juglandáceas en valor de importancia.

Es un bosque bajo con una altura de 8.5 m, con el dosel conformado por dos pisos bien definidos teniendo en las mayores a *Carya ovata* y *Quercus* spp. Individualmente los individuos más altos son *Carya ovata*, *Quercus sartorii*, *Quercus muehlenbergii* y *Prunus serotina* siendo las únicas especies que rebasan los 10 m de altura media. En los diámetros la tendencia es de un bosque natural con promedio de 0.17 m, con el 67% debajo de la clase fustal, la clase diamétrica 10 es la más abundante y los diámetros mayores a 0.35 solo pertenecen a *Carya ovata* y *Quercus* spp.

Los encinos se encuentran ausentes de las clases 5 a 15, pero mejor representados en las clases 35 a la 50, lo cual indica que en la comunidad son favorecidas especies latifoliadas, tolerantes a la sombra ya que el 97% de los individuos son menores a 0.20 m de

DAP. Tienen en conjunto apenas 13% de la densidad total, así como valores promedio de altura y diámetro mayores que las latifoliadas; estando sobre de la etapa fustal (DAP >0.20), por lo tanto, el diámetro promedio de este grupo es mayor comparado con *Carya ovata* que está bien representado en etapas menores. El área basal del bosque mesófilo es de 23.14 m<sup>2</sup>/ha donde el 80% de esta biomasa lo componen 5 especies: *Carya ovata*, *Q. polymorpha*, *Carpinus caroliniana*, *Q. sartorii* y *Q. muehlenbergii*.

El uso comercial está limitado por bajos volúmenes aprovechables, por lo tanto se descarta la extracción maderera. Por el contrario, la presencia de especies raras para el resto de los bosques de la región, le confiere niveles de prioridad para la protección de sus comunidades biológicas, esto sin descuidar beneficios directos e indirectos de la población local. Cualquiera de las opciones de uso de suelo adecuadas que se vayan a aplicar para este bosque debe ser llevadas a cabo con un manejo forestal técnico cuidadoso y sostenido combinando especialistas en ecología, botánica, fauna, silvicultura, hidrología y climatología.

La estructura del bosque mesófilo tiene un grado de complejidad que no facilita predecir el comportamiento del rodal en caso de aprovechamientos, así como su tendencia al impacto ejercido por las actividades mineras anteriores o del pastoreo actual. En las comparaciones de IVI, g, clases diamétricas, altura, así como la proporción de especies y familias, se observa que hay una compleja relación que debè tomarse en cuenta para llevar a cabo un buen manejo del recurso forestal. Este bosque al ser una comunidad relictual es más sensible a los cambios que se presentan en la cuenca lo cual sirve como un indicador ecológico. Es por lo anterior necesario conservarlo y estudiarlo como un laboratorio natural de la tendencia de la cuenca, ya que hace falta incrementar las áreas protegidas de este tipo de vegetación en Tamaulipas, procurando beneficios socioeconómicos de largo plazo para cubrir las necesidades de la sociedad.

