



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

144
de

ANALISIS ESTRUCTURAL DEL BOSQUE MESOFILO DE LA REGION DE HUAUTLA DE JIMENEZ, (OAXACA), MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

CARLOS ALBERTO RUIZ JIMENEZ



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CIUDAD UNIVERSITARIA .



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
División de Estudios
Profesionales
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Universidad Nacional Autónoma de México.
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo
revisado el trabajo de tesis que realiz ó el pasante _____
Ruiz Jiménez Carlos Alberto
con número de cuenta 8637287-3 con el título: " Análisis
estructural del bosque mesófilo de la región de Huautla de
Jiménez (Oaxaca), México "

Consideramos que reúne___ los méritos necesarios para que pueda conti-
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de -
Biólogo .

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo
Director de Tesis
Biól. José Luis Regino Contreras Jiménez
Biól. Eduardo Morales Guillaumin
M. en C. Jaime Jiménez Ramírez
Suplente
M. en C. Guillermo Ibarra Manríquez
Suplente

FIRMA

Ciudad Universitaria, D.F., a 21 de Noviembre de 1994

Este trabajo de tesis lo dedico especialmente a las siguientes personas:

A mis padres:

Como muestra de amor, respeto y agradecimiento por el apoyo incondicional que me han brindado durante todos estos años.

A mis hermanos:

Manolo, Juan y Toño, como mi respuesta ante el ejemplo académico y por el apoyo que me han dado.

AGRADECIMIENTOS

Desco expresar mi más sincero agradecimiento:

A los codirectores del presente trabajo de investigación. Dr. Jorge Arturo Meave del Castillo y Biol. José Luis Contreras Jiménez, bajo cuya supervisión se llegó a la consecución del presente documento.

Al Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM donde se realizó el presente trabajo, en patrocinio con la National Science Foundation, dentro del proyecto "Terrestrial Vertebrate Faunas of Humid Montane Forest of Oaxaca: An Intensive Biological Survey an Geographic Analysis.

A los siguientes colaboradores: Adriana, Beatriz, José Luis, Othón, Saúl, Sergio y Toño, quienes me auxiliaron gentilmente en las diferentes salidas al campo.

A los distinguidos especialistas que brindaron su ayuda para la determinación de parte del material colectado, Dr. J. T. Mickel (Pteridophyta), P. de Biól. Miguel Luna (Compositae), M. en C. Rafael Lira (Cucurbitaceae), M. en C. Nelly Diego (Cyperaceae), M. en C. Susana Valencia (Fagaceae), y Gerardo Salazar (Orchidaceae).

A los investigadores que fungieron como sinodales Biól. Eduardo Morales Guillaumin, M. en C. Guillermo Ibarra, y el M. en C. Jaime Jiménez Ramírez; por la revisión del manuscrito y por sus acertadas sugerencias y comentarios.

A mis compañeros del Herbario de la Facultad de Ciencias quienes gentilmente me cedieron espacio y equipo para la determinación del material, así como por su apoyo y paciencia.

A Roberto Dominguez quien colaboró en la edición por computadora de esta investigación.

A mis amigos de la Facultad.

A todos ellos y a las demás personas que haya omitido involuntariamente.

I N D I C E

RESUMEN	1
CAPITULO I.- Introducción y Objetivos	2
CAPITULO II.- Antecedentes.	6
1. El bosque mesófilo de montaña	6
2. Descripción de vegetación	10
2.1 Estructura de la comunidad	11
2.1.1 Estructura vertical y perfiles diagramáticos de vegetación	11
2.1.2 Estructura horizontal	12
2.1.3 Estructura cuantitativa	12
CAPITULO III.- Descripción de la zona de estudio.	13
1. Localización y límites	13
2. Clima	13
3. Hidrografía	16
4. Geología y Edafología	16
5. Vegetación	18

CAPITULO IV.- Métodos	20
1. Selección y descripción de los sitios de estudio	20
2. Trabajo de campo	22
2.1 Aspectos florísticos	22
2.2 Aspectos ecológicos (estructura)	23
3. Análisis de datos	25
3.1 Composición florística	25
3.2 Afiuidades fitogeográficas	26
3.3 Estructura de la comunidad	27
3.3.1 Estructura vertical	27
3.3.2 Estructura cuantitativa	28
3.3.3 Estructura horizontal	31
3.3.4 Estructuras poblacionales	32
CAPITULO V.- Resultados	33
I. Florística	33
1.1 Composición y listado de especies	33
1.2 Formas de crecimiento	35

1.3 Afinidades fitogeográficas de las plantas a nivel de familia y genero	36
1.4 Comparación florística	37
2. Ecología	43
2.1 Estructura vertical	43
2.2 Asociaciones entre pares de especies	55
2.3 Estructura cuantitativa	56
2.4 Diversidad	61
2.5 Índices de similitud.	62
2.6 Estructuras poblacionales de las especies más abundantes del bosque	71
CAPITULO VI.- Discusión y Conclusiones.	74
1. Discusión	74
Aspectos metodológicos.	74
Florística.	76
Estructura.	79
2. Conclusiones	87
Referencias	88
Apéndice	94

RESUMEN

Se describe la composición florística y la estructura del estrato arbóreo del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) en la localidad de Puerto Soledad, Oaxaca. Para el muestreo se eligieron seis sitios con características y condiciones ambientales contrastantes respecto a su altitud, orientación y topografía (Ladera Este, Ladera Norte, Ladera Oeste, Ladera Sur, Cimas y Cañadas), utilizando en cada sitio la técnica sin área de cuadrantes centrados. Se incluye la lista florística con 178 especies de las diferentes formas de crecimiento, siendo los árboles, las hierbas y arbustos los mejor representados. Las relaciones fitogeográficas de los géneros y las familias se determinaron con base en la distribución actual propuesta por Mabberly; encontrándose que para ambos niveles la categoría de distribución dominante fue la "Cosmopolita y Subcosmopolita", y que a nivel genérico éstas están seguidas por las categorías "Neotropical" y "Tropical y Subtropical". Con respecto a las formas de crecimiento, para los árboles la categoría con mayor número de géneros fue la "Tropical y Subtropical"; si se unen los conjuntos con elementos tropicales en una sola categoría que abarcara la zona Tropical y Subtropical del planeta, dicha categoría presentaría un dominio absoluto para todas las formas de crecimiento. Se hace una comparación entre el bosque de Puerto Soledad y otros BMM de México en relación a los géneros y especies que conforman la comunidad y el estrato arbóreo, mediante el índice de similitud de Sørensen. El bosque de Puerto Soledad presenta las mayores similitudes (en todos los niveles comparados) con el BMM de Omiltemi, Guerrero. Estructuralmente el BMM de Puerto Soledad es denso con excepción de las Cimas donde la densidad es de 505.13 ind/ha. El área basal presenta valores medios (41.80 a 97.88 m²/ha) a excepción de las Cimas que presentan un valor muy alto (172.04 m²/ha). La altura máxima del dosel es variable y en ningún sitio se presenta una estratificación definida. Una aproximación a la descripción de la estructura horizontal se obtuvo mediante la determinación de asociaciones entre pares de las especies más abundantes de cada sitio, encontrando que aproximadamente el 12% de las parejas sometidas a la prueba presentaron una asociación significativa de tipo negativo. Los valores de cobertura son altos y sobrepasan del 100% en todos los ambientes. Las especies más importantes del bosque son *Arctostaphylos arguta*, *Clethra licanoides*, *Clethra mexicana*, *Cyathea fulva*, *Ilex discolor*, *Podocarpus reichei*, *Quercus acherdophylla*, *Quercus eugenifolia*, *Quercus rycophylla* y *Ternstroemia lineata*. Las estructuras diamétricas de las poblaciones más abundantes fueron variadas (sólo la especie *Ternstroemia lineata* fue abundante en varios sitios del bosque). La tendencia principal en dichos sitios fue que las clases de talla pequeña poseen frecuencias altas, y posteriormente se presenta un decremento gradual hacia las tallas mayores. Se realizó una comparación de los valores estructurales del BMM de la localidad con otros bosques de México, encontrándose que la densidad y área basal de las Cimas sobresalen por ser valores nunca antes registrados para este tipo de vegetación. El conjunto de resultados apoyan la idea de que bajo el concepto de BMM se agrupa un conjunto heterogéneo de comunidades.

CAPITULO I.- Introducción y Objetivos.

Diversos términos utilizados primordialmente por investigadores especialistas de la biología y la ecología se han popularizado hoy en día. Uno de estos conceptos es el de **biodiversidad**, que todavía en la década pasada poseía el significado clásico de diversidad de especies como una propiedad emergente de las comunidades. Sin embargo, en la actualidad diversos autores han establecido cambios en su significado. Toledo (1994) afirma que el término se refiere a la medición de la riqueza biótica en un espacio y tiempo dados. Por otro lado, Pielou (1991) lo postula como un término completo que es muy amplio y que se refiere a la diversidad genética, específica, estructural, ambiental y del ecosistema.

Un término nuevo derivado del anterior es el denominado **megadiversidad**, que fue conceptualizado por Mittermeier (1988) para referirse a la diversidad biológica a gran escala y dentro de un ámbito geopolítico, permitiendo categorizar a los diversos países del mundo con base en la biodiversidad que poseen. Dentro de esta jerarquía México es considerado como uno de los diez primeros países del planeta. Por ejemplo, para los taxa de vertebrados, México ocupa el cuarto lugar mundial de diversidad de anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles, y con respecto a las especies de fanerógamas se ubica en el cuarto lugar (Mittermeier y Goettsch, 1992).

Refiriéndose a los tipos de plantas presentes en la República Mexicana, Rzedowski (1991) calcula aproximadamente 30,000 diferentes especies. Este alto nivel de diversidad vegetal (el cual es superado grandemente por la diversidad animal), así como los diferentes tipos de formas de crecimiento, son el resultado de la interacción de diversos factores dentro del territorio mexicano, entre los cuales destacan: (1) la ubicación geográfica del país en la región denominada Zona de Transición Mexicana, nombrada así por ser el área en la que confluyen dos regiones biogeográficas, la Neártica y Neotropical (Escalante *et al.*, 1994), donde la primera corresponde a las regiones templadas y frías del norte de América, y la segunda comprende la porción intertropical del norte de América y la mayor parte de América del Sur; (2) la presencia de gran cantidad de elementos autóctonos; (3) la diferenciación y especiación de los taxa; (4) la gran variación en su fisiografía; (5) la amplia diversidad climática; y (6) la gran cantidad de formaciones vegetales y de hábitats.

En México la formación vegetal que alberga la mayor riqueza de especies es el Bosque Tropical (37%), seguido por los Bosques de Coníferas y de Encino, (24%), los Matorrales Xerófilos y Pastizales (20%) y el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), el cual se estima que contiene aproximadamente el 10% de la diversidad vegetal total. No obstante, en relación a la superficie que ocupa el BMM, se trata de la comunidad más diversa por unidad de área (Rzedowski, 1991).

Diversos autores como Leopold (1959) y Flores (1971) (ambos citados en Rzedowski 1978), y Rzedowski (1978, 1991) han estimado que el área aproximada que cubre el bosque mesófilo de montaña en el país no sobrepasa el 1%, es decir, casi 20,000 km². Su distribución se limita a zonas montañosas de topografía con pendientes pronunciadas, en particular a cañadas y zonas protegidas de la insolación y los vientos, por lo cual esta distribución es considerada como fragmentaria o en parches con límites bien marcados (Rzedowski, 1991).

En el territorio mexicano, la localización general del BMM comprende las siguientes zonas montañosas: en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental forma una franja que se extiende en Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en la Sierra Madre Occidental se encuentra en Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Colima; y en la Sierra Madre del Sur en Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Existe, además, en el Eje Neovolcánico, en el Valle de México y en las vertientes de la zona montañosa de Chiapas (Rzedowski, 1978).

Las zonas donde se distribuye este tipo de vegetación presentan muy variadas características altitudinales, edáficas y climáticas, las que a su vez interactúan con características locales como la orientación, la pendiente, la altitud, la latitud, la nubosidad, y la humedad del aire y del suelo. Todos estos factores actúan sobre la vegetación provocando variabilidad florística, fisonómica y estructural en la misma, ocasionando que la información que se obtiene de esta formación sea difícil de interpretar y de someter a generalizaciones.

Algunas de las características físicas generales de las regiones en que se presenta el BMM son (Rzedowski, 1978): (a) el clima más característico corresponde al tipo Cf, si bien se puede desarrollar en zonas con climas tipo Af, Am, Aw y Cw ; (b) altitudinalmente se puede localizar en zonas desde 400 hasta 3200 m s.n.m., pero el límite depende primordialmente de la distribución altitudinal de la humedad ; (c) la precipitación varía desde los 1000 mm hasta los 3000 mm anuales; sin embargo, en la zona de La Chinantla, Oaxaca, se registran hasta 5000 mm; y finalmente, (d) la temperatura media anual varía entre los 12° C y los 23° C .

La composición florística del BMM es variable y aún en una misma localidad se pueden presentar diferencias espaciales en la distribución de las especies. Estas diferencias se reflejan principalmente en la estructura y fisonomía del bosque, lo cual ha provocado que se considere como una comunidad bastante heterogénea (Miranda y Sharp, 1950; Puig, 1974; Rzedowski, 1978). La composición florística general de esta formación está dominada (en cuanto al número de especies) por las familias Orchidaceae, Compositae y Rubiaceae, además de la abundancia y diversificación de las pteridofitas (Rzedowski, 1978).

