

1990 - B

CODIGO: 083338849

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



ESTUDIO FITOSOCIOLOGICO DEL BOSQUE MESOFILO DE
MONTAÑA DE LA SIERRA DE MANANTLAN

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A

ANA LUISA SANTIAGO PEREZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1992

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

LABORATORIO NATURAL LAS JOYAS

**"ESTUDIO FITOSOCIOLOGICO DEL BOSQUE
MESOFILO DE MONTAÑA EN LA
SIERRA DE MANANTLAN"**

TESISTA: P. de Biól. ANA LUISA SANTIAGO PEREZ
DIRECTOR: M. en C. ENRIQUE J. JARDEL PELAEZ

Laboratorio Natural Las Joyas
Universidad de Guadalajara
Apartado Postal 1-3933
Guadalajara, Jalisco
C.P. 44100, México

La tesis se realizó con apoyo parcial del World Wildlife Fund-U.S., proyecto 6066, como parte del estudio para la corrección de la zonificación de la RBSM y los planes de manejo de la ECLJ y el ejido El Terrero.

Esta tesis es una contribución al programa de investigación de la RBSM, coordinado por el LNLJ en el marco del Plan de Acción de Reservas de la Biósfera auspiciado por MAB-UNESCO.

" Siempre coincide el día con el sol,
la luna con la noche, la lluvia con el mar,
porque se reconocen como lo que son.
Ha sucedido que he querido coincidir
al mismo tiempo que tú.
Solo que algunas ocasiones, mi rayo de
sol y mi luna llegan cuando la lluvia
de tu ser, ya me ha colmado de un bien.
Solo se coincide así, cuando el uno y
el otro han experimentado el bien
de ser querido"

Mónica Madrigal C.

A mis padres: Tania y José Luis

A mis hermanos: Tania, José y Mauricio

A tí Saulo

A Mónica

AGRADECIMIENTOS

A mi Director de Tesis M. en C. Enrique J. Jardel Peláez, por su constante asesoría, instrucción, apoyo e interés que se resumen en una buena amistad.

A las Pas. de Biol. Elizabeth Muñoz y Claudia I. Ortiz, por los tiempos compartidos y su paciente colaboración en el trabajo de campo.

Al personal del herbario ZEA, en especial al Ing. Ramón Cuevas e Ing. Francisco Santana M. por la identificación del material botánico.

Al personal de la ECLJ, por el apoyo logístico en el trabajo de campo.

Al Pas. de Biol. Saulo A. Cortés Arévalo por su valiosa asesoría durante largas sesiones en la computadora, la elaboración de los mapas y la realización del diseño editorial.

Al Sr. Alfredo Cortés y Sra. Socorro Arévalo por permitirme un espacio en su casa, y con especial aprecio a Ud. señora por su confianza brindada desde la primera vez.

Al M. en C. Lázaro R. Sánchez V. por la facilitación de bibliografía.

A la Biól. Angela Saldaña con respeto y cariño.

Por su compañerismo a Sonia Navarro, Arturo Solís, Claudia I. Torres, Raquel Alvarez, Leticia Espinoza, Chela González, Genoveva Jiménez, Blanca Figueroa y Jesús Adame.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sección
Expediente
Número

C. ANA LUISA SANTIAGO PEREZ.
P R E S E N T E.-

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de Tesis "ESTUDIO FITOSOCIOLOGICO DEL BOSQUE MESOFILO DE LA MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLAN", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de Dicha Tesis al M. en C. Enrique J. Jardel Pelaez.



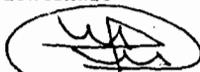
FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
Guadalajara, Jal., 14 de Marzo de 1991.

EL DIRECTOR

M. EN C. *Carlos Beas Zarate*
CARLOS BEAS ZARATE.

EL SECRETARIO



M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.

c.c.p.- Al M.en C. Enrique J. Jardel Pelaez.-Presente.

c.c.p.- El expediente del alumno.

CBZ/MTM/vsg'



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Laboratorio Natural Las Joyas
de la Sierra de Manantlán

SECCION GUAD. JAL.

EXPEDIENTE _____

NUMERO LNLJ-251/91

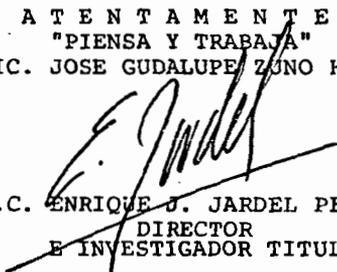
Diciembre 12 de 1991

DR. CARLOS BEAS ZARATE
DIRECTOR
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T E.

Por este conducto le comunico que, habiendo revisado el trabajo de Tesis "ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO DEL BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA DE LA SIERRA DE MANANTLAN", que presenta la Pasante de Biología ANA LUISA SANTIAGO PEREZ y del cual fungí como Director, considero que este ha sido concluido satisfactoriamente por lo cual puede procederse a la presentación de la Tesis para su revisión en la Facultad y el exámen profesional correspondiente.

Sin más por el particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
"AÑO LIC. JOSE GUDALUPE ZUNO HERNANDEZ"


M.C. ENRIQUE J. JARDEL PELAEZ
DIRECTOR
E INVESTIGADOR TITULAR



LABORATORIO NATURAL
LAS JOYAS DE
LA SIERRA DE MANANTLAN

c.c. Archivo LNLJ.



CONTENIDO

Resúmen	7
I. Introducción.....	8
II. Objetivos	11
III. Antecedentes	12
1. El Bosque Mesófilo de Montaña	12
2. Ecología de comunidades vegetales	14
2.1. La comunidad	14
2.2. Estructura	18
2.3. Diversidad	19
2.4. Sucesión	22
3. Estudios de vegetación	26
IV. Area de estudio	28
1. Características físico-geográficas	28
1.1. Localización y límites	28
1.2. Orografía	28
1.3. Clima	28
1.4. Hidrología	29
1.5. Suelos	29

2. Vegetación	29
V. Métodos	32
1. De campo	32
2. De análisis	34
VI. Resultados y Discusión	38
1. Descripción de los sitios de estudio	38
2. Composición de especies y diversidad del estrato arbóreo	40
2.1. Composición y frecuencia	40
2.2. Abundancia	41
2.3. Dominancia	42
2.4. Diversidad	42
2.5. Síntesis de las características de los rodales	43
2.6. Comparación con otros bosques	43
2.7. Discusión	44
3. Clasificación y ordenación de los rodales	46
3.1. Patrones de asociación de las especies	46
3.2. Análisis de conglomerados	48
3.3. Ordenación	51
3.4. Discusión	52
4. Estructura vertical de los rodales	53
4.1. Estrato arbóreo, estructura de alturas y perfiles	53

4.2. Estrato arbustivo	56
4.3. Regeneración	56
5. Estructura de diámetros del arbolado	58
6. Indicadores de perturbación	61
7. Inferencias generales sobre el estatus sucesional de los rodales	64
VII. Conclusiones	67
VIII. Recomendaciones	71
IX. Literatura citada	73
X. Apéndice	
A Listado de nombres científicos de las especies de BMM citadas en el texto.	115
XI. Anexos	119
1. Hojas de campo	120
2. Subdivisión del cuadrante	123

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características descriptivas de los sitios de muestreo.	38
Cuadro 2. Composición de especies del estrato arbóreo por sitio, frecuencia relativa y densidad (tallos/1000 m ²).	78
Cuadro 3. Area basal (m ² /1000 m ²) de las especies por sitio.	80
Cuadro 4. Características estructurales y diversidad de los diferentes rodales, cuadrantes de 1000 m ²	81
Cuadro 5. Comparación de parámetros estructurales de diferentes tipos de vegetación con el presente estudio.	82
Cuadro 6. Comparación florística a nivel de género, entre el BMM de la Sierra y otros BMM de México, mediante el índice de Sorensen (ISs).	83
Cuadro 7. Evaluación estadística para la detección de asociaciones entre pares de especies.	83
Cuadro 8. Información estructural del estrato arbustivo.	86
Cuadro 9. Comparación de la presencia-ausencia de las especies en los estratos arbóreo, arbustivo y regeneración.	87
Cuadro 10. Frecuencia relativa de las especies más comunes en la regeneración.	88
Cuadro 11. Indicadores de perturbaciones e Historial de manejo.	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM).	31
Figura 2. Localización de los rodales en la Sierra de Manantlán.	39
Figura 3. Patrón de la distribución de la frecuencia relativa de las especies.	89
Figuras 4 a-l. Abundancia relativa de las especies por rodal.	90
Figura 5. Area basal promedio por árbol ($m^2/1000 m^2$) de las especies con tallos de mayor tamaño.	88
Figura 6. Relación entre el número de especies de BMM en rodales de (0.1 ha) $1000 m^2$ vs. la altitud.	92
Figura 7. Dendrograma que muestra las principales asociaciones entre especies	92
Figura 8. Dendrograma: clasificación de los rodales con base a su similitud florística (presencia-ausencia).	93
Figura 9. Relación de los grupos obtenidos en la clasificación de los rodales con la altitud y el porcentaje de pendiente por rodal.	93
Figura 10. Ordenación de los rodales, respecto al gradiente altitudinal en el eje de las ordenadas y un gradiente topográfico en el eje de las abscisas.	94
Figura 11. Ordenación de las especies de BMM más comunes del área de estudio.	94

Figuras 12 a 23. Perfiles por rodal.	95
Figuras 24 a-l. Histogramas de estructuras de alturas por rodal.	107
Figura 25. Distribución de la abundancia absoluta del estrato arbustivo por rodal.	109
Figura 26. Composición florística de las especies arbóreas en la regeneración, con sus respectivas escalas de puntos por rodal.	110
Figuras 27 a-l. Histogramas de estructuras de diámetros por rodal.	112
Figuras 28 a-f. Histogramas de estructuras diamétricas por especie y por rodal.	114

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo entre dos áreas de bosque mesófilo de montaña (BMM) de la Sierra de Manantlán, donde se establecieron 12 cuadrantes permanentes situados dentro de distintos rodales. Se ubicaron en el rango altitudinal de 1700 a 2300 msnm, para conocer las características fitosociológicas-estructurales de ésta comunidad. Se registraron 69 especies arbóreas dentro de 40 familias. Entre las especies características se encontraron *Dendropanax arboreus*, *Clethra hartwegii*, *Zinowiewia concinna*, *Carpinus tropicalis*, *Cinnamomum pachypodum*, *Cornus disciflora* y *Persea hintonii*. Se determinó la abundancia relativa y la riqueza de especies por rodal e índice de diversidad de Shannon-Wiener, que fué de 1.7 a 2.8. Los valores de los parámetros estructurales fueron: densidad promedio de tallos, $70.6 \pm 27.8/1000\text{m}^2$; área basal de $56 \pm 15.2 \text{ m}^2/\text{ha}$; altura promedio del dosel de $27.5 \pm 3.8 \text{ m}$. Se analizó la estructura vertical y diamétrica del arbolado por rodal. Se detectaron patrones de asociación entre especies, que junto con una clasificación y ordenación, definieron 2 agrupaciones de rodales, una en Manantlán-Las Joyas y otra en Cerro Grande, que fueron producidas por factores ambientales como altitud, topografía y sustrato geológico. El patrón estructural y de composición de especies resultante, se relacionó con la interacción de los factores ambientales y el régimen de perturbaciones, con lo que se obtuvieron inferencias generales sobre el estatus sucesional de los rodales, donde predominaron estructuras diamétricas en forma de "J" invertida, típica de rodales formados por una mezcla de especies de edades múltiples, en su mayoría tolerantes a la sombra y que corresponden a etapas sucesionales avanzadas.

I. INTRODUCCION

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es una comunidad biótica única en su tipo, debido a la peculiar composición florística que le da la interacción de elementos de distinto origen biogeográfico, estableciéndose una mezcla de especies tropicales y templadas (Miranda & Sharp, 1950; Rzedowski, 1978); este factor la hace aparecer como una comunidad bastante heterógena, pues aún en una misma región las distintas vertientes suelen presentar diferente composición florística (Miranda & Sharp, 1950; Puig, 1974; Rzedowski, 1978). La alta diversidad biológica de este bosque se manifiesta en la variedad de formas de vida presentes (Rzedowski, 1978; Vázquez, 1987; Cuevas, 1988). Es importante señalar el estrecho vínculo entre la posición geográfica y altitudinal del país con las relaciones fitogeográficas de México respecto a otras regiones del mundo (Luna, et al., 1988). En este sentido, Sharp (1945) manifestó las relaciones entre géneros del BMM con árboles característicos de latitudes meridionales, así como también la región oriental del bosque decido de Norteamérica. Por otra parte Miranda (1960, citado por Rzedowski, 1978) encontró relaciones del BMM con la flora Asiática y Rzedowski mismo (1978) comentó vínculos geográficos dentro del elemento meridional con géneros y especies comunes a la región andina de Sudamérica.

El BMM se restringe a hábitats montañosos entre los 800 m y 2400 m de altitud; sin embargo encuentra su límite altitudinal inferior a los 600 m en San Luis Potosí y en el Norte de Sinaloa, alcanza su límite altitudinal superior en dependencia de la distribución altitudinal de la humedad, hasta los 2700 m (Vogelmann, 1973; Rzedowski, 1978). Comúnmente se localiza en regiones de relieve accidentado, laderas con pendiente pronunciada y cañadas. Su distribución se presenta en forma discontinua en la República Mexicana, encontrándose en la vertiente Atlántica desde el Sureste de Tamaulipas hasta Oaxaca, continuándose en Chiapas (Rzedowski, 1978). En la vertiente del Pacífico su distribución es más dispersa, desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán (Rzedowski y McVaugh, 1966) y en los estados de Guerrero y Oaxaca se presentan solo unos manchones de cierta extensión en la Sierra Madre del Sur (Rzedowski y Palacios-Chávez, 1977); cubriendo de esta manera una reducida extensión a nivel nacional, aproximadamente el 0.87% del territorio nacional (Flores, et al., 1971; citado por Rzedowski, 1978).

Una larga historia de denominaciones ha tenido el actual término de BMM, iniciada con el nombre que posee actualmente, asignado por Miranda (1947). Posteriormente él mismo (1952) optó por modificar el nombre por el de "selva baja siempre verde". Más tarde junto con Hernández X. (1963) cambió a "bosque caducifolio" y después Rzedowski (1966) decide llamarlo "bosque deciduo templado". Se le ha denominado BMM como nombre genérico a una serie de comunidades vegetales heterogéneas, la variación reflejada en los nombres, es respuesta a las similitudes florísticas y ecológicas encontradas por Rzedowski y McVaugh (1966) entre BMM y bosque caducifolio, pero señalaron la diferencia entre ambos tipos de vegetación en el comportamiento fenológico; en el BMM predomina la condición siempre verde y en el bosque caducifolio prevalecen árboles de hoja decidua. Otros autores utilizaron los siguientes términos: selva nublada (Beard, 1946); cloud forest (Leopold, 1950); forêt dense humide de montagne (Trochain, 1957); montaine rain forest, evergreen cloud forest, pine-oak-Liquidambar forest (Breedlove, 1973) y forêt caducifoliee humide de montagne (Puig, 1974).

Las condiciones ambientales prevalecientes son del tipo climático C_f (templado-húmedo) de Köppen (modificada por García, 1973), aunque también se presentan A_f y A_m (cálidos-húmedos), A_w (cálido-subhúmedo) y C_w (templado-subhúmedo). La precipitación pluvial media anual fluctúa entre los 1000 a 3000 mm. La temperatura media anual varía de los 12 a 23° C, con una humedad ambiental alta y frecuentes neblinas en la época seca (Rzedowski, 1978).

El BMM, después de los bosques tropicales alberga la mayor riqueza de especies en México (Gentry, 1988), por lo cual es considerado uno de los elementos más importantes a conservar a nivel nacional y en la Sierra de Manantlán (Jardel P., 1990). Asimismo, se postula que el BMM presente constituye el relicto actual de bosques de similar afinidad ecológica, que en el Terciario ocupaban mayores extensiones en el país (Rzedowski, 1990); dentro de este aspecto los paleobotánicos consideran algunos géneros como elementos de gran valía por su antigüedad, entre los que se encuentran especies arbóreas de géneros como Podocarpus, Talauma y Magnolia, cicadáceas y helechos arborescentes (Vázquez, et al., 1990).

Problemática.

En la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM) se protegen algunas de las mayores extensiones de BMM en la república mexicana, aproximadamente 4800 ha de BMM puro más una superficie no cuantificada de pequeños rodales mezclados con el bosque de pino-encino y bosque de encino (Jardel P., 1990). Esta comunidad se ha visto seriamente disminuida y amenazada por el cambio de uso del suelo y por las perturbaciones antropogénicas. La presión de desmonte por un lado para establecer cultivos agrícolas, debido a la presencia de suelos más profundos y con mejores condiciones de humedad y por otra parte para el mantenimiento de la ganadería

extensiva. El ganado suele refugiarse en el BMM para encontrar forraje verde durante la temporada seca del año afectando la estructura y composición del sotobosque y particularmente la regeneración del arbolado (Sánchez-Velásquez, 1988; Saldaña-Acosta y Jardel P., 1989; Jardel, 1991).

La explotación forestal comercial ha sido otro factor importante de perturbación antrópica. Gran parte de la Sierra ha estado sujeta a aprovechamientos forestales, sin considerar su manejo bajo rendimiento sostenible (Jardel P., 1990, 1991). Especies como el oyamel (*Abies religiosa*), cedro blanco (*Cupressus lindleyi*), nogal (*Juglans major*), fresno (*Fraxinus uhdei*), cirimbo (*Tilia mexicana*), magnolia (*Magnolia illisiana*) y cacao (*Talauma mexicana*) son consideradas amenazadas en la región (Vázquez, 1987). La alta incidencia de incendios forestales genera severos daños que trastornan la estructura y dinámica de la vegetación. Los factores de perturbación mencionados tienen sus efectos en la desaparición de especies, destrucción de la regeneración, la alteración del hábitat de la fauna, la modificación de las condiciones del suelo y la erosión. (Jardel P., 1990, 1991).

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio sobre la ecología y conservación de la diversidad biológica en la Sierra de Manantlán. Este estudio es una contribución al conocimiento de la ecología del BMM, a través de la caracterización de la estructura y composición florística del estrato arbóreo en dos áreas de la Sierra: la zona núcleo Manantlán-Las Joyas y Cerro Grande. Se hizo una comparación de las características fitosociológicas-estructurales entre 12 rodales distintos, y relacionando el patrón estructural, como consecuencia de la interacción de condiciones ambientales y el régimen de perturbaciones, se hicieron inferencias generales sobre la dinámica sucesional del bosque y se presentaron algunas recomendaciones de manejo para la conservación de biodiversidad, mantenimiento de las condiciones estructurales y especies componentes, así como la evaluación del impacto ambiental de los aprovechamientos forestales del BMM en estas áreas. El presente trabajo aporta información básica sobre la estructura y composición florística del BMM, que permita sugerir o delinear sus niveles de protección (parte de la zonificación de la RBSM) y sus usos permisibles. También la base de datos que se obtuvo está siendo de utilidad para complementar el plan de manejo forestal del ejido El Terrero, y como un aporte más para el plan de manejo y protección de la Estación Científica Las Joyas.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la ecología del BMM de la Sierra de Manantlán a través de la caracterización de su estructura y composición.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Caracterizar y comparar la estructura, composición florística y asociaciones del estrato arbóreo del BMM en dos áreas de la Sierra de Manantlán: Zona núcleo Manantlán-Las Joyas y Cerro Grande.
2. Relacionar el patrón estructural de las dos áreas de estudio como consecuencia de la interacción de las condiciones ambientales y el régimen de perturbaciones (naturales y antrópicas).
3. Inferir sobre la dinámica sucesional del BMM en ambas áreas de estudio, a partir de las características de composición, estructura e historial de los rodales.
4. Aplicar la información que se derive de este estudio para señalar recomendaciones de manejo en la conservación de la biodiversidad y evaluación del impacto ambiental del aprovechamiento forestal de este tipo de vegetación en la Sierra de Manantlán.

III. ANTECEDENTES

1. El Bosque Mesófilo de Montaña

En el conocimiento del BMM, Faustino Miranda (1947; citado por Rzedowski, 1978) es considerado el pionero en los estudios acerca de este tipo de vegetación, y en compañía de A. Sharp publicó una de las contribuciones más importantes que sobre BMM se tiene a la fecha (Miranda & Sharp, 1950), pues contiene gran cantidad de información básica sobre las relaciones fitogeográficas, ecológicas, y posibles orígenes de su flora sobre ciertas áreas de la Sierra Madre Oriental desde Tamaulipas hasta Oaxaca y Chiapas.

Hernández X. y colaboradores (1951), realizaron la primera descripción fisonómica de los componentes del BMM en el municipio de Gómez Farías, Tamaulipas (Rancho El Cielo), donde reportaron por primera vez para México a *Rhamnus caroliniana* y *Acer skutchii*, entre otras.

En 1952 se editó "La Vegetación de Chiapas" de F. Miranda, en el que clasificó y describió las características y componentes del actual BMM, como "selva baja siempre verde".

Rzedowski en 1966 comenta en su libro "Vegetación del Estado de San Luis Potosí", una posible relación entre su "bosque deciduo templado" y la "selva baja perennifolia" descrita por Miranda (1952).

Rzedowski y McVaugh (1966) describen el BMM de la región occidental del país en "La Vegetación de la Nueva Galicia".

Puig (1974) publicó un extenso trabajo sobre la región Noreste de México ("Vegetation de la Huasteca, Mexique"), en el que aportó una clasificación del BMM en diferentes grupos ecológicos que hacen variar la composición florística, estructura y fenología en función de la elevación, pendiente, exposición y los suelos.

Rzedowski y Palacios-Chávez (1977) realizaron un análisis palinológico de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana*, que es la especie dominante de un BMM del Norte de Oaxaca, en el cual ubicaron tanto a la especie, como a la composición y estructura de este bosque como un relictos del Mioceno (Terciario).

En 1978 se publicó la obra " Vegetación de México " de J. Rzedowski, en la que logró de una forma sintetizada compilar la información existente hasta entonces sobre este bosque, describiendo los elementos bióticos y abióticos que caracterizan al BMM en diferentes regiones del país; esta obra contiene información tanto sobre la composición florística, como de las condiciones ambientales, distribución de las especies, fisiografía y topografía en cada región.

El estudio de Puig et.al (1987) sobre el BMM de Gómez Farías, Tamaulipas, constituye el trabajo más completo hasta ahora de la estructura y composición florística de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo; con un análisis de las asociaciones florísticas y del índice de diversidad y la variación del área basal en el que distinguen diferentes estados de desarrollo del bosque. Otros estudios ecológicos dentro de la obra anterior se han realizado sobre regeneración (Sosa, V.J. y H. Puig, 1987) y perturbaciones naturales por caída de árboles (Arriaga, L., 1987).

En estudios más recientes son pocos los trabajos en los que se ha considerado el análisis estructural y funcional en sentido estricto, ya que la mayor parte de estos trabajos son descriptivos, como se podrá notar en trabajos más recientes como los de Luna et.al (1988 y 1989) en los cuales, sobre la base de un inventario florístico y una recopilación bibliográfica presentaron una caracterización global del BMM en Teocelo, Veracruz y Cañadas de Ocuilan, estados de Morelos-México; en cuanto a su composición florística, taxa característicos, relaciones fitogeográficas y su origen.

Puig (1989) elaboró un estudio en donde analizó las afinidades fitogeográficas y endemismos del BMM de Tamaulipas a nivel de especies con otros BMM de México y comentó además la distribución histórica de este bosque en nuestro país.

Actualmente se están llevando a cabo diferentes estudios sobre BMM, prueba de ello fué la presentación de los siguientes trabajos en el pasado XI Congreso Mexicano de Botánica: algunos estudios descriptivos sobre la composición florística y la estructura de esta vegetación en San Juan, Nayarit (González, R.E. y S. Aguilar, 1990); en Tamaulipas (González-Medrano 1990); en Veracruz (Pérez-García y G. Williams-Linera, 1990); en Querétaro (Zamudio, S. y R. Fernández, 1990). Los estudios ecológicos que se han llevado a cabo o están en proceso son: banco de semillas del suelo (Williams- Linera, 1990); un estudio sobre sucesión secundaria (González-Medrano, 1990); además de estudios comparativos

México (Tejero Diez et.al,1990) y Oaxaca (Acosta S. et.al,1990). Cabe mencionar que en la Reunión sobre BMM de México, realizada en Xalapa, Veracruz (Noviembre, 1989), se llegaron a las siguientes conclusiones: a) el BMM es un bosque mal colectado, hacen falta más datos de la composición florística; b) los estudios de comparaciones fitogeográficas presentan una gran disparidad en su complejidad; c) hay carencia de estudios que relacionen la vegetación con datos microclimáticos y edáficos; d) la falta de planteamientos sobre afinidades geográficas, evolución en áreas de BMM, y sobre asociaciones y e) en general se carece de una tipificación adecuada de los diferentes tipos de BMM (Williams-Linera, et.al,1990).

El BMM en el área de estudio, ha sido descrito en forma general por Guzmán (1985), Cuevas y Nuñez (1988), Jardel (1990,1991) y Vázquez et.al (1990). Cuevas (1988) señala como componentes representativos a: *Carpinus tropicalis*, *Ostrya virginiana*, *Styrax argenteus*, *Tilia mexicana*, *Magnolia iltisiana*, *Saurauia serrata*, *Ilex brandegeana*, *Cornus disciflora*, *Zinowiewia concinna*, *Dendropanax arboreus* y *Podocarpus reichei*, entre otros. Ubicó algunos géneros representativos de este tipo de vegetación dentro de vínculos geográficos con otras floras del mundo; por una parte la relaciona con la flora Boreal Euroasiática Norteamericana con la presencia de géneros como: *Carpinus*, *Clethra*, *Juglans*, *Ostrya*, *Styrax* y *Tilia*. También relaciona la flora Asiática con esta comunidad con los géneros: *Cleyera*, *Cinnamomum*, *Magnolia*, *Meliosma*, *Persea*, *Saurauia*, *Symplocos*, *Talauma* y *Xylosma*.

2. Ecología de comunidades vegetales

2.1. La comunidad

Como definición general es "cualquier conjunto de poblaciones de organismos vivos en un área ó hábitat determinados" (Krebs, 1978). Otras definiciones de comunidad abarcan además los siguientes atributos: a) la presencia conjunta de varias especies en una área, b) dichos conjuntos que ocurren en el espacio y tiempo, pueden identificarse como un "tipo de comunidad", que tiene una composición relativamente constante y c) tienen tendencia a la estabilidad dinámica y que este equilibrio tiende a restaurarse después de una alteración, es decir, implica la propiedad de autorregulación y homeostasis (Krebs, 1978). En el estudio de las comunidades vegetales se han medido tradicionalmente cinco características (Whittaker, 1975; Krebs, 1978):

1. Diversidad, plantea cuáles son las especies que conforman a una comunidad dada.

2. Estructura, responde a ¿Cómo las diferentes especies contribuyen a describir el tipo de comunidad?.

3. Dominancia, expresa ¿Cuál es la importancia relativa de diferentes especies, en cuanto a tamaño (área basal, cobertura, etc.) y número de tallos (densidad y frecuencia)?.

4. Abundancia relativa, puede medir las proporciones relativas de diferentes especies en la comunidad.

5. Sucesión. Las perturbaciones en la comunidad pueden ser detectadas y vigiladas por los cambios de la fisonomía, la composición florística y sus relaciones numéricas (frecuencia, abundancia y dominancia de las especies). Los estudios de cambios temporales como los sucesionales, sirven de base para predecir la acción antrópica sobre los ecosistemas, y la aplicación de medidas de manejo y conservación.

Para el estudio de las comunidades vegetales, gran parte de la ecología vegetal se ha centrado en la fitosociología, la cual se ocupa de los factores ambientales que determinan a la comunidad y como actúan sobre ella, es decir la descripción, análisis, clasificación, sus interrelaciones y dependencia frente al medio ambiente físico y biótico (Braun-Blanquet, 1979).

Desde principios del siglo pasado los botánicos reconocieron la existencia de un orden de la vegetación, así como la necesidad de establecer unidades y categorías para su descripción y cartografía (Matteucci y Colma, 1982). De hecho la descripción de la vegetación se inició con un enfoque fisonómico ó morfofuncional, basado en los conocimientos, la experiencia y el criterio subjetivo del investigador; este enfoque ha constituido la base de la mayoría de los análisis de la vegetación, originando el nacimiento de diferentes escuelas ó tendencias ecológicas (Zavala, 1986).

No es sino a mediados de este siglo, cuando se dió una tendencia progresiva en el desarrollo de métodos cuantitativos para la ecología vegetal (Greig-Smith, 1964). En el análisis de una comunidad vegetal se establecen relaciones entre las diversas especies y una multitud de factores abióticos (luz, suelo, geomorfología, clima, etc.), lo cual le confiere un enfoque multivariado a los estudios de la vegetación (Gauch, 1982; Zavala, 1986); esto deriva en un conjunto de datos complejos, que en los últimos años han sido abordados mediante la utilización de métodos formales estadísticos y matemáticos y sobretodo métodos de análisis multivariado, que con el creciente uso de las computadoras ha facilitado el proceso de análisis.

El análisis multivariado de datos de vegetación, es un conjunto de técnicas estadísticas para el análisis simultáneo de más de una variable independiente, que tiene por objeto simplificar y ordenar un conjunto de datos (Zavala, 1986). Dentro de estos métodos de análisis hay dos estrategias multivariadas básicas: la ordenación y la clasificación. Ambas estrategias emplean la matriz de datos, que es una estructura de números en dos sentidos, en la que comúnmente se organiza a las especies en renglones y las muestras en columnas (ej. una matriz de datos de especies por muestras, puede involucrar la observación de la abundancia de un número de especies en un número de muestras). Dicha matriz de datos es el elemento que condensa el conjunto de datos a partir del cual se realiza la manipulación matemática (Gauch, 1982).

Clasificación

Consiste en agrupar muestras ó especies con alta similitud interna y discontinuos con respecto a los miembros de otros grupos. También suele designarse a esta estrategia como análisis de conglomerados (Zavala, 1986) y se realiza a partir de la descrita matriz de datos x , que deberá convertirse en una matriz de similitud, disimilitud ó distancia entre las muestras (Everitt, 1980; citado por Zavala, 1986), éstas están en función de variables binarias (presencia-ausencia) o continuas (abundancia, área basal, cobertura, etc.) con las que se busca representar numéricamente el grado de parecido entre cualquier par de objetos.

Dentro de las estrategias de clasificación hay diferentes modalidades:

Las técnicas jerárquicas definen relaciones entre grupos, estableciendo un sistema jerárquico en función de las semejanza entre las muestras y los grupos mismos, la cual se expresa en una estructura en forma de árbol llamada dendrograma. Este análisis permite escoger el número final de grupos seleccionando un nivel apropiado dentro de la clasificación obtenida.

Las técnicas no jerárquicas no especifican ninguna estructura que interrelacione a los grupos formados, produciéndose una partición única de los objetos clasificados.

Las técnicas jerárquicas a su vez están sujetas a dos procesos de clasificación aglomerativa; en ellas se considera inicialmente a las muestras en forma individual y se van fusionando sucesivamente en grupos de tamaño creciente, hasta que la población total es sintetizada en un solo grupo (Gauch, 1982).

En seguida, la estrategia puede ser monotética cuando las particiones son definidas por la presencia-ausencia de un solo caracter ó politética cuando los grupos son definidos por su similitud total y en cuanto a su estructura y atributos (Zavala, 1986).

Dentro de los métodos monotéticos-divisivos, el más utilizado en estudios de comunidades vegetales es el análisis de información, que calcula la heterogeneidad de un conjunto total de datos y lo divide en función de la presencia-ausencia de uno de los atributos, seleccionando de tal forma que maximice la disimilitud entre los dos subconjuntos.

Entre los métodos politéticos aglomerativos más utilizados se encuentran:

a) **Vecino más cercano**, se obtiene mediante el cálculo de un coeficiente de similitud entre todos los pares de muestras a clasificar, comenzando el orden con el par de muestras más similares entre sí.

b) **Centroide**, se fusiona al par de muestras más similares entre sí, para formar un nuevo grupo sintético con el promedio de los atributos de las dos muestras que le dieron origen, para luego calcular nuevos coeficientes entre el nuevo grupo, producto de la fusión, y todos los individuos restantes.

c) **Método de Ward**, comienza con "n" grupos, cada uno con una sola muestra; en cada ciclo de fusión son unidos los dos más similares entre sí y se efectúa una transformación combinatoria de los coeficientes de similitud.

d) **Promedios entre grupos**, define la distancia entre grupos como el promedio de las distancias entre todos los pares de individuos en los dos grupos.

Ordenación

Con ésta se intenta reducir patrones complejos de datos de vegetación, a formas más simples e interpretables arreglando muestras ó especies a lo largo de uno ó más ejes continuos (Gauch, 1982; Matteucci y Colma, 1982 y Zavala, 1986). La posición de las muestras está determinada por su composición de atributos y la de las especies por su distribución en las muestras; las especies y muestras similares, se encuentran cercanas entre sí y distantes de entidades diferentes.

Al igual que las técnicas de clasificación, las técnicas de ordenación ofrecen varias alternativas en cuanto al procedimiento para establecer los ejes y disponer las especies a lo largo de estos, y en cuanto a las funciones de semejanza. La primera división de las técnicas comprende:

a) **Ordenación directa**, busca el arreglo de las especies ó muestras sobre ejes que expresan variaciones ambientales conocidas y aceptadas. Como ejemplo de ésta Whittaker (1975) propuso el análisis de gradientes como modelo conceptual de la estructura de la comunidad.

b) **Ordenación indirecta**, es el arreglo de especies ó muestras de vegetación a lo largo de gradientes (ejes) abstractos, definidos a partir de las especies ó de las muestras mismas. Se espera que estos ejes representen gradientes ambientales tal como son percibidos por la vegetación.

De éstas representaciones gráficas es posible detectar por inspección visual diferentes patrones de ordenación de la vegetación (agrupaciones, disposición secuencial de las muestras a lo largo de un gradiente, etc.), usualmente en dos dimensiones, en la cual muestras ó especies similares ó ambas están cerca una de la otra y separadas de entidades disímiles. Entre las técnicas más comunes se incluyen las siguientes:

Ordenación polar, consiste en agrupar todas las muestras sobre un eje en función del porcentaje de distancia entre cada una de ellas y dos muestras escogidas como punto de referencia extremos del eje. Para la elección de éstas es importante el criterio del investigador.

Análisis de componentes principales, método matemático de ordenación indirecta en el que se transforman los ejes de un espacio multidimensional en tal forma que el primer eje transformado explica la cantidad máxima de varianza, el segundo (ortogonal al primero) explica el máximo de varianza restante y así sucesivamente.

La clasificación y la ordenación organizan los datos de la comunidad sobre la abundancia de las especies, correspondiendo al investigador el inferir la correlación con los datos ambientales.

2.2. Estructura

Cuando se estudia la estructura de una comunidad vegetal determinada, se encuentra que representa una combinación de plantas con diferentes modos de vida, los cuales se pueden clasificar de manera general en seis formas de crecimiento

principales: árboles, lianas, arbustos, epífitas, hierbas y talofitas (Whittaker, 1975); sobre ésta base, las comunidades muestran una diferenciación vertical ó estratificación, en la que las especies tienen diferentes posiciones a lo largo de un gradiente de altura, vinculado a la disminución en la cantidad de luz; siendo un factor decisivo en la estratificación de los bosques, la competencia por la luz que se da entre las especies de árboles, arbustos y hierbas, implicando a su vez un importante factor funcional y de adaptación para las mismas (Krebs, 1978).

La comunidad muestra una diferenciación horizontal, que toma como unidad fundamental de la diferenciación a la asociación, ésta expresa la ocurrencia de las poblaciones en "parches" ó mosaicos de ocurrencia de las especies. La dispersión de la población se presenta en cuatro tipos: a) dispersión al azar (aparentemente irregular), b) distribución contagiosa ó agrupada, c) regular ó distribución negativamente contagiosa y d) la combinación de un fuerte agrupamiento de individuos dentro de colonias y la distribución regular de las colonias como un todo (Whittaker, 1975). Las asociaciones de especies son susceptibles de medición con pruebas estadísticas, que indican la probabilidad de que dos especies tiendan a distribuirse independientemente ó bien que ocurran juntas (Krebs, 1978).