## 10 LITERATURA

- Aguirre Calderón, O.A.; J. Jiménez Pérez; E.J. Treviño Garza y B. Meraz Alemán. 1997: Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques* 3: 1, 71-79.
- Briones Villareal, O.L. 1988: Nuevo registro para México de *Gleditsia* (Leguminosae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 48:143-144.
- Briones Villareal, O.L. 1991: Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana* 16, 15-43.
- Bruijnzeel, L.A. and E.J. Veneklaas 1998: Climatic conditions and tropical montane forest productivity: the fog has not lifted yet. *Ecology*. USA 79: 1, 3-9.
- Bruijnzeel, L.A., and J. Proctor. 1995: Hydrology and biogeochemistry of tropical montane cloud forests: what do we really know? *In*: L.S. Hamilton; J.O. Juvik and F.N. Scatena (eds.). *Tropical montane cloud forests*. Springer Verlag 25-46.
- Bruijnzeel, L.A.; M.J. Waterloo; J. Proctor; A.T. Kuiters, And B. Kotterink. 1993: Hydrological observations in montane rain forests on Gunung Silam, Sabah, Malaysia, with especial reference to the "Massenerhebung" effect. *Journal of Ecology* 81, 145-167
- Caballero Deloya, M. y A.B. Villa Salas. 1970: Evaluación estadística de cuatro tamaños de sitio circulares en inventarios forestales. *Bol. Tec. Inst. Nac. Invest. For. México*. 18. 25 p.
- Cavelier, J.; Mejía, C.A. 1990: Climatic factors and tree stature in the elfin cloud forest of Serranía de Macuira, Colombia. *Agricultural and Forest Meteorology* 53: 1-2, 105-123
- Challenger, A. 1998: Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. *Pasado, presente y futuro*. CONABIO, México 443-518.
- Chaverri Polini, A. 1998: Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. *Unasylla*: 195, Vol. 49:47-54.
- Chuvieco, E. 1990: *Fundamentos de la teledetección espacial*. Ediciones Rialp. Madrid. 450 p.
- Flores Villela, O. y P. Gerez. 1994: *Biodiversidad y conservación en México, vertebrados, vegetación y uso del suelo* (2ª ed). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México.
- García Rendón, M. 1993: *Vegetación*. *In*: Historia natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemí, Chilpancingo, Guerrero. CONABIO, UNAM. México 39-56.
- Grubb, P.J., and T.C. Whitmore. 1966: A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. II. The climate and its effect on the distribution and physiognomy of the forests. *J. Ecol.* 1966 54 (2), (303-33). [104 refs.].
- Hamilton, L.S.; J.O. Juvik and F.N. Scatena (eds.). 1995: *Tropical montane cloud forests*. Springer Verlag 407 pp. *Ecological Studies Volume 110*
- INE. 1999: Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece

- especificaciones para su protección. Dirección General de Regulación Ambiental. Página electrónica [http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/no\\_menpu.htm](http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/no_menpu.htm)
- INEGI. 1982: Síntesis Geográfica del estado de Tamaulipas. Anexo cartográfico. México.
- Lamprecht, H. 1990: Silvicultura en los trópicos. Cooperación Técnica de la República Federal Alemana (GTZ). República Federal Alemana. Pp: 57.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1994: Remote sensing and image interpretation. 3rd ed. John Wiley and Sons. USA. 750 p.
- Luna Vega, I.; S. Ocegueda Cruz y O. Alcántara Ayala. 1994: Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 65, 1: 31-62.
- Luna Vega, I; L. Almeida Leñero y J. Llorente Bousquets. 1989: Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilán, estados de México y Morelos. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 59, 1: 63-87.
- Meave J.; M.A. Soto; L.M. Calvo; H. Paz y S. Valencia 1992: Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. Boletín de la Sociedad Botánica de México 1992, No. 52, 31-77; 60 ref.
- Miranda, F. and A.J. Sharp. 1950: Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern of Mexico Ecology. USA 31: 3, 313-333.
- MOPT. 1992: Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Obras públicas y Transporte. España.
- Müller Using, B. 1994: Contribución al conocimiento de los bosques de encino y pino encino en el noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León Reporte Científico Especial No. 14.
- Müller Using, B. y G. Wachtel 1986: Estructura del estrato arbóreo, estado de la regeneración e intensidad luminosa en un bosque de alta montaña en el noreste de México. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main. Universität Göttingen 84, 210-245.
- Muñoz R., C. A.; E.J. Treviño Garza y C. Cavazos Camacho. 2000: Estimación del volumen medio escurrido en la subcuenca San Carlos en Tamaulipas a través del empleo de un sistema de información geográfica. Memorias de la 10ª Conferencia de estados fronterizos México/EUA, Monterrey, N. L. Marzo 2000 Conferencia de estados fronterizos México/EUA Marzo, 2000
- Pérez Rodríguez, P.M. 1997: Los árboles más sobresalientes de México y el mundo. Revista Chapingo, Ciencias Forestales, 1:33-38.
- Prodan, M.; R. Peters; F. Cox y P. Real. 1997: Mensura forestal. IICA, GTZ. Costa Rica. 561 p.
- Puig, H.; R. Bracho y V.J. Sosa. 1987: El bosque mesófilo de montaña: composición, florística y estructura. In: El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología, México. 21, 55-79.
- Ramírez Fernández, J.A. and W. Heindrich. 1991: Geology of the tertiary Bufa del Diente intrusión and its contact aureole, Sierra de San Carlos, Tamaulipas, Mexico. Zubl. Geol. Paläont. Teil I, H.6 Pp: 1519-1531.