Fisonómicamente, los BMMs son densos, de 15 a 35 m de altura. Los árboles poseen diámetros variados que pueden sobrepasar los 2 m, y pueden ser perennifolios o con hojas caducas. En cuanto a la estructura, se han descrito varios estratos arbóreos, uno o dos arbustivos, con escaso desarrollo del estrato herbáceo, especialmente en bosques conservados (Rzedowski, 1978).

Durante mucho tiempo estas comunidades han estado sometidas a disturbios relacionados con las actividades forestales, la agricultura, la ganadería (pastoreo) y el fuego, los cuales dependiendo de su intensidad pueden provocar que la vegetación desaparezca rápidamente (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978; Luna *et al.*, 1988; Santiago, 1992). La necesidad alimenticia de las poblaciones cercanas a estas formaciones vegetales y los intereses económicos han sido también factores que aceleran el ritmo de su destrucción, principalmente por el desmonte y el cambio en el uso de suelo.

Debido a las características variables del BMM en cuanto a composición florística, estructura y fisonomía, así como a las diferencias físicas entre las regiones donde se localiza, y al ritmo de su destrucción, es urgente que se realicen estudios sinecológicos detallados de áreas poco conocidas. Estos estudios deben enfocarse hacia el conocimiento de la composición florística, el inventario de las diferentes asociaciones del bosque, el reconocimiento de la filiación y distribución de los taxa, y deben enfatizar la importancia de la dinámica, estructura y las características que le proporcionan sus rasgos fisonómicos peculiares. Diversos autores como Luna *et al.* (1988) y Meave *et al.* (1992) postulan que la realización de estos trabajos se justifica porque la mayoría de los estudios sobre esta comunidad han sido de índole florística y las descripciones fisonómico-estructurales no han recibido la importancia necesaria o se han hecho de manera subjetiva.

Dentro de este contexto y con el fin de contribuir al conocimiento de esta formación vegetal en el país, se decidió realizar un análisis estructural de un BMM en la región de Huautla de Jiménez, Oaxaca (México), específicamente en la localidad llamada Puerto Soledad. El objetivo general de este estudio es contribuir al conocimiento de la ecología de este bosque a través de un análisis estructural y de su composición florística.

Para alcanzar este objetivo, el estudio se dividió en varias etapas encaminadas a cubrir objetivos particulares. En primer lugar se realizó un análisis florístico que se concentró en la elaboración de un listado de las plantas vasculares de la localidad. A continuación se elaboró un análisis estructural para reflejar la variación espacial del bosque; este consistió en el reconocimiento de diversos sitios con características físicas y biológicas diferentes. En cada uno de estos sitios se estudió la estructura vertical y la importancia estructural de las especies. Así mismo, se analizaron las relaciones entre patrones estructurales y la variación local de las condiciones ambientales. Finalmente se realizó una comparación de los valores estructurales y de los componentes florísticos del bosque con diferentes comunidades de BMM en México.

CAPITULO II .- ANTECEDENTES

1. El Bosque Mesófilo de Montaña.

Debido a sus características florísticas y ecológicas tan variables, el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) ha recibido muy diferentes denominaciones por diversos autores a través del tiempo (Luna, 1984). En la siguiente lista, que es una síntesis de las publicadas por Rzedowski (1978) y Luna (1984), se presentan los diferentes nombres dados a tipos de vegetación que corresponden aproximadamente al BMM, así como los autores de las mismas (las referencias completas deben consultarse en los trabajos arriba mencionados). La mayoría de dichas denominaciones no se propusieron para la vegetación de México exclusivamente y se incluyen algunos de los nombres dados para determinadas asociaciones locales.

- Cestisilvae (Roebel)
- Selva Nublada (Beard)
- Cloud Forest (Leopold, McVaugh, Martin y Harrell, Martin, Andile)
- Forêt Dense Humide de Montagne (Trochain)
- Moist Montane Forest (Trochain)
- Bosque Deciduo (Miranda, Gómez-Pompa)
- Selva Mediana y Baja Siempre Verde (Miranda)
- Bosque Caducifolio (Miranda y Hernández-X., Gómez-Pompa, Sousa, Chiang, Flores Mata et al.)
- Berg-Regenwald (Knapp)
- Bosque Deciduo Templado (Rzedowski)
- Bosque Ombrófito de Montaña (Lauer)
- Forêt Caducifoliée Humide de Montagne (Puig)

El nombre más común utilizado actualmente fue propuesto por Miranda (1947) para designar a una comunidad vegetal de la cuenca del río Balsas que se ubica a la misma altitud que los encinares pero en condiciones más favorables de humedad. El mismo autor modificó posteriormente el nombre por el de "Selva Baja Siempre Verde" (Miranda, 1952), y

posteriormente Miranda y Hernández-X. (1963) deciden llamar a esta vegetación "Selva Mediana o Baja Perennifolia" y en parte "Bosque Caducifolio". Gómez-Pompa (1965) llamó a este tipo de vegetación "Bosque con Hojas Deciduas o Caducifolias".

Todas estas denominaciones de la comunidad en cuestión se realizaron con base en criterios fisonómicos y fenológicos, y no es hasta 1966 cuando Rzedowski utilizó además de estos criterios, las características ecológicas, denominando a esta formación vegetal como "Bosque Deciduo Templado". Posteriormente, Rzedowski y McVaugh (1966) afirmaron que el "Bosque Caducifolio" y el "Bosque Mesófilo de Montaña" en Nueva Galicia se pueden catalogar dentro de una misma categoría debido a las similitudes fisonómicas, ecológicas y florísticas, a pesar de las diferencias en el comportamiento fenológico; ellos mantuvieron el nombre de "Bosque Mesófilo de Montaña" para la categoría que conjunta a las dos formaciones.

Breedlove (1973) dividió a la vegetación montana húmeda de Chiapas en tres categorías: "Montane Rain Forest", "Evergreen Cloud Forest" y "Pine-Oak-Liquidambar Forest". Puig (1976) denominó a esta formación vegetal como "Forêt Caducifoliée Humide de Montagne", y finalmente Rzedowski (1978) retoma el nombre de "Bosque Mesófilo de Montaña".

El nombre de "BMM" ha sido utilizado por diversos autores que han estudiado la vegetación de México como Miranda (1947), Rzedowski y McVaugh (1966), Rzedowski (1966), Rzedowski y Palacios (1977), Rzedowski (1978), Puig et al. (1983), Luna (1984), Luna et al. (1988,1989), Puig (1989), Meave et al. (1992), Santiago (1992), y Salas et al. (1993). Se puede afirmar que a partir de la publicación de "La Vegetación de México" por Rzedowski (1978), la gran mayoría de los autores han utilizado dicho término para denominar a esta formación vegetal. En dicha obra se sintetiza la información existente hasta entonces sobre esta comunidad, describiendo los elementos bióticos y abióticos que la caracterizan en diversas regiones del país. La prevalencia del término en la literatura sobre este tipo de comunidad fue la razón principal para seguir dicha nomenclatura en el presente estudio.

Con respecto al conocimiento de este tipo de vegetación en México, Miranda (1947) publicó el trabajo "Estudios sobre la vegetación de México y rasgos de la vegetación de la Cuenca del Rio Balsas", por el cual es considerado como el pionero en los estudios acerca de esta comunidad. Posteriormente, Miranda y Sharp (1950) publicaron uno de los trabajos más importantes debido a que presenta información básica sobre las relaciones fitogeográficas y

ecológicas, su relación directa con el bosque caducifolio, así como el posible origen de su flora en determinadas áreas de la Sierra Madre Oriental.

Hernández-X. et al. (1951) realizaron el primer trabajo de descripción fisonómica de esta vegetación en el municipio de Gómez Farías, Tamaulipas en la localidad denominada "Rancho El Cielo", donde citan por primera vez para México a *Rhamnus caroliniana* y *Acer skutchii*, entre diversas especies.

Miranda (1952) publicó "La Vegetación de Chiapas", trabajo en el cual clasificó y describió las características de esta vegetación, a la que llamó "Selva Baja Siempre Verde". En este trabajo entre otras aportaciones se indica la distribución altitudinal de esta vegetación en el estado, las zonas topográficas donde se localiza, una descripción fisonómica y un listado de los árboles más importantes (algunas de estas especies son: *Clethra suaveolens*, *Saurauia villosa*, *Phoebe helicterifolia*, y *Eugenia* sp., entre otras).

Rzedowski (1966), en su publicación sobre la vegetación de San Luis Potosí, ocupó por primera vez criterios ecológicos para denominar a la vegetación como Bosque Deciduo Templado y además presentó su relación ecológica con la Selva Baja Perennifolia. Rzedowski y McVaugh (1966) describen el Bosque Mesófilo de Montaña en la región occidental del país, catalogando al bosque caducifolio y al BMM dentro de una misma categoría debido a sus similitudes, manteniendo el nombre como BMM.

Puig (1974) publicó un trabajo sobre la región de la Huasteca, en el que clasifica al Bosque Mesófilo en cuatro grupos ecológicos que varían respecto a su composición florística, estructura y fenología en función de la pendiente, altitud, exposición y características edáficas. Dichos grupos ecológicos abarcan algunas especies características dominantes. Estos grupos son: grupo ecológico de baja altitud, grupo ecológico de declive, grupo ecológico ripario de helechos arborecentes y grupo ecológico semicaducifolio.

Con respecto a trabajos recientes, Puig y Bracho (1987) compilaron estudios sobre la estructura, la composición florística, la regeneración, las perturbaciones naturales y las asociaciones florísticas del BMM de Tamaulipas. Debido a esta diversidad de enfoques, este libro se considera como uno de los trabajos más completos sobre este tipo de vegetación. La especie arbórea característica de este bosque de Tamaulipas es *Podocarpus reichei*.

Luna *et al.* (1988) publicaron un trabajo estrictamente florístico y fitogeográfico del BMM en Teocelo, Veracruz, en el que determinan seis elementos florísticos geográficos de acuerdo al área de distribución de los géneros, dentro de los cuales el elemento tropical es el mejor representado: ellos exponen que las proporciones de los elementos florísticos son el resultado de una compleja y larga historia geológica por la que han pasado. Posteriormente Luna *et al.* (1989) publicaron un trabajo realizado en las Cañadas de Ocuilán, en los estados de Morelos y México, en el que determinan que el elemento cuantitativamente más importante es el tropical, con la mayor parte en las formas de crecimiento arbustiva, herbácea y epífitas; el elemento holártico es el que sigue en importancia al tropical y domina en el estrato arbóreo alto.

Siguiendo con el mismo tipo de estudios florísticos y fitogeográficos, Puig (1989) publicó su estudio del BMM de Gómez Farías, Tamaulipas. Dicho bosque, por su situación geográfica, presenta una influencia tropical a nivel de las familias, géneros y especies, siendo además de gran importancia los elementos tropicales y de las Antillas, los cuales son seguidos por los elementos del este de Estados Unidos y de la flora asiática.

En los últimos años se han retomado nuevamente el tipo de trabajos integrales en los que se estudia la composición florística y estructura de estos bosques. Por ejemplo, Santiago (1992) realizó un estudio en la Reserva de Manantlán, Jalisco, el cual es un trabajo descriptivo de la composición, estructura, diversidad y de las asociaciones del estrato arbóreo del BMM de la reserva. Meave *et al.* (1992) realizaron un estudio en la Reserva Estatal de Oniltemi, Guerrero, que consistió en la descripción de la composición florística y la estructura de 1 ha de BMM. Ellos encontraron que las afinidades fitogeográficas del bosque son variadas, aunque principalmente dominan los elementos afines con la región Andina de Sudamérica, seguido de los elementos comunes con el este de Estados Unidos.

El BMM en el norte de Oaxaca ha sido descrito de forma general por Lorence y García-Mendoza (1989), quienes hicieron una descripción de este tipo de vegetación en los diferentes distritos del estado de Oaxaca, incluyendo aspectos tales como la ubicación, la distribución altitudinal, definiciones de los estratos arbóreos, la diversidad y las formas de vida. Un estudio más específico, el cual abarca la localidad de este trabajo, es el que realizaron Salas *et al.* (1993). En este informe titulado "Análisis de la Vegetación y Uso Actual del Suelo en el Estado de Oaxaca, Sección de San Bernardino", se presentan datos generales sobre la vegetación, además de un análisis superficial que incluye la topografía, la geología, la edafología, la climatología, la hidrología, la vegetación y la flora, y mencionando también las presiones sobre el área con

relación a la población y sus actividades económicas. El presente trabajo trata con más precisión el estudio de la localidad Puerto Soledad, que es el área más conservada de la zona de San Bernardino.

2. Descripción de la Vegetación.

La fitosociología se ocupa del estudio de los factores ambientales que determinan a la comunidad y su acción sobre ella, es decir, la descripción, clasificación, y el análisis de sus interrelaciones y dependencia ante el ambiente físico y biótico (Braun-Blanquet, 1979). La descripción de la vegetación en sus orígenes se inició con un enfoque fisonómico que se basó principalmente en el criterio del investigador. Este enfoque ha sido la base de la mayoría de los análisis de la vegetación, provocando el surgimiento de diversas escuelas en la ecología (Zavala-Hurtado, 1986).