En general las especies difieren ampliamente en su importancia relativa en la comunidad. Un índice de importancia puede ser la frecuencia relativa, la densidad relativa ó el área basal relativa de las especies; la selección de la variable depende a menudo del objetivo del estudio (Krebs, 1978). El área basal de los árboles tiene mayor significado ecológico, debido a que las especies dominantes en área basal tienen un elevado índice de éxito ecológico y determinan en gran parte las condiciones bajo las cuales crecen las especies con ellas vinculadas. Por otra parte, en el caso de los renuevos la densidad tiene mayor interés ecológico pues refleja de mejor manera la dominancia de las especies y su regeneración, además de ser más fácil de estimar (Matteucci y Colma, 1982).

2.3. Diversidad

Se ha conocido desde hace tiempo, que la disminución en la diversidad de especies se explica en un gradiente de diversidad relacionado con la latitud y altitud de la comunidad considerada. Este resultado, se expresa como un gradiente biogeográfico que muestra el factor contrastante entre: una selva tropical con su riqueza de especies, sus poblaciones relativamente estables y la ocurrencia de especies sobrevivientes de grupos primitivos; y las comunidades del ártico con una composición relativamente pobre y monótona, de grupos de especies de reciente formación en el tiempo evolutivo y sus poblaciones fluctúan en dependencia de las condiciones ambientales extremas (Whittaker, 1975).

Se han propuesto seis factores a fin de explicar estos gradientes de diversidad (Krebs, 1978):

a) Tiempo, es una hipótesis histórica en términos de condiciones ambientales (ej. glaciaciones), el cual enfatiza la disponibilidad de la especiación y dispersión.

b) Heterogeneidad espacial, ejerce influencia en función del número de hábitats disponibles por unidad de área; al parecer la estructura de la vegetación es importante en algunos grupos, en cuanto a la diversidad local.

c) La competencia, genera una mayor diversidad en las zonas tropicales; la competencia biológica sería más intensa en los ambientes favorables, en que los organismos se especializan y tienen nichos pequeños.

d) Actividad depredatoria, suele tener efectos en la diversidad de especies a un nivel local, más que una explicación global de los gradientes latitudinales.

e) Estabilidad ambiental, este principio establece que el número de especies aumentará conforme lo haga la estabilidad de los parámetros ambientales.

f) Productividad, esta idea combinada con el factor de estabilidad ambiental, es considerada como otro requisito para el aumento de diversidad.

La forma más sencilla de medir la diversidad es contar el número de especies (S) en un área de muestreo dada, también llamada riqueza de especies, aunque este factor por sí solo da poca idea de la abundancia relativa de cada especie. Un segundo enfoque consiste en la medición de la heterogeneidad de una comunidad, la cual está en dependencia de la ponderación del número de especies respecto a su abundancia relativa.

El primer índice de diversidad que utilizó ambos enfoques fué el propuesto por Simpson (Hair, 1987), este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una comunidad de N individuos, provengan de la misma especie:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (p_i)^2 \quad (\text{Krebs, 1978})$$

donde: D= índice de diversidad de Simpson

p_i = proporción de individuos de la especie i en la comunidad

Esta medida es sensible a la abundancia de una ó dos de las especies más frecuentes de la comunidad y que es considerada como una medida de "concentración dominante".

La teoría de la información dió las bases para formular otros índices de diversidad, que consideran "en la medida que haya más especies y que estén más cerca de la equidad en su distribución, mayor es la diversidad" (Hair, 1987). En este aspecto el índice de medida más simple y de uso más extenso es el de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i)(\log_b p_i) \quad (\text{Whittaker, 1975; Krebs, 1978})$$

H' = índice de diversidad de las especies

S = número de las especies

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

"Esta función mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado elegido al azar dentro de la comunidad" (Hair, 1987). Además cumple con dos méritos: a) su independendencia respecto al tamaño de la muestra y b) la igualdad ó desigualdad de la distribución de individuos en las diversas especies. Un mayor número de especies hace que aumente la diversidad de las mismas, e incluso con una distribución uniforme ó equitativa entre ellas también aumentará la diversidad (Krebs, 1978).

Para calcular la equitabilidad, debe obtenerse primero la diversidad máxima posible para esa comunidad, considerando que la abundancia de todas las especies es la misma:

$$H' \text{ máx} = \log_2 S$$

donde: S = número de especies

definiendo finalmente la equitabilidad como la proporción siguiente:

$$E = H'/H' \text{ máx}$$

donde: E = equidad (gama de 0 a 1)

H' = diversidad de especies observada

$H' \text{ máx}$ = diversidad de especies máxima

2.4. Sucesión

Una de las características más importantes de las comunidades es el cambio (Krebs, 1978). La sucesión se define como, el mecanismo ecológico fundamental de cambio en la estructura y composición de las especies de un bosque en el tiempo y el espacio, es decir una secuencia progresiva de establecimiento de especies (Pickett, 1976; Connell y Slayter, 1977; Oliver, 1981; Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989).

Las comunidades vegetales a lo largo de su historia evolutiva siempre han experimentado cambios, continuos y graduales a una escala geográfica, en respuesta a procesos naturales de temperatura, humedad, exposición y altitud (Pickett, 1976); en función de éstos gradientes ambientales es como los estudios tradicionales de vegetación han explicado la distribución de las comunidades y especies (Jardel, 1991). Mientras que ahora, se hace necesario el estudio de la vegetación a una escala local, pues todas las comunidades han sufrido modificaciones debido a la creciente influencia humana (Sousa, 1984); dichas modificaciones se engloban dentro de la definición generalizada de "perturbación", que es cualquier evento puntual en el tiempo que interrumpe la estructura de un ecosistema, comunidad ó población y cambia sus recursos físicos ambientales (Sousa, 1984; White y Pickett, 1985); siendo importante diferenciar:

Las perturbaciones naturales son comunes y forman parte de la dinámica natural de los ecosistemas, como son mortalidad de árboles viejos, ciclones, deslaves ó derrumbes de suelo, ataque de insectos, sequías, inundaciones e incendios entre otras son el motor de la sucesión (Sousa, 1984; White y Pickett, 1985; Waring y Schlesinger, 1985; Jardel, 1991).

Las perturbaciones antrópicas como desmontes agrícolas, ganadería, explotación forestal, uso del fuego, minería ó contaminación atmosférica, amplifican el efecto de las perturbaciones naturales modificando abruptamente la composición, estructura y dinámica de la vegetación (Jardel, 1986, 1991).

Teorías sobre la sucesión

Para explicar la sucesión se han planteado dos teorías como las más importantes:

1. La teoría de Clements ó del monoclímax

Es considerada como una construcción teórica general de la sucesión (Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989), la cual supone que los primeros estados de la sucesión son determinados por factores abióticos, para luego ser controlados por la propia comunidad, donde las especies pioneras provocan cambios ambientales que siguen un desarrollo gradual y progresivo que favorece el establecimiento de nuevas especies, y así sucesivamente hasta alcanzar el clímax (la comunidad está en "equilibrio" con las condiciones climáticas y edáficas). En estos términos la sustitución de especies es autogénica, ordenada, predecible y unidireccional (Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989).

2. La teoría del policlímax

Se ha planteado esta teoría como una alternativa para explicar de una mejor manera la teoría de Clements. Esta sostiene "que en un área dada pueden existir diferentes comunidades clímax, puesto que el proceso sucesional no es unidireccional" (Tansley, 1939, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). A su vez hay dos variantes de ésta teoría:

a) La del patrón clímax, "donde cada especie está adaptada a un tipo de condiciones ambientales, en el cual es competitivamente superior, de manera que distintas especies serán dominantes en diferentes puntos del clímax, a lo largo de un gradiente ambiental" (Whittaker, 1953, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989; Whittaker, 1975).

b) Egler (1954, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989) propuso la hipótesis de "composición florística inicial" que indica que la sucesión es muy heterogénea, pues depende de las especies que colonicen primero un sitio.

Krebs (1978) señala que la diferencia fundamental entre las dos teorías básicas, radica en los mecanismos que determinan el establecimiento y reemplazo de las especies en el proceso de sucesión. En el modelo clásico, el reemplazo de las especies es facilitado por los estados previos, mientras que en el segundo modelo, es inhibido por los residentes presentes.

Connell y Slayter (1977) discutieron los mecanismos que determinan la secuencia de las especies durante la sucesión con lo que propusieron tres modelos:

1) Modelo de facilitación

Después de una perturbación se abre un espacio para la colonización, sólo algunas especies sucesionales tempranas pueden establecerse. Posteriormente, dominan y modifican el medio, de tal manera que lo hacen inadecuado para la regeneración y el establecimiento de ellas mismas, pero favorable para las especies características de los estados avanzados de la sucesión.

2) Modelo de tolerancia

Pueden establecerse tanto especies tempranas como tardías, pero sólo éstas últimas presentarán reclutamiento (incorporación de nuevos individuos a la población) en los estadios avanzados.

3) Modelo de inhibición

Pueden establecerse especies tanto tempranas como tardías pero sólo aquellas que aseguren un espacio y otros recursos pueden tener reclutamiento e inhibir el desarrollo de otras especies presentes ó de las invasoras subsecuentes. Su reemplazo ocurre sólo cuando están debilitadas ó mueren por el efecto de algún factor ambiental.

Posteriormente, se propuso un cuarto modelo, el de neutralidad (Botkin, 1981, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989): este modelo funge como eslabón de los tres antes mencionados, ya que plantea a la sucesión como consecuencia de los diferentes ciclos de vida y comportamiento de las especies, y que la estructura de la comunidad está determinada por relaciones de competencia, facilitación, tolerancia e inhibición.

El ciclo sucesional

La sucesión puede ser interpretada como un ciclo, después de reconocer la naturaleza dinámica de los bosques y el papel que cumplen las perturbaciones (Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). Whitmore (1978) señala que los patrones y procesos de cambio de los bosques, en términos generales pueden definirse en tres fases de este ciclo:

a) Apertura de claros

El ciclo se inicia con la apertura de un claro ocasionado por una perturbación (natural ó antrópica); esto modifica las condiciones de cantidad y calidad de luz que llega al suelo, temperatura, humedad del aire y del suelo, microrrelieve y perfil del suelo, competencia de raíces, etc., y por lo tanto el ambiente en que se desarrollarán las plantas (Whitmore, 1978).

Para una especie la colonización exitosa depende de una serie de condiciones: disponibilidad de semillas, proximidad del claro a la fuente de semillas, mecanismos de dispersión, condiciones del suelo, tamaño del claro y características de la perturbación, relaciones planta-herbívoro y época del año en que ocurre la apertura del claro (Hartshorn, 1981).

Como resultado de tales interacciones, los organismos desarrollan diversas estrategias adaptativas y atributos vitales que les caracterizan, a partir de éstos, es posible predecir las secuencias de reemplazo de las especies (Noble & Slayter, 1978, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). Existen dos grupos ecológicos de plantas determinados por las condiciones de luz: las que crecen en condiciones de luz (intolerantes), y las que lo hacen a la sombra (tolerantes), éstas últimas son características de los estados sucesionales avanzados (Whitmore, 1978).

b) Fase de construcción

En ésta etapa se establecen las especies pioneras y van aumentando los atributos como la biomasa y la diversidad de especies (Bormann & Likens, 1979, citado por Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). Predomina la competencia no sólo entre especies sino también entre individuos, algunos árboles comienza a ganar el dosel con sus copas y suprimen el crecimiento de otros, dándose una diferenciación de copas, que ocasiona la muerte de algunos individuos suprimidos en un proceso de autoclareo, en que el arbolado disminuye en número pero aumenta en biomasa (Whitmore, 1978).

c) Fase de madurez

En ésta el bosque alcanza una estructura y composición complejas y relativamente estables; los cambios continúan con los procesos de autoclareo y mortalidad, y se modifica la abundancia relativa de las especies (microsucesión) (Whitmore, 1978; Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). De manera empírica se puede identificar un sitio que no ha presentado perturbaciones fuertes por las siguientes características: los árboles alcanzan diámetros y alturas grandes, la riqueza de especies es alta,

predominan las especies tolerantes a la sombra y hay plántulas de éstas mismas especies en el sotobosque y por lo general se presenta una estructura de edades (se usa también la estructura de diámetros), en forma de "J" invertida (Whitmore, 1978; Lorimer, 1980; Oliver, 1981; Jardel, 1986).

Generalmente, en las etapas sucesionales iniciales predominan rodales de una ó pocas especies, con una estructura de edades coetánea (el arbolado se ha establecido en una sola etapa de regeneración) y una estructura de diámetros ocasionada por el crecimiento diferencial dado por la competencia; si se representa en un gráfico ésta estructura, la curva resultante tiende a ser convexa. Se infiere que ésta estructura es típica de especies intolerantes que no regeneran bajo su sombra y que son características de los estados sucesionales tempranos (Jardel, 1986).

La composición de especies en ésta fase puede predecirse por la composición observada en la regeneración y por las características de la fuente de semillas de rodales cercanos maduros; sin embargo debe considerarse, que aunque existen patrones predecibles en el proceso sucesional, esto no quiere decir que regresará a una condición igual a la que tenía previa a la perturbación, esto dependerá de la magnitud, intensidad y frecuencia con que ocurran las perturbaciones y otros factores mencionados (Sousa, 1984; White & Pickett, 1985; Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989).

3. Estudios de vegetación

En la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) se han iniciado estudios sobre la estructura y dinámica del BMM y otros tipos de bosques. Sánchez-Velásquez et al (1990) realizaron el inventario forestal de la ECLJ, encontrándose que los tipos de vegetación en orden de importancia son bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria.

Saldaña-Acosta et al., (1990) presentaron resultados del estado de regeneración natural de las especies arbóreas, de las mismas comunidades vegetales mencionadas dentro de la ECLJ, hallando que la regeneración principalmente bajo el dosel de los diferentes tipos de bosque se lleva a cabo con mayor frecuencia por especies latifoliadas tolerantes a la sombra como son *Arbutus xalapensis*, *Cornus disciflora*, *Clethra hartwegii*, *Quercus xalapensis* y *Persea hintonii* entre otras. La regeneración natural y el reemplazo de las especies de plantas durante la sucesión, es un tema de investigación prioritario para el manejo, conservación y restauración de los bosques de la RBSM (Jardel P., 1990); por lo cual Saldaña-Acosta y Jardel P. (1989) enfocaron

su trabajo sobre este tema e indicaron que en sitios húmedos donde el bosque de pino, bosque de pino-encino y BMM se encuentran adyacentes, se establecen especies bajo el dosel del bosque de pino que son características del BMM.

Estudiando la estructura actual de los estratos del bosque, Sánchez- Velásquez (1988) infirió un patrón de reemplazo del bosque de pino por especies del BMM en ausencia de perturbaciones. Jardel (1991) investigó el patrón actual de los bosques de pino y latifoliadas (bosque de encino y BMM, una mezcla que conforma una zonación compleja) como resultado de la intervención de perturbaciones naturales y antrópicas (explotación maderera, incendios forestales y desmontes agrícolas), que determinan los procesos de regeneración y sucesión. Así como señaló que estas perturbaciones han ocasionado la reducción y fragmentación del BMM en el área, que actualmente ocupa un 23% de la superficie de la ECLJ.

Los autores mencionados arriba coinciden en concluir que las especies arbóreas de BMM pueden recolonizar el sotobosque de los pinares en ausencia de las perturbaciones señaladas, en las condiciones edáficas y climáticas de Las Joyas, y que el bosque de *Pinus douglasiana* es una etapa sucesional que precede al establecimiento del BMM.

IV. AREA DE ESTUDIO

La Sierra de Manantlán ha sido descrita de manera general por Guzmán (1985); Vázquez et al. (1990) presentan el listado de la flora. Esta sección se basa principalmente en Jardel (1990), donde se describen las características físico-geográficas, biológicas y sociales de la Sierra y se propone el plan de manejo para la Reserva de la Biósfera, establecida el 5 de Marzo de 1987.

1. Características físico-geográficas

1.1. Localización y lmites

La Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM) ocupa una extensión de 139,577 ha de los estados de Jalisco y Colima. Se ubica entre la ciudad de Autlán y la zona costera, 52 km al N de Manzanillo entre los $19^{\circ} 26'47''$ y $19^{\circ} 42'05''$ latitud Norte y $103^{\circ} 51'12''$ y $104^{\circ} 27'05''$ longitud Oeste (Fig. 1).

1.2. Orografía

Presenta una topografía accidentada con una gran amplitud altitudinal entre los 400 y 2800 msnm. Se encuentran dos condiciones geológicas distintas: la parte oriental, de origen sedimentario, conocida como Cerro Grande, es una meseta cárstica que alcanza los 2500 m; y la occidental de origen ígneo extrusivo, en las que se encuentran las partes más elevadas. En general el relieve es abrupto, predominando en el 90% de la superficie de la reserva pendientes mayores al 30%.

1.3. Clima

La temperatura media anual varía dependiendo de la altitud de 12° a 27° C, la precipitación pluvial media va de 900 mm en las partes más secas del norte, a 1800 mm en las partes altas que son más húmedas. Los grupos climáticos que se presentan son el cálido subhúmedo (Aw), semicálido A(C)w ó (A)Cw y templado subhúmedo (Cw) de Köeppen modificado por García (1973). El régimen de lluvias es de verano, existiendo una división marcada entre la temporada lluviosa y la seca. Los

Los meses de marzo a mayo son los más secos. La sierra produce un fenómeno de sombra orográfica, debido a lo cual las vertiente Sur y Oeste, orientadas hacia el mar, son más húmedas y la vertiente Norte más seca. Para la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) a 1950 msnm, los datos de 1987-1989, indican una temperatura media de 15.4° C y una precipitación de 1727 mm anuales.

1.4. Hidrología

La Sierra tiene enorme significancia para los valles circundantes con la aportación constante de grandes volúmenes de agua. Mucha humedad llega a la sierra, por la incidencia continua de las brisas marinas. Toda la humedad captada por la masa forestal se condensa y llega hasta los cauces superficiales o subterráneos que son aprovechados en los valles aledaños y desembocan finalmente, en los tres ríos de la región: Ayuquila ó Armería, Purificación y Marabasco.

1.5. Suelos

Un levantamiento de suelos realizado en la zona de la ECLJ indica que los luvisoles ocupan el 72% del área y los cambisoles aparecen solo en el 4% del área. En Cerro Grande el material parental es roca caliza, aunque en la parte alta pudo haber aporte de material volcánico del vecino Volcán de Fuego y Nevado de Colima. En las laderas del Cerro Grande, los suelos corresponden a rendzinas y litosoles.

2. Vegetación:

La Sierra de Manantlán presenta una cobertura vegetal sumamente variada y compleja (Cuevas y Nuñez, 1988; Jardel, 1990; Vázquez et al., 1990); a continuación se mencionan algunos elementos constituyentes de cada tipo de vegetación.

2.1. Bosque de pino, ocupa la mayor extensión en las partes altas de la sierra, se le encuentra generalmente arriba de los 800 m donde se mezclan con encinos (*Quercus spp.*) y al ascender hacia lugares más húmedos, se presentan con más continuidad entre los 1800-2400 msnm. Las especies más comunes son *Pinus douglasiana*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. montezumae*, *P. michoacana*, *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*.

2.2. Bosque de oyamel, en la parte alta de la sierra (2000-2600 msnm), *Abies religiosa* se mezcla con *Cupressus benthami* var. *lindleyi* y *Pinus pseudostrobus*. Con frecuencia el bosque de oyamel sustituye al BMM o se entremezclan. En el área de Cerro Grande se encuentran rodales puros o con dominancia de oyameles (*A. religiosa* y *A. religiosa* var. *emarginata*).

2.3. Bosque de encino, se distinguen dos tipos de encinares por su fisonomía y las condiciones ambientales donde se desarrollan: encinares caducifolios que se encuentran en sitios secos de los 400 a 1200 msnm y sus componentes son: *Quercus castanea*, *Q. glaucescens*, *Q. resinosa*, *Q. magnoliifolia* y *Q. obtusata*. El encinar subcaducifolio crece en partes más húmedas por arriba de los 1500 msnm, lo componen: *Q. laurina*, *Q. candicans*, *Q. crassipes*, *Q. conspersa* entre otros.

2.4. Bosque mesófilo de montaña, se encuentra confinado generalmente a laderas y cañadas en sitios más húmedos y fríos en el mismo piso altitudinal de las coníferas y encinares templados. Entre sus principales componentes se encuentran: *Magnolia ittisiana*, *Ilex brandegeana*, *Cornus disciflora*, *Tilia mexicana*, *Dendropanax arboreus*, *Carpinus tropicalis*, *Ostrya virginiana* y *Styrax argenteus* (Cuevas, 1988).

2.5. Bosque tropical caducifolio, se desarrolla en altitudes de 400 a 1200 m en suelos someros y de drenaje rápido. Dominan en él: *Ceiba pentandra*, *Bursera* spp., *Lysiloma acapulcensis*, *Jacaratia mexicana*, *Amphyterium adstringens*, *Acacia macilentia*, *Ipomea bracteata* y *Pseudosmondium perniciosum*.

2.6. Matorral subtropical, establecida entre los 800 y los 1200 msnm. Es un tipo de vegetación bastante heterogéneo. Comúnmente los componen: *Acacia franesiana*, *Annona* sp., *Pithecellobium acatlense*, *Cephalocereus senilis*, *Stenocereus queretaroensis* y *Pachycereus pecten-aboriginum*.

2.7. Bosque tropical subcaducifolio, distribuido en altitudes de 400 a 1200 msnm, en sitios con precipitación media anual superior a los 900 mm. Entre sus principales componentes están *Brosimum alicastrum*, *Cedrela odorata*, *Hura polyandra*, *Dendropanax arboreus*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guarea glabra*, *Trophis racemosa*, *Bumelia cartilaginea* y *Coussapoa purpusii*.

2.8. Bosque de galería, bordea los arroyos y ríos no registrándose a altitudes características. En las partes altas lo componen *Alnus jorullensis*, *Alnus acuminata*, a veces mezclado con *Fraxinus uhdei*, *Ostrya virginiana*, *Carpinus tropicalis* y en las partes bajas se encuentran *Ficus* sp., *Populus guzmanantlensis*, *Salix humboldtiana* e *Inga eriocarpa*.

2.9. Vegetación secundaria, se agrupan a otras comunidades que son producto de las perturbaciones antrópicas y se encuentran en etapas tempranas de la sucesión, en las que aún no existe dominancia de componentes arbóreos adultos.

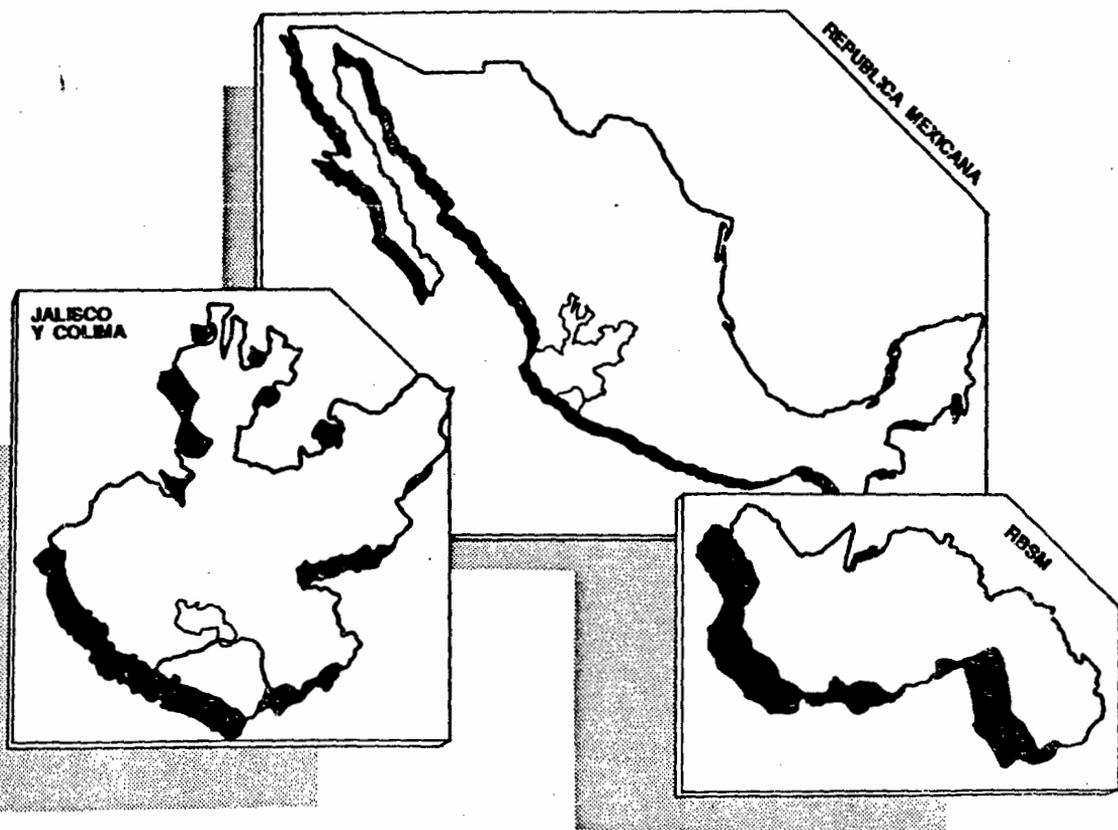


FIGURA 1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM).

V. METODOS

1. Métodos de campo

Se ubicaron dos áreas de trabajo en el piso altitudinal aproximado de 1700- 2300 msnm, las cuales representaron los dos tipos generales de sustrato geológico en el que se encuentra el BMM en la Sierra. Un área en la porción Occidente de la Sierra correspondiente a la zona núcleo Manantlán- Las Joyas (que comprende a la ECLJ y parte de las subcuencas de Cuzalapa y Manantlán), cuyo sustrato geológico está compuesto por rocas ígneas extrusivas del Terciario. La otra área en Cerro Grande, en la parte oriental de la Sierra donde el sustrato se compone de rocas calcáreas del Cretácico (Jardel P., et al., 1990).

Apoyándose con la utilización de mapas de uso del suelo escala 1:50 000 del INEGI, se hicieron recorridos para verificar la localización y características generales del BMM en las dos áreas de la Sierra ya mencionadas, donde se seleccionaron rodales de BMM que fueran característicos de las diferentes condiciones en que se encuentra este tipo de vegetación: estructura y composición florística, forma de relieve (cañadas, laderas y planos), diferente historial de perturbaciones (dosel cerrado y/o dosel con claros) y diferente exposición. Se seleccionaron rodales aparentemente maduros y bien desarrollados, evitándose sitios que aparecían como secundarios ó perturbados. Se muestrearon 12 rodales diferentes estableciendo cuadrantes de 1000 m² (50m x 20m), localizados aproximadamente en el centro del rodal y orientados en dirección de la pendiente y exposición; estos cuadrantes quedaron señalados como sitios permanentes para estudios posteriores.

Se consideraron las recomendaciones que para el estudio de la vegetación y la metodología hacen Miranda et al., (1967), Campbell (1989), Moreno G. y Olivera (1990), con sus respectivas modificaciones para este estudio.

En cada sitio de muestreo se registraron las siguientes variables (ver Anexo 1):

a) Para las condiciones del sitio: se registró la localización, altitud con un altímetro, forma de relieve, pendiente con clinómetro Haga, exposición utilizando una brújula Silva y el suelo midiendo la profundidad del humus y hojarasca usando una regla métrica metálica. Además se hizo una descripción general de las especies arbustivas y herbáceas más comunes en cada sitio.

b) Determinación de la especie: se hizo una revisión del Herbario ZEA del LNLJ, con el fin de conocer las especies arbóreas del BMM. Posteriormente se hicieron colectas en recorridos de campo y durante el levantamiento de los sitios de muestreo. Para la identificación de los ejemplares se consultó con el personal del Herbario ZEA del LNLJ. Los ejemplares colectados, que sirven de referencia para estudios posteriores en los sitios permanentes, se depositaron en el Herbario ZEA.

c) Datos del arbolado: se consideraron como árboles aquellas especies leñosas con un diámetro a la altura del pecho (d.a.p. a 1.3m de altura) igual ó mayor a 5 cm y que se encontraron dentro del cuadrante de 1000 m²; se identificó la especie, el diámetro de cada individuo con cinta diámetrica, se determinó la altura usando clinómetro Haga y se registraron observaciones sobre la clase silvícola, estado biológico y señales de daños en los mismos. Con el fin de facilitar la toma de datos se dividió el cuadrante en subcuadros de 10m x 10m (1 cuadrante de 1000m² = 10 subcuadros de 10m x 10m) (ver Anexo 2).

d) Se incluyeron como individuos del estrato arbustivo, a todos aquellos tallos con un d.a.p. menor a 5 cm y mayores a 1.3 m de altura, dentro de los cuadros de 10 m² (5.0 x 2.0 m) que sumaron 10 cuadros por sitio de muestreo, registrándose las especies.

e) Se registraron datos cualitativos de la distribución y frecuencia de las plántulas (tallos menores a 1.3m de altura) de las especies arbóreas. Por cada rodal, se tuvo como criterio darle el valor más alto, o sea 5 puntos, a la especie más abundante en cada rodal, para luego seguir en orden decreciente, por ejemplo otra especie constante en el mismo sitio, más sin embargo no tan predominante como la primera tuvo 4 puntos, y así sucesivamente hasta llegar a 1 punto; de este modo obtenemos cuales son las especies que más comúnmente se les encuentra regenerando en cada rodal.

f) Se anotaron los indicadores de factores de perturbación naturales para obtener la siguiente información: número de árboles derribados por viento, número de árboles muertos en pie, número de árboles desramados o con punta quebrada, árboles tirados por deslaves y el porcentaje de claros en el dosel; este último se estimó mediante observación directa de la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular del claro, se tomó como base la superficie de los cuadros

de 10m x 10 m, para la delimitación del tamaño de los claros (Hubbell & Foster, 1983; citado por Campbell, 1989), finalmente se obtuvo una sumatoria ó porcentaje total de claros por sitio de muestreo (véase Anexo 2).

g) La información sobre el historial de manejo de cada sitio se obtuvo, primero, en base a la observación de señales de daño al arbolado: como la explotación forestal, siendo un indicador la presencia de tocones (número, diámetro y especie cuando fue posible) y la presencia de marcas de carbón en la corteza como referencia de registro de incendio; se indicó el grado de intensidad de pastoreo y erosión. Una segunda manera de complementar la información fué através de entrevistas con informantes locales.

2. Métodos de análisis

Para el análisis de los parámetros fitosociológicos-estructurales de la comunidad se estimaron de la siguiente manera:

2.1. Se obtuvo la composición florística, según las especies reportadas en todos los rodales, de lo que se derivó la riqueza de especies por rodal; la abundancia absoluta (número de tallos de la especie A), la abundancia relativa (número de tallos de la especie A dividido por el número total de tallos en el rodal) y la frecuencia relativa por especie (el número de rodales que contienen a la especie A dividido por el número total de rodales por 100) (Campbell, 1989). Se calculó el Índice de Diversidad y Equitabilidad de Shannon-Wiener (Whittaker, 1975; Hair, 1987).

2.2. Para la estructura de la comunidad se estimó la densidad promedio por especie (la abundancia absoluta promedio de la especie A referida a 1000m^2). Se calculó el área basal ($\text{m}^2/1000\text{m}^2$) y se consideró como valor de dominancia por especie (Matteucci y Colma, 1982).

Se mapearon todos los árboles a escala, de cada uno de los sitios, sobre papel milimétrico para obtener un croquis característico de las especies del lugar. Apoyándose en la información de la estructura y la pendiente, se tomó como base el croquis mencionado, y se dibujaron perfiles diagramáticos de la vegetación por cada rodal, representando los 1000m^2 de superficie de cada cuadrante (Whittaker, 1975; Krebs, 1978; Reyes, G. y Breceda S., 1985).

Para la clasificación de los rodales muestreados y la búsqueda de relaciones de asociación entre las especies se utilizaron dos métodos: asociación y análisis de conglomerados.

Se elaboró una matriz de presencia-ausencia de las especies que tuvieron una frecuencia relativa mayor ó igual a 25% (29 especies); esta selección de especies permitió disminuir el margen de error que implica el considerar a numerosas especies con una baja frecuencia de aparición. El análisis de la matriz de datos, fué facilitado por la utilización del programa de computación SPASSOC.BAS (Ludwig & Reynolds, 1988), el cual nos proporcionó resultados de la χ^2 , el Coeficiente de Asociación (V) y el Índice de Asociación de especies de Jaccard.

La matriz de datos tuvo un arreglo rectangular, en el que los renglones representaron a las especies y las columnas a los rodales; de tal manera que las especies siguieron un orden alfabético por familia. Esto significa que se obtuvo una tabla de contingencia entre la especie 1 y cada una de las 28 especies restantes (es decir, una tabla por cada par de especies), entre la especie 2 y las 27 especies restantes, entre la especie 3 y las 26 restantes, y así sucesivamente.

Este programa está basado en el método tradicional del uso de la tabla de contingencia de 2 x 2 (Krebs, 1978):

		Especie B		
		Presente	Ausente	
Especie A	Presente	a	b	a + b
	Ausente	c	d	c + d
		a + c	b + d	

que consiste en tomar el conjunto de muestras (rodales) y contar el número veces que ocurre la especie A pero no la B, los rodales donde ocurre B pero no A, el número de rodales donde aparecen ambas y el número de rodales donde no se encuentran ninguna de las dos especies.

A cada una de estas relaciones de contingencia (par de especies) se les aplicó la prueba estadística de χ^2 :

$$\chi^2 = n (ad-bc)^2 / (a+b)(c+d)(a+c)(b+d)$$

esta ecuación evaluó si la presencia de dos especies es independiente ó no.

Para el cálculo de χ^2 , el programa de computadora denota una aclaración que dice: "si cualquiera de las especies está presente o ausente en todos los rodales, ésta será considerada indeterminante no pudiendose computar el valor de χ^2 ".

También a partir de la tabla de contingencia entre pares de especies, se estimó la magnitud de asociación entre las especies, mediante el Coeficiente de Asociación $(V) = (ad-bc)/[(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)]^{1/2}$ (Krebs, 1978), este coeficiente varía de -1 a +1, y es 0 cuando no hay asociación, siendo: $V > 0$ asociación positiva, $V < 0$ asociación negativa.

Asimismo, en el índice de similitud de especies (ó el Coeficiente de Comunidad) de Jaccard, se tomó en cuenta la relación entre el número de especies comunes y el total de especies encontradas en las dos muestras que se comparan: $CC_{1,2} = a/(a+b+c)$ (Matteucci & Colma, 1982), este índice varía de 0 a 1, siendo 0 cuando no hay relación y 1 cuando existe el mayor grado de relación entre las especies.

Se realizó la clasificación de los rodales por análisis de conglomerados, que consistió en agruparlos según sus características, en este caso se buscó encontrar semejanzas entre los rodales de acuerdo a la presencia- ausencia, la abundancia y el área basal de las especies que ellos presentan.

Se realizaron tres matrices de números considerando a las especies que presentaron una frecuencia relativa mayor ó igual al 25%, la primera con atributos binarios de presencia-ausencia, la segunda con datos de la abundancia absoluta y la tercera con valores absolutos del área basal de las especies que componen a los doce rodales.

Como método de agrupamiento a cada matriz de números, se le aplicó el análisis de conglomerados dentro del programa de computación CLUSTER.BAS (Ludwig y Reynolds, 1988), con las siguientes especificaciones:

a) Para la matriz con datos de presencia-ausencia se utilizó el índice de porcentaje de Disimilitud con estrategia de agrupamiento centroide no ponderado.

b) A la matriz con números de abundancia se le aplicó el índice de Distancia Euclidiana con estrategia de agrupamiento centroide ponderado.

c) La matriz con valores de área basal fué tratada con el índice de Distancia Absoluta usando la estrategia centroide ponderado.

Con la aplicación de las tres pruebas anteriores, se pretendió obtener resultados consistentes que nos permitieran inferir las características de este tipo de vegetación.

Para la ordenación de los rodales y de las especies, se utilizó una matriz de datos de la abundancia absoluta de las especies, que tuvieron una frecuencia relativa mayor ó igual al 33.3% de ocurrencia para todos los rodales. Para el análisis de éstos datos se aplicó el programa de computación PCA.BAS (Análisis de componentes principales), incluido dentro del paquete de ecología estadística de Ludwig y Reynolds (1988). En general ésta técnica consistió, en la transformación de la matriz de datos a un nuevo conjunto de variables no correlacionadas entre sí, llamadas componentes principales, éstos componentes son combinaciones lineales que se calcularon apartir del análisis de raíces (varianza explicada por cada eje) y vectores característicos (coeficiente asignado a las muestras ó especies) de la matriz de datos. Con lo cual se obtuvo una reducción de dimensiones, dando como resultado valores comprendidos en dos componentes principales, que se establecieron como puntos ó coordenadas en un gráfico.