- Romahn de la Vega, C.F.; H. Ramírez Maldonado y J.L. Treviño García. 1994: Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 354 p.
- Rzedowski, J. 1978: Vegetación de México. Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1991: Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México. Acta Botánica Mexicana 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1996: Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. Acta Botánica Mexicana 35, 25-44.
- Santiago P., A.L. y E.J. Jardel P. 1993: Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. Biotam 5: 2, 13-26.
- SARH. 1994: Inventario Forestal Periódico. México: 1992-1994: SARH, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México. 81 p más apéndices
- Schreuder, H.T, T.G. Gregoire, and G.B. Wood. 1993: Sampling methods for multiresource forest inventory. John Wiley & Sons. USA
- Sousa, M. 1968: Ecología de las leguminosas de los Tuxtlas, Veracruz. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 39: 121-160.
- Stadtmüller, T. 1987: Los bosques nublados en el trópico húmedo: una revisión bibliográfica. Universidad de las Naciones Unidas y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, San José Costa Rica. 85 p.
- Treviño Garza, E.J. 1992: Verwendung von Satellitenaufnahmen zur Vegetationskartierung am Beispiel der Region "Sierra Madre Oriental" in Nordostmexiko. Gottinger Beitrage zur Land und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Goettingen, Germany, Heft 68, 1:19 p.
- Treviño Garza, E.J.; H. Castillo Moreno; L.E. Barajas Chávez y J.B. Correa Rubio 1997: Cartografía de los bosques de *Pinus cembroides* del sur del estado de Nuevo León, utilizando imágenes de satélite y datos auxiliares. Memorias del VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, Mérida, Venezuela, 2-7 nov.
- Treviño Garza, Eduardo J. 1984: Contribución al conocimiento de la vegetación del municipio de General Zaragoza, Nuevo León, México. Tesis (Biólogo), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León
- Vovides, A.P.; V. Luna y G. Medina. 1987: Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación. Acta Botánica Mexicana. 39:1-42.
- Walter, K.S. and H.J. Gillet (eds.) 1997: IUCN Red list of threatened plants. Compiled by The World Conservancy Monitoring Centre, IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge. UK. 826 p.
- Weaver, P.L.; E. Medina; D. Pool; K. Dugger; J. Gonzáles Liboy and E. Cuevas. 1986: Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains in Puerto Rico. Biotropica 18: (1), 79-85; 43 ref.
- 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, 1-17.

Zuill, H.A. and E.W. Lathrop 1975: The structure and climate of a tropical montane rain forest and an associated temperate Pine-Oak-Liquidambar forest in the northern highlands of Chiapas. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica.* 46: 73-118.

136367

---


## Anexo







Evaluación del Bosque  
de afinidad Mesófila en la  
Bufa del Diente, San Carlos,  
Tamaulipas

MAPA DE BOSQUES TEMPLADOS

**SIMBOLOGIA**


 Limite del área de estudio

**LEYENDA**


 Bosque mesófilo  

 Bosque de pino  

 Bosque de encino  

 Roca

Elaborado con interpretación visual  
Proyección Transversa de Mercator  
Sistema de coordenadas UTM Zona 14