A mediados del presente siglo se comenzaron a desarrollar los métodos cuantitativos en la ecología vegetal (Greig-Smith, 1964). En los estudios ecológicos (del pasado y del presente) la descripción de la vegetación forma una parte básica. Whittaker (1975) y Krebs (1978) exponen que las comunidades vegetales tradicionalmente se describen usando las siguientes características:

- a) Diversidad. Muestra cuáles son las especies que conforman a la comunidad, así como la abundancia relativa de las mismas.
- b) Estructura y formas de crecimiento. Responde a la pregunta de cómo diferentes especies contribuyen en la comunidad.
- c) Dominancia. Nos dice cuál es la importancia relativa de las diferentes especies en cuanto a tamaño (área basal, cobertura, etc.) y número de tallos (densidad y frecuencia).
- d) Estructura trófica. Nos muestra las relaciones alimenticias de las especies que determinan el flujo de materia en la comunidad (incluyendo al componente animal).
- e) Sucesión. Nos dice como se lleva a cabo la sustitución de comunidades para dar origen a asociaciones relativamente estables.

Para Kershaw (1973) los trabajos que presentan una apropiada descripción de la vegetación consideran sólo tres elementos de estudio: la composición florística, las formas de vida y la estructura de la comunidad.

2.1 Estructura de la Comunidad.

La estructura de la comunidad está conformada por la estructura física y la estructura biológica. La estructura física es la que se observa en la comunidad y está constituida por las plantas, los animales y el suelo. La estructura biológica comprende la composición y la abundancia de las especies, así como los cambios y relaciones de las especies que la componen. La estructura biológica depende en gran parte de la estructura física y ambos componentes influyen en el funcionamiento de la comunidad, es decir, la manera en que la comunidad procesa energía y nutrientes (Krebs, 1978). Las plantas constituyen la matriz biológica de toda comunidad, y las formas de crecimiento que presentan las diversas especies que la componen son una parte importante de su estructura, además de los patrones espaciales y verticales (Krebs, 1978).

Kershaw (1973) postula que la estructura de la vegetación está definida por tres componentes: 1) la estructura vertical de las especies, 2) la estructura horizontal, y 3) la abundancia.

2.1.1) Estructura Vertical y Perfiles Diagramáticos de Vegetación.

La estructura vertical en una comunidad se define como la distribución de los individuos o de las especies en relación a sus alturas (Kershaw, 1973). Una característica que se puede reconocer en la comunidad es la estratificación, es decir, la presencia de estratos bien definidos en los que se agrupan individuos de tamaños similares.

Al hablar de estratificación es necesario especificar si ésta se refiere a la de los individuos o a la de las especies. La primera se refiere a la altura que presentan los árboles en un momento dado de su desarrollo, lo cual tiene como consecuencia que con el paso del tiempo los individuos pueden ubicarse en diferentes estratos. Este tipo de estratificación es muy práctica y se puede obtener como resultado de muestreos sencillos de vegetación. La segunda se define como el potencial máximo de crecimiento de la especie, y por ende, es difícil de establecer, ya que se tendrían que realizar estudios extensivos de acuerdo a la distribución de cada especie.

Con el fin de describir la estructura vertical se pueden utilizar métodos descriptivos fisonómicos-estructurales como lo son los diagramas de perfil, los cuales originalmente fueron ideados para describir comunidades poco conocidas (Matteucci y Colma, 1982). Los diagramas

de perfil equivalen prácticamente a una imagen fotográfica del perfil de un segmento de la vegetación.

Además de los diagramas de perfil, existen diversas modalidades de representaciones fisonómico-estructurales que permiten realizar representaciones gráficas o sintéticas de la comunidad. Entre estas modalidades están: fórmulas, diagramas estructurales y espectros biológicos. Estos últimos son gráficas de barras en los que se presenta la distribución de las especies en las diferentes formas de vida, es decir, el número o porcentaje de especies pertenecientes a cada forma de vida (Matteucci y Colma, 1982).

2.1.2) Estructura Horizontal.

La estructura horizontal de una comunidad se refiere a la existencia de patrones espaciales de distribución de las poblaciones presentes, y permiten entender mejor las interacciones entre las mismas, o hacer suposiciones sobre ellas. Generalmente estos patrones de distribución se establecen mediante un mapeo detallado de los individuos de la comunidad, lo cual es obviamente muy laborioso y consume demasiado tiempo; por ello este método se utiliza generalmente en estudios de pequeñas áreas de vegetación y se realiza en periodos de varios años (Pielou, 1969, citado por Meave del Castillo, 1990; Kershaw, 1973).

2.1.3) Estructura cuantitativa.

El tercer componente que se utiliza para describir la estructura de la vegetación es la estructura cuantitativa, es decir, la abundancia de cada especie. La abundancia puede ser expresada mediante diversas variables, que pueden ser continuas o discretas. Dentro de las primeras se encuentran, el área basal y la cobertura (como una medida bidimensional), mientras que entre las segundas se tienen la densidad y la frecuencia (Matteucci y Colma, 1982).

También existen variables que son el resultado de las combinaciones de las variables antes mencionadas: estas combinaciones se han denominado índices de importancia, y son variables sintéticas derivadas del análisis de los resultados (Matteucci y Colma, 1982).

CAPITULO III . Descripción de la zona de estudio.

1. Localización y Límites.

El presente trabajo se realizó en la zona boscosa situada en una de las regiones con mayor altitud de la Sierra Madre de Oaxaca o Sierra Mazateca, ubicada al noreste del estado. El lugar elegido se localiza en las inmediaciones de la localidad llamada Puerto Soledad, localizada aproximadamente en el kilómetro 27 de la carretera estatal que une los poblados de Teotitlán de Flores Magón y Huautla de Jiménez.

La localidad pertenece a los terrenos comunales de los municipios de Teotitlán de Flores Magón, Santa María Teopoxco, San Martín Tloxpalan y Santiago Texcalcingo, todos ellos del distrito de Teotitlán. La ubicación geográfica corresponde aproximadamente a las siguientes coordenadas: entre 18° 07' y 18° 12' latitud Norte, y entre 96° 57' y 97° 02' longitud Oeste. La altitud varía entre los 2100 y los 2500 m s.n.m. (Fig. 1). Dicha localidad comprende un área aproximada de 981 ha de terrenos boscosos.

2. Clima.

La información climática disponible proviene de la estación meteorológica del poblado de Santa María Teopoxco, que se encuentra a una altitud de 2000 m s.n.m., la cual incluye registros de 18 y 24 años de temperatura y precipitación, respectivamente. Esta información se muestra en el climograma de la Fig. 2, en el cual se modificó la escala de precipitación mediante la fórmula propuesta por García *et al.* (1983) para las zonas con régimen de lluvias en verano ($P = 2T + 28$).

La temperatura media anual es de 16 C, con una variación mensual menor de 3.5 C. La temperatura máxima promedio corresponde al mes de abril (18 C) y la mínima pertenece a enero (13.3 C). El patrón de la precipitación pluvial muestra una distribución desigual a lo largo del año, ya que de un total anual de 1491.4 mm., el 80% cae en un periodo de 5 meses, entre junio y octubre. Un factor topográfico determinante del clima en la localidad es que presenta

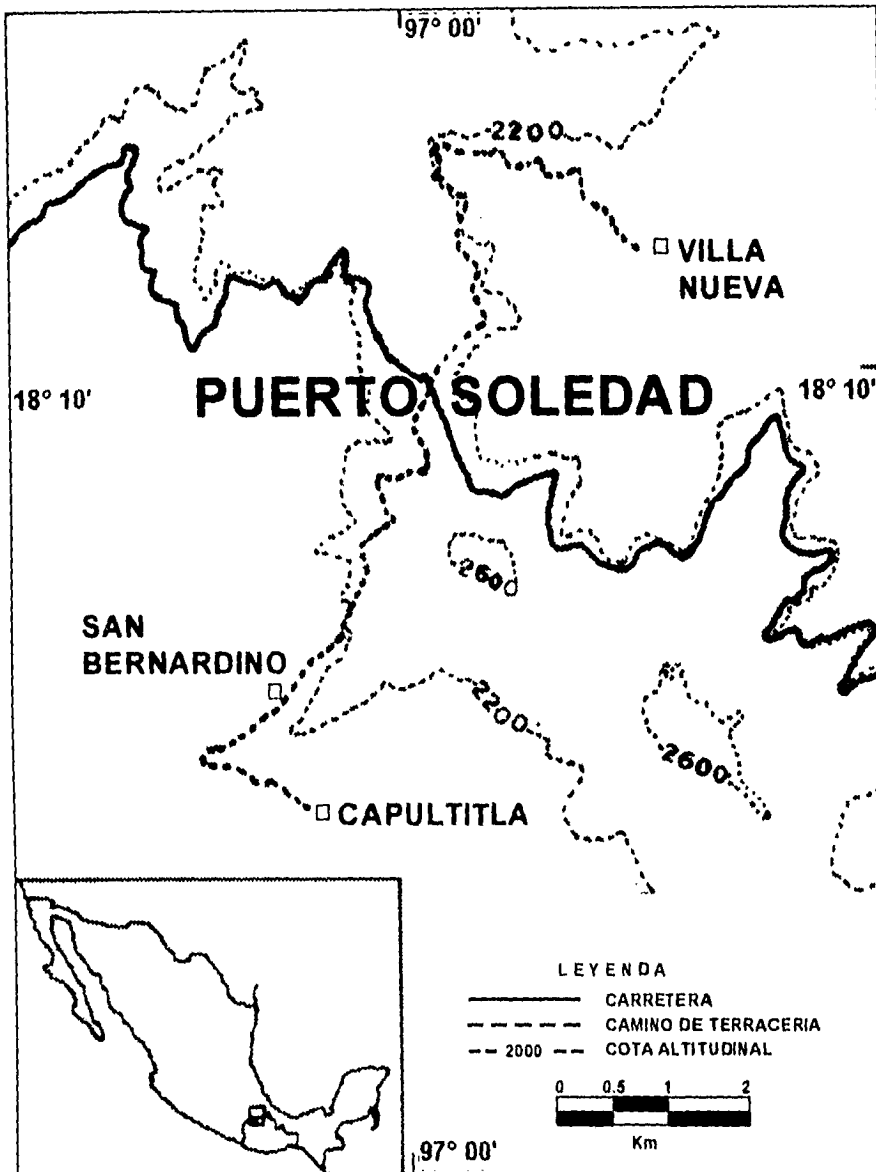


Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

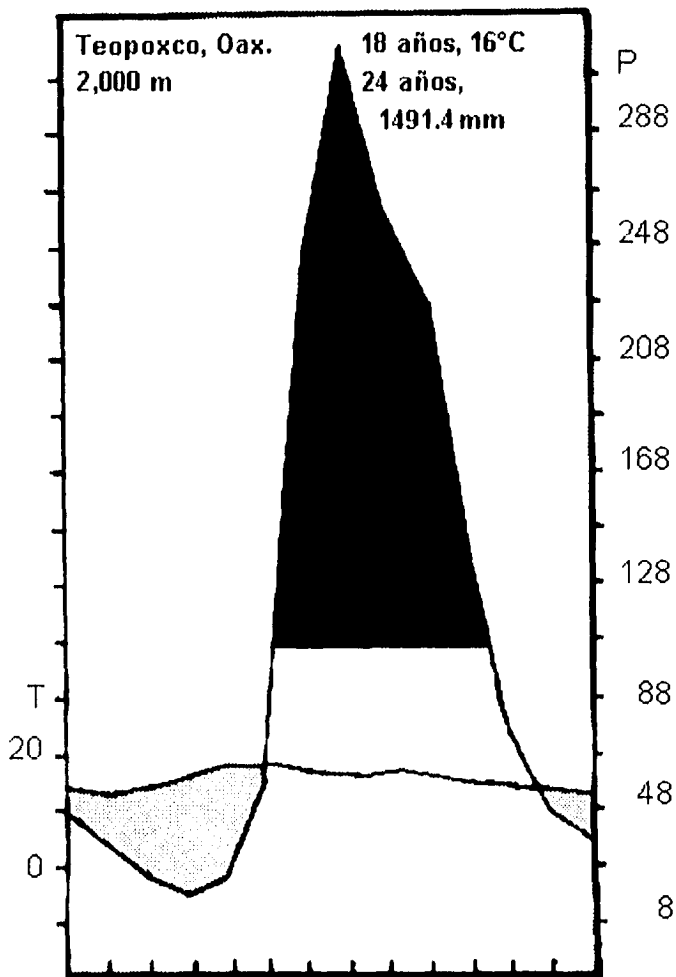


Fig. 2. Diagrama ombrotérmico de Santa María Teopoxco, Oaxaca (México).

una zona de exposición directa a los vientos húmedos provenientes del Golfo de México.

El clima es templado húmedo con lluvias en verano, con una oscilación térmica pequeña, y marcha de temperatura de tipo Ganges, y corresponde a la fórmula climática Cbm(f)(i)g según

el sistema de Koeppen modificado por García (1973), aunque la carta de climas del Atlas Nacional del Medio Físico (Anónimo, 1981), cataloga a la zona dentro de una región con clima templado subhúmedo con lluvias en verano, representado por la fórmula climática C(w2)(w). Salas et al. (1993) mencionan que en esta región se presentan dos tipos climáticos: C(w2)(w), es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano en zonas a sotavento, y C(m)(w), es decir, templado húmedo con abundantes lluvias en verano, en zonas que presentan una exposición directa a los vientos húmedos provenientes del Golfo.