Para la comparación de la composición florística del estrato arbóreo entre las diversas comunidades de BMM que han sido estudiadas en nuestro país, se aplicó el Índice de Similitud de Sørensen (a nivel de géneros), en el cual la similitud entre dos comunidades es: $IS = 2c/(a + b)$ (Whittaker, 1975).

Relacionando la base datos obtenida de la estructura, composición florística y la influencia de factores de perturbación en los rodales de BMM muestreados, con las bases teóricas sobre la sucesión forestal y otros estudios sobre dinámica sucesional se hicieron inferencias generales acerca de la dinámica sucesional de los rodales de BMM (Jardel, 1986; Jardel P. y Sánchez-Velásquez, 1989 y Jardel P., 1991).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1: Descripción de los sitios de estudio

Se obtuvo información de 12 rodales, 9 en la porción occidental de la Sierra y 3 en la parte oriental de Cerro Grande (fig. 2), distribuidos entre los 1700 y los 2300 m. La geoforma predominante fué ladera, con pendientes en un rango entre 21 a 95 % de inclinación, en exposiciones N, NE, NW, W, S y SW. En los sitios donde se situaron los rodales, se reconocieron básicamente cuatro clases de geoforma:

- a) Ladera alta, para los rodales 1, 2, 8, 11 y 12.
- b) Ladera baja (ó plano inclinado), en los rodales 3, 4 y 7.
- c) Cañada, se localizaron a los rodales 5, 6 y 9.
- d) Dólina, solo en el rodal 10.

Como un elemento más de comparación entre los diferentes rodales, se obtuvieron dos mediciones características de la superficie del suelo: la profundidad promedio en la hojarasca fué de 3.8 ± 1.8 cm y la profundidad promedio del humus fué 21 ± 6.3 mm. En el cuadro 1 se resumen estas características descriptivas para cada rodal.

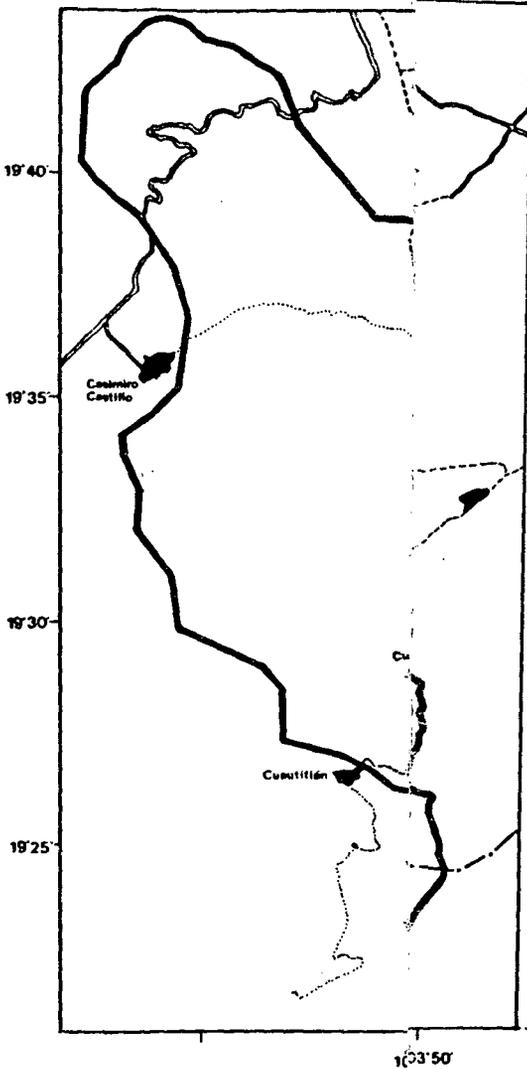
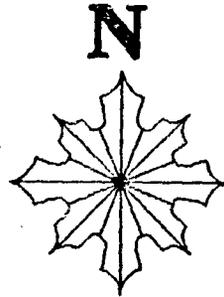
Cuadro 1. Características descriptivas de los sitios de muestreo.

No.	LOCALIDAD	ALTITUD	VERTIENTE	EXP.	AZIMUT	PENDIENTE	HOJARASCA	HUMUS
		m.s.n.m.			°N	%	cm	mm
1	San Campús	2100	N	W	264	28	1.6	15
2	P. del Escobedo	2050	S	W	262	49	1.6	12
3	El Chaparral	2000	N	N	322	28	1.5	14
4	El Triguito	1930	N	NE	44	32	8.1	22
5	El Laurelito "A"	1850	S	NW	309	95	4.3	19
6	Quince Ocoles	1850	S	SW	220	84	3.6	18
7	C. La Moza	1850	N	N	350	21	5.1	14
8	E. de los Toros	2100	N	N	20	32	3.6	28
9	El Laurelito "B"	1730	S	W	290	65	5.0	23
10	El Terrero I	2100	SW	S	210	40	3.7	22
11	El Terrero II	2300	SW	W	264	30	4.3	31
12	El Terrero III	2150	SW	SW	238	31	3.3	29

RBSM

RODALES DE BMM

1. San campús
2. Pto. del Escobedo
3. El Chaparral
4. El Triguito
5. El Laurelito "a"
6. Quince Ocotes
7. C. La Moza
8. E. de los Toros
9. El Laurelito "b"
10. El Terrero I
11. El Terrero II
12. El Terrero III



FIG

2. Composición de especies y diversidad del estrato arbóreo

2.1. Composición y Frecuencia

Se encontraron 69 especies incluídas dentro de 40 familias (cuadro 2), de las cuales nueve especies quedaron pendientes por identificar, encontrándose una a nivel de familia, cinco a nivel de género y tres desconocidas; tal circunstancia se presentó por tener solamente colecta de especímenes estériles de dichas especies, debiendo esperar la obtención de material fértil para su posterior identificación.

Las familias con mayor número de especies son *Fagaceae* con 7, *Compositae* con 4, *Euphorbiaceae*, *Lauraceae*, *Myrsinaceae* y *Theaceae* con 3 cada una. Las siguientes familias están compuestas por 2 especies cada una: *Araliaceae*, *Betulaceae*, *Celastraceae*, *Cornaceae*, *Flacourtiaceae*, *Melastomataceae*, *Meliaceae*, *Myrtaceae* y *Rosaceae* (véase Apéndice A). Las especies con frecuencia de aparición mayor al 50% son: *Dendropanax arboreus*, *Clethra hartwegii*, *Carpinus tropicalis*, *Zinowiewia concinna*, *Cinnamomum pachypodum*, *Styrax argenteus*, *Symplocos prionophylla*, *Cornus disciflora* y *Persea hintonii*. Entre estas destaca *D. arboreus* con la frecuencia más alta, de 91.7%, con ocurrencia en 11 rodales (cuadro 2). En contraposición aparecieron 29 especies con frecuencia relativa menor al 10%, representando más de la tercera parte del total de especies registradas en este estudio, este patrón común de la distribución de frecuencias de individuos agrupados se expresa dentro del gráfico decreciente de la figura 3, en la cual los valores mayores son representados por frecuencias menores, mientras que las frecuencias altas son de los valores más bajos. Las especies menos frecuentes son *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Berberis* sp., *Guarea glabra*, *Hasseltiopsis dioica*, *Juglans major* var. *glabrata*, *Photinia* sp., *Podocarpus reichei* y *Saurauia serrata*.

El encuentro de *Acer saccharum* ssp. *skutchii* como nuevo registro para la región occidente del país, es interesante desde el punto de vista biogeográfico, ya que esta subespecie solo se encontraba reportada para Guatemala (Rehder, 1928) y Tamaulipas (Puig et al. 1987). Asimismo, la Sierra se encuentra entre los pocos lugares con áreas muy localizadas de *Matudaea trinervia*, *Berberis* sp., *Photinia* sp. y *Podocarpus reichei*. Aunado a lo anterior, es importante señalar la presencia de especies exclusivas para el área de Cerro Grande como *Oreopanax xalapensis*, *Cornus excelsa*, *Quercus laurina*, *Q. rugosa* y *Q. vicentensis*.

De manera sintetizada en el cuadro 4 se indica la riqueza de especies en cada rodal, y en forma particular se aprecia la composición florística en las figuras 4 a-l.

2.2. Abundancia

En total se tomaron mediciones de 848 árboles, representados en una superficie de 12 000 m² muestrados.

Asimismo es notable señalar el patrón de distribución de la abundancia absoluta de éstas especies, en el que se distingue a *D. arboreus* como la única especie con una distribución regular en todos los rodales. Se hallaron siete especies con tendencia a la distribución agregada, pues estuvieron representadas al menos por 18 tallos en alguno de los rodales, es decir el 34.2% de la densidad total de tallos para este estudio. Se puede mencionar el caso de *Abies religiosa* var. *emarginata* que reunió el 96% del total de sus tallos en un solo rodal. En situaciones similares se encontraron también a *Zinowiewia concinna*, *Clethra hartwegii*, *Matudaea trinervia*, *Cinnamomum pachypodum*, *Ilex brandegeana* y *Ternstroemia lineata*.

Las especies con mayor densidad promedio de tallos en 1000 m², son aquellas que presentaron más de 2 tallos en promedio para todos los rodales, registrándose como tales a *Ilex brandegeana*, *D. arboreus*, *Carpinus tropicalis*, *Z. concinna*, *C. hartwegii*, *M. trinervia*, *C. pachypodum*, *A. religiosa* var. *emarginata*, *Styrax argenteus*, *Symplocarpon purpusii* y *T. lineata* (cuadro 2).

En cuanto a la repartición de las especies en los rodales (fig. 4), es importante destacar la abundancia relativa de algunas como *D. arboreus* y *C. tropicalis* ambas representaron el 45% de los tallos en el rodal 1 y el 36% del total de tallos para el rodal 2 (*D. arboreus* abunda en el primero y *C. tropicalis* en el segundo, respectivamente). *Z. concinna* y *C. pachypodum* abundaron en igual proporción en el rodal 3, constituyendo entre las dos el 66% del total de tallos. *Euphorbia schlechtendalii* y *Parathesis villosa* tuvieron la mayor abundancia en el rodal 4 con un 26% del total. *Mabea occidentalis* con 13%, *M. trinervia* con 47%, *A. religiosa* var. *emarginata* con 36%, *Inga hirtunii* con 20% y *Ternstroemia lineata* ssp. *lineata* con 44%, resultaron tener individualmente la mayor abundancia relativas para los rodales 5, 6, 8, 9 y 11, respectivamente. En el rodal 7, el 65% de los tallos se repartieron entre *Magnolia iltisiana*, *Symplocarpon purpusii*, *D. arboreus*, *A. saccharum* ssp. *skutchii* y *Z. concinna* como las más abundantes. En el rodal 10 abundaron *Ilex brandegeana* con el 48% y *T. lineata* con el 23% del total de los tallos, formando el 71% de los tallos para el rodal. *T. lineata* y *C. hartwegii* se repartieron el 61% de los árboles en el rodal 11. Finalmente el rodal 12 tiene a *Z. concinna* y *T. lineata* con el 55% de los tallos (34% y 21%, respectivamente). Ver figuras 4.

2.3. Dominancia

El valor de área basal de las especies es referido por Matteucci y Colma (1982) como un índice de dominancia, por lo cual este parámetro fué utilizado como sugieren los autores. *Zinowiewia concinna* tuvo el valor más alto con $0.506 \text{ m}^2/1000 \text{ m}^2$ en promedio (cuadro 3). El comportamiento de la distribución del área basal de las especies dominantes, demuestra que son los grandes árboles quienes hacen la mayor aportación en este valor, como puede observarse en la mayoría de las especies con valores en área basal mayor a $0.200 \text{ m}^2/1000 \text{ m}^2$ (cuadro 3); aunque se encuentra una excepción con los árboles de *D. arboreus* que no suelen tener grandes tamaños, sin embargo se ve compensado por el alto número de individuos de esta especie presentes.

El dominio en el arbolado de gran tamaño por parte de ciertas especies, es expresado en el valor promedio del área basal por tallo en $\text{m}^2/1000 \text{ m}^2$ (fig. 5), donde se muestra a *Fraxinus uhdei* con $0.867 \pm 0.95 \text{ m}^2/1000 \text{ m}^2$, como el valor más alto alcanzado con solo dos tallos, siendo uno de estos el árbol más grande registrado en este trabajo con 54 m de altura y 140 cm de d.a.p.; en segundo término se halló a *Juglans major* var. *glabrata* con un valor muy cercano al anterior y también con un solo tallo.

2.4 Diversidad

Los valores de diversidad calculados según el Índice de Shannon-Wiener oscilan en el rango de 1.7 a 2.8 para el conjunto de especies por rodal y 3.46 para todos los rodales combinados. Se destaca primeramente que el rodal 5 posee el valor más alto de diversidad, seguido cercanamente por el rodal 9, mientras que los rodales 3, 10 y 11 presentaron los valores más bajos. La equitabilidad obtenida refleja valores de mayor a menor distribución de los individuos entre las especies, situando los rodales 2, 4 y 7 con valores máximos y similares (mayor repartición), le siguen los rodales 5 y 9 con valores idénticos entre sí, y en contraste los rodales 10 y 11 con la menor equitabilidad (cuadro 4).

Considerando la riqueza de especies, se observó una disminución de este factor con respecto al incremento en altitud (fig. 6). El análisis de regresión muestra que el incremento en el número de especies es inversamente proporcional al incremento registrado en altitud y se expresa en la siguiente ecuación: $Y = 47.88 + (-0.0161417)X$, donde Y es igual al número de especies y X a la altitud. Con un r^2 (Coeficiente de determinación) igual a 0.442, y un error estándar de $b = 0.006$, $gl = 10$. Se realizaron dos pruebas de significancia estadística, t -Student = -2.492 y $F = 6.45$, confirmando ambas ser significativas para la relación.

2.5. Síntesis de las características de los rodales

Los 12 rodales muestreados contienen una densidad promedio de 70.6 ± 27.8 tallos en 1000 m^2 , de los cuales el 44.6% estuvieron en el sotobosque, cerca del 30.8% en la clase intermedia y el 24.5% en el dosel.

Para mejor apreciación se condensaron en el cuadro 4 algunos parámetros estructurales del arbolado, en el que se observaron diferencias que caracterizan a cada rodal:

- a) El rodal con mayor número de árboles es el 11 con 121 tallos/ 1000 m^2 .
- b) Los rodales 3 y 4 obtuvieron valores relativamente altos en área basal con 8.42 y $8.29 \text{ m}^2/1000 \text{ m}^2$, respectivamente.
- c) La altura máxima del dosel se encontró en los rodales 4 y 6, donde alcanzó 31.4 m en promedio.
- d) Los rodales con el mayor número de familias fueron el 6 y el 9, ambos con 19. Los rodales 3, 10 y 11 presentaron el menor número (10 familias).
- e) Los valores máximos de riqueza específica e índice de diversidad (ID) los tuvo el rodal 5, con 23 y 2.81, respectivamente. Los valores más bajos fueron para el rodal 3 con 10 especies y un ID de 1.7.

Como se puede apreciar en los cuadros 2 y 4 existe bastante heterogeneidad en la composición florística y estructura de los rodales.

2.6. Comparación con otros bosques

Comparando los atributos estructurales del arbolado de este bosque mesófilo con los valores que se han reportado en otros trabajos que usaron el mismo límite inferior de tamaño de las plantas medidas (5 cm d.a.p.), se considera que es un bosque denso con una altura entre mediana y alta. El valor promedio en área basal obtenido para los 12 rodales fue $5.6 \pm 1.52 \text{ m}^2/1000 \text{ m}^2$ (cuadro 4), siendo alta incluso para aquellas que corresponden al intervalo de valores indicado en estudios de otras formaciones vegetales (véase cuadro 5). En cuanto a la diversidad, ésta es intermedia respecto a otros bosques mesófilos, lo que muy probablemente aumentaría si se considera una unidad de muestreo mayor (la unidad de muestreo aquí utilizada puede estar mostrándonos una subestimación). En general, se observa

que el rango de diversidad presente en este bosque mesófilo es intermedio entre los índices calculados para los bosques templados y tropicales, y más cercano a los primeros que a los segundos.

En la comparación florística llevada a cabo entre el BMM de la Sierra y cuatro diferentes localidades de BMM en el país (cuadro 6), se observó que los diferentes bosques muestran una composición de géneros bastante heterogénea, sin embargo en cuanto a relación porcentual de similitud, les son comunes más de la tercera parte de los géneros presentados en este estudio. Entre los géneros que fueron comunes al menos para cuatro localidades son: *Ilex*, *Saurauia*, *Dendropanax*, *Oreopanax*, *Clethra*, *Cornus*, *Quercus*, *Eugenia*, *Rhamnus*, *Styrax*, *Symplocos* y *Ternstroemia*.

Aún cuando estos resultados nos dan una aproximación de las relaciones florísticas entre las comunidades mencionadas, dichas relaciones dependen de la consideración de algunos factores como la extensión y detalle de éstos trabajos (listas florísticas completas) y de la distribución fitogeográfica y altitudinal de los taxa.

2.7. Discusión

Frecuencia

La restringida distribución que mostraron las especies con frecuencia relativa menor al 10%, puede explicarse por medio de tres factores:

a) La presencia de ciertas especies implica un factor de rareza relacionado al posible origen geográfico de las especies, como son *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Berberis* sp., *Photinia* sp., *Podocarpus reichei*, entre otras. El caso de *A. saccharum* ssp. *skutchii*, como especie holártica posee una distribución excepcional para ésta latitud, pues además de la pequeña población registrada en este estudio, sólo ha sido reportada en dos localidades más El Cielo, Tamaulipas y Guatemala. Por otro lado, *P. reichei* es una especie de origen andino, que encuentra en ésta Sierra su límite de distribución más al Norte para la vertiente occidental del país.

b) Especies de afinidad tropical como *Saurauia serrata*, *Mabea occidentalis*, *Hasseltiopsis dioica*, *Guarea glabra*, *Synardisia venosa*, entre otras, se mostraron escasas debido a que en éstos rodales encontraron su límite altitudinal superior de distribución, cuestión que posiblemente cambiaría si se muestrearan rodales de BMM en altitudes más bajas.

c) En forma selectiva especies como *Fraxinus uhdei* y *Juglans major* var. *glabrata* sufrieron una fuerte explotación forestal para la extracción de sus preciadas maderas (Jardel, 1990; 1991), por lo que podemos considerar que éste factor de perturbación fué lo que particularmente redujo las poblaciones de éstas especies.

Con los resultados obtenidos de la composición y la abundancia, es interesante señalar que la distribución y variabilidad que han tenido las diferentes especies en los rodales, se debió al hecho de que ciertas especies hayan aparecido con numerosos tallos en uno ó dos rodales, pero no en todos, lo que sugiere que existe algún tipo de agregación y una relación con el historial del rodal y la sucesión (véase más adelante).

Dominancia

Se observó una relación entre los valores de área basal y el número de árboles por rodal (cuadro 4), que nos dió una idea de la edad en que se encuentran los rodales. Así, podemos interpretar que los rodales 1, 2, 3 y 4 pertenecen a bosques maduros, pues estos tienen pocos tallos y con valores altos en área basal, tratándose entonces de rodales con arbolado de gran tamaño, se considera que los árboles más grandes tienen mayor edad. Por el contrario, rodales como el 5, 9, 10, 11 y 12 corresponderían a bosque jóvenes, pues presentan numerosos tallos y con bajos valores en área basal (diámetros pequeños con respecto a los primeros). Podríamos decir que los rodales 6, 7 y 8 se encuentran en etapas intermedias, debido a que los valores en área basal y número de tallos no tienden hacia ninguno de los extremos encontrados.

El alto valor promedio obtenido en área basal para éste estudio, fué aportado por tallos de gran tamaño remanentes de la extracción forestal por corta selectiva (Jardel, 1991), como *Fraxinus uhdei*, *Juglans major* var. *glabrata*, *Tilia mexicana*, *Magnolia iltisiana*, *Quercus salicifolia* y *Q. xalapensis*.

En sí, se consideraron como especies dominantes a *Zinowiewia concinna*, *Q. salicifolia*, *Clethra hartwegii*, *Carpinus tropicalis*, *Cornus disciflora*, *Ilex brandegeana*, *M. iltisiana*, *Q. candicans* y *Dendropanax arboreus*, las cuales presentaron los valores más altos en área basal en dependencia de la frecuencia relativa y la abundancia absoluta que representaron en los diferentes rodales.

Aunque, por otro lado hubieron especies que no se incluyen en ninguna de las dos categorías antes mencionadas como son: *Matudaea trinervia* y *Abies religiosa* var. *emarginata* las cuales mostraron una marcada dominancia en los rodales 6 y 8, debido a su casi exclusiva distribución en éstos rodales y a la alta concentración de tallos en los mismos.

Diversidad

Los valores de diversidad presentados para cada rodal dependieron en gran medida de la abundancia relativa de las especies, puesto que se presentaron altos porcentajes de los tallos repartidos entre una ó dos especies, en sí esto se denota en los bajos valores de equitabilidad ya expresados en los rodales 3, 6, 8, 10, 11 y 12.

Por otra parte, el patrón de diversidad observado es común a otros tipos de vegetación, el cual ha sido demostrado por Gentry (1988), quien realizó comparaciones de la riqueza de especies de diferentes bosques, registrando una tendencia al cambio de la composición florística y la diversidad sobre todo de los bosques neotropicales en relación a gradientes ambientales, encontrando una correlación lineal inversa entre la disminución de la diversidad y el aumento en la altitud.

3. Clasificación y Ordenación de los rodales

3.1. Patrones de asociación de las especies

Los valores obtenidos en las pruebas de χ^2 entre pares de especies se compararon con el valor de tabla de χ^2 con un grado de libertad y 95% de confianza, resultando ser el valor crítico de 3.84 (Krebs, 1978; Ludwig & Reynolds, 1988), donde sí:

$\chi^2 < 3.84$, se acepta la hipótesis de la distribución independiente y se deduce que no hay asociación

$\chi^2 > 3.84$, se rechaza la hipótesis de la distribución independiente y se infiere que existe algún grado de asociación

La evaluación de la asociación de especies se muestra en el cuadro 7, donde los 45 pares de especies representaron el 89.6% del total de las especies consideradas para esta prueba. Se optó por enlistar solamente las asociaciones positivas, ya que de no ser así tendríamos una lista de 841 pares de especies (incluyendo asociaciones negativas).

Se observó que las parejas de especies que tienen los valores más altos de χ^2 e índice de Jaccard, estuvieron involucradas *Oreopanax xalapensis*, *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Temstroemia lineata*; aunque con menor grado de asociación *Garrya laurifolia* tiende a estar asociada por igual a las cuatro especies antes mencionadas. Estas especies caracterizan los rodales de Cerro Grande.

La pareja formada por *Ostrya virginiana* y *Symplococarpon purpusii*, ocupó el segundo valor en grado de asociación, hecho relacionado a que ambas especies coinciden en los rodales 4, 5, 6 y 7.

Algo evidente para este análisis es que los pares de especies señalados con asterisco en el cuadro 7, muestran una asociación positiva según el coeficiente de asociación (V) y un grado de asociación de Jaccard (I.J.) por arriba del valor medio considerado como válido; más al seguir estrictamente la prueba de χ^2 , presentaron valores menores a 3.84 que los indica como pares de especies independientes, cuestión que supone una contradicción.

Esto se resolvió al retomar la nota aclaratoria sobre las especies indeterminantes (véase, metodología), pues son *Dendropanax arboreus*, *Clethra hartwegii*, *Zinowiewia concinna* y *Carpinus tropicalis* las especies más frecuentes para todos los rodales. El caso particular entre *D. arboreus* y *C. hartwegii* con un 91.6% y 66.6% de frecuencia relativa respectivamente para la totalidad de los rodales (cuadro 2), lo cual se derivó en un alto valor para el Índice de Jaccard.

La clasificación de los rodales mediante el I, de Jaccard, se obtuvo en el dendrograma de la figura 7, que nos permitió reconocer las siguientes asociaciones:

a) En el primer grupo los rodales 10, 11 y 12 se caracterizan por poseer el máximo grado de asociación interna y ser homogéneos en la presencia de *O. xalapensis*, *Q. candicans*, *Q. laurina* y *T. lineata*. A su vez se dividen en asociaciones de menor jerarquía con *Garrya laurifolia-Ilex brandegeana* (Rodal 10) y *G. laurifolia-Viburnum hartwegii* (Rodal 11).

b) El grupo 2 lo componen los 9 rodales restantes, la asociación entre *S. purpusii* y *O. virginiana* definió a las asociaciones de menor jerarquía, como sigue:

Los rodales 1, 2 y 8 se caracterizaron por la presencia de *Parathesis villosa*. Los rodales 3, 4, 7 y 9 coincidieron con la presencia de *Persea hintonii*, no así con los rodales 5 y 6.

3.2. Análisis de conglomerados

a) Grupos de presencia-ausencia

La figura 8 indica las relaciones de similitud florística entre los rodales analizados; todos son homogéneos en la presencia de *D. arboreus*. En el primer grupo quedaron clasificados los rodales 10, 11 y 12, que se distinguen por su alta similaridad interna y por ser disímil respecto al resto de los rodales, pues no comparten con estos por lo menos 10 especies; esto se relaciona con la diferencia en sustrato geológico entre la parte central de la Sierra de Manantlán y Cerro Grande. Entre las especies importantes que marcan este grupo son *Q. candicans*, *Q. laurina* y *T. lineata*. A su vez los rodales 10 y 11 son similares entre sí.

En el grupo 2 quedaron incluidos la mayoría de los rodales del 1 al 9, localizados dentro del área de Manantlán. Por su constancia, a este grupo corresponden *Carpinus tropicalis*, *Cornus disciflora*, *Persea hintonii*, *Symplocarpon purpusii*, *Solanum* sp. y *Cinnamomum pachypodium*. Se observó que los rodales difieren en pocas especies, notándose la afinidad entre rodales probablemente relacionada al factor de la altitud: este conjunto de rodales se dividió en tres subgrupos más o menos definidos:

Rodales "Altos" entre los 2000 y 2100 msnm, se encuentran los rodales 1, 2 y 8. Además de las especies ya mencionadas, les caracteriza la presencia de *Xylosma flexuosum*, *Solanum* sp., *C. disciflora* y *Parathesis villosa*.

La afinidad entre los rodales 1 y 2 está dada por la presencia de *Zinowiewia concinna* y *Styrax argenteus*, ausentes en el rodal 8.

Entre los rodales 2 y 8, la afinidad está determinada por *E. schlechtendalii*, *P. villosa* y *A. religiosa* var. *emarginata*.

Rodales "Intermedios", van de 1850 a 2000 msnm. Están integrados los rodales 3, 4 y 7, que presentan similar exposición (tendencia a exposición N) y pendientes suaves (21, 28 y 32%, respectivamente). Se encuentra determinado por *Magnolia iltisiana*, este grupo se considera representativo de BMM del área Las Joyas (ECLJ).

Los rodales 3 y 4 son afines por la presencia de *Conostegia volcanalis*.

Entre el 4 y el 7, la presencia de *Q. salicifolia*, *P. hintonii*, *S. purpusii* y *Tilia mexicana*, es común.

Los rodales "Bajos", con altitudes entre 1700 a 1850 msnm, está conformado por los rodales 5, 6 y 9. Se localizan dentro de cañadas con pendientes abruptas, que convergen a la exposición Sur. Al grupo en general lo define *Sebastiania jaliscensis*, aunque 5 y 9 poseen mayor afinidad con *Q. salicifolia*, *Clusia salvinii*, *Trichilia havanensis*, *Trophis racemosa* y *Rondeletia amoena*; mientras que los rodales 6 y 9 comparten la presencia de *Matudaea trinervia* e *Inga hintonii*.

Como observación el rodal 5 podría pasar como un rodal "intermedio" por presentar 10 especies afines a este grupo y por situarse en el rango altitudinal del mismo.

b) Grupos de abundancia

La distribución en grupos de abundancia es muy semejante a la distribución que siguen los grupos de presencia-ausencia, sin embargo hay una variable más a considerar para la formación de grupos cómo es el número de individuos de las especies. En esta prueba se distinguieron seis agrupaciones:

El primer grupo fusiona a los rodales 1 y 2 como los más similares, ambos situados en el piso altitudinal y exposición semejante; las especies que lo determinan son *D. arboreus*, *C. tropicalis*, *Z. concinna*, *C. disciflora*, *P. hintonii*, *Solanum* sp. y *X. flexuosum*.

En el segundo grupo están los rodales 4 y 7, con tendencia a exposición N y altitud intermedia, además se sitúan en la misma cuenca fisiográfica. El grupo está definido por *S. purpusii*, *T. mexicana*, *P. hintonii*, *Q. virginiana*, *D. arboreus* y *M. iltisiana*.

Dentro del tercer grupo coinciden los rodales 5 y 9, con características descriptivas del sitio muy parecidas. Las especies que lo marcan son: *S. jaliscensis*, *Q. salicifolia*, *C. salvinii*, *C. pachypodum*, *C. hartwegii*, *S. purpusii* y *R. amoena*.

Los rodales 3 y 8 forman el cuarto grupo, localizados con igual exposición y altitud, y pendiente similar (cuadro 1); siendo *Q. xalapensis*, *C. pachypodum* y *Z. concinna* quienes marcan la agrupación.

El caso del rodal 6 constituye un grupo aparte, el quinto, debido a la alta abundancia de *M. trinervia* con 30 tallos, y por la presencia exclusiva de *P. reichei* y *Rhamnus* sp., con 5 y 4 tallos respectivamente.

El sexto grupo lo componen los rodales 10, 11 y 12, con las mismas características de la clasificación anterior. El grupo está determinado por *Ilex brandegeana*, *Oreopanax xalapensis*, *Q. candicans*, *Q. laurina*, *Garrya laurifolia*, *S. argenteus* y

Ternstroemia lineata; esta última especie aparece como la más abundante en forma global para el grupo y de manera particular *I. brandegeana* y *T. lineata* para el rodal 10, *T. lineata* y *C. hartwegii* para el 11, y *Z. concinna* y *T. lineata* en el 12.

c) Grupos de área basal

Se observó que en esta clasificación existe una estrecha relación entre el valor de área basal y el número de árboles por rodal con la composición florística de los mismos. La relación que se obtuvo es la siguiente:

GRUPOS	RODALES	AREA BASAL	No. DETALLOS
1	1 y 2	5.81 y 4.55	36 y 30
2	5 y 9	3.18 y 4.5	85 y 82
3	7	5.94	60
4	10, 11 y 12	4.96, 6.48 y 4.86	92, 121 y 109
5	6 y 8	5.03 y 5.29	64 y 64
6	3 y 4	8.42 y 8.29	54 y 51

Los grupos 1, 2 y 4 son consistentes con las dos pruebas anteriores, permitiendo distinguir a estos rodales como agrupaciones claramente definidas.

El rodal 7 forma un grupo aparte a diferencia de las pruebas anteriores en el que suele estar fusionado al rodal 4.

El grupo 5 incluye a los rodales 6 y 8, si bien no coinciden en cuanto a composición florística ni en abundancia de las especies en las otras pruebas, aquí es posible que logren su afinidad por la influencia determinante en densidad y área basal de los tallos que ocasiona *M. trinervia* y *A. religiosa* var. *emarginata* respectivamente.

El grupo 6, formado por los rodales 3 y 4, constituye la agrupación más disimil respecto al resto de los rodales por poseer los valores más altos en área basal.

3.3. Ordenación

La figura 9 presenta la formación de grupos de rodales en función a la altitud y la pendiente, que coincide con los resultados de la clasificación y con la figura 10, resultado de un análisis de componentes principales. La agrupación de los rodales corresponde a dos gradientes ambientales: el eje vertical del gráfico nos indica un gradiente altitudinal y el eje horizontal, a un gradiente topográfico. También se encontraron a ciertos rodales, formando grupos más ó menos definidos.

El límite I, incluyó a rodales que se localizaron a elevaciones mayores ó iguales a 2050 msnm y en laderas altas, además se encontró que los rodales 1, 2 y 8 por un lado y los rodales 10, 11 y 12 por otro, tienden a agruparse.

El límite II comprendió a los rodales 3, 4 y 7, con topografía en plano inclinado y altitudes mayores ó iguales a 1850 msnm.

Los rodales 5, 6 y 9 se presentaron en el límite III, con altitudes menores ó iguales a 1850 msnm y que estuvieron asentados en cañadas.

Por otro lado la configuración expresada en la figura 11, no es del todo clara como para establecer delimitaciones ó correspondencias entre las posiciones relativas de las especies y los factores ambientales, como sería el objetivo de ésta técnica; sin embargo ante el amplio rango de distribución de ciertas especies como *Dendropanax arboreus*, *Zinowiewia concinna*, *Clethra hartwegii*, *Styrax argenteus* y *Symplocos prionophylla*, no se les ubicó dentro de un factor altitudinal ó topográfico definido.

Aunque, se observaron agrupaciones de especies que evidentemente se les puede interpretar como asociaciones (ver cuadro 7):

Las cinco especies antes mencionadas, junto con *I. brandegeana* y *G. laurifolia* componen a los rodales 10, 11 y 12, en altitudes de 2100 a 2300 m en Cerro Grande y a los rodales 1 y 2 (2050-2100 m) de la parte Manantlán-Las Joyas.

El grupo formado por *C. tropicalis*, *C. disciflora*, *P. hintonii* y *Solanum* sp. se asocian en los rodales 1, 2 y 8, en elevaciones entre los 2000 y 2100 msnm. *P. villosa* podría formar parte de este grupo, si bien no se presenta en el rodal 1, sí lo está en el rodal 3, que tiene una altitud entre este rango considerado.

La agrupación constituida por *O. virginiana*, *M. iltisiana* y *S. purpusii*, se presentaron en los rodales 4, 6 y 7, en altitudes entre 1850 y 2000 msnm.

El par formado por *Q. salicifolia* y *C. pachypodum*, se les encontró en los rodales 4, 5, 7 y 9, en elevaciones de 1730 a 1930 msnm.

3.4. Discusión

En general, el tamaño del arbolado y la densidad de tallos que caracterizó al estrato arbóreo de estos bosques, se vió posiblemente influenciada por las características físicas de los rodales; en cuanto a la composición de especies, ésta se vió determinada por la diferencia en sustrato geológico presente en las dos áreas de la sierra.

Algunos estudios muestran que los rodales de laderas altas son más propensos a sufrir perturbaciones, pues dada su elevación no se encuentran protegidos por barreras naturales contra la acción de vientos fuertes, que ocasionan tanto mayor caída de árboles como facilitan la propagación de incendios (Weaver y China-Rivera, 1987; Sousa, 1984); también éstas elevaciones suelen estar ligeramente más frías y recibir mayor precipitación, aunque la pendiente ocasiona un mayor drenaje (Vogelmann, 1973; Weaver, 1991). A diferencia de los rodales en laderas altas, los que están en plano inclinado (ó ladera baja) conservan un gradiente de humedad más alto y mayor acumulación de suelo (cuadro 1), tales rodales tienden a contener pocos tallos y de grandes dimensiones (Weaver y China-Rivera, 1987).

Los rodales en cañadas con exposición Sur: posiblemente son más cálidos por la exposición, lo cual permite la presencia de un mayor número de especies tropicales. Considerando esto y la tendencia de que la diversidad aumenta con el incremento de la temperatura y la humedad (relacionado a la altitud) (Gentry, 1988), se explica que los rodales bajos sean más ricos en especies.

La localización de uno de los rodales dentro de una dolina le confirió una condición especial; tal formación geológica posiblemente conserva mayor humedad y acumulación de suelo que los otros dos rodales con igual sustrato calcáreo.

Las diferentes pruebas de clasificación y ordenación muestran cierta consistencia, cuando menos en los grupos formados por los rodales de Cerro Grande (10, 11 y 12), los de las partes altas (1 y 2), medias (3, 4 y 7) y bajas (5 y 9) de Manantlán-Las Joyas. Los rodales 6 y 8 son los que presentan menos consistencia en su agrupamiento; estos se explica por sus características particulares de predominancia de una especie (*Matudaea trinervia* en el 6, *Abies religiosa* ssp. *emarginata* en el 8). Estos rodales pueden considerarse en cierta forma atípicos.

Por otra parte las pruebas de clasificación realizadas con los datos de abundancia y área basal, si bien no formaron grupos consistentes a los aquí tratados, nos proporcionaron información adicional congruente a la información estructural particular de los rodales ya obtenida.

4. Estructura vertical de los rodales

4.1. Estrato arbóreo, perfiles y estructura de alturas

A continuación se mencionan las especies características que conforman los diferentes estratos y el rango de alturas de estos. El dosel oscila entre 21 y 35 m de altura, con un promedio de 27.52 ± 3.8 m (cuadro 4), y está constituido por *Cornus disciflora*, *Ilex brandegeana*, *Magnolia iltisiana*, *Carpinus tropicalis*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *Clethra hartwegii*, *Matudaea trinervia*, *Quercus salicifolia*, *Q. candicans*, *Q. laurina* y *Symplococarpon purpusii*. La clase intermedia va de 12 a 18 m y entre otras se encontró a *Dendropanax arboreus*, *Persea hintonii*, *Syrax argenteus*, *Ostrya virginiana*, *Cinnamomum pachypodum*, *Tilia mexicana* y *Ternstroemia lineata*. El sotobosque lo componen *Parathesis villosa*, *Clusia salvinii*, *Sebastiania jaliscensis*, *Xylosma flexuosum*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Garrya laurifolia*, *Conostegia volcanalis*, *Eugenia culminicola* y otras; todas con alturas menores a 10 m. Analizando lo anterior, sobresalen por su constante aparición en todos los estratos las siguientes especies, aunque no necesariamente sean características para los tres: *Zinowiewia concinna*, *C. pachypodum*, *P. hintonii*, *C. hartwegii*, *M. trinervia*, *S. purpusii*, *M. iltisiana*, *I. brandegeana* y *S. argenteus*. Las especies arbóreas tienen diferentes posiciones a lo largo de un gradiente vertical. La estratificación del arbolado se representó a través de perfiles de vegetación para cada uno de los rodales (figs. 12 a 23), e histogramas de distribución de alturas (fig. 24).

La apariencia del rodal 1 es irregular (fig. 12), con altura promedio del dosel de 22.9m, donde se encuentran algunos árboles emergentes de *I. brandegeana*, *C. tropicalis*, *C. disciflora* y *Z. concinna*, todos con alturas mayores a 25m; en contraparte se registraron siete tallos con alturas menores a 10m de las especies *D. arboreus*, *T. lineata*, *G. laurifolia*, *S. argenteus*, *Solanum* sp. y *X. flexuosum*. El resto de los tallos (23) se encontraron entre las clases de 10 a 20 m de altura (fig. 24a).

Se distinguieron en el rodal 2 a *Q. salicifolia*, *Z. concinna* y *A. religiosa* var. *emarginata* como emergentes dispersos en el dosel, éste último tuvo una altura promedio de 27.7m; se encontraron en mayor número árboles intermedios y altos agrupados de la parte media a superior del rodal (cuesta arriba) predominando *C.*

tropicalis (fig. 13). La parte inferior del rodal era densa en arbustos a causa de la formación de un claro pequeño (aprox. 100 m²). El número de tallos por incremento de clase se mostró muy irregular, predominando con igual número de tallos las clases 5, 15 y 25 m de altura (fig. 24b).

En el rodal 3 se observó un estrato homogéneo en el dosel (fig. 14), con alturas de los tallos que van de 20 a 30 m, lo que da un promedio para este estrato de 31.1 m, en donde *Z. concinna* fué la especie más abundante. Se registró a *M. iltisiana* como especie emergente con 40m de altura. Se presentó un estrato muy definido de árboles bajos menores a 10m, compuesto en su mayoría por *Conostegia volcanalis*, *P. villosa*, *C. pachypodum* y *Z. concinna*, se presentó igual número de tallos tanto en ésta última clase mencionada como en las clases de 15 a 30 m de altura (fig. 24c).

Fué notable la presencia de tres estratos bien definidos en el rodal 4 (fig. 15): el superior muy homogéneo con alturas de 25 a 35m (promedio 31.4m), donde en orden de abundancia se encontraron a *Symplocarpon purpusii*, *M. iltisiana*, *Tilia mexicana*, *C. disciflora*, *P. hintonii*, *O. virginiana*, *Z. concinna* y *Q. salicifolia*. El estrato intermedio estuvo un poco disperso con alturas de 10 a 18m en el que predominó *P. hintonii*, y un estrato bajo menor a 5m bastante uniforme compuesto por *E. schlechtendalii*, *Solanum* sp., *C. volcanalis* y *P. villosa* principalmente (fig. 24d).

Se observó una estrato homogéneo y denso menor a 10m en el sotobosque del rodal 5 (fig. 16), compuesto por 16 especies entre las más abundantes estuvieron: *C. salvinii*, *C. pachypodum*, *Dendropanax arboreus*, *Sebastiania jaliscensis*, *Styrax argenteus* y *Mabea occidentalis*. Se registró una porción intermedia más bien dispersa con alturas de 12 a 20m, constituida por *Symplocarpon purpusii*, *Ostrya virginiana* y *Clethra hartwegii*. La altura media del dosel llegó a 22.9m, donde se registraron unos pocos individuos emergentes por arriba de los 25m, con *M. occidentalis* y *Myrcianthes fragrans* sobresaliendo *Juglans major* var. *glabrata* con 31m de altura en el extremo inferior del rodal (fig. 24e).

Se observaron en el rodal 6 dos estratos principales (fig. 17), uno que conformó el dosel y que alcanzó una altura promedio de 31.4m, compuesto en su mayoría y de modo disperso por *Matudaea trinervia*. Sobresalió de manera excepcional como árbol emergente *Fraxinus uhdei* con 54m de altura. El segundo estrato con tendencia de arbolado intermedio a bajo con alturas menores a 17m, también estuvo ampliamente dominado por *M. trinervia* (fig. 24f).

La altura promedio del dosel en el rodal 7 fué de 26.2m, siendo este estrato el más regular (fig. 18), se encontró a poco más de la mitad de los tallos entre los 20 y 30m de altura. Las especies que dominaron el dosel fueron *Magnolia iltisiana*, *S. purpusii*,

Q. salicifolia y *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, algunos tallos de ésta última especie emergieron por encima de los 40m. La clase intermedia menor a 20m fué dispersa, presentándose sobretodo tallos de *Cornus disciflora*, *D. arboreus*, *S. purpusii* y *Z. concinna*. El sotobosque menor a 10m fué escaso (fig. 24g).

En el rodal 8, la altura media del dosel llegó a 31 m donde fué muy abundante *A. religiosa* var. *emarginata* (fig. 19). Se registraron 10 tallos emergentes con alturas mayores a 35m (*A. religiosa* y *Q. salicifolia*) y otros 29 con alturas mayores a 20 m. El estrato intermedio (mayor a 10m y menor a 20m de altura) fué disperso con tallos de *A. religiosa* y *P. hintonii*. El sotobosque fué escaso, siendo representado por *Euphorbia schlechtendalii*, *Solanum* sp., *Xylosma flexuosum*, *Carpinus tropicalis* y *Miconia glaberrima* (fig. 24h).

En el rodal 9 se encontraron tallos de *Quercus uxoris*, *Inga hintonii*, *Matudaea trinervia*, *Q. salicifolia*, *Clethra hartwegii* y *C. tropicalis* como especies componentes del dosel, el cual alcanzó una altura promedio de 29.2m. Sobresalieron como árboles emergentes *Q. salicifolia* y *M. trinervia* por arriba de los 40m. Se distinguió como sotobosque a los tallos menores a 10m, que llegaron a ser poco más de la mitad de los tallos para el rodal, entre ellos se encontraron a *Myrcianthes fragrans*, *I. hintonii* y *Dendropanax arboreus*. En general el rodal estuvo muy entremezclado, aunque se pudo diferenciar un estrato alto, uno medio y otro bajo (figs. 20 y 24i). El rodal 10 fué muy denso (fig. 21), por lo cual no se observó una estratificación muy evidente. El sotobosque estuvo representado por *Ternstroemia lineata* en su mayoría, y algunos tallos de *Oreopanax xalapensis* y *Garrya laurifolia* con alturas menores a 10m. La altura promedio del dosel fué de 26.6m, donde se distinguió el predominio de *Ilex brandegeana*. Sobresalieron como emergentes *Quercus candicans*, *Q. laurina* e *I. brandegeana* con alturas mayores a 30m (fig. 24j).

El rodal con mayor densidad arbórea fue el 11, la mayoría de sus tallos tuvieron alturas menores a 14 m y de éstos la mayor parte correspondió a *T. lineata*, *Styrax argenteus* y *C. hartwegii*. Los tallos emergentes pertenecieron a *C. hartwegii*, *Q. candicans* y *Q. laurina*. La altura promedio del dosel fué de 26m (fig. 24k).

En el rodal 12 más de la mitad de los tallos presentaron alturas menores a 14m, siendo *T. lineata*, *Z. concinna*, *D. arboreus* y *S. argenteus* las más abundantes para éste estrato (fig. 23). La altura promedio del dosel fué de 24.1m, mostrándose como emergentes *Q. laurina*, *Q. candicans* y *Z. concinna*, que excedieron los 30m de altura (fig. 24l).

4.2. Estrato arbustivo

Se encontraron 32 especies comprendidas dentro de 22 familias, de las cuales 8 familias presentan dos especies cada una: Araliaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Solanaceae y Theaceae. La 14 familias restantes están representadas por una especie solamente (cuadro 8).

En la figura 25 se muestra la abundancia encontrada para cada rodal, derivándose de ésta una densidad promedio de 202.5 ± 200 tallos/1000 m² para todos los rodales. La especie más abundante y con mayor frecuencia de aparición fué *Parathesis villosa*, la cual tuvo 50 ± 73.7 tallos/1000 m² y 50% de ocurrencia, respectivamente. Además de la anterior, coincide que las especies más frecuentes también son las más abundantes, como son: *Euphorbia schlechtendalii*, *Ternstroemia lineata*, *Zinowiewia concinna*, *Solanum* sp., *Dendropanax arboreus*, *Sebastiana jaliscensis*, *Styrax argenteus* y *Xylosma flexuosum*.

El rodal 1 se destacó por tener el mayor número de tallos con 800, tal densidad en tallos se explica por la presencia de claros en el dosel (indicador de un sitio perturbado).

La mayor riqueza de especies arbustivas se encontró en el rodal 5, con un total de 11. Se compararon el listado de las especies arbustivas, en cuanto a presencia-ausencia, contra el listado del estrato arbóreo y el de regeneración (cuadro 9), notándose la ausencia de *Fuchsia arborescens*, Rubiaceae, *Salvia graveolens* y Moraceae, las cuales no llegan a ser especies arbóreas. Por otro lado *Podochaenium eminens*, *Brickellia* sp., *S. jaliscensis*, *Garrya laurifolia*, *Viburnum hartwegii*, *Conostegia volcanalis*, Moraceae y Desconocida I no aparecen en la regeneración.

4.3. Regeneración

La composición de las especies en regeneración de los diferentes rodales se muestra en la figura 26, donde se enlistaron las especies por rodal en orden de abundancia. Se registraron en total 31 especies arbóreas.

En general la presencia de renuevo de las especies arbóreas se interpreta en relación a las características e historial de perturbaciones de cada rodal. La descripción de lo encontrado es como sigue:

La mayor distribución y riqueza de especies en regeneración fué encontrada en el rodal 1, con 9 especies siendo *Persea hintonii* y *Carpinus tropicalis* las más comunes. El arbolado no fué denso (cuadro 4), debido a que se presentaron varios claros en el dosel repartidos a lo largo del rodal, lo cual favoreció al establecimiento del renuevo.

El rodal 2 ha sido el sitio donde menor número de árboles se ha encontrado, la existencia de varios indicadores de perturbación (cuadro 11), contribuyó a la apertura de claros en el dosel, permitiendo también el desarrollo del renuevo sobretodo de *Dendropanax arboreus* y *Styrax argenteus*.

El rodal 3 presentó la mayor cobertura del dosel y el mayor valor en área basal, con lo cual la regeneración fué más bien escasa. Fue *Zinowiewia concinna* la que tuvo mayor presencia tanto en la regeneración como en el estrato arbóreo.

Con características semejantes al anterior, el rodal 4 aunque tuvo un porcentaje más alto en apertura de claros, aún así la presencia de renuevo no fué abundante. Las plántulas de *P. hintonii* predominaron en éste rodal (cuadro 10).

En el rodal 5 fué poco notoria la regeneración debido a lo denso del arbolado, el cual se encontraba establecido sobre sustrato pedregoso. Aquí *Symplococarpon purpusii* y *Oreopanax echinops* fueron las más abundantes.

Al rodal 6 se le observó con el mayor número de indicadores de perturbación (cuadro 11) y con el mayor porcentaje de apertura de claros en el dosel, lo cual propició de manera especial el establecimiento del renuevo. *Matudaea trinervia* fué la primera especie en abundancia tanto en la regeneración como en el arbolado. *Podocarpus reichei* tuvo la segunda posición en abundancia, siendo muy importante este hecho, pues se trata del único sitio localizado para éste estudio donde crece ésta especie.

El rodal 7 fué el más afectado por la escasez de regeneración, ocasionado por el pastoreo intensivo al que está expuesta la zona (cuadro 11). Tan sólo se encontraron de manera aislada plántulas de *Z. concinna*, *Magnolia iltisiana* y *Dendropanax arboreus*.

La regeneración del rodal 8 fué pobre; se registraron solo cinco especies creciendo en una pequeña porción del rodal expuesta a claros; de éstas *E. schlechtendalii* fué la predominante (cuadro 10). Además se observó que los renuevos de éstas especies llegarán a constituir el arbolado bajo o sotobosque del rodal.

El rodal 9 presentó escasa regeneración debido probablemente a la presencia de abundantes rocas dispersas a lo largo del rodal. Las especies registradas, de mayor a menor abundancia, fueron *Inga hintonii*, *Sebastiania jaliscensis*, *Q. salicifolia*, *Myrcianthes fragrans*, *Dendropanax arboreus*, *Persea hintonii* y *Rondeletia amoena*.

En el rodal 10, se hallaron evidencias de pastoreo ligero a lo que se atribuye la incipiente regeneración. Aún así predominó *Styrax argenteus* con la mayor abundancia, seguido por *Oreopanax xalapensis* e *Ilex brandegeana* en segundo término. Algo notable fué la presencia de *D. arboreus*, a pesar de no contar con su similar en el arbolado; contrario a esto *Q. laurina* contó con una débil representación en el renuevo, siendo que en el arbolado fué la tercer especie más abundante.

Para el rodal 11, la presencia de poca regeneración al parecer se vió influenciada por la alta densidad arbórea, debido a que los indicadores de perturbación no fueron muy evidentes. Principalmente regeneraron *Symplocos prionophylla* y *Ternstroemia lineata*.

En el rodal 12, se establecieron ocho especies, de las cuales *Quercus vicentensis* fué la más abundante y se le observó creciendo bajo claros. Por el contrario *S. argenteus*, *D. arboreus* y *Oreopanax xalapensis* fueron observadas desarrollándose bajo dosel cerrado.

A manera de observación, del listado de especies del cuadro 9 se registraron 11 especies en regeneración que no se encontraron en el estrato arbustivo, éstas fueron: *Cornus disciflora*, *Rapanea jurgensenii*, *Ilex brandegeana*, *S. prionophylla*, *Meliosma dentata*, *O. echinops*, *Clusia salvinii*, *Matudaea trinervia*, *Podocarpus reichei*, *Senecio lindleyi* y *Q. vicentensis*.

En el cuadro 10 se incluyen las especies más importantes en cuanto a frecuencia y abundancia, entre las cuales destaca *Dendropanax arboreus* con la mayor abundancia y ocurrencia en 8 de los 12 rodales.

5. Estructura de diámetros del arbolado

En el rodal 1 predominaron tallos con categorías entre 15 y 45 cm d.a.p. (fig. 27a), donde se incluyó a *Dendropanax arboreus* como especie dominante. La categoría entre 55 y 75 cm d.a.p. estuvo representada por *Carpinus tropicalis*, *Cornus*

disciflora, *Ilex brandegeana* y *Zinowiewia concinna*, que en sí constituyen el dosel. Se registró un tallo de *I. brandegeana* con el diámetro más grande para éste rodal, con 107.5 cm d.a.p., el cual apareció como árbol emergente.

El rodal 2 (fig. 27b) manifestó una predominancia de arbolado menor a 5 cm d.a.p. con *Solanum* sp., *D. arboreus*, *Xylosma flexuosum*, *Euphorbia schlechtendalii* y *Parathesis villosa*. Sin embargo si exceptuamos a esta categoría tendremos una distribución relativamente uniforme en las categorías menores a 65 cm DN (con la presencia de *C. tropicalis*, *D. arboreus*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *Z. concinna*, *Clethra hartwegii*, *Styrax argenteus* y *C. disciflora*), indicándonos un continuo de árboles en todas las clases, para luego encontrar dos clases separadas de árboles: de 75-84 y de 95-104 cm d.a.p., que corresponden a *C. disciflora* y *Quercus salicifolia*.

La estructura del rodal 3 (fig. 27c) presentó numerosos árboles en la categoría de 5 a 14 cm DN en su mayoría de *Cinnamomum pachypodum* y *Z. concinna*, considerados como regeneración avanzada, que a su vez determinan la estructura del rodal hasta la clase de 65 cm DN (fig. 28a). La mayor parte de los tallos menores a 35 cm DN constituyen el arbolado de intermedio a bajo; se encontraron algunos árboles remanentes de gran tamaño como son *Magnolia iltisiana*, *Z. concinna*, *C. disciflora* y *C. tropicalis*, entre las clases de 85 a 145 cm d.a.p. (aparecieron huecos alternadamente entre las clases). Los árboles de grandes diámetros, *Trichilia havanensis* y *Q. xalapensis* además de los arriba mencionados, aparecieron como emergentes en el dosel.

La tendencia del rodal 4 tuvo características semejantes al anterior, pues también predominó la categoría de 5-14 cm d.a.p. con numerosos árboles de *E. schlechtendalii*, *P. villosa* y *Solanum* sp.; excluyendo ésta categoría se obtiene una distribución en forma regular, donde prevalecen los tamaños intermedios entre 45 y 75 cm DN sobre los extremos, que en sí corresponde al arbolado que conforma al dosel (entre 20 y 35 m de altura), con especies como *C. disciflora*, *Persea hintonii*, *Z. concinna* y *Symplocarpon purpusii*. Se registraron tallos con diámetros entre 76 y 115 cm d.a.p., entre estos *Tilia mexicana*, *Quercus salicifolia* y *M. iltisiana* (fig. 27d).

En la distribución del rodal 5 (fig. 27e), se observó una curva decreciente en forma gradual entre las categorías diámtricas de 5-14 cm, 15-24 cm y 25-34 cm DN. En la primera categoría, que es la más numerosa en tallos, se encuentran las especies que constituyen el arbolado chico o sotobosque, como *Clusia salvinii*, *Sebastiania jaliscensis*, *Trophis racemosa*, *Myrcianthes fragrans* y *Rondeletia amoena*. La segunda y tercera categorías conforman el arbolado intermedio con *Styrax argenteus*,

Symplocarpon purpusii, *C. pachypodum*, *Q. salicifolia*, *Trichilia havanensis* y otras. El arbolado que define al dosel, se halló entre las clases de 35 a 54 cm DN, con *Clethra hartwegii*, *Mabea occidentalis* y *Juglans major* var. *glabrata*.

La gráfica de la figura 27f confirma las características del rodal 6, pues se registraron poco más de 40 tallos de un total de 64 para el rodal en la categoría de 5-14 cm d.a.p., la cual define al sotobosque (menores a 10m de altura), entre estos *Inga hintonii*, *Matudaea trinervia*, *Rapanea jurgensenii*, *Sebastiania jaliscensis* y *Podocarpus reichei*. De manera importante *M. trinervia* determinó la estructura del rodal (fig. 28b), ya que se presentó entre las clases de 5 a 65 cm DN. Se observaron también dos tallos de grandes dimensiones, *F. uhdei* y *Q. xalapensis* con 140 y 101.5 cm d.a.p., respectivamente, ambos aparecieron como árboles emergentes. *M. trinervia*, *P. reichei* y *Quercus xalapensis* son de las especies con diámetros entre 30 y 65 cm, cuyos individuos se encuentran en el dosel.

En el rodal 7, la mayoría de los tallos se encuentran entre las clases de 15 a 35 cm d.a.p. (fig. 27g). La categoría de 45-54 cm está compuesta por *Zinowiewia concinna*, *Cornus disciflora*, *Magnolia iltisiana*, *Q. salicifolia* y *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, los cuales son árboles grandes con alturas mayores a 25m. Se registró un hueco entre las clase de 65 y 75 cm. Destacaron por sus diámetros grandes *Ostrya virginiana* y *M. iltisiana* con 85 y 95 cm DN respectivamente.

La figura 27h del rodal 8 exhibió numerosos tallos en la categoría 5-14 cm d.a.p., que corresponden a *Euphorbia schlechtendalii*, *Solanum* sp., *Xylosma flexuosum*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *Miconia glabra*, *Carpinus tropicalis* y *Parathesis villosa*. Fué *A. religiosa* var. *emarginata* la especie más abundante que determinó la estructura de éste rodal, entre las clases de 5 a 75 cm d.a.p., el análisis individual de la estructura diamétrica de ésta especie se muestra en la figura 28c; los tallos con más de 25 cm DN conforman el dosel de éste rodal, los tallos entre 15 y 24 cm d.a.p. tuvieron una altura intermedia, y los individuos entre 5 y 14 cm DN se encontraron en el sotobosque. Los árboles de grandes tamaños correspondieron a *C. disciflora*, *Q. xalapensis*, *C. hartwegii* y *A. religiosa* var. *emarginata*, con diámetros y alturas por arriba de 50 cm d.a.p y 30m respectivamente.

En el rodal 9 se registró a casi el 50% de los tallos, en la categoría entre 5 y 14 cm d.a.p. que corresponden tanto al sotobosque como al estrato intermedio, además en esta categoría se vió representado el 80% de las especies presentes en el rodal. Entre las especies con diámetros mayores a 80 cm se encontró a *Q. salicifolia* y *M. trinervia* como árboles emergentes (fig. 27i).

En la figura 27j del rodal 10, se registró al 45% del total de los individuos en la categoría entre 5 y 14 cm d.a.p., a su vez la mitad de los tallos de ésta clase fueron de *Temstroemia lineata* (fig. 28d). Las clases entre 15 y 25 cm d.a.p. fueron determinadas por *Ilex brandegeana*, la cual constituyó el 48% de los árboles registrados para el rodal, además éstos tallos se repartieron en las categorías diamétricas comprendidas entre 5 y 45 cm d.a.p..

En el rodal 11 (figs. 27k y 28e) *T. lineata* dominó con 35 de los 60 tallos registrados en la clase de 5 a 14 cm d.a.p., representando así casi la totalidad del sotobosque, también se observó abundante en la clase de 15 a 24 cm d.a.p.. *Clethra hartwegii* se distribuyó en forma más o menos regular entre las clases 5 y 45 cm d.a.p.. Los encinos *Q. candicans* y *Q. laurina* fueron los árboles emergentes, con diámetros entre 70 y 95 cm.

El rodal 12 presentó la mayoría de sus tallos en la categoría de 5 a 14 cm d.a.p., con *Temstroemia lineata*, *Zinowiewia concinna* y de manera especial *Styrax argenteus* (con 10 tallos). De manera particular *T. lineata* siguió un patrón de distribución entre las clases de 5 a 25 cm DN y *Z. concinna* una distribución más amplia entre los 5 y 45 cm DN (Fig. 27l). También se registraron árboles con diámetros mayores a 45 cm como *Quercus laurina*, *Q. candicans*, *Q. rugosa*, *C. hartwegii*, *I. brandegeana* y *Z. concinna* (fig. 28f).

Predominio de estructura tipo "J" invertida, excepto en los rodales 1 y 7, que tienden a la distribución tipo normal, y 2, donde la distribución de categorías diamétricas entre 15-65 cm es uniforme.

6. Indicadores de perturbación

En el Cuadro 11, se resumen las características encontradas por cada rodal como indicadores de perturbación e historial de manejo.

El rodal 1 tuvo una cobertura del dosel de 84%. Ha sido explotado por corta selectiva alrededor del año 1965, y entre las especies de maderas finas que fueron extraídas se encuentran *Juglans major*, *Magnolia iltisiana*, *Fraxinus uhdei*, *Tilia mexicana*, *Ilex brandegeana*; además fueron utilizados *Quercus salicifolia* y *Q. xalapensis* para la elaboración de durmientes de ferrocarril (Jardel, 1991). Esta explotación se vió confirmada por la observación del rastro de una brecha de saca, localizada a escasos 50 m ladera abajo del sitio de muestreo. Como un remanente de la extracción en este rodal, se encontró fuera del sitio de muestreo un *Q. salicifolia* con 105 cm de d.a.p.. Se encontraron dos árboles derribados por el viento, uno de ellos desenraizado con 70 cm d.a.p., otro degradado con 60 cm d.a.p. y un brazuelo ó troza de 41.5 cm DN, entre los tres formaron un claro en el dosel menor a 10 m² de extensión. También se registró un árbol muerto en pie y otro desramado.

El rodal 2 tuvo un 81% de cobertura del dosel. Este ha sido uno de los sitios más perturbados que abarcó este estudio. Se registraron indicios de extracción forestal por la presencia de tres tocones, dos de ellos de *Zinowiewia concinna*, 21.5 y 22.5 DN y otro de *Carpinus tropicalis* con 48.5 cm DN. Fué posible identificar la especie a la que pertenecen los tocones, por reconocimiento de estructuras como rebrotes y corteza. Se observó la presencia de pastoreo ligero, pues este lugar está fuera de los límites de la ECLJ. Se localizaron dos árboles caídos por viento y uno por deslave (48.5, 7 y 31 cm DN, respectivamente), un árbol muerto en pie y otro con la punta quebrada.

Con la mayor cobertura del dosel, un 95%, el rodal 3 parece ser fisonómicamente uno de los sitios mejor conservados y con menor número de indicadores de perturbación. Fué parte de una de las áreas dentro del predio de la ECLJ afectada por la corta selectiva de 1964-65 (Jardel, 1991). Se hallaron dos árboles derribados por viento con diámetros de 34.5 y 26 cm DN, y un árbol muerto en pie de 11 cm DN.

El rodal 4 fué afectado por la corta selectiva, cuestión manifestada en el 75% de cobertura del dosel, a pesar de esto conserva un tamaño promedio del arbolado relativamente alto (cuadro 4). Se localizaron dos tocones de 23.5 y 34.3 cm DN, así como dos árboles derribados por viento con 12 y 16 cm DN. El rodal 5 con un 73% de cobertura del dosel, ha sido junto con el rodal 9 de los pocos sitios que no sufrieron extracción maderera, debido a que son laderas con pendientes abruptas comprendidas dentro de una gran cañada, lo cual pudo haber significado un factor de dificultad para el traslado de madera. En 1988 hubo incendios de grandes dimensiones que asolaron áreas circundantes al rodal y que llegaron a causar daños ligeros en algunos árboles del rodal que presentan marcas de carbón. Hubo dos árboles muertos en pie de 24.3 y 23.5 cm de DN, y un árbol caído por deslave de 21.5 cm de d.a.p. (desenraizado).

El rodal 6 fué significativamente afectado por diferentes perturbaciones, lo que en conjunto repercutió en la baja densidad de tallos y en una disminución de la cobertura del dosel a un 36%. En 1980 hubo una fuerte extracción maderera en las áreas circundantes al rodal, compuestas por rodales de *Pinus douglasiana* y *P. herrerae*, lo cual ocasionó una gran cantidad de residuos combustibles (palizada), que posteriormente en 1988 fué consumida por un severo incendio que tuvo un alcance moderado en este rodal. Se encontraron un árbol derribado por viento con 55.5 cm DN, tres árboles muertos en pie y dos con punta quebrada.

El rodal 7 es pequeño circundado por pinares, tuvo un 83% de cobertura en el dosel. Se localizó fuera del área de protección de la ECLJ, lo que entre otras cosas implicó presencia de pastoreo intensivo que mermó completamente la regeneración.

Los bosques circundantes fueron explotados en la década de los 70's, no se encontraron indicios de extracción forestal en el rodal, aunque muy probablemente fue afectado por corta selectiva. Hubo dos árboles derribados por viento, uno de 50 cm DN y *Meliosma dentata* (recientemente derribado) con 25 cm DN, un árbol muerto en pie y cuatro árboles desramados.

El rodal 8 tuvo un 75% de cobertura presentándose de manera regular, a no ser por interrupciones causadas por claros en un 25%. Como evidencia de la extracción maderera se encontró una brecha de saca cercana al sitio de muestreo; se encontraron seis árboles derribados con los siguientes diámetros 12, 15.5, 23, 13, 39 y 30 cm, la causa de caída de estos árboles fué debida a un fenómeno de dominó (el primer árbol derribado por viento tiró a otro, y este a su vez a otro, y así sucesivamente), formando un claro de aproximadamente 100 m². Distribuidos en todo el rodal se hallaron cinco árboles muertos en pie.

Dada la cercanía con el rodal 5, el rodal 9 presentó similares características. El incendio de 1988 antes mencionado, tuvo aquí un alcance moderado afectando a un mayor número de árboles que mostraron marcas de carbón en sus cortezas. Este rodal presentó un 77% de cobertura del dosel. Se hallaron dos árboles derribados por viento, tres árboles muertos en pie (23.5, 21.5 y 24.3 cm DN), un árbol caído por deslaves y dos árboles sin puntas.

En los rodales 10, 11 y 12 se registraron coberturas de 83%, 77% y 72%, respectivamente. Se evidenció la extracción maderera por la presencia de un aserradero ejidal con los siguientes indicadores.

La existencia de brechas de saca y tablonés abandonados, en el rodal 10, además se hallaron dos tocones de *I. brandegeana* con 16 y 17 cm DN, también tres árboles desramados e indicios de pastoreo ligero. También hubieron tres árboles con punta quebrada y uno muerto en pie con 25 cm d.a.p..

En el rodal 11 se localizaron tres árboles muertos en pie de 21, 42 y 7 cm d.a.p. y cuatro árboles con punta quebrada. Al rodal lo atraviesa una vereda muy transitada.

En el rodal 12, se hallaron cinco árboles muertos en pie de 8, 10, 7, 9 y 10 cm d.a.p. y cuatro tocones con diámetros de 90, 19, 38, y 20.5 cm.

7. Inferencias generales sobre el estatus sucesional de los rodales

Para la interpretación general del estado sucesional de los rodales, se tomaron como base los principios generales sobre los patrones y procesos de desarrollo de las comunidades forestales reportadas en la literatura, y la observación de la estructura y composición de especies actual en los rodales muestreados, como consecuencia de factores de perturbación registrados.

El rodal 1 (fig. 27a) presentó una estructura diamétrica que tiende a la distribución normal (ó en forma de campana), predominando las categorías de diámetro intermedias de 15-45 cm d.a.p., donde *Dendropanax arboreus* representa el mayor número de tallos. El bajo número de tallos en la clase menor a 15 cm d.a.p. se interpreta como resultado de un posible autoaclareo, ó bien como consecuencia de la mortalidad de árboles jóvenes por el derribo de árboles grandes ó quizás la acción de un antiguo pastoreo. Los árboles con diámetros mayores a 45 cm conformaron el dosel con *Ilex brandegeana*, *Carpinus tropicalis*, *Cornus disciflora* y *Zinowiewia concinna*, como especies sucesionales intermedias (Saldaña-Acosta y Jardel, 1989). Además las especies establecidas en la regeneración como *Persea hintonii*, *Parathesis villosa*, *C. tropicalis*, *Euphorbia schlechtendalii* y *D. arboreus* son tolerantes a la sombra (Saldaña-Acosta et al., 1990). Esto indica que se trata posiblemente de un rodal coetáneo de segundo crecimiento.

La estructura del rodal 7 (fig. 27g) mostró una tendencia similar al rodal 1, con la mayor parte de los árboles en las categorías de 15 a 35 cm, donde predominaron como tolerantes intermedios *D. arboreus*, *Symplocarpon purpusii* y *Magnolia iltisiana*. La categoría 5-14 cm reflejó el intensivo pastoreo en la zona, aunque también probablemente se debió a un autoaclareo. En la categoría de 45-54 cm se encontró *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Cornus disciflora* y *Z. concinna*, y en la de 85-94 cm *Magnolia iltisiana* y *Ostrya virginiana*, todos como sucesionales intermedias que conformaron el dosel. Se observó un hueco en la clase de 65 a 74 cm d.a.p., como consecuencia de una antigua perturbación, probablemente extracción de madera. Estas características son típicas de un rodal coetáneo de segundo crecimiento (Lorimer, 1980; Jardel, 1991).

A manera de suposición, ambos rodales en ausencia de perturbaciones tenderán a cambiar a una distribución exponencial negativa (en forma de "J" invertida).

Los rodales 2, 3, 4 y 6 exhiben una distribución de diámetros irregular, pero que tiende a la forma de una "J" invertida, y la irregularidad refleja probablemente eventos de perturbación. Estos corresponden a rodales de edades múltiples (Lorimer, 1980).

El rodal 2 corresponde a uno de los sitios más perturbados, lo cual ocasionó una estructura de diámetros tan distinta e irregular de las aquí presentadas (fig. 27b). Predominaron tallos con d.a.p. entre 15 y 65 cm. La presencia de pequeños claros en el dosel favoreció el establecimiento de numerosas plántulas de *D. arboreus*, *Styrax argenteus*, *C. disciflora*, *Persea hintonii*, *Z. concinna*, *Rapanea jurgensenii*, *Ilex brandegeana* y *Xylosma flexuosum*.

El rodal 3 (fig. 27c) presentó a la clase 5-14 cm d.a.p. como predominante, constituida en su mayoría por tallos de *Z. concinna* y *Cinnamomum pachypodum*; los cuales proliferaron por reproducción vegetativa. Este rodal da la apariencia de ser un bosque maduro y bien conservado, debido al porcentaje alto de tallos con grandes diámetros y a la escasez de indicadores de perturbación; contrario a esto se encontró una baja riqueza de especies. En sí el patrón y los huecos en la distribución, se supone que son resultado de perturbaciones naturales antiguas.

En el rodal 4 (fig. 27d) la clase predominante es la menor a 15 cm, donde casi exclusivamente se encontraron arbustos tolerantes del sotobosque como *E. schlechtendalii*, *Solanum* sp. y *Parathesis villosa*. La categoría diamétrica entre 15 y 35 cm es resultado de un posible autoclareo. Las clases de 45, 55 y 75 cm d.a.p. destacan como picos que pueden relacionarse a posibles perturbaciones naturales pasadas y a la corta selectiva que se llevó a cabo en 1964-65. En este rodal *Tilia mexicana*, *Quercus salicifolia*, *Cornus disciflora* y *Magnolia iltisiana*, son especies mayores a 75 cm (hasta 115 cm) d.a.p. típicas del dosel.

El rodal 6 (fig. 27f) fué el más perturbado de los rodales muestrados, cuestión que se denota en el 36% de cobertura en el dosel. La categoría diamétrica entre 5 y 14 cm estuvo determinada por la reproducción vegetativa de *Matudaea trinervia*. Las clase 15 a 65 cm se muestran muy irregulares con *M. trinervia* y *Podocarpus reichei* principalmente. Como evidencia de la antigüedad del rodal se registraron un árbol de *Q. xalapensis* y otro de *Fraxinus uhdei* mayores a 100 cm d.a.p.. La apertura de claros en el dosel propició el establecimiento del renuevo con *M. trinervia*, *P. reichei*, *Oreopanax echinops*, *Dendropanax arboreus*, *Inga hintonii* y *Rapanea jurgensenii*.

Los rodales 5, 8, 9, 10, 11 y 12 mostraron una estructura de diámetros en forma de "J" invertida que es típica de rodales de edades múltiples, en el que se encuentran algunos árboles grandes y numerosos árboles pequeños e intermedios (estructura de tamaños múltiple). Estas son características de rodales sucesionalmente maduros.

Los rodales 5 y 9 son muy parecidos entre sí (fig. 27e, i), ambos poseen la mayor diversidad y equitabilidad de especies, la mayoría de éstas tolerantes a la sombra.