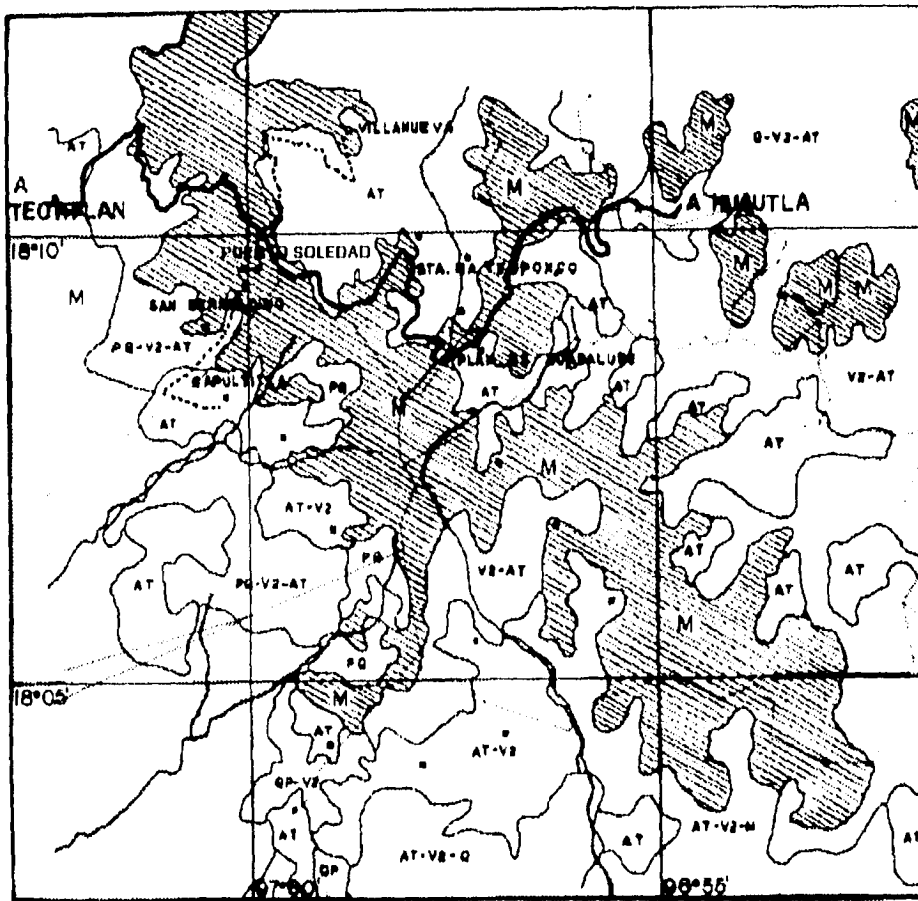
3. Hidrografía.

Dentro de la localidad no se presenta ningún río propiamente dicho, ya que sólo se pueden encontrar pequeñas corrientes intermitentes dentro de las cañadas o depresiones de la cadena montañosa; dichos arroyos desembocan en los siguientes ríos: San Martín, al suroeste, Petlapa al noreste, y San Lucas al sureste, los cuales nacen dentro de la Sierra Mazateca.

4. Geología y Edafología.

Según la Carta Geológica del Atlas Nacional del Medio Físico (Anónimo, 1981), en la localidad existen suelos derivados de dos tipos de roca: al suroeste se encuentran esquistos metamórficos de edad Paleozoica, mientras que en el noreste se encuentra el complejo sedimentario de lutitas y areniscas que datan del Jurásico.

La Carta Edafológica de dicho Atlas muestra que existe un solo tipo de suelo en la localidad (según el sistema de clasificación FAO-UNESCO, modificado por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional), el cual corresponde predominantemente a un acrisol órtico, con porciones secundarias de regosol eútrico y cambisol crómico (todas las porciones pertenecientes a la clase textural fina o arcillas). El acrisol órtico (parte predominante) se caracteriza por presentar acumulación de arcillas, ser ácido y muy pobre en nutrientes, y presentar un color rojo o amarillo claro. Las porciones secundarias poseen las siguientes características: el regosol eútrico es un suelo caracterizado por no presentar diferenciación de horizontes, tiene colores claros y posee algunas propiedades de la roca madre que les dio origen; el cambisol crómico es un suelo joven poco desarrollado caracterizado por presentar una capa con terrones que varían dependiendo del tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcillas, calcio, etc. Un rasgo común a estos tres tipos de suelos es que presentan una



Tipos de vegetación y uso del suelo. SAN BERNARDINO

Leyenda		Simbología	
Tipos de vegetación		Población: • Poblado	Escala:
PQ Bosque de pino-encino	Uso del suelo	Carretera:	
QP Bosque de encino-pino	AT Agricultura de temporal	Terracería:	
M Bosque mesófilo de montaña	E Erosión	Límites:	
Pz Pastizal		Río:	
V2 Vegetación secundaria			

Fig. 3. Mapa de tipos de vegetación y uso actual del suelo en el estado de Oaxaca (Región de San Bernardino), modificada de Salas et al. (1993).

susceptibilidad marcada hacia la erosión, debido principalmente a sus características físicas y químicas; dicha susceptibilidad se puede acrecentar por las características topográficas del terreno.

5. Vegetación.

El mencionado Atlas Nacional del Medio Físico muestra que la localidad presenta una vegetación denominada bosque de Pino-Encino. Sin embargo, Lorence y García-Mendoza (1989) informan que el tipo de vegetación que se desarrolla en las zonas templadas y húmedas con una altitud de entre los 1400 y los 2250 m en el distrito de Teotitlán (Oaxaca) corresponde al BMM.

La información presentada por Lorence y García-Mendoza (1989) se apoya en el mapa titulado "Análisis de la Vegetación y Uso Actual del Suelo en el Estado de Oaxaca del Área de San Bernardino" (Fig. 3), publicado en 1993 por la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C. (SERBO) y World Wildlife Fundation (WWF). En dicho mapa se observa que la localidad de estudio queda inmersa en una franja de vegetación correspondiente a BMM, que corre de noroeste a sureste en el cruce de las coordenadas 97°00' oeste y 18° 10' norte. Toda esta franja de vegetación se encuentra rodeada por una amplia región donde prevalecen los terrenos con vegetación secundaria y de agricultura de temporal.

Desde el punto de vista fitogeográfico, Puerto Soledad se encuentra en la provincia florística de las Serranías Meridionales, en la que los bosques de pino y encino poseen importancias equiparables y son los que dominan. Rzedowski (1978:103) dice que esta provincia "incluye las elevaciones más altas de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de muy numerosos endemismos".

La zona presenta huellas moderadas de perturbaciones no muy recientes, signo de lo cual es la presencia de grandes tocones de pino (*Pinus patula*) en diversos grados de descomposición. La evidencia de perturbaciones recientes se puede determinar por la presencia en el suelo de troncos de árboles que pertenecen a especies que generalmente presentan un crecimiento recto, tales como *Drymis granadensis*, *Podocarpus reichei* y *Alnus acuminata*, las cuales se utilizan en la zona principalmente para la construcción de casas.

A pesar de lo anterior, el gran parche de vegetación elegido de Puerto Soledad puede considerarse como uno de los sitios mejor conservados de la zona de San Bernardino con este tipo de vegetación, debido a que se localiza en las cimas de la sierra sobre laderas de pendiente muy abrupta.

Por el grado de conservación, así como por poseer especies vegetales poco comunes como *Magnolia schiedeana* (status amenazada, Diario Oficial de la Federación, 1994), *Podocarpus reichei*, *Drymis granadensis*, etc. (dentro del estrato arbóreo), *Lemboglossum cordatum*, *L. ehrenbergi* y *Encyelia vitellina* (orquídeas con status de amenazadas, Diario Oficial de la Federación, 1994), y especies endémicas de la Sierra Mazateca como *Elaphoglossum pardrei* (Aspleniaceae), *Saurauia speluncicola* (Actinidaceae) y *Bumelia elachochitlensis* (Sapotaceae), *Deppea scotti* (Rubiaceae), el área de San Bernardino, donde se localiza Puerto Soledad, ha sido propuesta por Salas et al. (1993) como zona de conservación ecológica.

La región no sólo posee importancia florística, sino que también tiene una gran importancia por su función de captación de agua, ya que gracias a la densa vegetación y al material geológico medianamente permeable, en el área sólo escurre entre el 10 y el 20% de la precipitación media anual. Esta captación de agua es vital para diversas comunidades humanas asentadas en el área y en las partes bajas adyacentes. Estas poblaciones presentan condiciones económicas muy precarias, ya que la mayoría son cafecultoras, con pocas alternativas como la migración a las grandes ciudades o bien el cambio del uso del suelo hacia terrenos de cultivo con la consiguiente deforestación de las últimas áreas boscosas de la región (Salas et al. 1993).

CAPITULO IV. Métodos.

El presente trabajo se realizó durante el periodo que comprendió los meses de febrero de 1993 a enero de 1994, durante el cual se realizaron cinco salidas a la zona de estudio durante distintas épocas del año (época de lluvias, de secas, nortes, etc.), con un total de 40 días de trabajo de campo.

1. Selección y descripción de los sitios de estudio.

Los lugares para realizar los muestreos se seleccionaron evitando hasta donde fue posible sitios con signos de perturbación humana en los cuales se hubiese alterado notablemente la estructura original del bosque, así como sitios muy cercanos a caminos de terracería o de la carretera; además, se siguió el criterio de que estos sitios presentaran características y condiciones ambientales contrastantes respecto a su altitud, orientación y topografía.

Se eligieron en total seis sitios para desarrollar el estudio, los cuales tienen características ambientales y físicas diferentes, pero internamente homogéneos. Estos se distribuyen en un intervalo altitudinal que va de los 2225 a los 2600 m s.n.m. Los Sitios 1 a 4 corresponden topográficamente a laderas con diferentes exposiciones (Tabla 1). El Sitio 5 se clasificó como cima y el Sitio 6 como cañada. Las laderas presentaron dimensiones aptas para realizar el muestreo, aproximadamente 160 m de longitud y 85 m de ancho. En el caso de los denominados Cima y Cañada, no se encontraron sitios con las dimensiones necesarias para realizar el muestreo completo en un solo lugar, y se optó por subdividir el mismo, para la Cima en dos diferentes sitios y para la Cañada en tres sitios, pero siempre tratando de conservar las características físicas y biológicas que las hacen homogéneas internamente. Para el análisis de los datos, estos sitios se consideraron equivalentes a los restantes que sí estaban en un solo lugar.

Es importante mencionar que los sitios con intervalo de altitud de 2225 a 2300 m s.n.m. se ubican en una zona orográfica diferente de la de los sitios con altitudes de 2300 a 2600 m s.n.m.(Fig. 4). El Sitio 6 es el único que se muestreó en ambas zonas orográficas y su exposición es muy variable debido a sus características propias dentro de la zona montañosa.

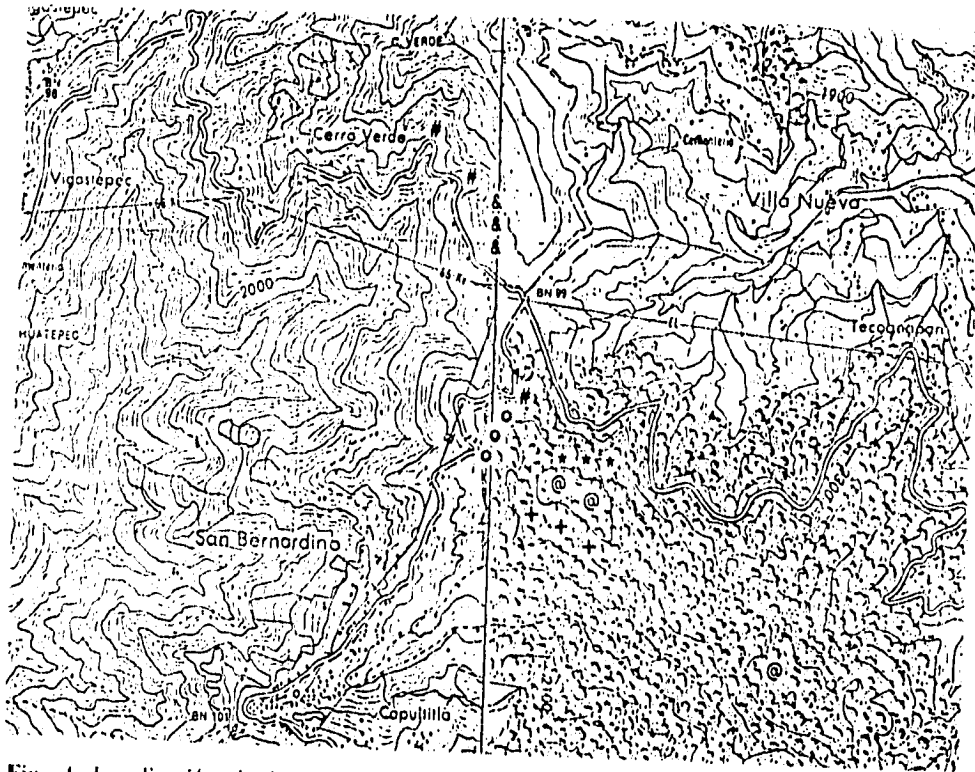


Fig. 4. Localización de los sitios de muestreo en la localidad Puerto Soledad, Teotitlán (Oaxaca), Mexico. Sitio 1: ○; Sitio 2: *; Sitio 3: &; Sitio 4: +; Sitio 5: @; Sitio 6: #. En cada sitio se repite el símbolo debido a que en el estudio se muestrearon tres zonas diferentes del mismo. Mapa obtenido a partir de las cartas topográficas de Teotitlán y Huautla escala 1:50,000.