Los rodales 8 y 10 estuvieron dominados por una ó dos especies, presentaron en la categoría menor a 15 cm a la mayoría de sus tallos, los cuales fueron generalmente árboles bajos tolerantes. En el análisis individual de la estructura diamétrica de las especies dominantes, tanto *Abies religiosa* var. *emarginata* (rodal 8) como *Ilex brandegeana* (rodal 10) muestran una distribución normal (en forma de campana) propia de poblaciones colonizadoras, establecidas después de una fuerte perturbación, en este caso, posiblemente corta intensiva. Dadas éstas características se infiere que se trata de rodales de segundo crecimiento.

Finalmente los rodales 11 y 12, estuvieron dominados por *Ternstroemia lineata* y *Clethra hartwegii* para el primero, y *T. lineata* y *Z. concinna* para el segundo. *T. lineata* se distinguió por determinar la curva cóncava inicial entre los 5 y 24 cm d.a.p., constituyendo el arbolado menor a 20 m de altura. En cambio *C. hartwegii* siguió una distribución normal propia de población colonizadora. Por su parte *Z. concinna* constituye una especie sucesional intermedia.

En la literatura (Lorimer, 1980; Jardel, 1986, 1991; Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989), se reporta que en los bosques con estructura diamétrica en forma de "J" invertida corresponden a etapas sucesionales avanzadas con tendencia al clímax y con los siguientes atributos: mayores diámetros registrados se relacionan a rodales más viejos, mayor área basal corresponde a rodales maduros, se componen generalmente por especies tolerantes y regeneración de éstas mismas. Por el contrario, una estructura de diámetros en forma de campana corresponde a rodales coetáneos (establecidos en una sola etapa de regeneración) típicos de etapas sucesionales tempranas. Se les atribuye: estar compuestos por especies intolerantes donde predominan una ó pocas con diámetros intermedios.

Estas inferencias deberán corroborarse por medio de estudios más detallados en lo futuro, para lo cual se han establecido los cuadros permanentes.

VII. CONCLUSIONES

1. El presente trabajo es un estudio descriptivo de la composición, diversidad y estructura del BMM de la Sierra de Manantlán, por medio del cual se han podido definir algunas de sus características y establecer hipótesis para trabajos posteriores.
2. Las especies más frecuentes que caracterizan a esta área de estudio son: *Dendropanax arboreus*, *Clethra hartwegii*, *Zinowiewia concinna*, *Carpinus tropicalis*, *Cinnamomum pachypodum*, *Cornus disciflora*, *Persea hintonii*, *Styrax argenteus* y *Symplocos prionophylla*.
3. Las especies con frecuencia relativa menor al 10% son *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Berberis* sp., *Fraxinus uhdei*, *Guarea glabra*, *Juglans major* var. *glabrata*, *Quercus uxoris*, *Q. vicentensis*, *Podocarpus reichei*, *Photinia* sp., *Rhamnus* sp., *Synardisia venosa*, *Turpinia occidentalis* y otras 17 especies más (ver cuadro 2). Estas representan una prioridad en la conservación de la diversidad de ésta comunidad, pues se trata de especies raras, de distribución restringida en el área de estudio ó que han sufrido una fuerte presión de explotación.
4. Las especies dominantes en el área de estudio son: *Zinowiewia concinna*, *Quercus salicifolia*, *Clethra hartwegii*, *Carpinus tropicalis*, *Cornus disciflora*, *Ilex brandegeana*, *Magnolia iltisiana*, *Q. candicans* y *Dendropanax arboreus*.
5. El patrón de distribución de las especies no fué uniforme. Especies como *Inga hintonii*, *Ilex brandegeana*, *Matudaea trinervia*, *Abies religiosa* var. *emarginata* y *Ternstroemia lineata*, mostraron un patrón de distribución restringido y agregado, siendo abundantes en algunos sitios pero estando ausentes en la mayoría de los rodales.
6. Se establece a cada rodal como único por las particularidades encontradas en la estructura y composición florística, debido a la variable distribución y abundancia de las especies en cada uno de ellos. Esto es muestra evidente de la peculiar heterogeneidad y complejidad de la composición en este bosque (alta diversidad beta).

7. Las diferencias en composición entre los rodales fueron evaluadas e interpretadas a través de la aplicación de los métodos de clasificación y ordenación, que nos resultaron en un patrón de asociación de especies característico, en el que se encontró que algunas especies están adaptadas a ciertas características físicas del sitio donde ocurren. Las relaciones de las principales asociaciones entre especies con los sitios de muestreo, se resume como sigue:

Altitud, topografía y vertiente característica:

A) Sustrato ígneo extrusivo (Zona núcleo Manantlán-Las Joyas):

I. *Cornus disciflora*, *Xylosma flexuosum*, *Solanum* sp. *Carpinus tropicalis* y *Parathesis villosa*, fueron características de los rodales 1, 2 y 8, localizados a elevaciones mayores a 2050 msnm, asentados en laderas altas y orientados a la vertiente Norte.

II. *Ostrya virginiana*, *Magnolia iltisiana* y *Persea hintonii* son propias de los rodales 3, 4, y 7, situados entre los 1900 y 2000 msnm, ubicados en laderas bajas (planos inclinados) y con orientación a la vertiente Norte.

III. *Symplocarpon purpusii*, *Quercus salicifolia*, *Cinnamomum pachypodium* y *Sebastiania jaliscensis* componentes de los rodales 5, 6 y 9, se encontraron de los 1700 a 1850 msnm, establecidos en cañadas con orientación a la vertiente Sur.

B) Sustrato calcáreo (Cerro Grande):

IV. *Oreopanax xalapensis*, *Quercus laurina*, *Q. candicans* y *Ternstroemia lineata*, son típicas de los rodales 10, 11 y 12 localizados en altitudes entre 2100 y 2300 msnm, que están situados en laderas altas y con orientación al SW.

Asimismo a diferencia de otros trabajos en los que se seleccionaron áreas de muestreo en diferentes posiciones topográficas y altitudinales bien definidas, en éste estudio el carácter selectivo estuvo en función de las condiciones y características de la estructura y composición florística de los rodales.

8. En base a la clasificación anterior se definieron dos grupos de asociaciones de especies que componen a los rodales altos (2050-2300 msnm), uno en la cuenca Manantlán-Las Joyas y otro en Cerro Grande. Ambos grupos comparten la presencia de *Dendropanax arboreus*, *Zinowiewia concinna*, *Clethra hartwegii*, *Styrax argenteus*, *Symplocos prionophylla*, *Ilex brandegeana* y *Garrya laurifolia*.

9. La relación entre los parámetros estructurales y el gradiente topográfico establece que: el mayor número de especies se encontró en cañadas y sitios de menor altitud, los promedios de alturas y diámetros de los tallos fueron más grandes en los planos inclinados y la densidad promedio de los tallos fue mayor en las cañadas y menor en los planos inclinados.

10. El rango de valores de diversidad registrados en la comunidad son inferiores a los bosques tropicales y más cercanos a los presentados por los bosques templados de latifoliadas, pero mayor que los bosques de coníferas. La diversidad beta fué alta, como consecuencia de la diferencia en composición y número de especies respecto a uno y otro rodal.

11. Se identificaron tres estratos en el BMM:

Arbustos que componen el sotobosque, son aquellos que no pasan de 10 m de altura, quedando incluidas *Parathesis villosa*, *Clusia salvinii*, *Sebastiania jaliscensis*, *Xylosma flexuosum*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Conostegia volcanalis*, *Solanum* sp., *Eugenia culminicola* y *Viburnum hartwegii*.

Arboles bajos. En éste se considera aquellos tallos menores a 20 m que conforman el subdosel, como son *Dendropanax arboreus*, *Ternstroemia lineata*, *Garrya laurifolia* y *Styrax argenteus*.

Arboles altos, son aquellos que conforman el dosel, con alturas que oscilan entre 21 y 35 m, siendo éste estrato el más homogéneo y con el mayor número de especies (más de 30). Cabe destacar que sobresalen como árboles emergentes *Ilex brandegeana*, *Zinowiewia concinna*, *Quercus salicifolia*, *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Q. candicans*, *Q. laurina*, *Magnolia iltisiana*, *Q. xalapensis*, *Matudaea trinervia*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *Juglans major* y *Fraxinus uhdei*, todos con individuos con alturas mayores a 35 m.

12. Los árboles de gran tamaño (área basal promedio/tallo) corresponden a especies características del dosel de este bosque como: *Magnolia iltisiana*, *Quercus salicifolia*, *Q. xalapensis*, *Cornus disciflora*, *Ostrya virginiana*, *Carpinus tropicalis*, *Clethra*

hartwegii, *Fraxinus uhdei* y *Juglans major*. Estas según trabajos anteriores se establecen en etapas intermedias de la sucesión (sucesionales intermedias), colonizando el sotobosque de los pinares en sitios húmedos (Saldaña y Jardel, 1989; Sánchez-Velásquez, 1988).

13. Ninguna de las especies mencionadas en la conclusión anterior estuvo representada en la regeneración, a excepción de *Carpinus tropicalis* y *Cornus disciflora*. Suponemos que este bosque sí se autoreemplaza. Este autoreemplazo relacionado al estado sucesional le confiere cierta estabilidad, lo que hace pensar que es un bosque con tendencia al clímax. Suponemos que el pastoreo fué un factor que provocó un estrato herbáceo pobre y la disminución de la presencia de regeneración. Por otro lado, se considera que la apertura del dosel favoreció el establecimiento de regeneración y un estrato arbustivo denso en algunos sitios.

14. Predominaron estructuras diamétricas en forma de "J" invertida, típica de rodales formados por una mezcla de especies, de edades múltiples, en su mayoría tolerantes a la sombra y que corresponden a etapas sucesionales avanzadas.

15. Todos o la mayoría de los rodales mostraron indicadores de perturbaciones antrópicas, aunque los rodales que mostraron estructuras diamétricas en forma de campana, se les atribuye a perturbaciones viejas.

16. Se presentaron en el borde de las cañadas de BMM efectos indirectos de incendio, que ocasionaron daño mecánico y caída del arbolado.

VIII. RECOMENDACIONES

a) Sobre otros estudios

1. El presente trabajo constituye la primera aproximación a una descripción cuantitativa de la comunidad de BMM en la Sierra de Manantlán, la siguiente fase a estudiar sería la funcional, que incluiría aspectos como tasas de productividad primaria y descomposición como base para entender el flujo de energía, ciclo mineral, fenología, relaciones bióticas de competencia y herbivoría, comportamiento morfológico, fisiología y reproducción.
2. Se deben realizar estudios detallados de análisis de gradientes sobre parámetros ambientales como condiciones del suelo, distribución diferencial de los nutrientes y microclima, para conocer las preferencias ambientales de las especies componentes de éste bosque.
3. Dada la complejidad de ésta comunidad, se consideró necesario establecer cuadros permanentes para el estudio de los efectos a corto y largo plazo de los regímenes de perturbación, dinámica de claros, regeneración natural y sucesión; con el fin de idear y desarrollar prácticas de manejo relativas a la recuperación y mantenimiento de la estructura y composición de la comunidad.
4. Debido a la variación en composición florística y diversidad ocasionada por el factor altitud, se reserva para estudios posteriores la descripción y análisis de rodales de BMM en límites altitudinales inferiores y superiores al considerado en este estudio.
5. Sería muy interesante que se realizasen estudios autoecológicos y monitoreo, en aquellas especies que aparecen como raras, restringidas ó amenazadas en el área de estudio, como son con fines de conservación *Acer saccharum* ssp. *skutchii*, *Berberis* sp., *Juglans major* var. *glabrata* y *Podocarpus reichei* entre otras. El caso especial de *Magnolia iltisiana* presenta tres puntos de interés, el científico como un elemento de gran valía paleobotánico, el ecológico por su dominancia, y el económico por el aprovechamiento de su madera fina. Por otro lado *Dendropanax arboreus* posee una amplia estrategia adaptativa.

6. Debe prestársele principal atención a la contribución que ejercen las herbáceas, arbustivas y epífitas de este BMM, como un estudio que complementaría la caracterización de la comunidad; además las epífitas y micorrizas como importantes mecanismos de circulación de nutrientes.

7. Es necesario la estimación del efecto que ocasionan los herbívoros sobre la regeneración, por cuanto estos animales pueden ejercer una poderosa influencia sobre la estructura y funcionamiento del bosque.

8. Es fundamental inventariar la localización y condición de los rodales de BMM (evaluación global del impacto ambiental) en la Sierra, para delimitar áreas de protección y recuperación en aquellas que lo requieran. Esto puede aplicarse dentro del contexto de clasificación del uso de la tierra, pues además de que nos permitirá conocer la verdadera extensión de este bosque, se tendrá el grosor de condiciones donde este crece (v.g. comparación de los rodales mejor conservados con aquellos que no lo son, a fin de evaluar si estos últimos mantienen la calidad y condiciones óptimas para su restauración).

9. Debe realizarse una difusión a diferentes niveles del conocimiento, valor biótico y potencial del BMM, que es una comunidad reducida y representativa de la flora de México.

b) Recomendaciones de manejo

1. En general, desconocemos múltiples caracteres estructurales y funcionales acerca de éste bosque tan heterogéneo, de manera que necesitamos elementos científicos y técnicos antes de establecer predicciones sobre su manejo, por lo que en este momento no debe ser intervenido.

2. Necesitamos proteger el mayor número de rodales posibles, para conservar el gradiente de condiciones (alta diversidad beta y heterogeneidad) que caracterizan al BMM.

3. Tiene que ampliarse más la vigilancia para evitar la tala y control del pastoreo.

IX. LITERATURA CITADA:

- ACOSTA, S., A. SAYNES Y R. AGUILAR. 1990. Estudio preeliminar de las afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca. En: Resúmenes del XI Congreso Mexicano de Botánica, en Oaxtepec, Morelos. Resumen No. 644.
- APRIAGA, L. 1987. Perturbaciones naturales por caída de árboles. En: H. Puig y R. Bracho (Eds.). El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología, A.C.. Cap. VII: 133-152 pp.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología, base del estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume. Cap. II y VII. 820p.
- CAMPBELL, D.G. 1989. Quantitative inventory of Tropical Forests. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (Eds.). Floristic Inventory of Tropical Countries. New York Botanical Garden: 523-533 pp.
- CONNELL, J.H. & R.O. SLAYTER. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.*, (111): 1119-1144 pp.
- CUEVAS G., R. 1988. El Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Notas sobre la flora de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. No. 11. 8p.
- CUEVAS G., R. Y NUÑEZ-LOPEZ, N.M. 1988. Taxonomía de los pinos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. 103 p.
- FRANCO L., J. y coautores. 1985. Manual de Ecología. Ed. Trillas, 2a edición. México. 266 p.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Inst. de Geogr. de la UNAM. México, D.F.. 246 p.
- GAUCH, H.G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press. Cambridge. 297p.
- GENTRY, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and topographical gradients. In: *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75(1):1-34.
- GONZALEZ-MEDRANO, F. 1990. El límite Nordeste del Bosque Mesófilo de Montaña en México. En: XI Congreso Mexicano de Botánica, en Oaxtepec, Morelos. Resumen No. 47.
- GONZALEZ-MEDRANO, F. Y V. JUAREZ. 1990. Vegetación Secundaria derivada de una quema de Bosque Mesófilo de Montaña. En: XI Congreso Mexicano de Botánica, en Oaxtepec, Mor.. Resumen No. 46.

- GREIG-SMITH, P. 1964. Quantitative Plant Ecology. Butterworths. 2a. edición. Londres. 256p.
- GUZMAN M.,R..1985. La Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco. Estudio Descriptivo. *Tiempos de Ciencia* 1: 10-26pp.
- HAIR, JAY D..1987. Medida de la Diversidad Ecológica. En: Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 283-289 pp.
- HARTSHORN, G.S..1978. Tree falls and tropical forest dynamics. In: Tomlinson and Zimmermann (Eds.) *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press. London. 617-637 pp.
- HERNANDEZ X., E., H. CRUM, W.B. FOX & A.J. SHARP. 1951. A unique vegetation area in Tamaulipas. In: *Bulletin of Torrey Botanical Club*. 78(6):458-463 .
- JARDEL P.,E.J..1986. Efecto de la Explotación Forestal en la Estructura y Regeneración del Bosque de Coníferas de la Vertiente Oriental del Cofre de Perote, Veracruz, México. *Biótica*, Vol. II, No. 4: 247-270 pp.
- JARDEL P.,E.J..(Coord.) 1990. Estrategia para la Conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jal. 252 p.
- JARDEL P.,E.J. 1991. Perturbaciones Naturales y Antropogénicas y su influencia sobre la Dinámica Sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jal.. *Tiempos de Ciencia (Universidad de Guadalajara)* 22: 9-26.
- JARDEL P.,E.J. Y SANCHEZ-VELASQUEZ, L.R. 1989. La Sucesión Forestal: fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo* 14 (84): 33-43 pp.
- LOPEZ-CASTILLO, R..1987. Análisis de Tres Métodos de Muestreo en tres diferentes tipos de vegetación en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad de Guadalajara. 105 p.
- LORIMER, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a Southern Appalachian Virgin Forest. *Ecology*, 6 (15): 1169-1184 pp.
- LUNA, I., L. ALMEIDA, L. VILLERS Y L. LORENZO. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña de Teocelo, Ver.. *Bot. Soc. Bot. México*. 48: 35-63 pp.
- LUNA, I., L. ALMEIDA Y J. LLORENTE-BOUSQUETS. 1989. Florística y Aspectos Fitogeográficos del Bosque Mesófilo de Montaña de las Cañadas de Ocuilán, Edos. de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología de la UNAM, Serie Botánica* 59 (1): 63-87 pp.
- KREBS, C.J.. 1978. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Ed. Harla, 2a edición. 753 p.
- MATTEUCCI, S.D. Y A. COLMI. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 168 p.
- MIRANDA, F. Y A.J. SHARP. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecology* 31 (3): 313-333 pp.

- MIRANDA, F. 1952. La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Sección Autográfica Departamento de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutierrez, Chis., México. 129-137 pp
- MIRANDA, F. Y E. HERNANDEZ X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo. Xolocotzia. Tomo I: 41-162 pp.
- MIRANDA, F., A. GOMEZ-POMPA Y E. HERNANDEZ X. 1967. Un método para la investigación ecológica de las regiones tropicales. Anales del Instituto de Biología de la UNAM, 38, Serie Botánica (1): 101-110 pp.
- MORENO G., S. Y M. OLVERA-VARGAS. 1990. Manual de levantamientos de sitios permanentes. Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán. Univ. de Guadalajara. Reporte interno.
- OLIVER, C.D.. 1981. Forest development in North America following major disturbances. For. Ecol. Manage. 3: 153-168 pp.
- PEREZ-GARCIA, I. Y G. WILLIAMS-LINERA. 1990. Variación altitudinal de la estructura y la composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en Veracruz. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 49.
- PICKETT, S.T.A.. 1976. Succession: an evolutionary interpretation. The American Naturalist. 110 (971): 107-119 pp.
- PUIG, H.. 1974. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. 223-245 pp.
- PUIG, H., R. BRACHO Y V.J. SOSA. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña: composición florística y estructura. En: H. Puig y R. Bracho (Eds.). El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología, A.C. 55-79 pp.
- PUIG, H.. 1989. Análisis Fitogeográfico del Bosque Mesófilo de Montaña de Gómez Farías. BIOTAM 1 (2): 34-53 pp.
- RAMIREZ-RAMIREZ, F. Y G. WILLIAMS-LINERA. 1990. Estructura, composición florística y fitogeografía del Bosque Mesófilo de Montaña de "El Triunfo", Chiapas. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 648.
- REYES G., G. Y A.M. BRECEDA-SOLIS. 1985. Análisis de la composición florística y estructura de la Vegetación Secundaria derivada de un Bosque Mesófilo de Montaña en Gómez Farías, Tamps., México. Tesis.
- RZEDOWSKI, J.. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Contr. Univ. Autón. de San Luis Potosí. 20:196-201.
- RZEDOWSKI, J. Y R. Mc VAUGH. 1966. La Vegetación de la Nueva Galicia. Contr. Univ. de Michigan. Herb. 9: 1-123 pp.
- RZEDOWSKI, J. y PALACIOS-CHAVEZ. 1977. El bosque de *Engelhardtia (Oreomunnea) mexicana* en la región de La Chinantla (Oaxaca, México). Una reliquia del Cenozoico. Bol. Soc. Bot. México 36:93-123.
- RZEDOWSKI, J..1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. Cap. XIX, 432 p.

- RZEDOWSKI, J. 1990. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 542.
- SALDAÑA-ACOSTA, A. Y E. JARDEL P. 1989. Regeneración Natural de especies arbóreas en bosque subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán. Universidad de Guadalajara. Manuscrito inédito.
- SALDAÑA-ACOSTA, A., L.R. SANCHEZ-VELASQUEZ, M. ANAYA CORONA, M.R. PINEDA-LOPEZ Y M.P. ROSALES ALMENDRA. 1990. Regeneración Natural de especies arbóreas en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 71.
- SANCHEZ-VELASQUEZ, L.R.. 1983. Sucesión Forestal en la Sierra de Manantlán, Jal., México. Tesis de M. en C.. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 54 p.
- SANCHEZ-VELASQUEZ, L.R.. 1989. Sucesión Forestal: Dos estudios de caso en México. En: Resúmenes del I Congreso Forestal de Cuba y Simposio Internacional sobre técnicas agroforestales. 22-24 de Noviembre de 1989, en instalaciones del Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba.
- SHARP, A.J.. 1945. Notas sobre la Flora de la región escarpada de la parte Noroeste del Estado de Puebla. En: Bol. Biológico, Universidad de Puebla. Nos. 11-12. Págs. 29-32. Puebla, México.
- SOSA, V.J. Y H. PUIG. 1987. Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. En: H. Puig y R. Bracho (Eds.). El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología A.C.. 107-131 pp.
- SOUSA, W.P. 1984. The role of disturbance in natural communities. Ann. Rev. Ecol. Syst. 15: 353-391 pp.
- TEJERO-DIEZ, D., R. FRAGOSO RAMIREZ, M. TORRES ZUÑIGA y J. CASTAÑEDA ROBLES. 1990. Notas sobre el Bosque Mesófilo de Montaña en el occidente del estado de México. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 647.
- VAZQUEZ, J.A. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Notas sobre la flora de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. No. 2, 4 p.
- VAZQUEZ J.A., R. CUEVAS, T.S. COCHRANE y H.H. ILTIS. 1990. Listado florístico de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán, Universidad de Guadalajara. El Orullo, Jal. México (en prensa).
- VOGELMANN, H.W. 1973. Fog precipitation in the cloud forests of eastern Mexico. In: Bioscience 23(2): 96-100.
- WARING, R.H. & SCHLESINGER, W.H.. 1985. Forest ecosystems, concepts and management. Academic Press. London, England. 63-69 pp.
- WHITE, P.S. & PICKETT, S.T.A.. 1985. Natural disturbances and patch dynamics: an introduction. In: Pickett & White (Eds.). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press. 3-13 pp.

- WHITMORE, T.C. 1978. Gaps in the forests canopy. In: Tomlinson and Zimmermann (Eds.) *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press. London. 639-655 pp.
- WHITTAKER, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. 2nd. edition. 385 p.
- WILLIAMS-LINERA, G. 1990. Estudio comparativo de bancos de semillas del suelo de bosques mesófilos de montaña en extremos geográficos de México. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 839.
- WILLIAMS-LINERA, G., I. BAROIS, A. CONTRERAS, A. HERNANDEZ y J. VILLALOBOS. 1990. Reunión sobre Bosque Mesófilo de Montaña de México. Macpalxochitl, (Sociedad Botánica de México / Consejo Nacional de la Flora de México). 124: 2-4
- ZAMUDIO S. y R. FERNANDEZ. 1990. El Bosque Mesófilo de Montaña en el estado de Querétaro. En: XI Congreso Mexicano de Botánica. Resumen No. 544
- ZAVALA-HURTADO, J.A. 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Cuadernos de divulgación INIREB. Xalapa, Veracruz, México. No. 26: 5-58 pp.

Cuadro 2. Composición de especies del estrato arbóreo por sitio, frecuencia relativa y densidad (tallos/1000 m²)

Especie	Abundancia absoluta												Frec. %	Densidad x + (Sd)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<i>Acer saccharum</i>	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	8.3	0.58 (2.02)
<i>Saurauia serrata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Ilex brandegeana</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	1	44	-	3	33.3	4.16 (12.58)
<i>Dendropanax arboreus</i>	9	4	4	2	7	1	8	3	11	-	15	12	91.7	6.33 (4.75)
<i>Oreopanax xalapensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1	1	25.0	0.58 (1.44)
<i>Carpinus tropicalis</i>	7	7	2	-	1	-	3	3	3	-	-	-	58.3	2.16 (2.58)
<i>Ostrya virginiana</i>	-	-	-	2	2	3	3	-	-	-	-	-	33.3	0.83 (1.26)
<i>Berberis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.3	0.08 (0.28)
<i>Viburnum hartwegii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	25.0	0.41 (0.79)
<i>Perrottetia longistylis</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	16.7	0.16 (0.38)
<i>Zinowiewia concinna</i>	3	2	18	1	-	-	6	-	3	-	-	36	58.3	5.75 (10.79)
<i>Clethra hartwegii</i>	1	1	-	-	6	-	1	3	3	-	20	2	66.6	3.25 (5.73)
<i>Eupatorium cronquistii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	8.3	0.16 (0.57)
<i>Podochaenium eminens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Senecio lindleyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Brickellia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.3	0.08 (0.28)
<i>Cornus disciflora</i>	6	3	1	2	-	-	3	3	-	-	-	-	50.0	1.50 (1.93)
<i>Cornus excelsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	8.3	0.16 (0.57)
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	-	1	-	7	-	-	-	5	-	-	-	-	25.0	1.08 (2.35)
<i>Mabea occidentalis</i>	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.91 (3.17)
<i>Sebastiania jaliscensis</i>	-	-	-	-	3	2	-	-	3	-	-	-	25.0	0.66 (1.23)
<i>Quercus candicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	2	25.0	0.75 (1.42)
<i>Quercus laurina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	4	25.0	1.16 (2.16)
<i>Quercus rugosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Quercus salicifolia</i>	-	3	-	1	2	-	3	-	7	-	-	-	41.6	1.33 (2.14)
<i>Quercus uxoris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	8.3	0.16 (0.57)
<i>Quercus vicentensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	8.3	0.25 (0.86)
<i>Quercus xalapensis</i>	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	-	-	25.0	0.33 (0.65)
<i>Hesseltiopsis dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Xylosma flexuosum</i>	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	25.0	0.33 (0.65)
<i>Garrya laurifolia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1	33.3	0.83 (1.52)
<i>Clusia salvini</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	16.7	0.58 (1.50)
<i>Matudaea trinervis</i>	-	-	-	-	-	30	-	-	5	-	-	-	16.7	2.91 (8.64)
<i>Juglans major</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Cinnamomum pechypodum</i>	-	-	18	1	6	2	2	2	3	-	-	-	58.3	2.83 (5.09)
<i>Persea hintonii</i>	2	2	-	5	-	-	1	8	3	-	-	-	50.0	1.75 (2.52)
LAURACEAE	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Inga hintonii</i>	-	-	-	1	-	2	-	-	16	-	-	-	25.0	1.58 (4.58)
<i>Magnolia iltisiana</i>	-	-	1	2	-	3	9	-	-	-	-	-	33.3	1.25 (2.63)
<i>Conostegia volcánica</i>	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	16.6	0.66 (1.77)
<i>Miconia glaberrima</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8.3	0.16 (0.57)
<i>Guarea glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	8.3	0.08 (0.28)
<i>Trichilia havanensis</i>	-	-	1	-	2	2	-	-	-	-	-	-	25.0	0.41 (0.79)
<i>Trophis racemosa</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	16.6	0.16 (0.38)
<i>Parathesis villosa</i>	-	2	2	7	-	-	-	1	-	-	-	-	33.3	1.00 (2.04)
<i>Rapanea jurgensenii</i>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	16.6	0.16 (0.38)
<i>Synardisia venosa</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.25 (0.86)
<i>Myrcianthes fragrans</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.16 (0.57)

Cuadro 2 (Cont.). Composición de especies del estrato arbóreo por sitio, frecuencia relativa y densidad (tallos/1000 m²)

Especie	Abundancia absoluta												Frec. %	Densidad x + [Sx]	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<i>Eugenia culminicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	8.3	0.58	(2.02)
<i>Fraxinus uhdei</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	16.6	0.16	(0.57)
<i>Abies religiosa</i> var. emer.	-	1	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	16.6	2.00	(6.61)
<i>Rhamnus</i> sp.	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	8.3	0.33	(1.15)
<i>Podocarpus reichei</i>	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	8.3	0.41	(1.44)
<i>Photinia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.3	0.08	(0.28)
<i>Prunus tetradenia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	8.3	0.08	(0.28)
<i>Rondeletia amoena</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	16.6	0.16	(0.57)
<i>Meliosma dentata</i>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	16.6	0.16	(0.57)
<i>Styrex argenteus</i>	1	1	-	-	3	1	-	-	-	2	15	14	58.3	3.08	(5.41)
<i>Symplocos prionophylla</i>	-	-	-	-	-	2	2	1	-	3	1	3	50.0	1.00	(1.20)
<i>Symplococarpus purpusii</i>	-	-	-	6	8	1	9	-	5	-	-	-	41.6	2.41	(3.52)
<i>Ternstroemia dentisepala</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.08	(0.28)
<i>Ternstroemia lineata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	53	23	25.3	8.08	(16.50)
<i>Solanum</i> sp.	2	2	-	4	1	-	-	3	-	-	-	-	41.6	1.00	(1.41)
<i>Tilia mexicana</i>	-	-	-	5	-	-	3	-	-	-	-	1	25.0	0.75	(1.60)
<i>Citharexylum mocinii</i>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	16.6	0.16	(0.57)
<i>Turpinia occidentalis</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.08	(0.28)
Desc. "b", 'Caputín'	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.16	(0.38)
Desconocida "e"	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.16	(0.38)
Desconocida "v"	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	8.3	0.08	(0.28)

Cuadro 3. Area basal (m²/1000 m²) de las especies por sitio.

ESPECIE	RODALES (valores absolutos)												AREA BASAL x ± (Sx)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Acer saccharum</i> ssp. <i>skutchii</i>	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-	-	-	0.06 (0.23)
<i>Saurauia serrata</i>	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Ilex brandegeana</i>	1.26	-	-	-	-	-	-	-	0.00	2.14	-	0.40	0.31 (1.09)
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.58	0.21	0.50	0.05	0.06	0.00	0.41	0.17	0.24	-	0.50	0.31	0.25 (0.20)
<i>Oreopanax xalapensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.03	0.00	0.01 (0.02)
<i>Carpinus tropicidis</i>	1.75	1.25	1.22	-	0.03	-	0.14	0.02	0.21	-	-	-	0.38 (4.61)
<i>Ostrya virginiana</i>	-	-	-	0.89	0.10	0.10	0.69	-	-	-	-	-	0.15 (1.78)
<i>Berberis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00 (0.00)
<i>Viburnum hartwegii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.04	-	0.00 (0.00)
<i>Perrottetia longistylis</i>	-	-	-	-	0.18	0.01	-	-	-	-	-	-	0.16 (0.19)
<i>Zinowiewia concinna</i>	0.69	0.42	2.76	0.27	-	-	0.51	-	0.03	-	-	1.37	0.51 (0.82)
<i>Clethra hartwegii</i>	0.20	0.29	-	-	0.51	-	0.11	0.65	0.61	-	1.84	0.43	0.38 (4.62)
<i>Senecio lindleyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.00 (0.01)
<i>Podochaenium eminens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	0.00 (0.00)
<i>Eupatorium cronquistii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Brickellia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00 (0.01)
<i>Cornus disciflora</i>	0.96	0.84	0.64	0.67	-	-	0.44	0.76	-	-	-	-	0.36 (4.32)
<i>Cornus excelsa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	0.01 (0.02)
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	-	0.00	0.03	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	0.00 (0.05)
<i>Mabea occidentalis</i>	-	-	-	-	0.72	-	-	-	-	-	-	-	0.06 (0.72)
<i>Sebastiania jalisensis</i>	-	-	-	-	0.06	0.01	-	-	0.01	-	-	-	0.07 (0.08)
<i>Quercus candicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.01	1.75	0.31	0.26 (3.06)
<i>Quercus laurina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.64	0.99	0.23 (2.80)
<i>Quercus rugosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.01 (0.10)
<i>Quercus salicifolia</i>	-	1.22	-	0.77	0.07	-	0.97	-	1.72	-	-	-	0.39 (4.74)
<i>Quercus uxoris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-	-	-	0.01 (0.09)
<i>Quercus vicentensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.27	0.02 (0.27)
<i>Quercus xalapensis</i>	-	-	0.03	-	-	0.81	-	0.51	-	-	-	-	0.11 (1.35)
<i>Hasseltiopsis dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.00 (0.02)
<i>Xylosma flexuosum</i>	0.00	0.00	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.00 (0.02)
<i>Garrya laurifolia</i>	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.28	0.01	0.04 (0.52)
<i>Clusia salvini</i>	-	-	-	-	0.10	-	-	-	0.23	-	-	-	0.01 (0.13)
<i>Matudae a trinervia</i>	-	-	-	-	-	2.19	-	-	0.60	-	-	-	0.23 (2.78)
<i>Juglans major</i> var. <i>glabrata</i>	-	-	-	-	0.79	-	-	-	-	-	-	-	0.07 (0.79)
<i>Cinnamomum pachypodum</i>	-	-	1.15	0.09	0.03	0.02	0.18	0.14	0.05	-	-	-	0.14 (1.65)
<i>Persea hintonii</i>	0.19	0.03	-	0.46	-	-	0.01	0.42	0.15	-	-	-	0.11 (1.27)
LAURACEAE	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.06)
<i>Inga hintonii</i>	-	-	-	0.00	-	0.00	-	-	0.43	-	-	-	0.04 (0.44)
<i>Magnolia illisiana</i>	-	-	1.68	0.76	-	0.07	0.80	-	-	-	-	-	0.28 (3.31)
<i>Conostegia volcanalis</i>	-	-	0.06	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.07)
<i>Miconia glaberrima</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Guarea glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.00 (0.03)
<i>Trichilia havanensis</i>	-	-	0.35	-	0.07	0.01	-	-	-	-	-	-	0.04 (0.43)
<i>Trophis racemosa</i>	-	-	-	-	0.00	-	-	-	0.01	-	-	-	0.00 (0.01)

Cuadro 3 (Cont.). Area basal (m²/1000 m²) de las especies por sitio.

ESPECIE	RODALES (valores absolutos)												AREA BASAL x ± (Sx)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Parathesis villosa</i>	-	0.01	0.01	0.03	-	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00 (0.04)
<i>Rapanea jurgense</i>	-	-	-	0.02	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.03)
<i>Synardisia venosa</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.06)
<i>Myrcianthes fragrans</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	0.03 (0.63)
<i>Eugenia culminicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Fraxinus uhdei</i>	-	-	-	-	-	1.54	-	-	-	-	0.20	-	0.14 (0.44)
<i>Abies religiosa</i> var. <i>emarginata</i>	-	0.22	-	-	-	-	-	2.20	-	-	-	-	0.20 (0.63)
<i>Rhamnus</i> sp.	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.01)
<i>Podocarpus reichei</i>	-	-	-	-	-	0.22	-	-	-	-	-	-	0.02 (0.06)
<i>Photinia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.00 (0.00)
<i>Prunus tetradenia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	-	-	0.01 (0.03)
<i>Rondeletia amoena</i>	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.00	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Meliosma dentata</i>	-	-	-	0.18	-	0.00	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.05)
<i>Styrax argenteus</i>	0.08	0.06	-	-	0.04	0.01	-	-	-	0.00	0.13	0.23	0.05 (0.07)
<i>Symplocos prionophylla</i>	-	-	-	-	-	0.01	0.10	0.02	-	0.02	0.06	0.06	0.02 (0.3)
<i>Symplococarpon purpusii</i>	-	-	-	1.62	0.21	0.00	0.41	-	0.22	-	-	-	0.21 (0.47)
<i>Temstroemia dentisepala</i>	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01 (0.02)
<i>Temstroemia lineata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.95	0.26	0.12 (0.28)
<i>Solanum</i> sp.	0.00	0.01	-	0.01	0.00	-	-	0.01	-	-	-	-	0.00 (0.00)
<i>Tilia mexicana</i>	-	-	-	2.44	-	-	0.36	-	-	-	-	0.07	0.24 (0.70)
<i>Citharexylum mocinii</i>	-	-	-	-	-	0.00	-	0.13	-	-	-	-	0.01 (0.04)
<i>Turpinia occidentalis</i>	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.01)
Desconocida *b*, Capulín	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.00)
Desconocida *e*	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.00 (0.00)

Cuadro 4. Características estructurales y diversidad de los diferentes rodales, cuadrantes de 1000 m².

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	x ± Sx
No. Arboles	36	30	54	51	85	64	60	64	82	92	121	109	70.6 ± 27.8
Area Basal m ²	5.81	4.55	8.42	8.29	3.18	5.03	5.94	5.29	4.5	4.96	6.48	4.86	5.6 ± 1.52
A.B./No. árboles	0.16	0.15	0.15	0.16	0.03	0.07	0.09	0.08	0.05	0.05	0.05	0.04	0.09 ± 0.05
Altura x del dosel	22.9	27.7	31.1	31.4	22.9	31.4	26.2	31	29.2	26.6	25.6	24.1	27.52 ± 3.8
No. familias	12	13	10	16	18	19	12	16	19	10	10	14	14.08 ± 3.4
Riqueza de especies	12	13	10	18	23	19	14	17	21	11	12	17	15.6 ± 4.18
Diversidad H'	2.51	2.35	1.7	2.62	2.81	2.14	2.43	2.3	2.7	1.65	1.74	2.05	2.25 ± 0.39
Equitabilidad	0.87	0.92	0.74	0.91	0.89	0.73	0.92	0.81	0.89	0.69	0.7	0.72	0.81 ± 0.09

Cuadro 5. Comparación de parámetros estructurales de diferentes tipos de vegetación con el presente estudio.

SITIO	VEGETACION	No. IND./ha	AREA BASAL m ² /ha	RIQUEZA ESPECIFICA	DIVERSIDAD H'	LIMITE INFERIOR cm (d.a.p.)	SUPERFICIE de muestreo (m ²)	REFERENCIA
Bonampak, Chis.	Selva alta perennifolia	1899	41.8 _± 8.4	78 _± 6	4.76 _± 0.5	3.3	2,500	Meave, 1983
El Cofre de Perote, Ver.	Bosque de coníferas	994	43.1 _± 5.1	7	....	5	....	Jardel, 1986
St. John, U.S. Virgin Is.	Bosque seco siempre verde	3372	30.4 _± 2.3	19 _± 3	3.15 _± 0.5	4.1	500	Weaver & Chinea, 1987
El Cielo, Tamps.	Bosque mesófilo de montaña	1169	32.2 _± 3.6	24 _± 4	3.6 _± 0.39	5	2,500	Puig et al., 1989
El Triunfo, Chis.	Bosque mesófilo de montaña	960	54.4 _± 12.4	18	....	5	1,000	Williams-Linera, 1991
Sierra de Manantlán, Jal.	Bosque mesófilo de montaña	706	56 _± 15.2	16 _± 4	2.24 _± 0.39	5	1,000	Este trabajo.

Cuadro 6. Comparación florística a nivel de género, entre el BMM de la Sierra y otros BMM de México, mediante el índice de similitud de Sorensen (ISs).

	El Cielo, Tamps.	Teocelo, Ver.	Cañadas de Ocuilán, Mor.-Mex.	El Triunfo, Chls.	Manantlán, Jal.
Riqueza genérica	51	53	28	34	61
Número de géneros comunes	19	24	16	20	---
Porcentaje de similitud (ISs)	33.9	42.1	35.9	42.1	---

Localidades:

El Cielo, Tamps. (Pulg et al., 1987)

Teocelo, Ver. (Luna et al., 1988)

Cañadas de Ocuilán, Edos. de Morelos-México. (Luna et al., 1989)

El Triunfo, Chls. (I. Calzada, 1982, citado por Williams-Linera, 1991)

Cuadro 7. Evaluación estadística para la detección de asociaciones entre pares de especies.

PARES DE ESPECIES	χ^2	I. de Jaccard
<i>O. xalapensis</i> y <i>Qu. candicans</i>	12.000	1.000
<i>O. xalapensis</i> y <i>Qu. laurina</i>	12.000	1.000
<i>O. xalapensis</i> y <i>T. lineata</i>	12.000	1.000
<i>Qu. candicans</i> y <i>Qu. laurina</i>	12.000	1.000
<i>Qu. candicans</i> y <i>T. lineata</i>	12.000	1.000
<i>S. purpusii</i> y <i>O. virginiana</i>	8.400	0.800
<i>G. laurifolia</i> y <i>O. xalapensis</i>	8.000	0.750
<i>P. villosa</i> y <i>E. schlechtendalii</i>	8.000	0.750
<i>G. laurifolia</i> y <i>Qu. candicans</i>	8.000	0.750
<i>G. laurifolia</i> y <i>Qu. laurina</i>	8.000	0.750
<i>G. laurifolia</i> y <i>T. lineata</i>	8.000	0.750
<i>S. purpusii</i> y <i>C. pachypodum</i>	6.122	0.714

Cuadro 7 (Cont.). Evaluación estadística para la detección de asociaciones

PARES DE ESPECIES	χ^2	I. de Jaccard
<i>P. hintonii</i> y <i>C. disciflora</i>	5.333	0.714
<i>P. villosa</i> y <i>C. disciflora</i>	6.000	0.667
<i>S. purpusii</i> y <i>Qu. salicifolia</i>	5.182	0.667
* <i>P. hintonii</i> y <i>C. tropicalis</i>	3.086	0.625
<i>Solanum</i> sp. y <i>E. schlechtendalii</i>	5.600	0.600
<i>S. jaliscensis</i> y <i>S. purpusii</i>	5.600	0.600
<i>X. flexuosum</i> y <i>Solanum</i> sp.	5.600	0.600
<i>I. brandegeana</i> y <i>G. laurifolia</i>	4.688	0.600
<i>O. virginiana</i> y <i>M. iltisiana</i>	4.688	0.600
<i>I. hintonii</i> y <i>S. purpusii</i>	5.600	0.600
<i>O. virginiana</i> y <i>C. pachypodum</i>	4.286	0.571
<i>G. laurifolia</i> y <i>S. argenteus</i>	4.286	0.571
<i>C. pachypodum</i> y <i>M. iltisiana</i>	4.286	0.571
<i>O. xalapensis</i> y <i>S. prionophylla</i>	4.000	0.500
<i>C. disciflora</i> y <i>E. schlechtendalii</i>	4.000	0.500
<i>C. disciflora</i> y <i>X. flexuosum</i>	4.000	0.500
<i>E. schlechtendalii</i> y <i>P. hintonii</i>	4.000	0.500
<i>Qu. candicans</i> y <i>S. prionophylla</i>	4.000	0.500
<i>Qu. laurina</i> y <i>S. prionophylla</i>	4.000	0.500
<i>X. flexuosum</i> y <i>P. hintonii</i>	4.000	0.500
<i>S. prionophylla</i> y <i>T. lineata</i>	4.000	0.500
<i>O. xalapensis</i> y <i>V. hartwegii</i>	3.704	0.500
<i>V. hartwegii</i> y <i>Qu. candicans</i>	3.704	0.500
<i>V. hartwegii</i> y <i>Qu. laurina</i>	3.704	0.500
<i>V. hartwegii</i> y <i>T. lineata</i>	3.704	0.500
<i>E. schlechtendalii</i> y <i>X. flexuosum</i>	3.704	0.500

Cuadro 7 (Cont.). Evaluación estadística para la detección de asociaciones entre pares de especies.

PARES DE ESPECIES	χ^2	I. de Jaccard
<i>S. jaliscensis</i> e <i>I. hintonii</i>	3.704	0.500
<i>S. jaliscensis</i> y <i>T. havanensis</i>	3.704	0.500
* <i>Qu. xalapensis</i> y <i>T. havanensis</i>	3.086	0.625
* <i>Z. concinna</i> y <i>C. disciflora</i>	3.086	0.625
* <i>Z. concinna</i> y <i>P. hintonii</i>	3.086	0.625
* <i>D. arboreus</i> y <i>C. hartwegii</i>	2.182	0.727

Cuadro 8. Información estructural del estrato arbustivo.

ESPECIE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frecuencia Relativa %	Densidad $x \pm Sx$
<i>Parathesis villosa</i>	20	130	30	140	-	-	20	60	-	-	-	-	50	50.0 \pm 73.7
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	30	10	-	40	-	-	80	80	-	-	-	-	41.6	47.5 \pm 103
<i>Temstroemia lineata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	100	150	25	21.7 \pm 49.5
<i>Zinowiewia concinna</i>	60	10	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	33.3	9.2 \pm 17.8
<i>Solanum</i> sp.	20	-	40	20	-	-	-	30	-	-	-	-	33.3	9.2 \pm 14.4
<i>Podachaenium emimens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	50	16.6	8.3 \pm 19.5
<i>Fuchsia arborescens</i>	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	8.3 \pm 28.9
<i>Sebastiania jaliscensis</i>	-	-	-	-	30	30	-	-	20	-	-	-	25	6.7 \pm 12.3
<i>Dendropanax arboreus</i>	-	-	-	10	20	30	-	10	-	-	-	-	33.3	5.8 \pm 10
<i>Styrax argenteus</i>	-	-	-	-	30	-	-	-	-	10	-	30	25	5.8 \pm 11.6
<i>Symplococarpon purpusii</i>	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	8.3	4.2 \pm 14.4
<i>Xylosma flexuosum</i>	10	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10	10	33.3	3.30 \pm 4.9
<i>Rondeletia amoena</i>	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	8.3	3.3 \pm 11.5
<i>Cestrum</i> sp.	10	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	16.6	1.70 \pm 3.9
<i>Inga hintonii</i>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	16.6	1.70 \pm 3.9
<i>Oreopanax echinops</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	1.70 \pm 5.8
<i>Myrciathes fragrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	1.70 \pm 5.8
<i>Garrya laurifolia</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Magnolia ilisiana</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Quercus salicifolia</i>	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Carpinus tropicalis</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Conostegia volcanalis</i>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Persea hintonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
Desconocida I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
MORACEAE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Miconia gaberrima</i>	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
RUBIACEAE	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Viburnum hartwegii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Quercus laurina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Salvia graveolens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.3	0.83 \pm 2.9
<i>Brickellia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.3	0.83 \pm 2.9
Desconocida II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8.3	0.83 \pm 2.9

Cuadro 9. Comparación de la presencia-ausencia de las especies en los estratos arbóreo, arbustivo y regeneración.

ESPECIE	E. ARBOREO	E. ARBUSTIVO	REGENERACION
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	1	1
<i>Oreopanax echinops</i>	1	1	1
<i>Carpinus tropicalis</i>	1	1	1
<i>Zinowiewia concinna</i>	1	1	1
<i>Podachaenium eminens</i>	1	1	0
<i>Brickellia</i> sp.	1	1	0
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	1	1	1
<i>Sebastiania jaliscensis</i>	1	1	0
<i>Quercus laurina</i>	1	1	1
<i>Quercus salicifolia</i>	1	1	1
<i>Xylosma flexuosum</i>	1	1	1
<i>Garrya laurifolia</i>	1	1	0
<i>Viburnum hartwegii</i>	1	1	0
<i>Persea hintonii</i>	1	1	1
<i>Inga laurina</i>	1	1	1
<i>Magnolia illisiana</i>	1	1	1
<i>Conostegia volcanalis</i>	1	1	0
<i>Miconia glaberrima</i>	1	1	1
<i>Parathesis villosa</i>	1	1	1
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1	1	1
<i>Rondeletia</i> sp.	1	1	1
<i>Styrax argenteus</i>	1	1	1
<i>Symplococarpum purpusii</i>	1	1	1
<i>Ternstroemia lineata</i>	1	1	1
<i>Solanum</i> sp.	1	1	1
<i>Cestrum</i> sp.	1	1	1
<i>Fuchsia arborescens</i>	0	1	1
C. III	1	1	0
Rubiaceae	0	1	1
<i>Salvia graveolens</i>	0	1	1
Desc. II	0	1	0
Moraceae	0	1	0

Cuadro 10. Frecuencia relativa de las especies más comunes en la regeneración.

Especie	Puntos parciales					Puntos totales	Frecuencia Relativa %
	5	4	3	2	1		
<i>Dendropanax arboreus</i>	1		1	3	3	17	66.6
<i>Zinowiewia concinna</i>		1	2		3	13	50
<i>Styrax argenteus</i>	1	1	2		1	16	41.6
<i>Persea hintonii</i>	2			1	1	13	33.3
<i>Xylosma flexuosum</i>				1	4	6	41.6
<i>Symplocos prionophylla</i>	1		1		2	10	33.3
<i>Parathesis villosa</i>			2	2		10	33.3
<i>Temstroemia lineata</i>			1	2		7	25
<i>Symplococarpon purpusii</i>	1		1			8	16.6
<i>Euphorbia schlehtendalii</i>	1		1	2		8	16.6

Cuadro 11. Indicadores de perturbaciones e historial de manejo.

No.	RODAL	AD	MP	DES	d/PQ	P	T	I	C%	HISTORIAL DEL SITIO
1	San Campús	2	1	-	1	-	-	-	84	Corta selectiva (1965). Brecha de saca.
2	P. del Escobedo	3	2	1	1	1	3	2	81	Incendio (1988).
3	El Chaparral	2	1	-	-	-	-	-	95	Corta selectiva (1965).
4	El Triguito	2	-	-	-	-	4	-	75	Corta selectiva.
5	El Laurelito "A"	-	3	1	1	-	-	1	73	Incendio (1988)
6	Quince Ocotes	1	3	-	2	-	-	2	36	Extracción (1980). Incendio (1988)
7	C. La Moza	1	1	-	4	4	-	-	83	Explotación (70's)
8	E. de los Toros	6	5	-	-	-	-	-	75	Brecha de saca.
9	El Laurelito "B"	2	2	1	2	-	-	2	77	Incendio (1988).
10	El Terrero I	-	1	-	3	1	2	-	83	Extracción y brechas de saca.
11	El Terrero II	-	3	-	4	-	-	-	77	Extracción y vereda transitada.
12	El Terrero III	-	5	-	-	-	4	-	72	Extracción. Corta selectiva.

Leyenda:

AD : No. de árboles derribados por viento
 MP : No. de árboles muertos en pie
 DES : No. de árboles caídos por deslaves
 d/PQ : No. de árboles desramados
 P : Pastoreo

I : Incendio

(1) Ligero (2) Moderado

(1) Ligero (4) Intensivo

C% : Cobertura del dosel

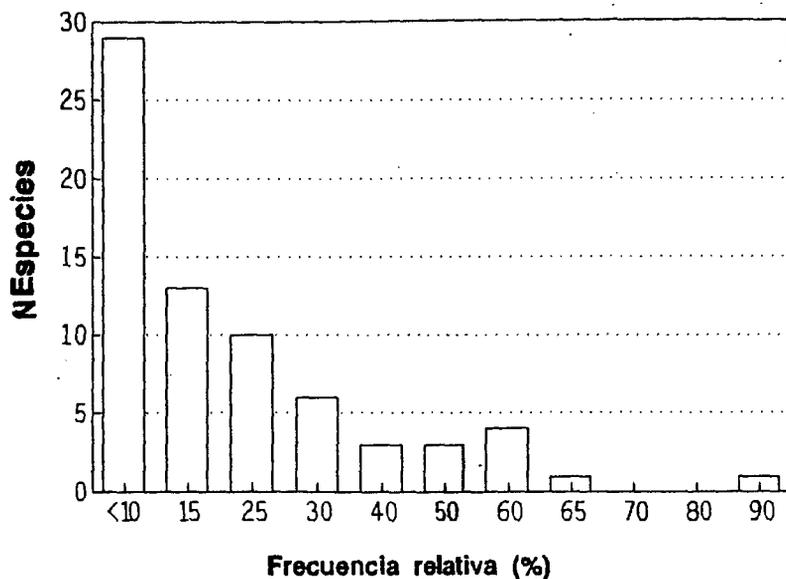


Figura 3. Distribución de la frecuencia relativa de las especies, en relación al número de especies.

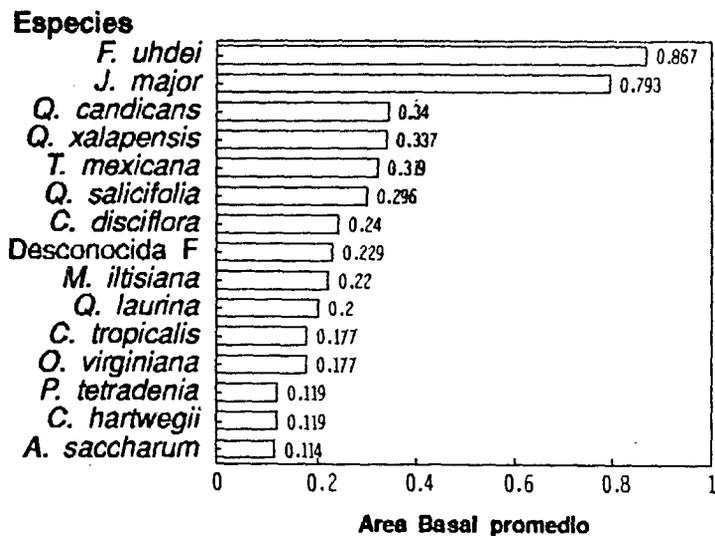


Figura 5. Area basal promedio por árbol ($m^2/1000 m^2$) de las especies con tallos de mayor tamaño.

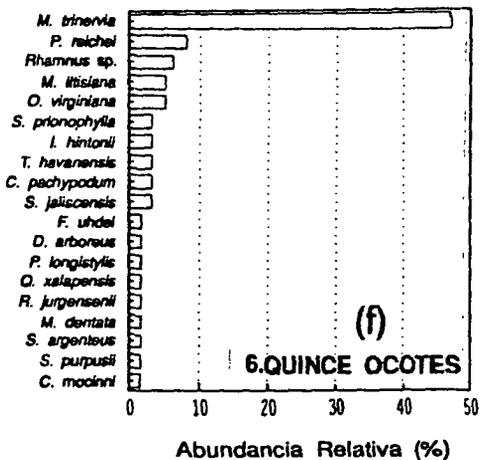
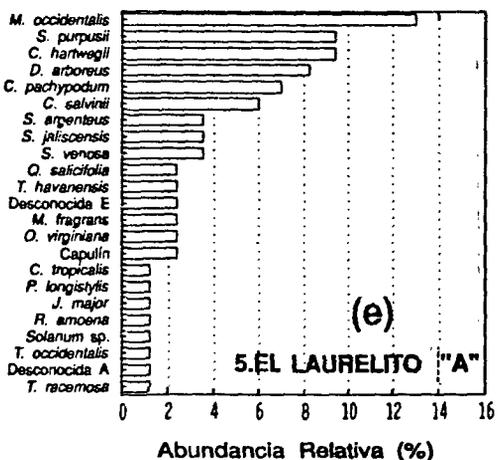
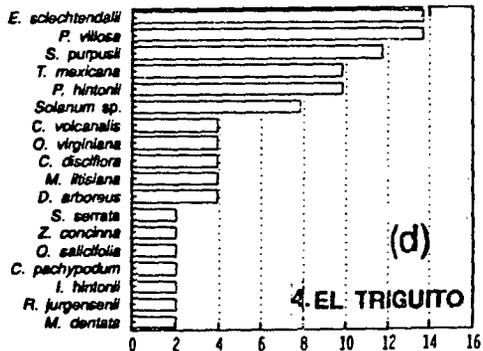
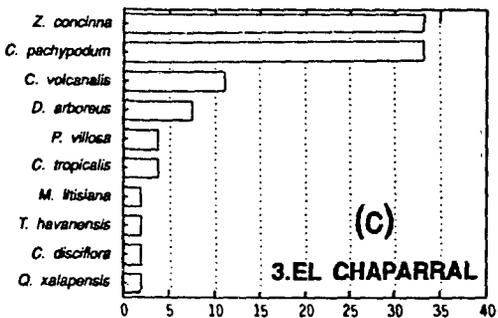
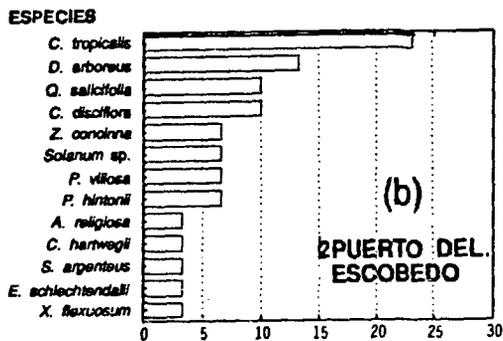
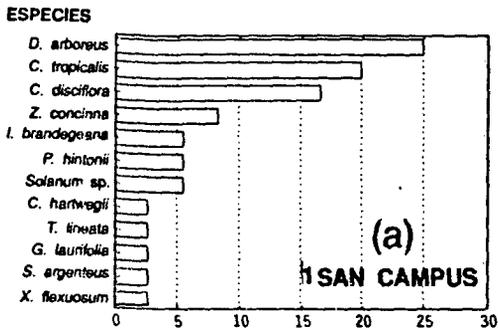


Figura 4. Abundancia relativa de las especies por rodal

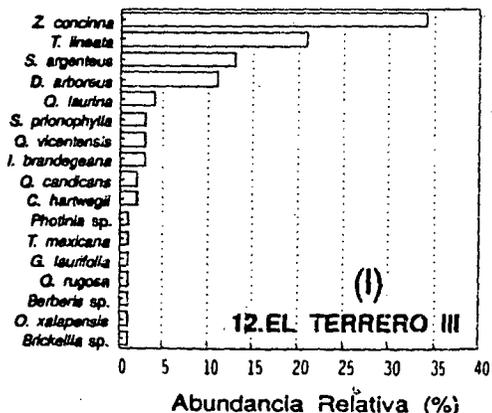
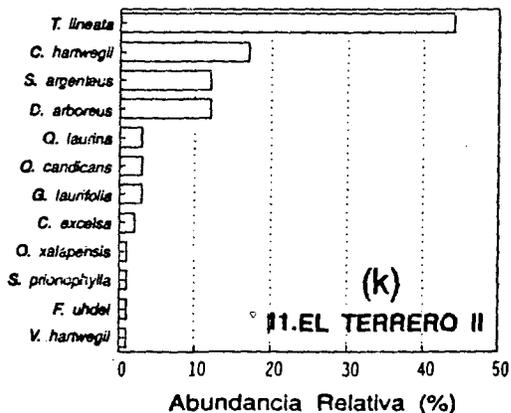
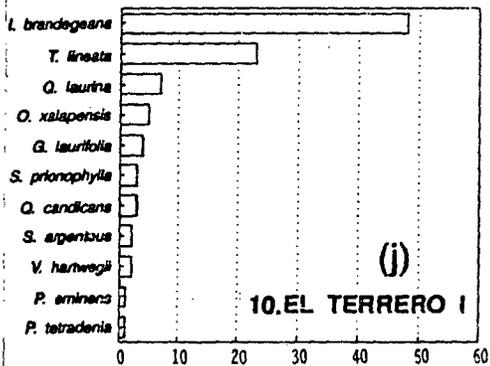
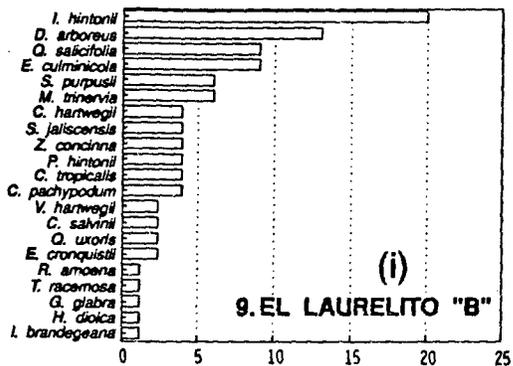
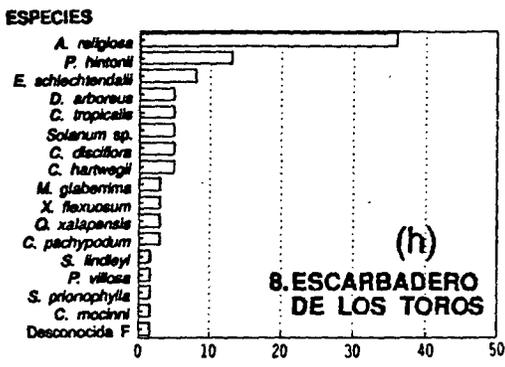
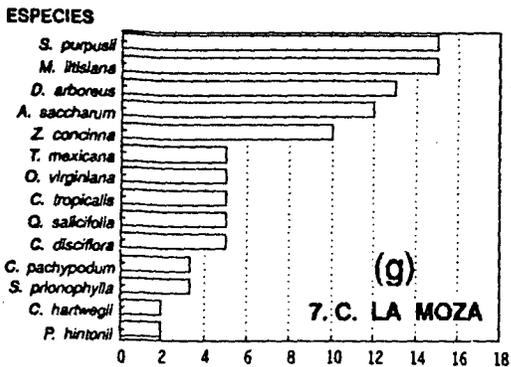


Figura 4 (Cont.). Abundancia relativa de las especies por rodal.

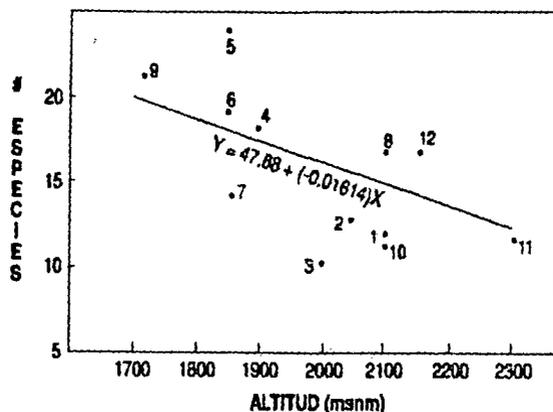


Figura 6. Relación entre el número de especies de BMM en rodales de 1000 m² vs. la altitud.

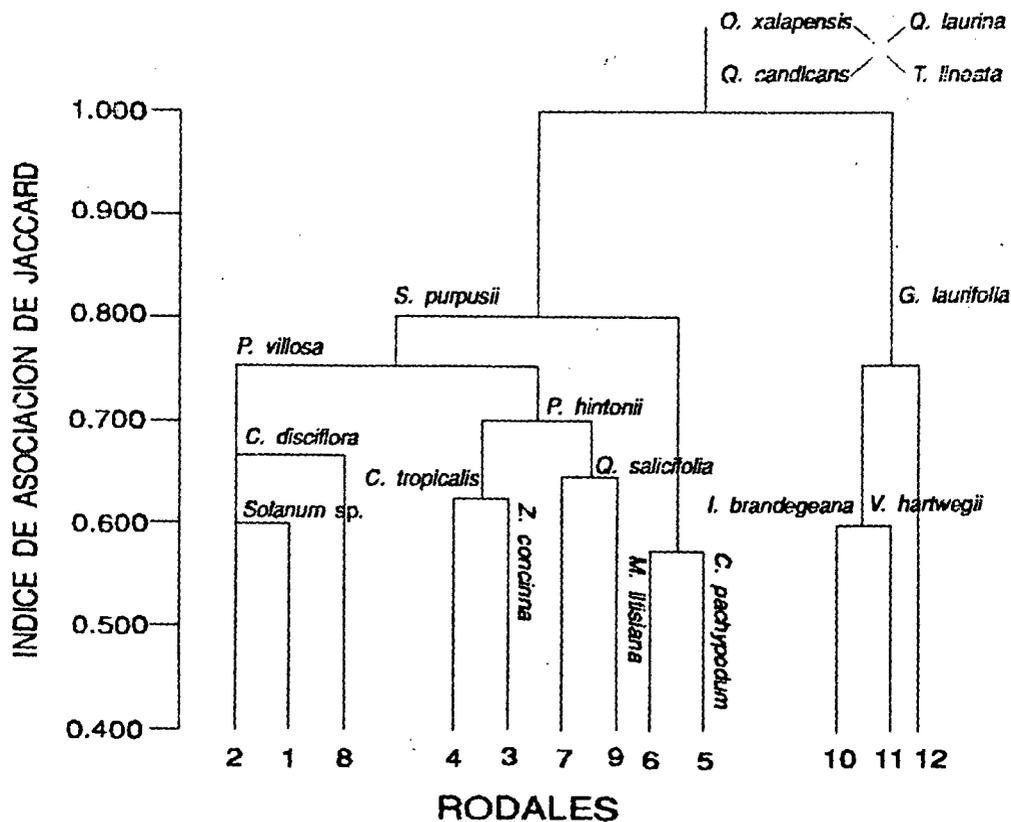


Figura 7. Dendrograma que muestra las principales asociaciones de especies.

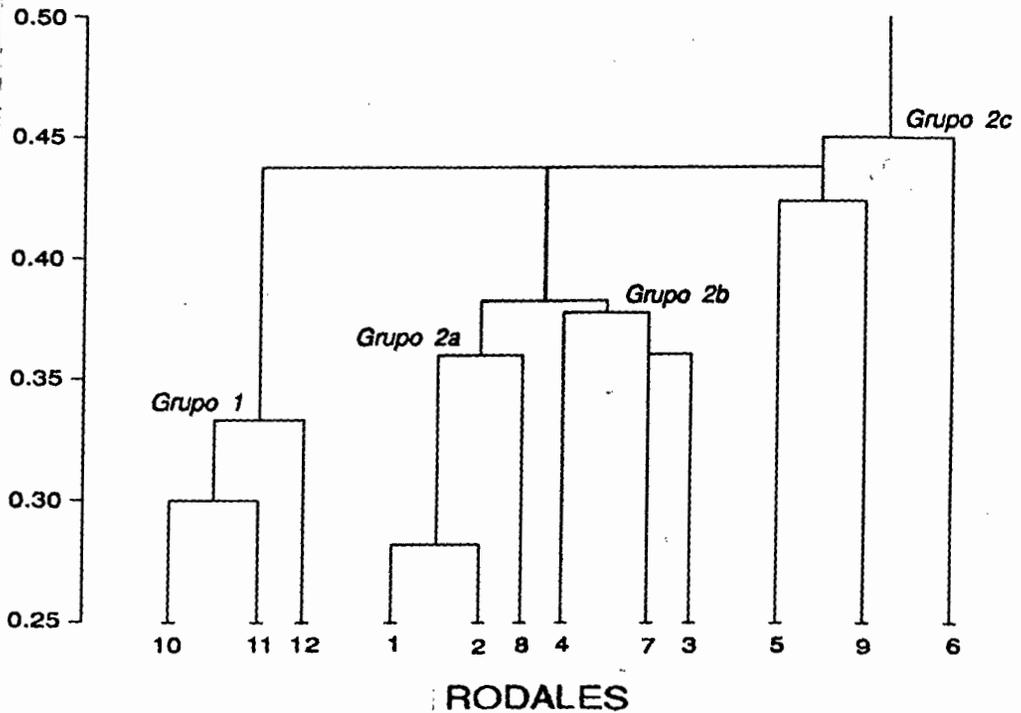


Figura 8. Dendrograma: Clasificación de los rodales con base a su similitud florística (presencia-ausencia).

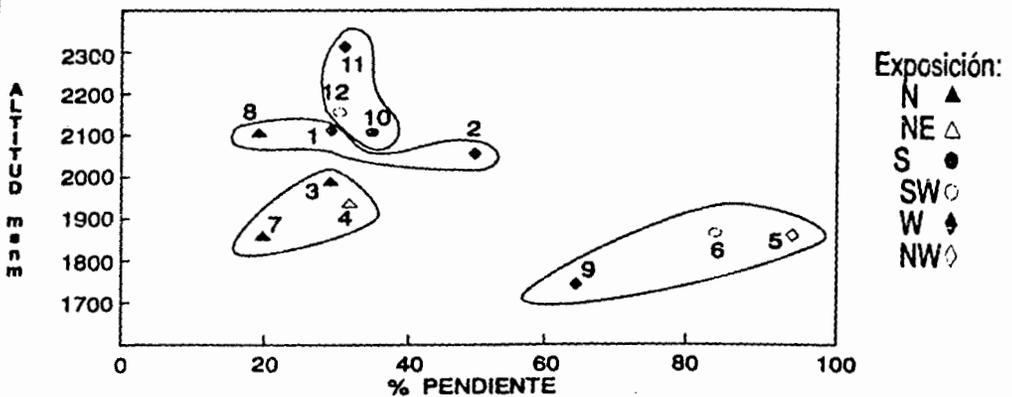


Figura 9. Relación de los grupos obtenidos en la clasificación de los rodales con la altitud y el porcentaje de pendiente por rodal.

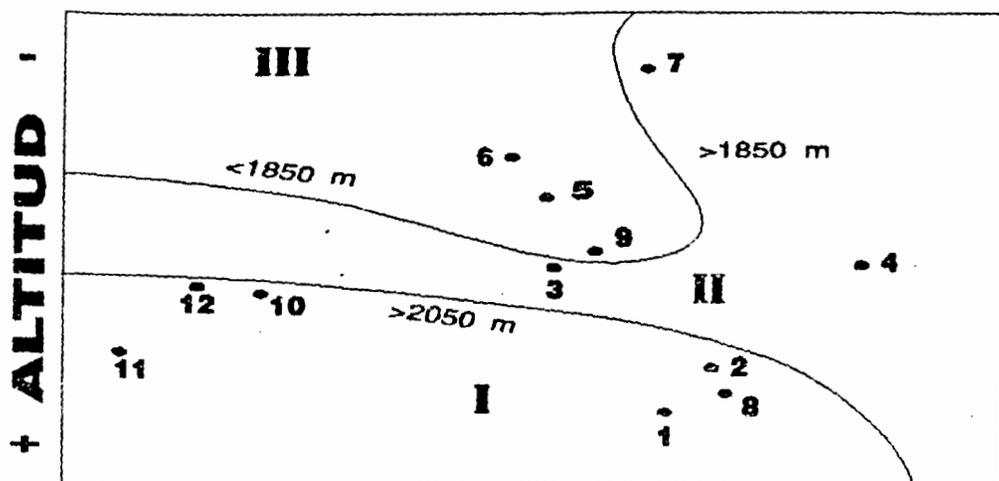


Figura 10. Ordenación de los rodales, respecto al gradiente altitudinal en el eje de las ordenadas y un gradiente topográfico en el eje de las abscisas.

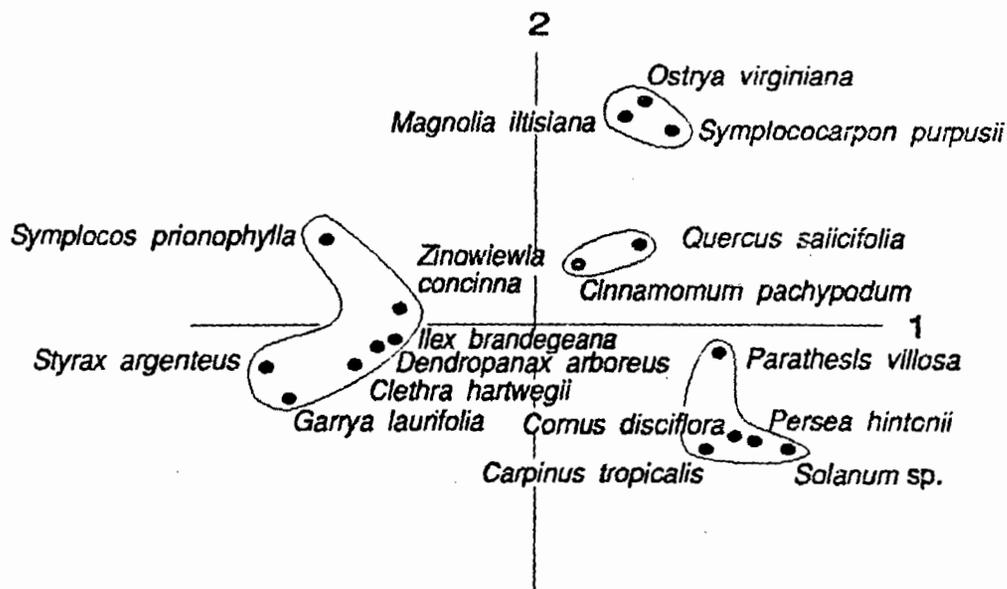


Figura 11. Ordenación de las especies más comunes en el BMM del área de estudio.