En cuanto a la pendiente que presentan los sitios, casi todos presentaron cambios notables, aumentando paulatinamente al disminuir la altitud. Los valores de pendiente varían entre los 2.25 a los 44, a excepción del Sitio 5, el cual presenta pendientes suaves que varían entre los 2.25 y los 9. La presencia de claros a lo largo de las líneas de muestreo fue evidente excepto en el Sitio 4; el número máximo de claros por sitio fue de 2 (Sitios 1, 2 y 6; Tabla 1). Los claros observados se deben principalmente a la caída de ramas o desenraizamiento de árboles. Los claros con mayor dimensión se localizaron en el Sitio 6; aparentemente la apertura de claros en estos sitios se debe principalmente a las características topográficas y a la escasa cantidad de suelo.

Tabla 1. Características descriptivas de los sitios muestreados.

Sitio	Altitud m s n.m.	Exposición	Pendiente (Grados)	Número de Claros	Unidad Topográfica
1	2300 - 2400	NE	6.75 - 44.00 $\bar{x} = 26.04$	2	Ladera Este
2	2500 - 2600	N	3.60 - 42.75 $\bar{x} = 23.98$	2	Ladera Norte
3	2225 - 2300	O SO	2.25 - 30.75 $\bar{x} = 7.84$	1	Ladera Oeste
4	2500 - 2550	S	12.34 - 9.00 $\bar{x} = 20.00$	0	Ladera Sur
5	2550 - 2600	---	2.25 - 37.00 $\bar{x} = 4.93$	1	Cima
6	2550 - 2400 (2325 - 2400) (2250 - 2300)	NE NO NO	16.75 - 37.00 $\bar{x} = 23.50$	2	Cañada

2.- Trabajo de Campo.

El área de estudio se delimitó utilizando las cartas topográficas de Teotitlán y Huautla, ambas a escala 1:50000, clave E14B86 Y E14B87, respectivamente (INEGI, 1985), y mediante la ayuda de las fotografías aéreas a escala 1:70000, tomadas en el año de 1970, además de las visitas prospectivas a la localidad.

2.1) Aspectos Florísticos.

Durante la realización de los muestreos de vegetación, así como durante extensos recorridos dentro de la localidad, se colectaron ejemplares de plantas en estado de floración y/o fructificación, registrando para cada uno de ellos los datos para su posterior determinación.

2.2) Aspectos Ecológicos (Estructura).

En cada sitio se aplicó el método de muestreo sin área denominado punto central en cuadrante o cuadrantes centrados (Matteucci y Colma, 1982), en el cual se utilizan puntos como centros para trazar pares de coordenadas ortogonales, a partir de los cuales se mide la distancia hasta el árbol más cercano ubicado en cada cuadrante (Fig. 5). En cada sitio seleccionado los puntos se ubicaron a lo largo de tres líneas con orientaciones preestablecidas; en las laderas las líneas se trazaron paralelas entre sí a 25 m de distancia, mientras que en las cañadas y cimas la ubicación de estas líneas dependió de la extensión del sitio. Sobre cada línea se ubicaron 15 puntos de muestreo, con una separación entre sí de 10 m. En todos los casos la longitud de las líneas fue de 140 m. En cada punto de muestreo se registraron los parámetros ecológicos preestablecidos de los individuos más cercanos al punto central que tuvieran un DAP (diámetro a la altura del pecho, es decir, 1.30 m) mayor o igual a 3.18 cm.; este límite inferior equivale a 10 cm de perímetro, el cual ha sido un criterio utilizado para considerar a un individuo como

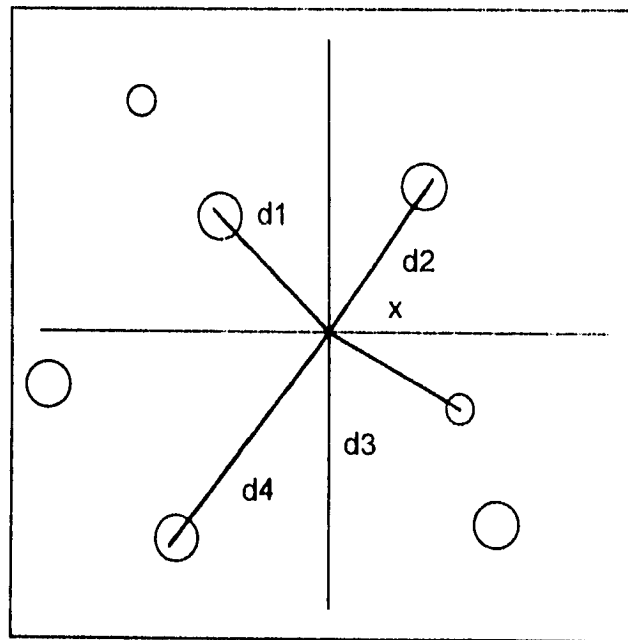


Fig. 5. Método de muestreo de cuadrantes centrados (X: punto ubicado sistemáticamente; d: distancia; O: árbol).

árbol en muestreos forestales por Sarukhán (1968) y Meave del Castillo (1990). De este modo se tuvo un total de 45 puntos y 180 árboles registrados para cada sitio de muestreo.

Los parámetros que se registraron para los árboles en cada cuadrante fueron los siguientes:

- a) Distancia (m) del punto central al punto medio de enraizamiento del árbol más cercano, para lo cual se utilizó una cinta flexible graduada en centímetros.
- b) Altura total, empleando una varilla de 2 m de altura con marcas cada 5 cm para los árboles bajos, y un clinómetro Haaga o una brújula Bronton para los árboles altos. De estos últimos se realizaron tres mediciones y posteriormente se calculó el promedio de altura.
- c) Perímetro a la altura del pecho, usando una cinta flexible graduada en centímetros. Estos datos se transformaron posteriormente en valores de DAP.
- d) Determinación taxonómica. Cuando una especie aparecía por primera vez, o si se tenían dudas acerca de su identidad o ésta no se conocía, se colectaba un ejemplar para su posterior determinación.

Adicionalmente, en cada sitio se realizaron anotaciones sobre la vegetación de los estratos arbustivo (individuos con un perímetro menor de 10 cm) y herbáceo; además, se hicieron registros de indicadores de factores de perturbación natural tales como árboles derribados por el viento, árboles muertos en pie, árboles caídos por deslaves, así como la presencia de claros en el dosel.

Para construir los diagramas de perfil, en cada sitio se eligió una zona representativa en cuanto a su fisonomía y grado de conservación, para delimitar un área de 50 X 5 m ; en dicha área se registraron los siguientes parámetros de todos los individuos con DAP ≥ 3.18 cm y cuyo punto medio de enraizamiento estuviera dentro del cuadro:

- a) Altura (m)
- b) Altura de la primera ramificación importante (m).

c) Perímetro a la altura del pecho (cm).

d) Cobertura de la copa. Esto se realizó a través de la medición de dos diámetros de la copa, el más grande (D1) y el perpendicular a éste (D2), utilizando una cinta graduada en centímetros. Todas las copas de los árboles enraizados en el área elegida se midieron, aún si dichas copas salían más allá del límite del rectángulo, pero no se realizaron mediciones de las copas de árboles enraizados fuera del rectángulo y cuyas copas se encontraban dentro de éste.

e) Determinación taxonómica.

f) Posición en el suelo. Cada individuo se mapeó usando un sistema de coordenadas dentro del subcuadro de 5 X 5 m correspondiente.

3.- Análisis de datos.

3.1) Composición florística.

Los ejemplares colectados fueron herborizados de acuerdo a los procedimientos usuales (Lot & Chiang, 1986) para su posterior determinación a nivel específico, con el objetivo de elaborar el listado florístico de la localidad. Los ejemplares se determinaron en lo posible a especie principalmente mediante la Flora de Guatemala (Standley y Steyermark, 1958), y también con el uso de claves taxonómicas específicas para cada una de las familias de plantas vasculares, revisiones y monografías. En algunas ocasiones la determinación se realizó con la ayuda de los siguientes especialistas: Dr. J.T. Mickel (Pteridophyta), P.de Biól. Miguel Luna (Compositae), M. en C. Rafael Lira (Cucurbitaceae), M.en C. Nelly Diego (Cyperaceae), M. en C. Susana Valencia (Fagaceae), M.en C. Francisco Lorea (Lauraceae), y Gerardo Salazar (Orchidaceae). Al finalizar la determinación se procedió a cotejar los ejemplares con las colecciones depositadas en los siguientes herbarios: Herbario Nacional de México (MEXU), Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y Herbario de la Facultad de Ciencias (FCME), en el cual los ejemplares fueron depositados con duplicados para intercambio.

A partir de la lista florística se realizó un análisis de las afinidades fitogeográficas a nivel de familia y género de acuerdo con las categorías presentadas por Mabberly (1987). Para complementar el análisis de las afinidades fitogeográficas y con el objeto de obtener una

comparación florística del bosque húmedo de montaña en Puerto Soledad con otros bosques similares de la República Mexicana, se realizaron dos tipos de comparaciones a nivel genérico y específico mediante el cálculo del Índice de Similitud de Sørensen. El primero consistió en la comparación íntegra de la lista florística y el segundo en la comparación florística exclusivamente del componente arbóreo, debido a que este estudio se concentró mayoritariamente en el registro de los parámetros estructurales de los árboles.

3.2) Afinidades fitogeográficas.

Debido a la dificultad de conocer las antiguas áreas de distribución de los grupos o familias de plantas, así como sus afinidades fitogeográficas en el tiempo y en el espacio, en este trabajo las áreas o afinidades de las familias y géneros presentes se determinaron tomando en cuenta únicamente la distribución actual que se presenta en el trabajo de Mabberly (1993).

Con base en los trabajos de Sharp (1953), Heywood (1979), Puig (1976, 1989), y de Luna et al. (1988, 1989, 1994) se obtuvieron siete categorías en las que se agrupan las 70 familias encontradas en la localidad y diez categorías para el caso de los 122 géneros. Se excluyeron tres géneros de pteridofitas (*Melponeme*, *Sticherus*, y *Terpsichore*) debido a que no se encuentran en la obra de Mabberly por ser segregados o tratarse de especies nuevas.

En la siguiente lista se indica el área geográfica que comprende cada una de las categorías fitogeográficas delimitadas en el análisis:

- 1.- Cosmopolita: Taxa de distribución mundial y subcosmopolitas.
- 2.- Tropical: Taxa distribuidos en los trópicos del planeta (hasta los 23.5° de latitud en ambos lados del Ecuador).
- 3.- Tropical y Subtropical: Taxa cuya distribución abarca los trópicos y subtrópicos del planeta (hasta los 34° de latitud en ambos hemisferios).
- 4.- Tropical a Templado: Taxa con una distribución que comprende las zonas tropicales a las templadas del mundo, pasando por las zonas subtropicales (hasta los 58° de latitud en ambos hemisferios).
- 5.- Pantropical: Taxa distribuidos exclusivamente en los trópicos.
- 6.- Neotropical: Taxa distribuidos en la región tropical americana.
- 7.- Hemisferio Norte: Taxa de distribución en el hemisferio norte.

- 8.- Templado del Hemisferio Norte: Taxa con una distribución restringida a las regiones templadas del Hemisferio Norte (zona que va desde los 34 a los 58 de latitud Norte).
- 9.- Hemisferio Sur: Taxa de distribución en el hemisferio sur del planeta.
- 10.- Americanas (principalmente): Taxa distribuidos en el Continente Americano.
- 11.- Endémicas de México: Taxa cuyo origen y distribución sólo comprende la República Mexicana.

Los géneros fueron agrupados además de acuerdo a su forma de crecimiento, a fin de poder efectuar una comparación entre las diferentes categorías de distribución; cabe destacar que un género puede ubicarse en diferentes formas de crecimiento, debido a que esta categoría puede divergir en relación con las diversas especies que contenga. No obstante, en este tipo de análisis un género sólo puede colocarse en una categoría fitogeográfica. La decisión de incluir a una familia o a un género dentro de una categoría se basó en el hecho de que aquella o éste tuviera la principal o mayor distribución actual en la zona comprendida por la categoría.

3.3) Estructura de la Comunidad.

3.3.1) Estructura Vertical.

El análisis se realizó a partir de las 180 medidas de altura registradas por sitio, realizando histogramas de la distribución de frecuencias de las alturas (criterio utilizado en diversos trabajos debido a que es considerado un método sencillo y eficiente). El número y el ancho de clases de altura se calcularon mediante el criterio estadístico de Sturges (Daniel, 1979), el cual consiste en utilizar la siguiente fórmula para obtener el número de intervalos de clase:

$$k = 1 + 3.322 (\log_{10} n)$$

donde : k = número de clases
n = número de datos

Los intervalos de clase fueron los mismos para todos los sitios, con el objetivo de facilitar la comparación entre ellos. Además, se elaboró el histograma de la distribución de frecuencias de alturas para el total de árboles del muestreo.

3.3.2) Estructura cuantitativa.

Las variables estructurales calculadas para cada sitio fueron: densidad, frecuencia y área basal. Estas variables se calcularon conforme a los procedimientos descritos por Matteucci y Colma (1982) para el método de muestreo empleado en este estudio

a) Densidad (D). Matteucci y Colma (1982:42) definen la densidad como: "el número de individuos (N) en un área (A) determinada, y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada". La fórmula que se utiliza es:

$$D = N / A$$

En este estudio, la densidad de cada sitio se obtuvo a partir de las distancias medidas en cada cuadrante (distancia del punto central al punto medio del árbol más cercano), para lo cual se calculó el área promedio por árbol (M) con la siguiente fórmula:

$$M = (\Sigma d / n)^2$$

donde Σd = sumatoria de distancias medidas
n = número de medidas de distancia

El valor obtenido por especie se extrapoló para una superficie de 10,000 m² (1 ha).

b) Area Basal (AB). Matteucci y Colma (1982:47) definen el área basal de la siguiente manera. "...es la superficie de una sección transversal del tallo o troncó del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno".

En el presente estudio, el área basal se calculó de la siguiente forma: a partir de los perímetros medidos se calculó el diámetro a la altura del pecho, utilizando la fórmula:

$$D = P / \pi$$

donde: D = diámetro
P = perímetro

Se elaboraron histogramas de distribución de frecuencias de los diámetros, determinando el número de clases y su ancho con el mismo criterio que se utilizó para la elaboración de los histogramas de altura.

Los valores de diámetro de los tallos se usaron para el cálculo del área basal (AB) por medio de la siguiente fórmula:

$$AB = \pi r^2,$$

considerando que el radio es $r = P / 2 \pi$
donde : P = perímetro
r = radio.

El área basal por planta se obtuvo sumando los valores individuales de área basal de todos sus tallos. El área basal por especie en el muestreo se obtuvo sumando el valor de área basal de los árboles pertenecientes a ésta. El área basal y la densidad de cada especie (por hectárea) se calcularon mediante el procedimiento siguiente:

a) Se calculó el porcentaje que representa cada especie en relación al número total de árboles del sitio.

b) El valor porcentual de cada especie se utilizó para calcular el número de individuos por hectárea (densidad absoluta) de la especie en relación a la densidad total calculada por sitio de muestreo.

c) El área basal por hectárea (área basal absoluta) por especie se calculó con la ayuda del valor de densidad absoluta de la misma y a partir del número de individuos de la especie y el valor de área basal en el muestreo mediante un cálculo proporcional.

c) Frecuencia (F). La frecuencia la definen Matteucci y Colma (1982:39) como "La probabilidad de encontrar un determinado atributo (uno o más individuos) en una unidad muestral particular" y exponen también que "se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece (m_i) en relación con el número total de unidades muestrales (M)". Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Dicha definición se aplicó en este estudio considerando que la frecuencia es el número de apariciones de la especie dividida entre el número total de puntos, donde el número de apariciones se refiere al número de puntos en los que se encontró la especie, sin importar las veces que se presentaba cada uno de ellos. Para el cálculo se utilizó la fórmula:

$$F = (\text{No. de apariciones de la especie} / \text{No. total de puntos}) \times 100$$

Los valores relativos de la densidad, el área basal y la frecuencia por sitio se calcularon utilizando la siguiente fórmula:

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

d) Cobertura. La cobertura de una especie la definen Matteucci y Colma (1982:44) como "la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de individuos de la especie considerada", y se expresa como porcentaje de la superficie total. La cobertura se calculó a partir de los parámetros registrados en la elaboración de los diagramas de perfil, los cuales tienen un área de 250 m². Los valores de cobertura se expresan en porcentaje del área referida. El valor de la cobertura se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura} = (D1 + D2 / 4)^2 \pi$$

donde: D1 = diámetro mayor
D2 = diámetro menor

e) Valor de importancia relativa (VIR). El Valor de Importancia Relativa (VIR) es una combinación de diferentes variables que se utiliza para expresar de manera jerárquica la abundancia de las especies, y se calculó con la siguiente fórmula:

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

3.3.3) Estructura Horizontal.

Debido a que el método de muestreo empleado no aporta datos referentes a la distribución espacial de las poblaciones, este análisis se limitó a realizar una evaluación de agrupaciones de especies (Krebs, 1978). El análisis se realizó en cada sitio mediante una tabla de contingencia relacionando la presencia/ausencia de dos especies siempre y cuando éstas tuvieran un número mínimo de 15 individuos.

La tabla de contingencia que se elaboró para analizar dicha relación es la siguiente:

		Especie X		Total
		Presente	Ausente	
Especie Y	Presente	a	b	a + b
	Ausente	c	d	c + d
Total		a + c	b + d	a + b + c + d

Con el fin de determinar si las especies están asociadas o no, se aplicó una prueba χ^2 mediante la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \frac{n (a d - b c)^2}{(a + b) (c + d) (a + c) (b + d)}$$

Esta prueba determina la existencia o la ausencia de una asociación significativa entre un par de especies, pero no indica el grado o el tipo de asociación, es decir, si la relación entre las especies es intensa o no, y si es positiva o negativa. Para poder determinar esto, se aplicó una prueba que mide la intensidad de la asociación entre dos especies a partir de una tabla de contingencia, por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(ad) - (bc)}{(a + b) (c + d) (a + c) (b + d)}$$

Dicho coeficiente varía de -1 a $+1$, en donde el signo indica si la asociación es negativa o positiva; además, valores cercanos a la unidad indican que esta asociación es intensa, mientras que un coeficiente de cero indica que no existe asociación de ningún tipo (Krebs, 1978).

3.3.4) Estructuras poblacionales.

La determinación de las estructuras poblacionales de las especies arbóreas más abundantes de la localidad (especies con 30 o más individuos por sitio) se obtuvo elaborando histogramas con la distribución de frecuencias de los diámetros. El número y la amplitud de las clases se determinaron para cada especie y se mantuvieron constantes si la especie se presentó en varios sitios, con el objeto de reflejar las posibles diferencias en estructura poblacional de una misma especie en varios sitios.

CAPITULO V. Resultados.

1.- Florística.

1.1) Composición florística y listado de especies.

Se colectaron un total de 306 ejemplares de plantas, cuya determinación dio como resultado una lista de especies de las plantas vasculares presentes en la localidad, incluyendo árboles, arbustos, hierbas, epifitas y parásitas. La lista contiene un total de 178 especies distribuidas en 125 géneros y 70 familias, excluyendo una especie aún no determinada (Apéndice 1).

La composición florística de la localidad se resume en la Tabla 2. Las dicotiledóneas dominan con una proporción específica de 71.35%, equivalente a 127 especies, 86 géneros y 47 familias. Con una menor proporción le siguen las pteridofitas con 15.73% de las especies, las monocotiledóneas con 11.24%, y por último las gimnospermas con 1.68%.

Tabla 2. Composición florística del bosque húmedo de montaña en Puerto Soledad (Oaxaca), México. Entre paréntesis se muestran los porcentajes.

Plantas Vasculares	No. de Familias	No. de Géneros	No. de Especies
Angiospermas			
Monocotiledóneas	7 (10.00%)	13 (10.40%)	20 (11.23%)
Dicotiledóneas	47 (67.14%)	86 (68.80%)	127 (71.34%)
Gimnospermas	3 (4.29%)	3 (2.40%)	3 (1.68%)
Pteridofitas	13 (18.57%)	23 (18.40%)	28 (15.75%)
TOTALES	70 (100.00%)	125 (100.00%)	178 (100.00%)

Las familias mejor representadas en cuanto al número de especies son: Compositae (16), Solanaceae (13), Ericaceae (11), Fagaceae (8), Orchidaceae (7), Piperaceae (7), Rubiaceae (6), Polypodiaceae (5), y Aspleniaceae (5). Las especies incluidas en estas nueve familias corresponden al 43.82% del total, mientras que el restante 56.92% se distribuye en 61 familias (Fig. 6).

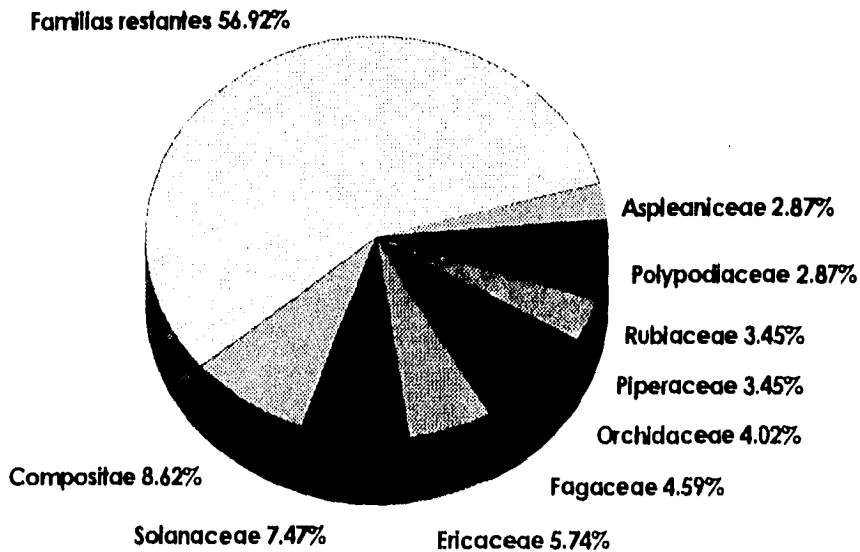


Fig. 6. Distribución de las especies en las diferentes familias.

Con respecto al sotobosque de los diferentes sitios, se presentan generalmente plántulas de los árboles dominantes en el lugar, pero existen especies características del mismo que le daban una fisonomía diferente. Por ejemplo, en el Sitio 1 el helecho terrestre *Elaphoglossum sartori* cubría el suelo casi completamente. En los Sitios 2 y 5, el helecho rosetófilo *Dryopteris wallichiana* es el dominante, aunque en menor proporción en el Sitio 5. El Sitio 3 está caracterizado por la presencia de gran cantidad de plántulas de dos especies, *Ocotea helicterifolia* y *Miconia oligotricha*. El Sitio 4 presenta gran cantidad de plántulas de individuos de la especie *Arctostaphylos arguta*, la cual sólo se localizó en este lugar y cuyo crecimiento es característico por presentar ramificaciones desde la base del tronco y cuya densidad poblacional parece aumentar al disminuir la altitud. El Sitio 5 también presentó otras dos especies de distribución restringida en la localidad: *Dahlia australis* y *Psacallium megaphillum*. El Sitio 6 tiene la peculiaridad de presentar gran cantidad de helechos arbóreos que no alcanzaban la altura

de 1.30 m (a la cual se mide el diámetro a la altura del pecho) y formaban parte importante del sotobosque; además, en este sitio se localizó y colectó la única especie endémica de la localidad: *Depea scoti* (Rubiaceae). El sotobosque de los Sitios 1, 2, 3 y 5 es abierto, es decir, hay grandes espacios entre los individuos, haciéndolos lugares accesibles en cuanto al desplazamiento a través de ellos.

Algunas de las especies comunes en los seis sitios, aunque en diferentes proporciones son: *Senecio callosus* y *Senecio ascherbornianus* (Compositae), *Miconia anisotricha* (Melastomataceae), *Calanthe calanthoides* y *Goodyera striata* (Orchidaceae), *Fuchsia microphylla* (Onagraceae), *Smilacina paniculata* (Liliaceae) y *Kohleria deppeana* (Gesneriaceae). En los claros se presentan plantas de especies cuyo crecimiento dificulta el paso por estas zonas, entre las cuales se encuentran: *Preridium caudatum* y *Smilax xalapensis*.

1.2) Formas de crecimiento.

Las formas de crecimiento de las plantas vasculares encontradas se clasificaron en árboles, arbustos, hierbas, lianas y epifitas, según la clasificación propuesta por Whittaker (1975); se incluyen dentro de la forma denominada epifitas, tanto hierbas como arbustos epífitos, y en la categoría de lianas, a trepadoras, enredaderas, parásitas y hemiparásitas. El espectro biológico de estas 178 especies se muestra en la Fig. 7. La categoría mejor representada en cuanto a riqueza es la de árboles (46), seguida por hierbas (44), arbustos (40), epifitas (38) y lianas (12). Las familias más importantes en cuanto al número de especies para cada una de estas categorías son: Fagaceae, Compositae, Ericaceae, Polypodiaceae y Cucurbitaceae, respectivamente. Para la elaboración del espectro biológico se tomaron en cuenta 180 datos, dos más que el número total de especies del listado, debido a que dos especies se encontraron con diferentes formas de crecimiento: *Oreopanax liebmanii* (colectada como árbol terrestre y arbusto epífito), y *Elaphoglossum sartorii* (hierba terrestre y epífito). También cabe señalar que las especies de helechos *Diplazium laciniatum* y *Lophosoria quadripinata* fueron ubicadas en la categoría de árbol, aunque la mayoría de los individuos de estas no alcanzaban 1.3 m de altura; además, la especie *Cyathea fulva* presentó la forma de crecimiento arbórea típica.