SAN CAMPUS

1. *Ilex brandegeana*
2. *Carpinus tropicalis*
3. *Dendropanax arboreus*
4. *Cornus disciflora*
5. *Styrax argenteus*
6. *Garrya laurifolia*
7. *Zinowiewia concinna*
8. *Clethra hartwegii*
9. *Ternstroemia dentisepala*
10. *Xylosma flexuosum*
11. *Persea hintonii*
12. *Solanum sp.*

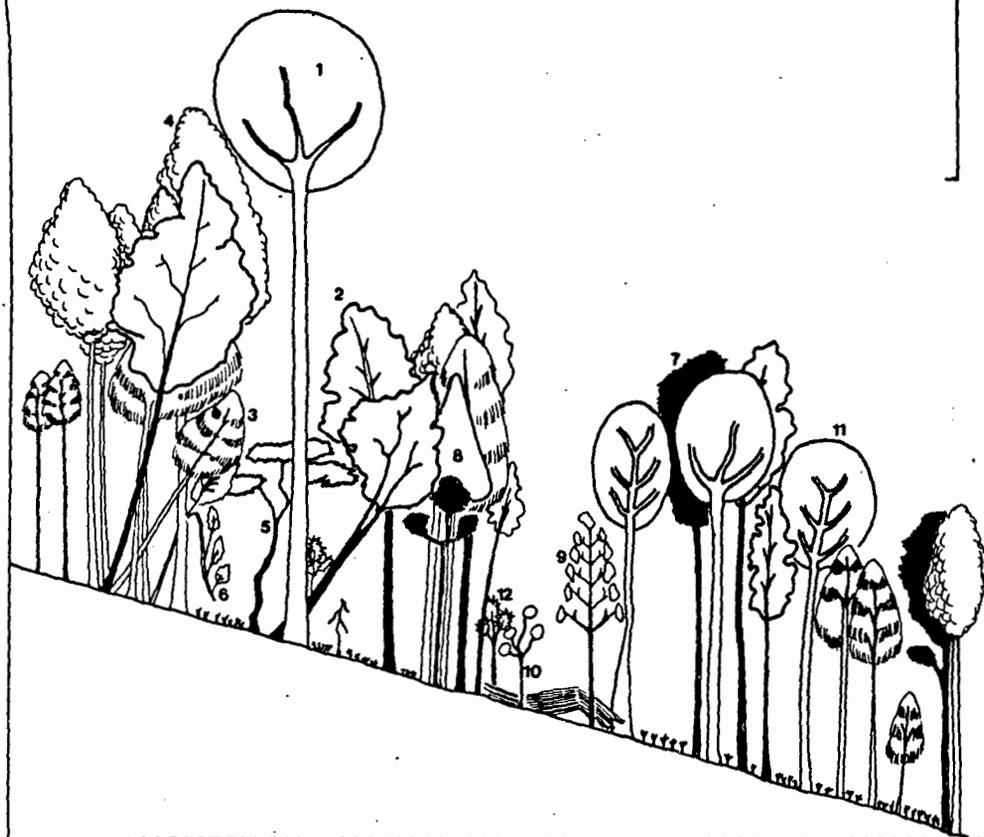


FIGURA 12. Perfil del rodal 1 (San Campús)

PUERTO DEL ESCOBEDO

1. *Abies religiosa* var. *emarginata*
2. *Zinowiewia concinna*
3. *Quercus salicifolia*
4. *Carpinus tropicalis*
5. *Cornus disciflora*
6. *Clethra hartwegii*
7. *Persea hintonii*
8. *Dendropanax arboreus*
9. *Solanum* sp.
10. *Euphorbia schlechtendalii*
11. *Xylosma flexuosum*
12. *Styrax argenteus*
13. *Parathesis villosa*

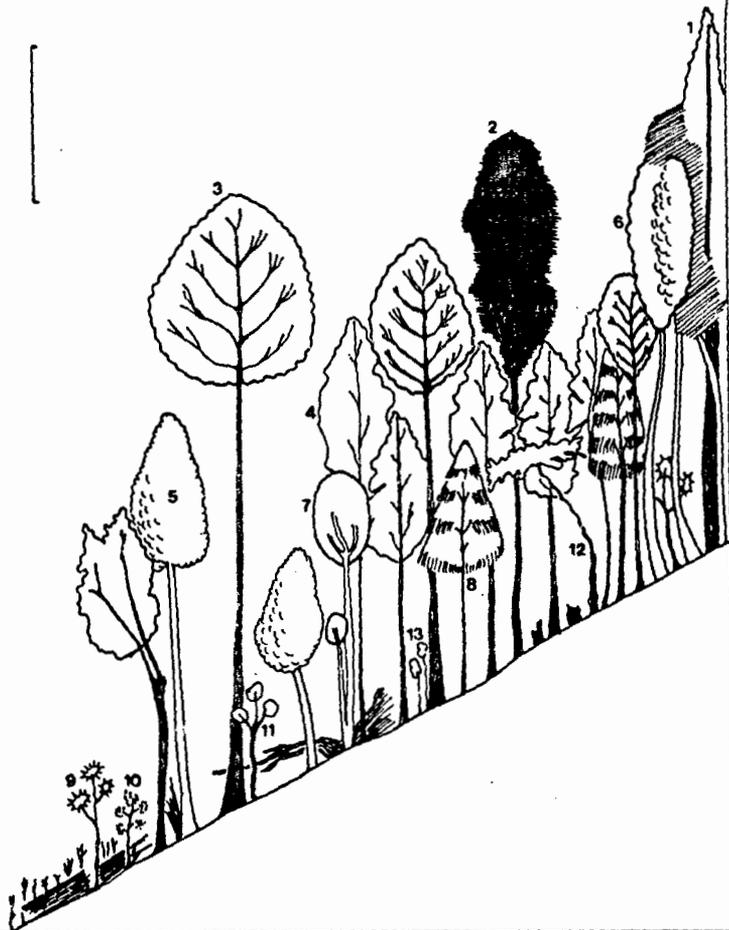


FIGURA 13. Perfil del rodal 2 (Puerto del Escobedo)

EL CHAPARRAL

1. *Magnolia iltisiana*
2. *Zinowiewia concinna*
3. *Carpinus tropicalis*
4. *Cornus disciflora*
5. *Cinnamomum pachypodum*
6. *Dendropanax arboreus*
7. *Quercus xalapensis*
8. *Trichilia havanensis*
9. *Conostegia volcanalis*
10. *Parathesis villosa*

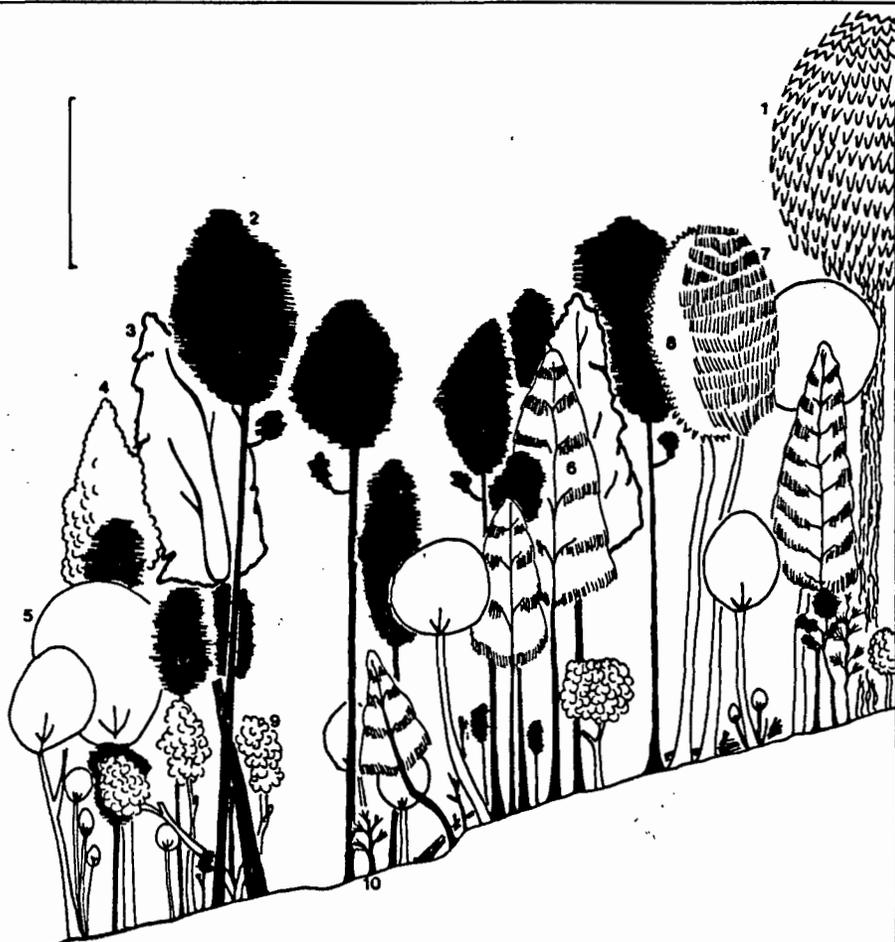
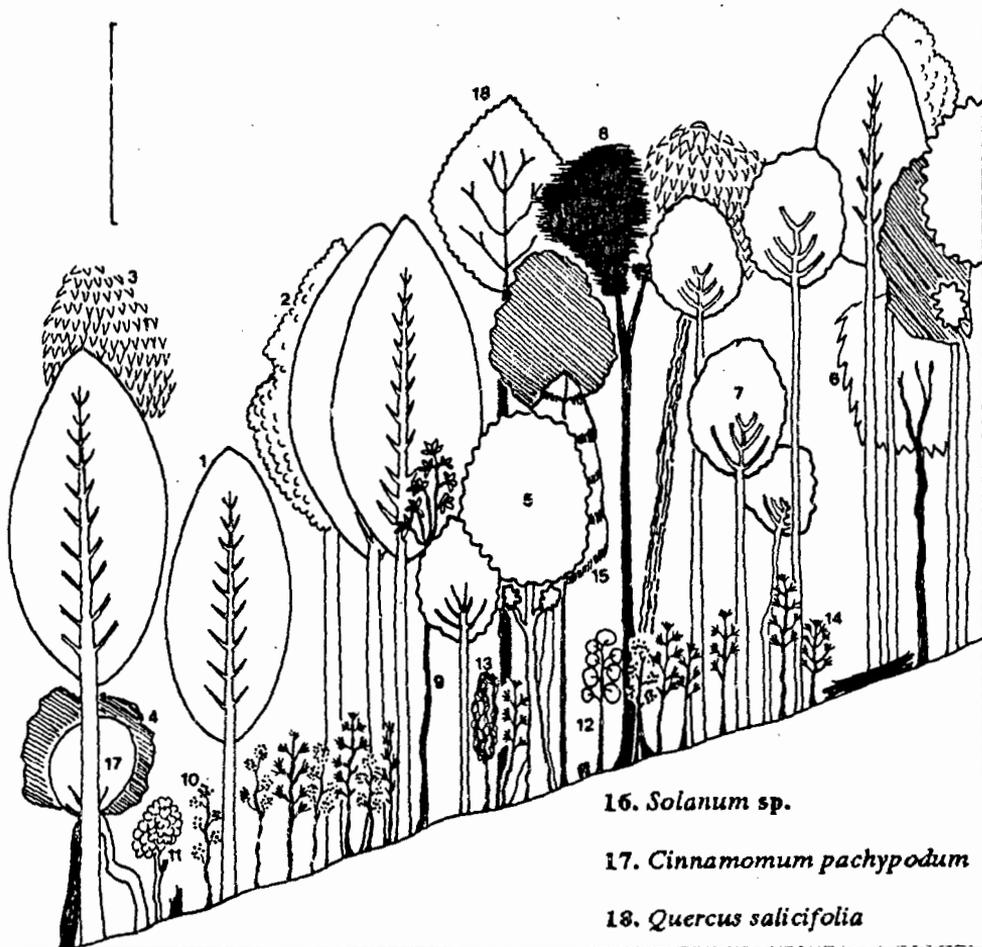


FIGURA 14. Perfil del rodal 3 (El Chaparral)

EL TRIGUITO

1. *Symplocarpon purpusii*
2. *Cornus disciflora*
3. *Magnolia iltisiana*
4. *Tilia mexicana*
5. *Meliosma mexicana*
6. *Ostrya virginiana*
7. *Persca hintonii*
8. *Zinowiewia concinna*
9. *Rapanea jurgensenii*
10. *Euphorbia schlechtendalii*
11. *Conostegia volcanalis*
12. *Saurauia serrata*
13. *Inga hintonii*
14. *Parathesis villosa*
15. *Dendropanax arboreus*



16. *Solanum* sp.

17. *Cinnamomum pachypodum*

18. *Quercus salicifolia*

FIGURA 15. Perfil del rodal 4 (El Triguito)

EL LAURELITO "A"

1. *Juglans major* var. *glabrata*
2. *Mabea occidentalis*
3. *Symplococarpum purpusii*
4. *Quercus salicifolia*
5. *Dendropanax arboreus*
6. *Cinnamomum pachypodium*
7. *Trophis racemosa*
8. *Myrcianthes fragrans*
9. *Clethra hartwegii*
10. *Carpinus tropicalis*
11. *Clusia salvinii*
12. *Styrax argenteus*
13. *Synardisia venosa*
14. *Perrottetia longistylis*
15. *Sebastiania jaliscensis*
16. *Rondeletia amoena*
17. *Trichilia havanensis*
18. *Solanum* sp.

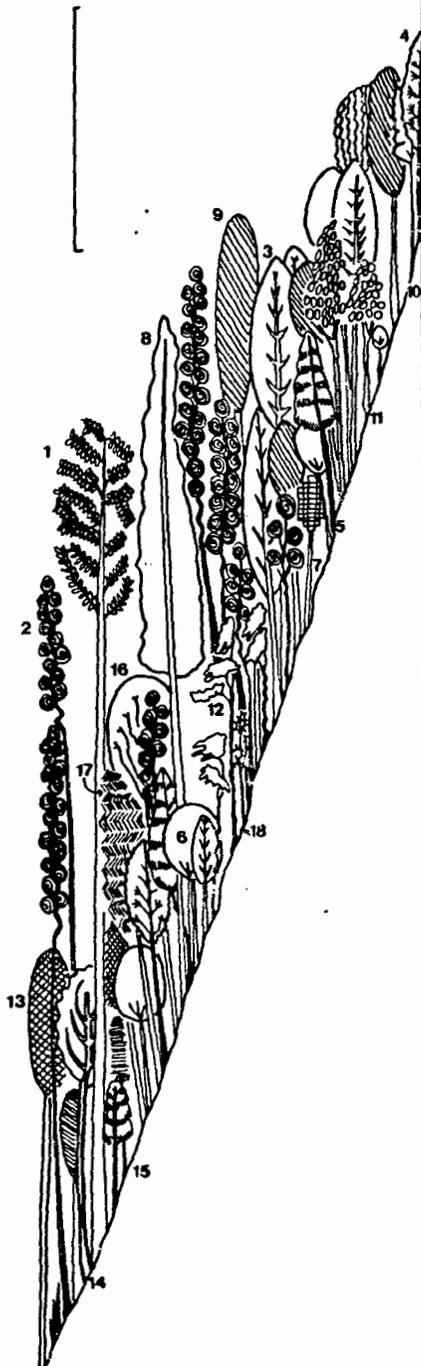


FIGURA 16. Perfil del rodal 5 (El Laurelito "A")

QUINCE OCOTES

1. *Fraxinus uhdei*
2. *Matudaea trinervia*
3. *Quercus xalapensis*
4. *Podocarpus reichei*
5. *Magnolia iltisiana*
6. *Citharexylum mocinii*
7. *Dendropanax arboreus*
8. *Ostrya virginiana*
9. *Styrax argenteus*
10. *Sebastiania jaliscensis*
11. *Symplocarpon purpusii*
12. *Meliosma dentata*
13. *Symplocos prionophylla*
14. *Inga hintonii*
15. *Perrottetia longistylis*
16. *Trichilia havanensis*

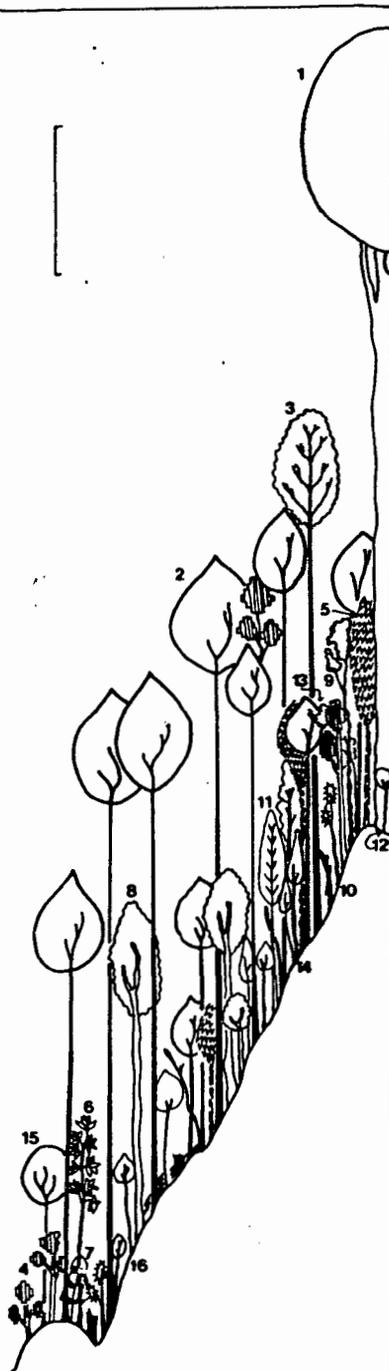
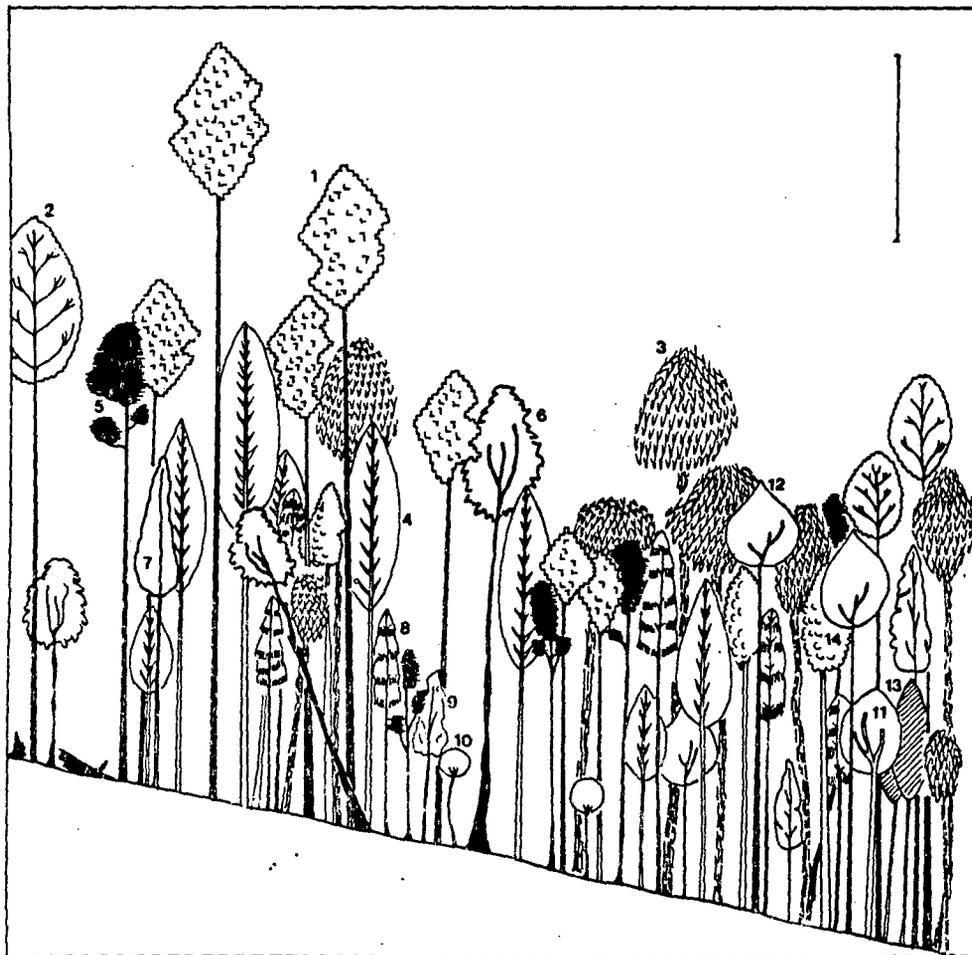


FIGURA 17. Perfil del rodal 6 (Quince Ocotes)

CAÑADA LA MOZA



1. *Acer saccharum* spp. *skutchii*
2. *Quercus salicifolia*
3. *Magnolia ilisiana*
4. *Symplocarpon purpusi*
5. *Zinowiewia concinna*
6. *Ostrya virginiana*
7. *Clethra hartwegii*
8. *Dendropanax arboreus*
9. *Carpinus tropicalis*
10. *Cinnamomum pachypodium*
11. *Persea hintonii*
12. *Tilia mexicana*
13. *Symplocos prionophylla*
14. *Cornus disciflora*

FIGURA 18. Perfil del rodal 7 (Cañada La Moza)

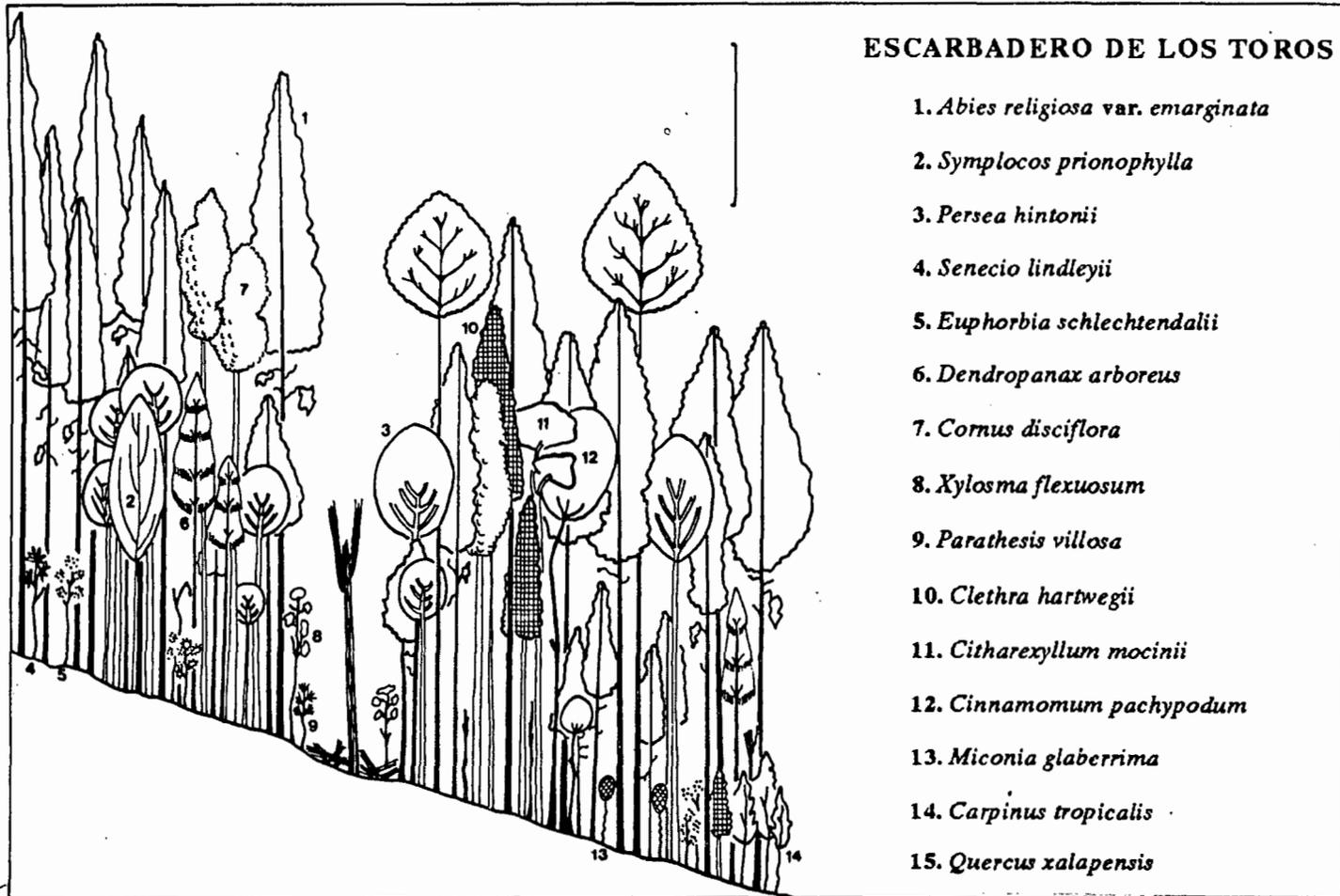


FIGURA 19. Perfil del rodal 8 (Escarbadero de los Toros)

EL LAURELITO "B"

1. *Dendropanax arboreus*
2. *Carpinus tropicalis*
3. *Zinowiewia concinna*
4. *Clethra hartwegii*
5. *Eupatorium cronquistii*
6. *Sebastiania jaliscensis*
7. *Quercus salicifolia*
8. *Cinnamomum pachypodum*

9. *Q. uxoris*
10. *E. culminicola*
11. *C. salvini*
12. *I. hintonii*
13. *S. purpusii*
14. *P. hintonii*
15. *G. glabra*
16. *T. racemosa*
17. *H. dioica*
18. *M. trinervia*

FIGURA 20. Perfil del rodal 9 (El Laurelito "B")

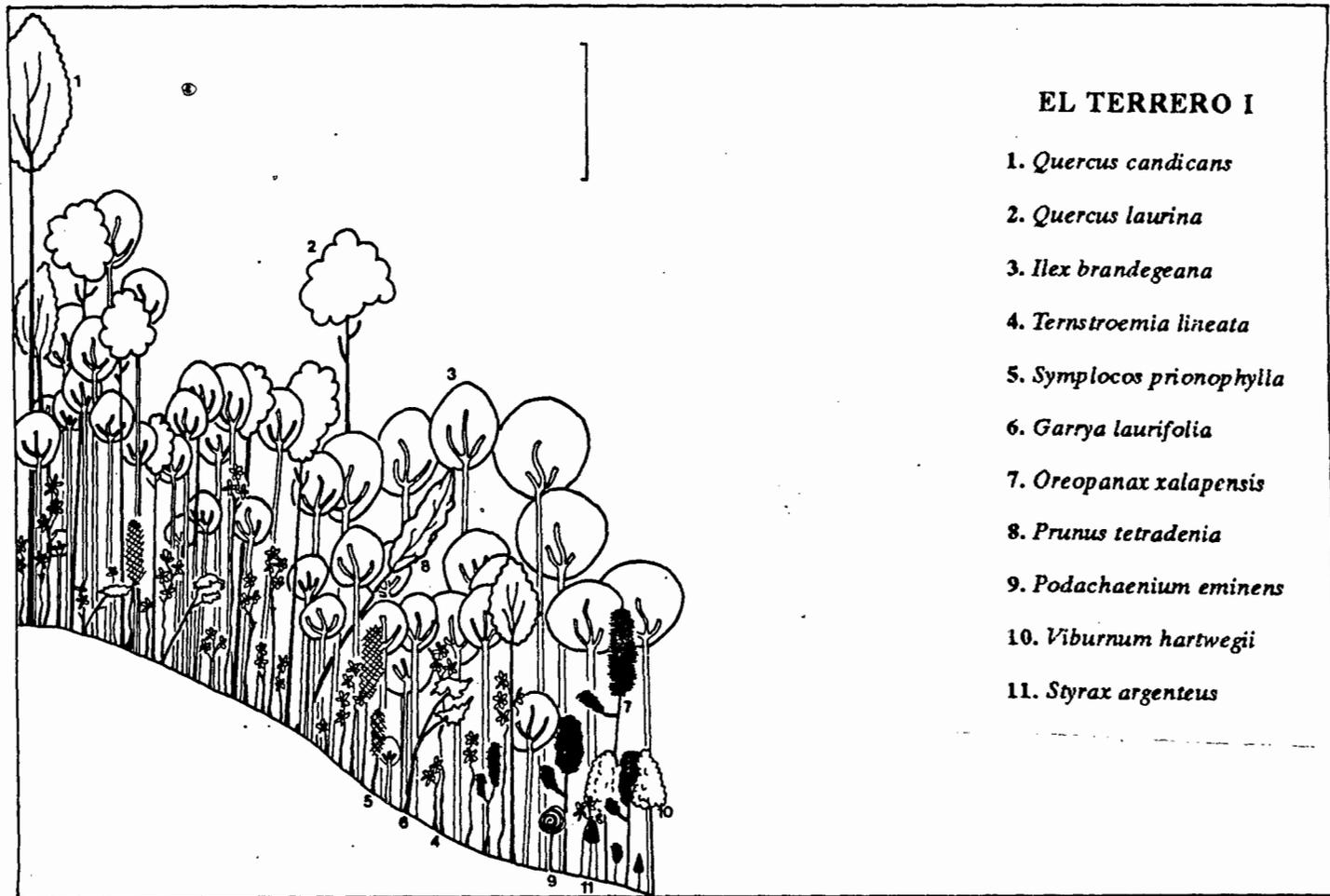


FIGURA 21. Perfil del rodal 10 (El Terrero I)

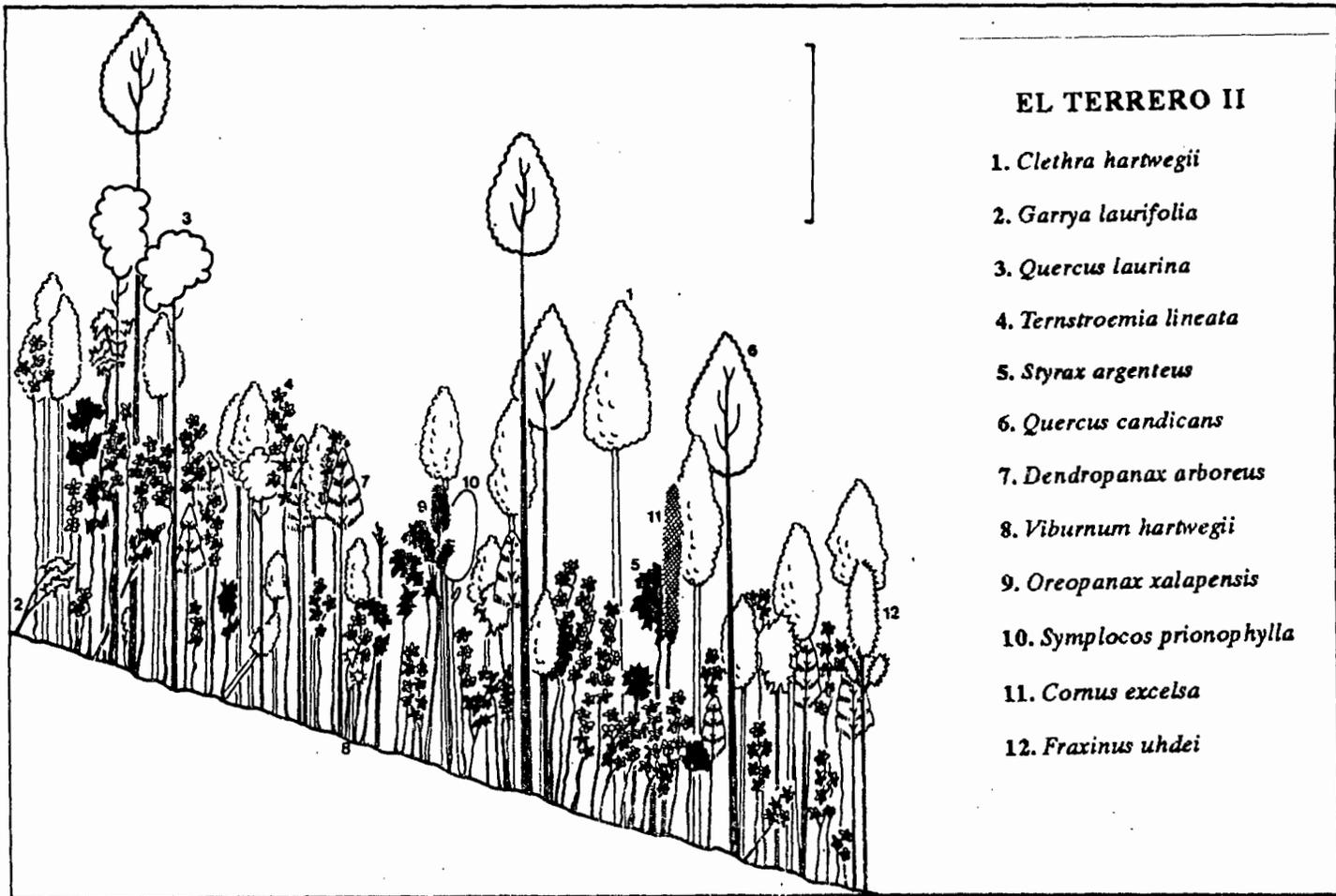
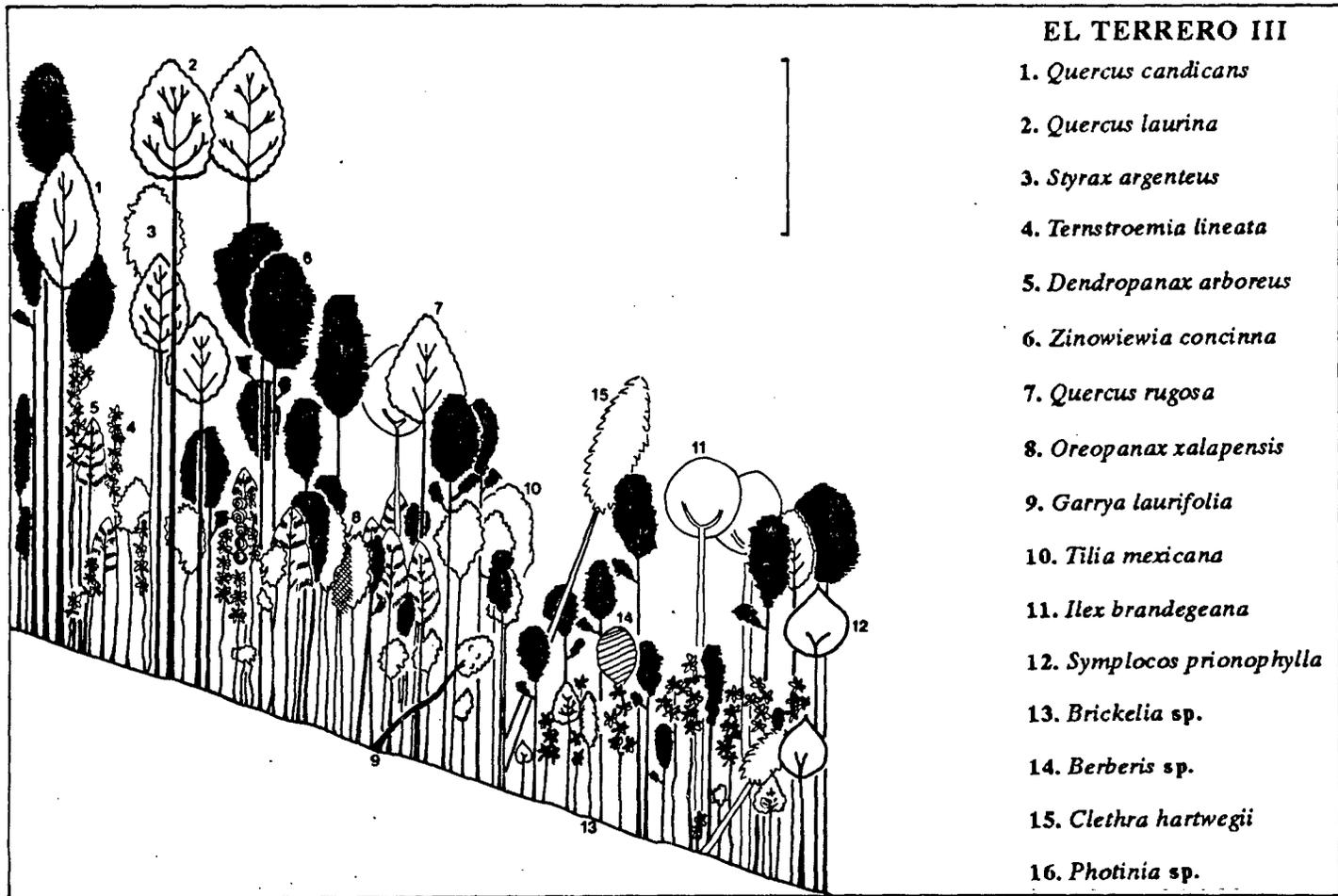


FIGURA 22. Perfil del rodal 11 (El Terrero II)



EL TERRERO III

1. *Quercus candicans*
2. *Quercus laurina*
3. *Styrax argenteus*
4. *Ternstroemia lineata*
5. *Dendropanax arboreus*
6. *Zinowiewia concinna*
7. *Quercus rugosa*
8. *Oreopanax xalapensis*
9. *Garrya laurifolia*
10. *Tilia mexicana*
11. *Ilex brandegeana*
12. *Symplocos prionophylla*
13. *Brickelia* sp.
14. *Berberis* sp.
15. *Clethra hartwegii*
16. *Photinia* sp.