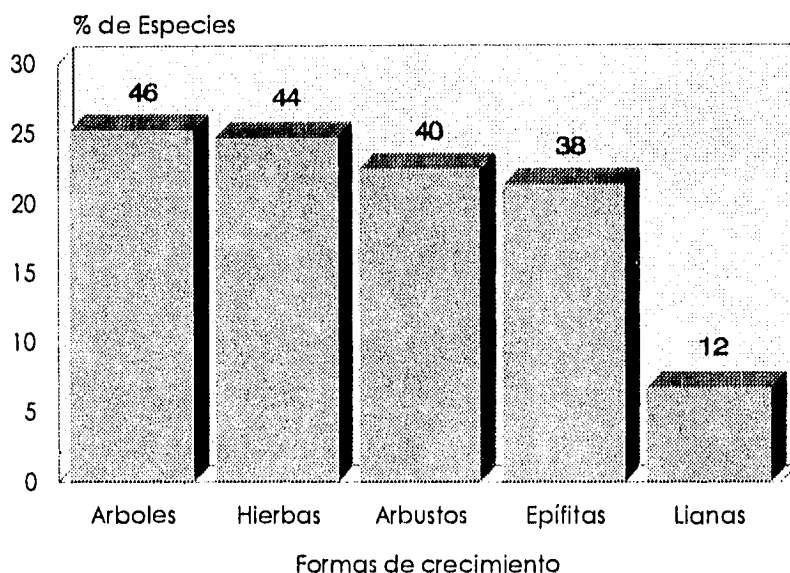


Fig. 7. Espectro biológico de las formas de crecimiento de las especies de plantas vasculares presentes en el bosque húmedo de montaña en Puerto Soledad (Teotitlán), Oaxaca. Los números arriba de las barras indican el número total de especies por categoría.

1.3) Afinidades fitogeográficas de las plantas a nivel de familia y género.

Se encontró que a nivel de familia (Tabla 3), la categoría con distribución "Cosmopolita y Subcosmopolita" es la que posee mayor número de familias, con un total de 31 (44.3%), seguida por la categoría "Tropical y Subtropical" con 14 familias (20%), y la categoría "Tropical a Templada" con 13 familias (7.14%).

Las afinidades fitogeográficas a nivel genérico se muestran en la Tabla 4. En general, en orden de importancia en cuanto al número de géneros, las principales categorías de distribución son la "Cosmopolita y Subcosmopolita" (31 géneros), "Neotropical" (25), "Tropical y Subtropical" (18), "Principalmente Americanas" (14), "Tropical a Templado" (12) y "Pantropical" (12). Dentro de la categoría de forma de crecimiento de los árboles, la distribución dominante es la "Tropical y Subtropical" (7) seguida por las categorías "Tropical a Templado", "Templado del Hemisferio Norte" y del "Hemisferio Norte", todas ellas con cinco géneros. Las

categorías de distribución "Endémica de México" y "Principalmente Americana" no presentan géneros con forma de crecimiento arbórea. Por otro lado, es notable la ausencia de elementos de distribución del "Hemisferio Sur" para las formas de crecimiento arbustiva, herbácea y epífitas; además esta última categoría de distribución es la que presentó menor número de géneros (3), en cuanto a los números totales de géneros por categoría de distribución. Para las lianas se tuvo la mayor cantidad de categorías de distribución sin géneros presentes (3).

Un hecho notable es que si se unen las tres categorías con elementos tropicales ("Pantropical", "Neotropical", "Tropical y Subtropical"), de tal manera que se abarque en su totalidad la zona tropical y subtropical del planeta, se presenta un dominio absoluto de esta gran categoría para todas las formas de crecimiento. De manera similar si se unen las distribuciones representativas del continente Americano ("Americanas Principalmente", "Endémicas de México" y "Neotropical"), se presenta un dominio de esta gran categoría en las formas de crecimiento arbustiva y de epífitas.

1.4) Comparación Florística

Los resultados de la comparación de la lista florística se presentan en la Tabla 5. Las localidades comparadas presentan valores de similitud muy bajos a nivel de especie (entre 7% y 18%) y bajos a medios a nivel de género (entre 25% y 45.5%), pero en ambos casos las variaciones entre estos valores no son muy grandes. Cabe señalar que las listas florísticas disponibles de las localidades de Gómez Farías (Tamaulipas) y de Manantlán (Jalisco) no incluyen a las *Peridophyta*, de modo que para realizar comparaciones con más sentido con estas dos localidades el número de géneros y especies del bosque de Puerto Soledad se redujo a 102 y 150, respectivamente, debido a que se excluyeron las plantas de este grupo taxonómico. Tanto a nivel de género como de especie, los valores más altos del Índice de Similitud se presentaron entre Puerto Soledad y las localidades de Omiltemi (Guerrero), Ocuilán (Morelos y Estado de México), Gómez Farías (Tamaulipas), y Chimalapa (Oaxaca), respectivamente. Para ambos tipos de comparación, el bosque mesófilo de montaña de Omiltemi presentó los valores mayores de similitud con el bosque de Puerto Soledad.

Tabla 3. Distribución geográfica de las 70 familias presentes en Puerto Soledad, Teotitlán (Oaxaca) según Mabherly (1993).

Cosmopolita y Subcosmopolita	Tropical y Subtropical	Tropical a Templado	Tropical	Templado del Hemisferio Norte	Hemisferio Sur	Americanas
Adiantaceae	Araceae	Amaranthaceae	Bromeliaceae	Betulaceae	Cunoniaceae	Cactaceae
Amaryllidaceae	Aspleniaceae	Araliaceae	Gesneriaceae	Pirolacaceae	Winteraceae	
Aquifoliaceae	Begoniaceae	Cucurbitaceae	Lophosoriaceae	Pinaceae		
Aspleniaceae	Clethraceae	Gleicheniaceae	Oleaceae	Taxaceae		
Caprifoliaceae	Cyatheaceae	Hymenophyllaceae	Piperaceae			
Compositae	Gramminidaceae	Loganiaceae				
Convolvulaceae	Lauraceae	Loranthaceae				
Crassulaceae	Melastomataceae	Magnoliaceae				
Cyperaceae	Meliaceae	Marattiaceae				
Dennstaedtiaceae	Myrsinaceae	Podocarpaceae				
Ericaceae	Myrtaceae	Styracaceae				
Fagaceae	Palmae	Theaceae				
Labiatae	Phytolaccaceae	Urticaceae				
Leguminosae	Symplocaceae					
Liliaceae						
Lobeliaceae						
Lycopodiaceae						
Myricaceae						
Onagraceae						
Orchidaceae						

Tabla 3. Continuación

Cosmopolita y Subcosmopolita	Tropical y Subtropical	Tropical a Templado	Tropical	Templado del Hemisferio Norte	Hemisferio Sur	Americanas
Oxalidaceae						
Polygonaceae						
Polypodiaceae						
Rosaceae						
Rubiaceae						
Saxifragaceae						
Scrophulariaceae						
Selaginellaceae						
Solanaceae						
Thelypteridaceae						
Umbelliferae						

Tabla 4. Distribución geográfica de los géneros presentes en Puerto Soledad, Teotitlán (Oaxaca) según Mabberly (1993). Los números indican los totales de géneros por categoría y por forma de crecimiento.

Cosmopolitas y Sub- -cosmopolitas	Pantropical	Neotropical	Tropical y Subtropical	Tropical a Templado	Templado del Hemisferio Norte	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur	Americanas (principalmente)	Endémicas (México)
ARBOLES									
<i>Ilex</i>	<i>Eugenia</i>	<i>Cestrum</i>	<i>Buddleia</i>	<i>Dendropanax</i>	<i>Alnus</i>	<i>Arbutus</i>	<i>Drymis</i>	—	—
<i>Senecio</i>	<i>Persea</i>	<i>Lophosoria</i>	<i>Cinnamomum</i>	<i>Diplazium</i>	<i>Prunus</i>	<i>Arctostaphylos</i>	<i>Weinmannia</i>		
<i>Vaccinium</i>	<i>Ternstroemia</i>	<i>Oreopanax</i>	<i>Clethra</i>	<i>Podocarpus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Cleyera</i>			
	<i>Trichilia</i>		<i>Cyathea</i>	<i>Sambucus</i>	<i>Taxus</i>	<i>Magnolia</i>			
			<i>Ocotea</i>	<i>Styrax</i>	<i>Pinus</i>	<i>Osmanthus</i>			
			<i>Rapanea</i>						
			<i>Symplocos</i>						
3	4	4	7	5	5	5	2	0	0
ARBUSTOS									
<i>Gaultheria</i>	<i>Miconia</i>	<i>Cestrum</i>	<i>Lycianthes</i>	<i>Iresine</i>	<i>Quercus</i>	<i>Arctostaphylos</i>	—	<i>Ageratina</i>	<i>Oxylobus</i>
<i>Myrica</i>	<i>Piper</i>	<i>Kohleria</i>	<i>Phytolacca</i>	<i>Marattia</i>		<i>Heberdenia</i>		<i>Deppea</i>	
<i>Physalis</i>	<i>Psychotria</i>	<i>Leandra</i>		<i>Ugni</i>		<i>Nolisma</i>		<i>Fuchsia</i>	
<i>Pteridium</i>	<i>Urera</i>	<i>Parathesis</i>						<i>Hoffmania</i>	
<i>Rubus</i>								<i>Liabum</i>	
<i>Senecio</i>								<i>Pernettya</i>	
<i>Solanum</i>								<i>Phyllonoma</i>	
<i>Vaccinium</i>									
8	4	4	2	3	1	3	0	7	1

Tabla 4. Continuación.

Cosmopolitas y Sub- -cosmopolitas	Pantropical	Neotropical	Tropical y Subtropical	Tropical a Templado	Templado del Hemisferio Norte	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur	Americanas (principalmente)	Endémicas (México)
HIERBAS									
<i>Adiantum</i>	—	<i>Alonsoa</i>	<i>Begonia</i>	<i>Lycopodium</i>	<i>Monotropa</i>	<i>Smilacina</i>	—	<i>Ageratina</i>	<i>Ottoa</i>
<i>Bidens</i>		<i>Arracacia</i>	<i>Calanthe</i>	<i>Salvia</i>	<i>Telyptheris</i>			<i>Crusea</i>	
<i>Carex</i>		<i>Bartlettina</i>	<i>Cochlidium</i>	<i>Sticherus</i>				<i>Dahlia</i>	
<i>Dryopteris</i>		<i>Chamaedorea</i>	<i>Lobelia</i>						
<i>Gnaphalium</i>		<i>Didymaea</i>	<i>Peperomia</i>						
<i>Goodyera</i>		<i>Psacalium</i>	<i>Salaginella</i>						
<i>Lupinus</i>		<i>Tibouchina</i>							
<i>Malaxis</i>									
<i>Oxalis</i>									
<i>Physalis</i>									
<i>Rhynchospora</i>									
<i>Senecio</i>									
<i>Solanum</i>									
13	0	7	6	3	2	1	0	3	1

Tabla 4. Continuación.

Cosmopolitas y Sub- cosmopolitas	Pantropical	Neotropical	Tropical y Subtropical	Tropical a Templado	Templado del Hemisferio Norte	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur	Americanas (principalmente)	Endémicas (Mexico)
EPÍFITAS									
<i>Asplenium</i>	<i>Antrophyum</i>	<i>Anthurium</i>	<i>Elaphoglossum</i>	<i>Hymenophyllum</i>	—	<i>Smilacina</i>	—	<i>Echeveria</i>	<i>Aporacactus</i>
<i>Cuscuta</i>	<i>Mikania</i>	<i>Campylonerun</i>	<i>Peperomia</i>					<i>Phoradendrum</i>	
<i>Polypodium</i>	<i>Pleopeltis</i>	<i>Eucyclia</i>	<i>Vittaria</i>						
<i>Solanum</i>	<i>Rhynchostilis</i>	<i>Nopalxochia</i>							
<i>Vaccinium</i>		<i>Oreopanax</i>							
		<i>Struthanthus</i>							
		<i>Tillandsia</i>							
5	4	7	3	1	0	1	0	2	1
LIANAS									
<i>Senecio</i>	—	<i>Cyclanthera</i>	—	<i>Smilax</i>	—	<i>Maurandia</i>	<i>Muehlenbeckia</i>	<i>Bomarea</i>	<i>Microsechium</i>
<i>Solanum</i>		<i>Matelea</i>						<i>Chamissoa</i>	
		<i>Solandra</i>							
2	0	3	0	1	0	1	1	2	1

La comparación florística del estrato arbóreo se presenta en la Tabla 6. Los valores del Índice de Similitud a nivel especie son bajos (entre 6.25% y 32.32%) y a nivel de género son valores medios a bajos (entre 18.52% a 68.35%). La riqueza de géneros y de especies del estrato arbóreo del bosque de Puerto Soledad se modificó de acuerdo a la lista de especies de la localidad con la que se calculó el Índice de Similitud, debido a que en las diferentes listas los autores pueden considerar a una especie como árbol o arbusto, dependiendo de la forma de crecimiento que presentaron en dicha localidad. A nivel genérico las localidades que presentaron el mayor índice de Similitud con Puerto Soledad fueron Omiltemi (Guerrero), El Triunfo (Chiapas), Chimalapa (Oaxaca), y Ocuilan (Morelos y Estado de México); a nivel específico los valores más altos se presentaron con Omiltemi, Ocuilan, El Triunfo y Chimalapa. De nuevo, el valor más alto se presentó entre Puerto Soledad y Omiltemi en ambos niveles de comparación.