FIGURA 23. Perfil del rodal 12 (El Terrero III)

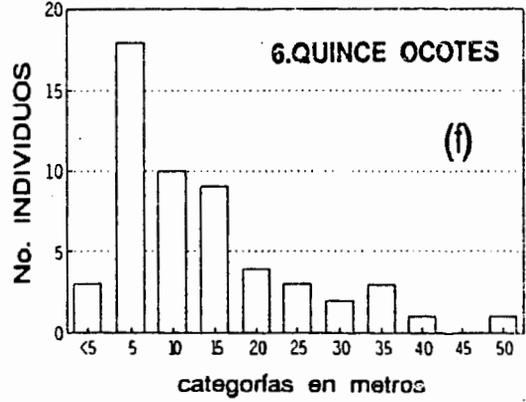
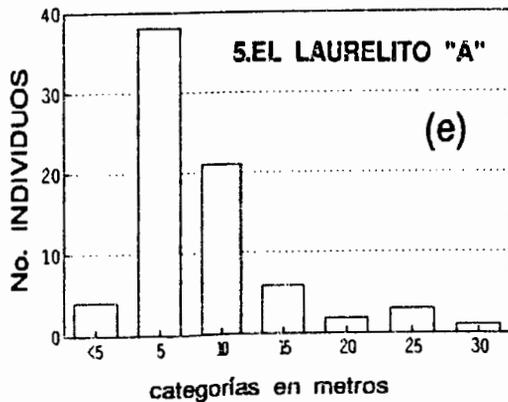
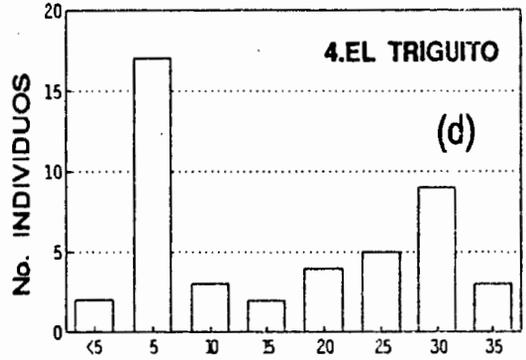
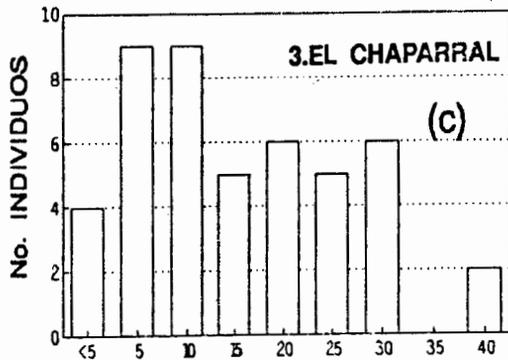
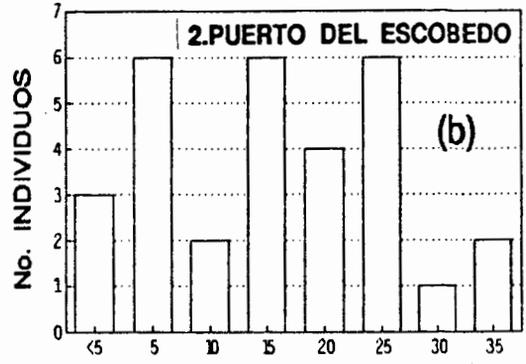
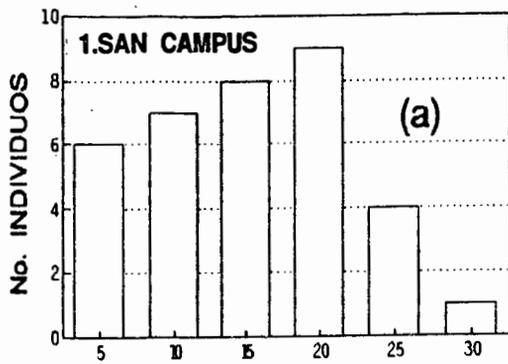


Figura 24. Histogramas de estructura de alturas por rodal.

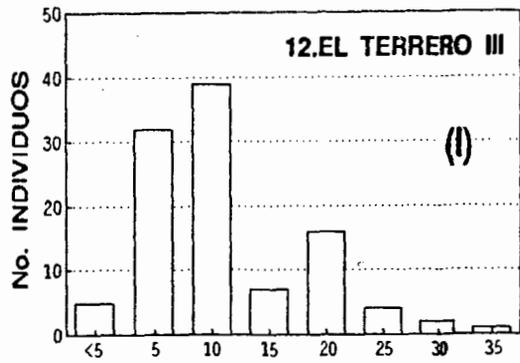
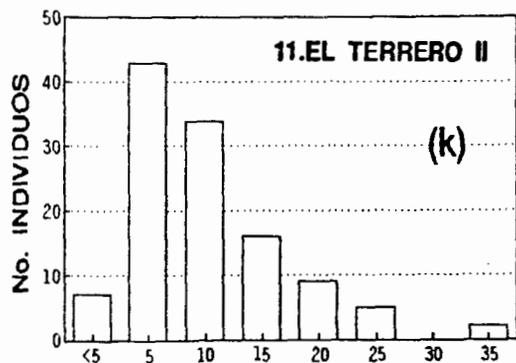
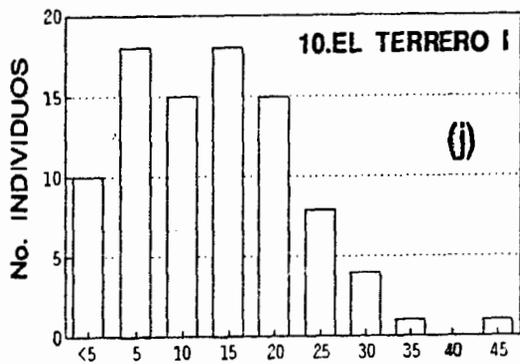
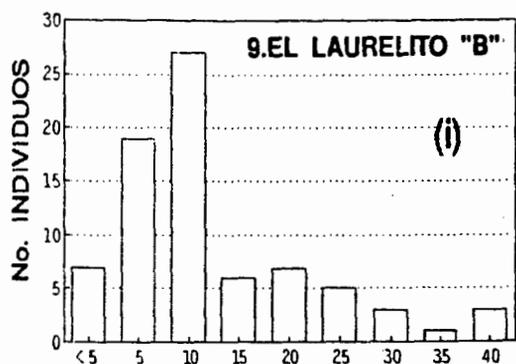
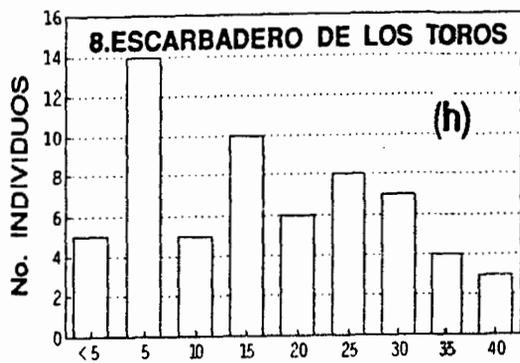
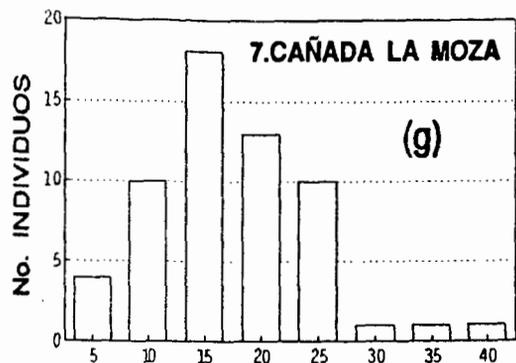


Figura 24 (Cont.). Histogramas de estructura de alturas por rodal.

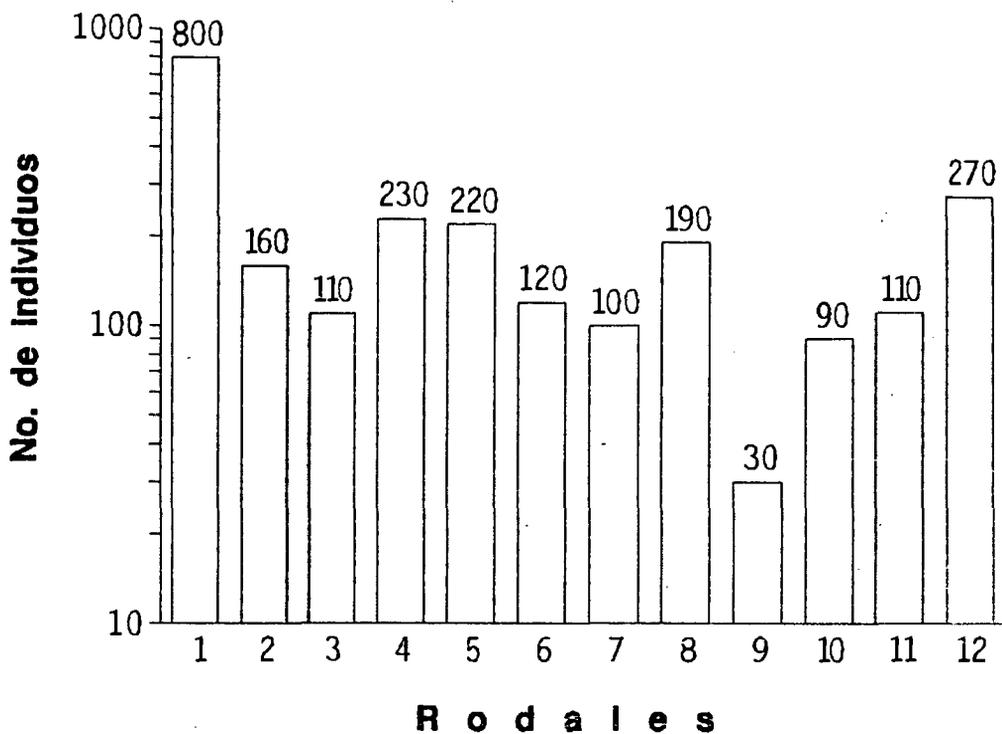


Figura 25. Distribución de la abundancia absoluta del estrato arbustivo por rodal.

No. 1 San Campús

<i>Persea hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Carpinus topicalis</i>	■	■	■	■	■
<i>Parathesis villosa</i>	■	■	■	■	■
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	■	■	■	■	■
<i>Styrax argenteus</i>	■	■	■	■	■
<i>Zinowiewia concinna</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cornus disciflora</i>	■	■	■	■	■
<i>Rapanea jurgensenii</i>	■	■	■	■	■

No. 2 Pto. del Escobedo

<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Styrax argenteus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cornus disciflora</i>	■	■	■	■	■
<i>Persea hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Zinowiewia concinna</i>	■	■	■	■	■
<i>Rapanea jurgensenii</i>	■	■	■	■	■
<i>Ilex brandegeana</i>	■	■	■	■	■
<i>Xylosma flexuosum</i>	■	■	■	■	■

No. 3 El Chaparral

<i>Zinowiewia concinna</i>	■	■	■	■	■
<i>Solanum sp.</i>	■	■	■	■	■
<i>Parathesis villosa</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Symplocos prionophylla</i>	■	■	■	■	■
<i>Rapanea jurgensenii</i>	■	■	■	■	■

No. 4 El Triguito

<i>Persea hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Symplococarpon purpusii</i>	■	■	■	■	■
<i>Parathesis villosa</i>	■	■	■	■	■
<i>Solanum sp.</i>	■	■	■	■	■
<i>Zinowiewia concinna</i>	■	■	■	■	■
<i>Meliosma dentata</i>	■	■	■	■	■

No. 5 El Laurelito (A)

<i>Oreopanax echinops</i>	■	■	■	■	■
<i>Symplococarpon purpusii</i>	■	■	■	■	■
<i>Sebastiania jaliscensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Xylosma flexuosum</i>	■	■	■	■	■
<i>Styrax argenteus</i>	■	■	■	■	■
<i>Meliosma dentata</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Clusia salvinii</i>	■	■	■	■	■

No. 6 Quince Ocotes

<i>Maludaea trinervia</i>	■	■	■	■	■
<i>Podocarpus reichei</i>	■	■	■	■	■
<i>Oreopanax echinops</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Inga hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Rapanea jurgensenii</i>	■	■	■	■	■
<i>Xylosma flexuosum</i>	■	■	■	■	■
<i>Magnolia iltisiana</i>	■	■	■	■	■

Figura 26. Composición florística de las especies arbóreas en la regeneración, con sus respectivas escalas de puntos por rodal.

No. 7 Cañada La Moza

<i>Zinowiewia concinna</i>	■
<i>Magnolia iltisiana</i>	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■

No. 8 E. de los Toros

<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	■	■	■	■
<i>Parathesis villosa</i>	■	■	■	■
<i>Miconia glaberima</i>	■	■	■	■
<i>Solanum sp.</i>	■	■	■	■
<i>Senecio lindleyi</i>	■	■	■	■

No. 9 El Laurelito (B)

<i>Inga hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Sebastiania jaliscensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Quercus salicifolia</i>	■	■	■	■	■
<i>Eugenia culminicola</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■
<i>Persea hintonii</i>	■	■	■	■	■
<i>Rondeletia amoena</i>	■	■	■	■	■

No. 10 El Terrero-I

<i>Styrax argenteus</i>	■	■	■	■	■
<i>Oreopanax xalapensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Ilex brandegeana</i>	■	■	■	■	■
<i>Ternstroemia lineata</i>	■	■	■	■	■
<i>Symplocos prionophylla</i>	■	■	■	■	■
<i>Quercus laurina</i>	■	■	■	■	■
<i>Dendropanax arboreus</i>	■	■	■	■	■

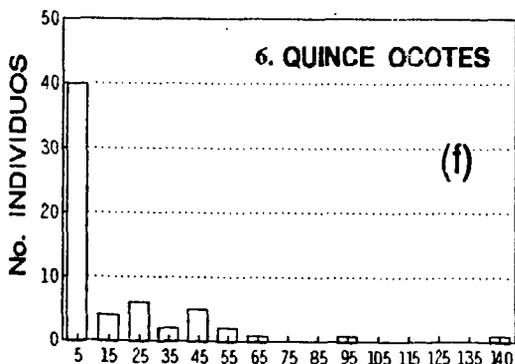
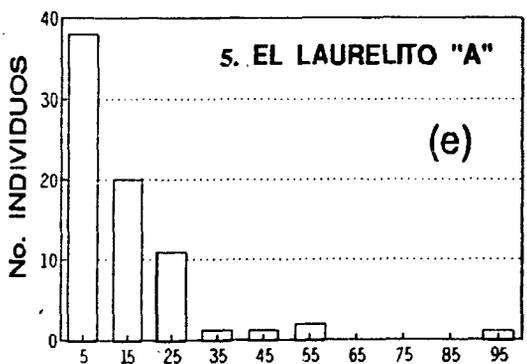
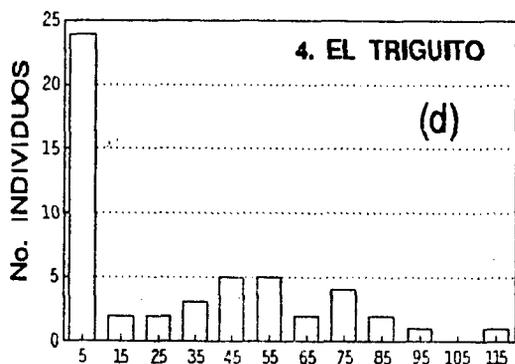
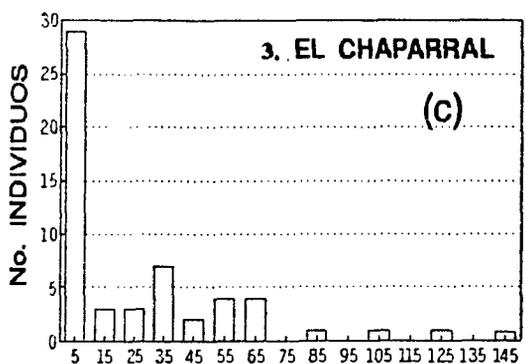
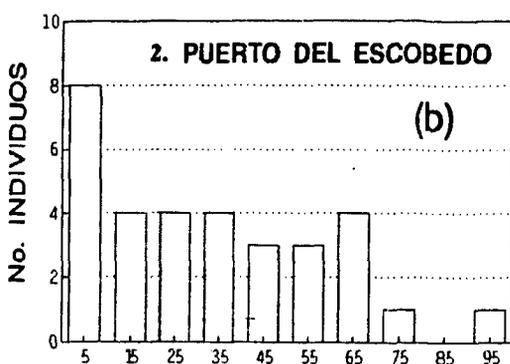
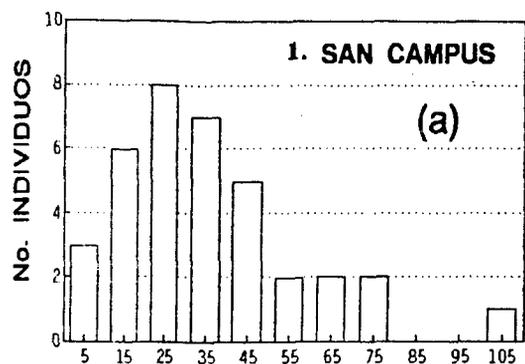
No. 11 El Terrero-II

<i>Symplocos prionophylla</i>	■	■	■	■	■
<i>Ternstroemia lineata</i>	■	■	■	■	■
<i>Oreopanax xalapensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Xylosma illexuosum</i>	■	■	■	■	■

No. 12 El Terrero-III

<i>Quercus vicentensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Styrax argenteus</i>	■	■	■	■	■
<i>Zinowiewia concinna</i>	■	■	■	■	■
<i>Oreopanax xalapensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Symplocos prionophylla</i>	■	■	■	■	■
<i>Ternstroemia lineata</i>	■	■	■	■	■
<i>Ilex brandegeana</i>	■	■	■	■	■
<i>Xylosma illexuosum</i>	■	■	■	■	■

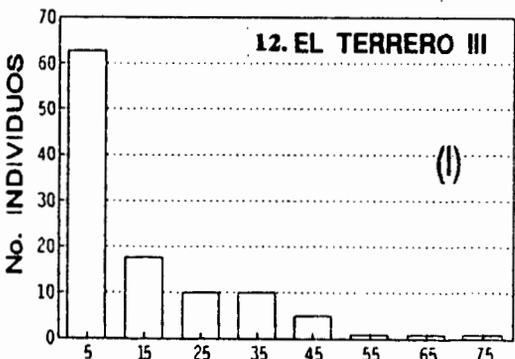
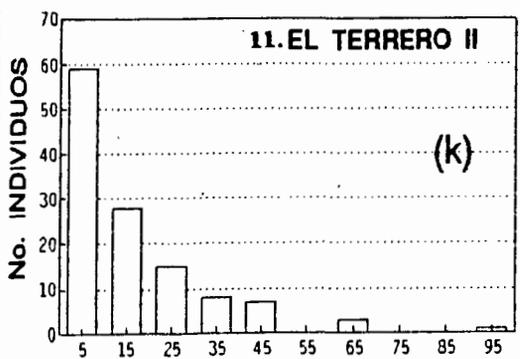
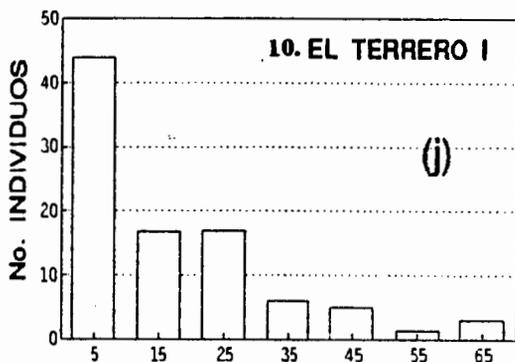
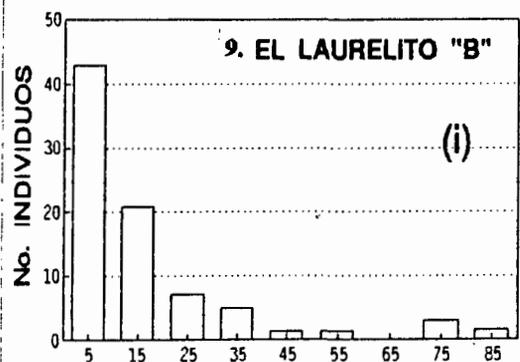
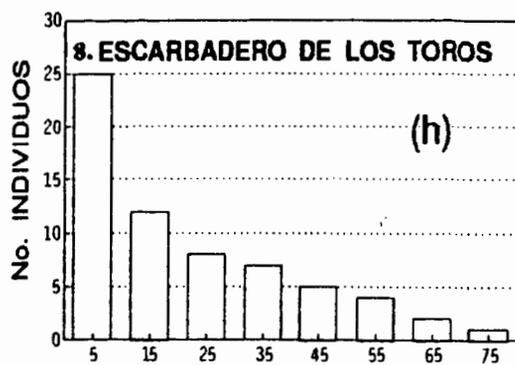
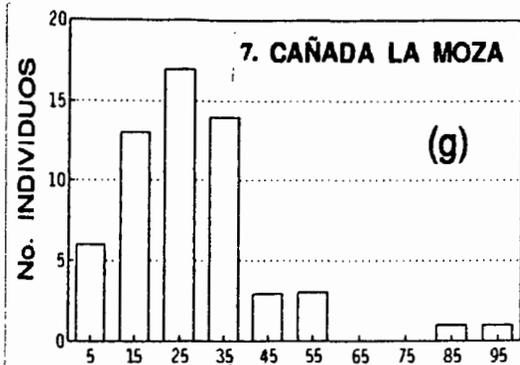
Figura 26 (Cont.). Composición florística de las especies arbóreas en la regeneración, con sus respectivas escalas de puntos por rodal.



categorías en centímetros

categorías en centímetros

Figura 27. Histogramas de estructura de diámetros por rodal.



categorías en centímetros

categorías en centímetros

Figura 27 (Cont.). Histogramas de estructura de diámetros por rodal.

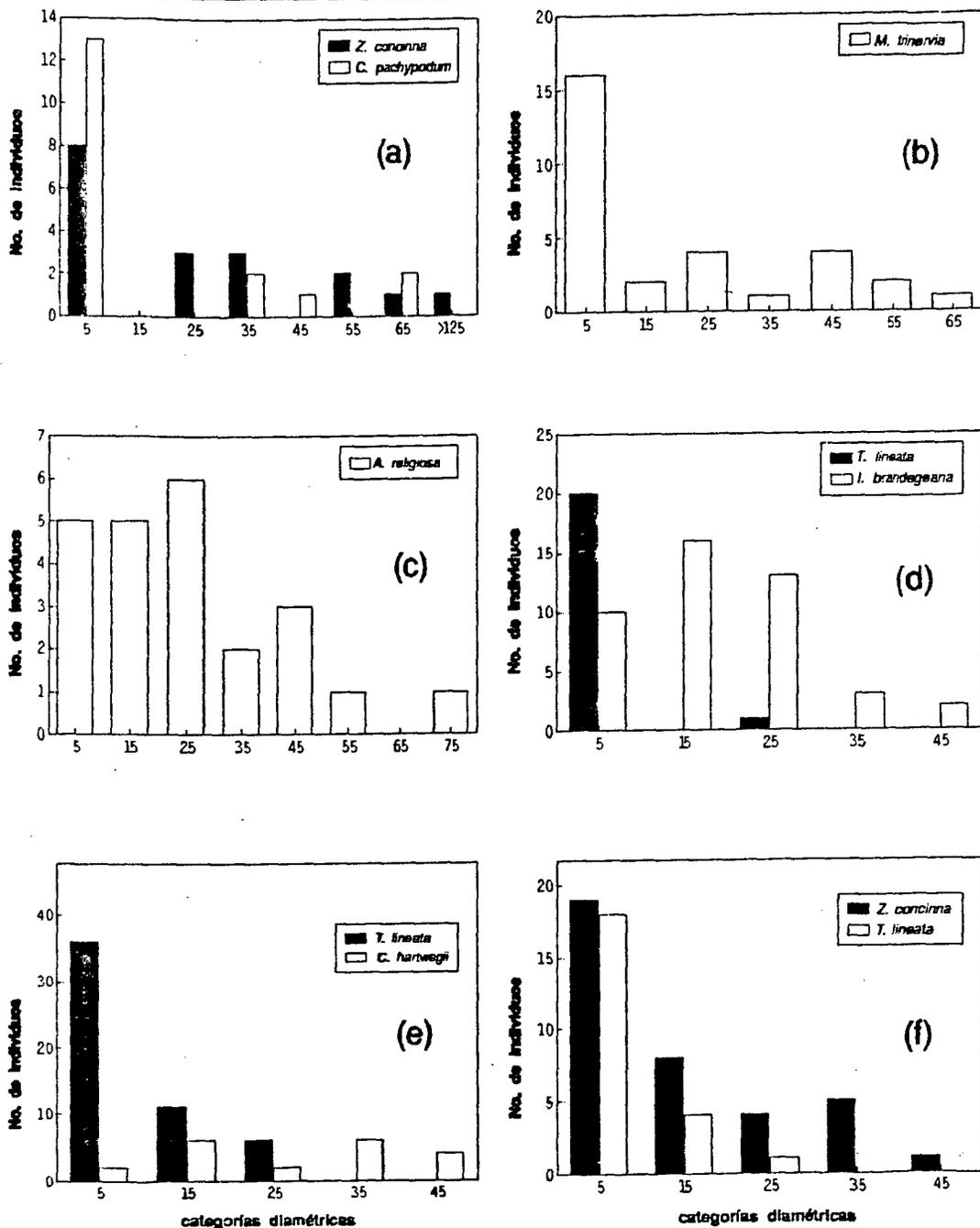


Figura 28. Histogramas de estructura diamétrica por especie y rodal.

APENDICE A

LISTADO DE NOMBRES CIENTIFICOS DE LAS ESPECIES CITADAS EN EL TEXTO

ACERACEAE

Acer skutchii Rehder

ACTINIFOLIACEAE

Saurauia serrata DC.

AQUIFOLIACEAE

Ilex brandegeana Loes.

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Dec. & Planch.

Oreopanax xalapensis (H.B.K.) Dec. & Planch.

BERBERIDACEAE

Berberis sp.

BETULACEAE

Carpinus tropicalis Furlow

Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch

CAPRIFOLIACEAE

Viburnum hartwegii Benth.

CELASTRACEAE

Perrottetia longistylis Rose

Ziřowiewia concinna Lundell

CLETHRACEAE

Clethra hartwegii DC.

COMPOSITAE

- Brickellia* sp.
Eupatorium cronquistii (K. & R.) Turner
Podachaenium eminens (Lag.) Sch. Bip.
Senecio standleyi Greenm.

CORNACEAE

- Cornus disciflora* DC.
Cornus excelsa H.B.K.

EUPHORBIACEAE

- Euphorbia schlechtendalii* Boiss.
Mabea occidentalis Benth.
Sebastiania jaliscensis Mc Vaugh

FAGACEAE

- Quercus candicans* Née
Quercus laurina H. & B.
Quercus rugosa Née
Quercus uxoris Mc Vaugh
Quercus salicifolia Née
Quercus vicentensis Trel.
Quercus xalapensis H. & B.

FLACUORTIACEAE

- Hasseltiopsis dioica* (Benth.) Sleumer
Xylosma flexuosum (H.B.K.) Hemsl.

GARRYACEAE

- Garrya laurifolia* Hartweg ex Benth

GUTTIFERAE

- Clusia salvinii* Donn.

HAMAMELIDACEAE

- Matudaea trinervia* Lundell

JUGLANDACEAE

- Juglans major* (Torr.) Heller var. *glabrata* Manning

LAURACEAE

- Cinnamomum pachypodium* (Nees) Kosterm
Persea hintonii Allen

LEGUMINOSAE

- Inga hintonii* Sandw.

MAGNOLIACEAE

- Magnolia iltisiana* sp. nov. ined. (Vázquez, 1990)

MELASTOMATACEAE

- Conostegia volcanalis* Standley & Steyerl
Miconia glaberrima (Schlecht.) Cogn.

MELIACEAE

- Guarea glabra* Vahl.
Trichilia havanensis Jacq.

MORACEAE

- Trophis racemosa* (L.) Urb.

MYRSINACEAE

- Parathesis villosa* Lundell
Rapanea jurgensenii Mez
Synardisia venosa (Mast.) Lundell

MYRTACEAE

- Eugenia capuli* (Schlecht. & Cham.) Berg
Myrcianthes fragrans (Sw.) Mc Vaugh

OLEACEAE

- Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsh.

PINACEAE

- Abies religiosa* var. *emarginata* Loock et Martínez

PODOCARPACEAE

- Podocarpus reichei* Buchh. & Gray

RHAMNACEAE

Rhamnus sp.

ROSACEAE

Photinia sp.

Prunus tetradenia Koehne

RUBIACEAE

Rondeletia amoena Hemsl.

SABIACEAE

Meliosma dentata (Liebm.) Urban

STAPHYLACEAE

Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don

STYRACEAE

Styrax argenteus Presl.

SYMPLOCACEAE

Symplocos prionophylla Hemsl.

THEACEAE

Symplococarpon purpusii (Brandeggee) Kobuski

Ternstroemia dentisepala Bartholomew

Ternstroemia lineata DC. ssp. *lineata*

TILIACEAE

Tilia mexicana Schlecht.

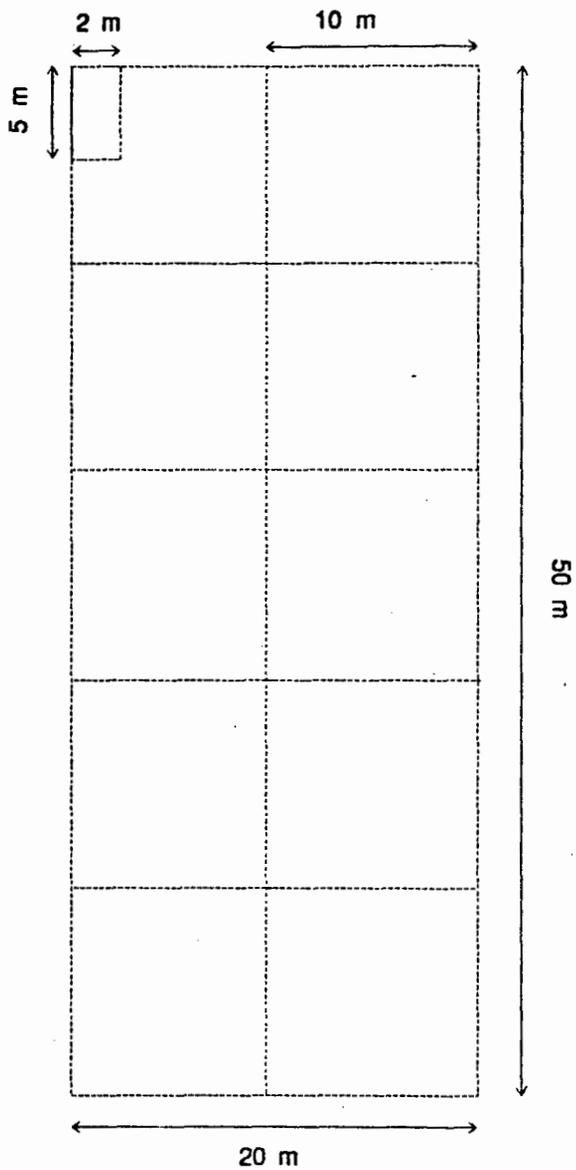
VERBENACEAE

Citharexylum mocinni D. Don

ANEXOS

Cuadro 5. Comparación de parámetros estructurales de diferentes tipos de vegetación con el presente estudio.

SITIO	VEGETACION	No. IND./ha	AREA BASAL m ² /ha	RIQUEZA ESPECIFICA	DIVERSIDAD H'	LIMITE INFERIOR cm (d.a.p.)	SUPERFICIE de muestreo (m ²)	REFERENCIA
Bonampak, Chis.	Selva alta perennifolia	1899	41.8 ± 8.4	78 ± 6	4.76 ± 0.5	3.3	2,500	Meave, 1983
El Cofre de Petote, Ver.	Bosque de coníferas	994	43.1 ± 5.1	7	....	5	....	Jardel, 1986
St. John, U.S. Virgin Is.	Bosque seco siempre verde	3372	30.4 ± 2.3	19 ± 3	3.15 ± 0.5	4.1	500	Weaver & Chinea, 1987
El Cielo, Tampe.	Bosque mesófilo de montaña	1169	32.2 ± 3.6	24 ± 4	3.6 ± 0.39	5	2,500	Paig et al., 1989
El Triunfo, Chis.	Bosque mesófilo de montaña	960	54.4 ± 12.4	18	....	5	1,000	Williams-Linera, 1991
Sierra de Manantlan, Jal.	Bosque mesófilo de montaña	706	56 ± 15.2	16 ± 4	2.24 ± 0.39	5	1,000	Este trabajo.



Anexo 2. Subdivisión del cuadrante.

No. sitio 7 Localidad C. LA MOJA Fecha _____Perturbaciones:

árboles derribados por viento 1 muertos en pie 1 deslaves _____
 desrramados o con punta quebrada 4 Pastoreo: 0 1 2 3 ~~4~~ Erosión: ~~0~~ 1 2 3
 Incendio: 0 1 2 3 4 Explotación forestal: si no

% apertura de claros

cubierto		claros	
100	10	0	90
100	100	0	10
80	100	20	0
80	90	20	10
30	100	10	0
		60	110

17 % total de
claros

Tocones:

no.	Ø	especie
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Arboles derribados:

especie	Ø	localización
	50	C.I.
Mulicaria	25	C.I.

Historial del sitio Bosque guardado de explotación en los 70's. Fuera del predio

(*) Nota:

Pedregosidad: a) rocas, 0-ausencia, 1-muy pocas, 2-una cada 20 m, 3-abundante una cada 10 m, 4-muy abundante una cada 1 ó 3 m, 5-predomina apenas visible el suelo.

b) piedras, 0-ausencia, 1-muy pocas, 2-moderada una cada 20 m, 3-abundante una cada 2m, 4-muy abundante o pedregoso una cada 50 cm (< a 1m de diámetro).

Erosión: 0-ausencia, 1-laminar, 2-canalillos, 3-cárcavas.

Daños: 0-sin daño, 1-resinado, 2-ocoteado, 3-cinchado, 4-quenado, 5-desrramado, 6-derribado por viento, 7-rayado, 8-despuntado, 9-corta clandestina, 10-otros.

Pastoreo: (excretas) 0-ausencia, 1-ligero, 2-moderado cada 50 m, 3-fuerte menos de 50 m una de otra, 4-intensivo, se observa gran cantidad de caminos donde pasta el ganado y suelo sin cubierta vegetal.

Incendio: 0-ausencia, 1-ligero, consumo de hojarasca y poco de leña, no afecta a la regeneración; 2- moderado, marcas por arriba de 50 cm y por debajo de 1 m, muere poca regeneración. 3-fuerte, fuego arriba de 1 m se consume leña fina, queda el suelo desnudo, mueren árboles jóvenes. 4-severo, se consume leña gruesa, muere mayor parte del arbolado.