2. Ecología.

Con el objeto de hacer más clara la descripción de los resultados y de reflejar la ubicación ambiental de los sitios de muestreo, a partir de esta sección, se utiliza la nomenclatura descrita en la Tabla 1, en la cual se clasificaron topográficamente a los sitios de estudio en laderas, cimas y cañadas; de tal forma el Sitio 1 corresponde a la Ladera Este, el Sitio 2 a la Ladera Norte, el Sitio 3 a la Ladera Oeste, el Sitio 4 a la Ladera Sur, el Sitio 5 a las Cimas y finalmente el Sitio 6 a las Cañadas.

2.1) Estructura vertical.

Las distribuciones de alturas de los individuos del estrato arbóreo en cada uno de los seis sitios se muestran en la Fig. 8. Se observan los histogramas con la distribución de frecuencias en nueve clases aritméticas de altura, con clases de 4 m, y con un intervalo de 1.40 a 41.39 m; en éstos se incluyen los 180 árboles muestreados por sitio.

En los histogramas de la distribución de frecuencias de las clases de altura es evidente que existen diferencias importantes con respecto a la estructura vertical. En dichos histogramas se presenta la distribución de los individuos arbóreos y se observa que la mayor densidad de árboles se sitúa por debajo de los 21.39 m, esto es, en las cinco primeras clases de altura. En los sitios Ladera Oeste, Ladera Sur y Cañadas, la clase con mayor frecuencia es la primera (de 1.4 a 5.39 m), en Ladera Este la segunda clase es la de mayor frecuencia (5.40 a 9.39 m), y en la

Tabla 5. Relaciones fitogeográficas del bosque de Puerto Soledad (Oaxaca) con otros bosques mesófilos del país, mediante el Índice de Similitud de Sørensen

Localidad y Referencia	Riqueza Genérica	Géneros Comunes con Puerto Soledad	Índice de Similitud con Puerto Soledad (%)	Riqueza Específica	Especies Comunes con Puerto Soledad	Índice de Similitud con Puerto Soledad (%)
Puerto Soledad, Oaxaca (Este trabajo)	125	-----	-----	178	-----	-----
Omitemi, Guerrero (Jiménez et al., 1993)	117	55	45.45	244	29	18.01
Ocuilan, Morelos y Edo. de México (Luna et al., 1989)	130	49	38.00	160	17	10.00
Chimalapa, Oaxaca (Ishiki, 1988)	82	36	35.00	111	14	9.00
Gómez Farias, Tamaulipas (Puig, 1989) *	132	45	35.00	154	14	9.00
Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz (Álvarez del Castillo, 1977)	109	33	28.00	131	13	8.00
El Triunfo, Chiapas (Long y Heath, 1988)	331	73	32.02	558	28	7.61
Teocelo, Veracruz (Luna et al., 1988)	176	50	33.00	277	16	7.00
Manantlán, Jalisco (Santiago, 1992) *	57	20	25.00	73	8	7.00

* Para las localidades Gómez Farias (Tamaulipas) y Manantlán (Jalisco), la riqueza genérica y específica de Puerto Soledad utilizada fue de 102 y 150 respectivamente, debido a que estas dos localidades no incluyen en su lista a las Pteridophyta.

Tabla 6. Relaciones fitogeográficas del estrato arbóreo a nivel género y especie, mediante el Índice de Similitud de Sørensen, entre el bosque de Puerto Soledad (Oaxaca) y otros bosques mesófilos de México.

Localidad y Referencia	Riqueza Genérica	Géneros Comunes con Puerto Soledad	Índice de Similitud con Puerto Soledad (%)	Riqueza Específica	Especies Comunes con Puerto Soledad	Índice de Similitud con Puerto Soledad (%)	Puerto Soledad	
							Riqueza Genérica	Riqueza Específica
Omitemí, Guerrero (Jiménez et al., 1993)	43	27	68.35	52	16	32.32	36	47
Ocuilán, Morelos y Edo. de México. (Luna et al., 1989)	23	12	44.44	27	9	27.14	31	43
El Triunfo, Chiapas (Long y Heath, 1988)	----	22	----	186	22	19.05	33	45
Chimalapa, Oaxaca (Ishiki, 1988)	25	13	44.83	21	6	18.46	33	44
Gómez Farias, Tamaulipas (Puig, 1989)	44	14	37.84	50	7	15.22	30	42
Manantlán, Jalisco (Santiago, 1992)	58	15	34.09	68	7	15.22	30	42
Teocelo, Veracruz (Luna et al., 1988)	53	16	37.21	74	6	10.26	33	43
El Triunfo, Chiapas (Williams-Linera, 1991)	33	16	47.06	37	3	7.23	35	46
Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz (Álvarez del Castillo, 1977)	18	5	18.52	19	2	6.25	33	45

En la columna denominada Puerto Soledad se muestran los valores de la riqueza genérica y específica de dicha localidad utilizados en el cálculo del índice de similitud de Sørensen de acuerdo a la lista del estrato arbóreo de cada localidad comparada.

Ladera Norte es la tercera clase (9.40 a 13.39 m). Finalmente, las mayores frecuencias en la Cima se presentan en la tercera, cuarta y quinta clase (9.40 a 21.39 m)

La altura máxima del dosel para cada uno de los seis sitios es de 18, 20, 33, 15, 22, y 16 m, respectivamente, observándose que la variación es hasta de un 100%. En los seis histogramas no se observan crestas y valles marcados que indiquen la presencia de estratos naturalmente delimitados, es decir, grupos de árboles de tamaños similares claramente distinguibles de otros grupos, y únicamente se presentan algunos cambios variables en las frecuencias de una clase a otra. Por ejemplo, la Ladera Sur presenta una discontinuidad o un cambio notable en las frecuencias la primera y la segunda clase, y lo mismo ocurre entre la segunda y tercera clase de la Ladera Este, Ladera Oeste y las Cañadas, así como entre la tercera y cuarta clase de la Ladera Norte.

La Ladera Este y Ladera Norte presentan la mayor frecuencia en la segunda y tercera clase, respectivamente, y posteriormente disminuye la frecuencia al aumentar la altura. La Ladera Oeste, Ladera Sur y las Cañadas presentan la mayor frecuencia en la primera clase y después disminuye paulatinamente con la altura. La Cima es el sitio que presenta un patrón muy distinto, pues su mayor frecuencia se localiza en tres clases continuas. Un hecho notable es que en la Ladera Sur la primera clase de altura presenta aproximadamente el 70% de los individuos del sitio.

Para verificar la ausencia de estratos bien definidos, se dibujaron perfiles diagramáticos de vegetación para cada sitio (Figs. 9 a 14). Los diagramas de perfil de las laderas se realizaron siguiendo la pendiente de la misma. En la Cima se realizó a lo largo de esta unidad ambiental, y el diagrama de la Cañada se realizó a un lado del arroyo.

En los diagramas de perfil de las laderas Este y Sur (Figs. 9 y 12) se observan doseles densos y continuos, señal de que no existen estratos reales definidos. Sin embargo, en los diagramas de perfil de la Ladera Norte, Ladera Oeste, Cima y Cañadas se observan discontinuidades en el dosel, es decir, espacios entre zonas de dosel definidas. En la Ladera Norte se presenta un espacio en el dosel a los 8 m, en la ladera Oeste la discontinuidad se observa a los 5 y 23 m, en la Cima a los 5 y 15 m, y por último en la Cañada, a los 7 m.

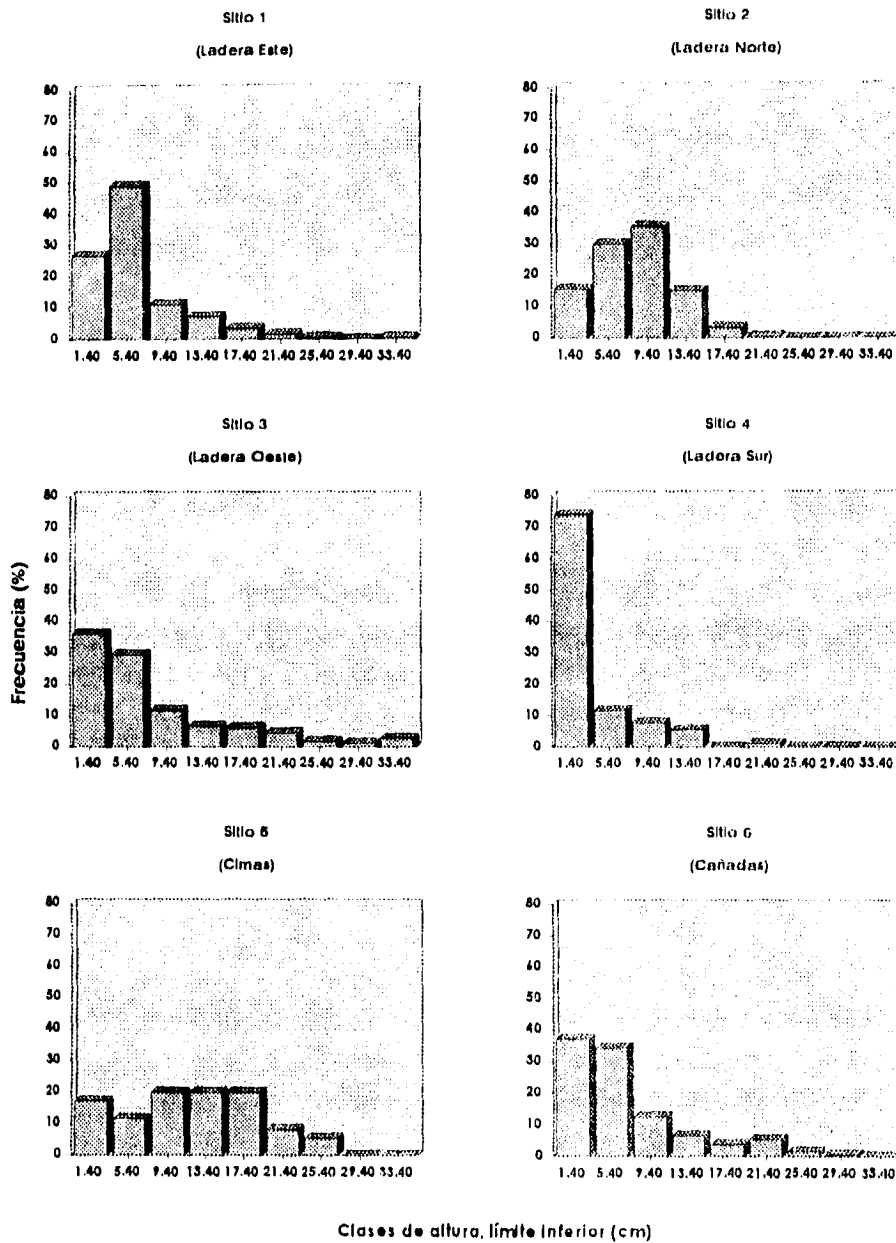


Figura 8. Distribuciones de frecuencias de alturas de los árboles (con DAP \geq 3.18 cm) en los seis sitios de muestreo en Puerto Soledad (Oaxaca), México.

Solamente en la Ladera Sur se presentaron individuos emergentes. En la Ladera Este y Ladera Norte, en la parte baja del diagrama de perfil la pendiente se incrementa notablemente provocando que las copas de los árboles se sobrelapen de manera horizontal, formándose un dosel cerrado e imbricado, constituido por las copas de árboles de diferentes tamaños y árboles que se enraizan a diversos niveles de la pendiente.

Para probar la existencia de cambios en la composición florística con respecto a la altura del dosel, sin suponer que existe una estratificación estricta de especies en el bosque, se dividió el dosel de cada sitio en tres partes (dosel bajo, medio y alto) con el fin de tratar de establecer las especies más representativas de cada sección vertical del mismo. Las siguientes especies pueden considerarse como típicas de cada sección del dosel en los sitios mencionados, debido a que alcanzan las máximas alturas dentro del dosel:

Ladera Este (Sitio 1)

Dosel bajo, (1.67 a 13.23 m), *Drymis granadensis*, *Oreopanax xalapensis*, *Persea americana*, *Quercus corrugata*, *Taxus globosa*, *Ternstroemia lineata*, y una especie no determinada

Dosel medio, (13.24 a 24.79 m), *Clethra* spp., *Ilex discolor*, *Osmanthus americana*, *Pinus patula*, *Podocarpus reichei*, *Vaccinium stenophyllum*.

Dosel alto, (24.80 a 36.76 m), *Quercus acherdophylla*, *Quercus eugenifolia*.

Ladera Norte (Sitio 2)

Dosel bajo, (2.40 a 9.24 m), *Vaccinium stenophyllum*

Dosel medio, (9.25 a 16.08 m), *Drymis granadensis*, *Ilex discolor*, *Quercus eugenifolia*, *Styrax argenteus*, *Ternstroemia lineata*.

Dosel alto, (16.09 a 22.92 m), *Clethra* spp., *Quercus acherdophylla*

Ladera Oeste (Sitio 3)

Dosel bajo, (2.53 a 13.49 m), *Drymis granadensis*, *Magnolia schiedeana*, *Miconia anisotricha*, *Miconia oligotricha*, *Ocotea helicterifolia*, *Styrax argenteus*.

Dosel medio, (13.50 a 24.45 m), *Podocarpus reichei*, *Prunus brachybotria*, *Quercus corrugata*, *Ternstroemia lineata*.

Dosel alto, (de 24.46 a 35.40 m), *Clethra* spp., *Quercus acherdophylla*, *Quercus eugenifolia*, *Quercus rysophylla*, *Quercus scytophylla*.

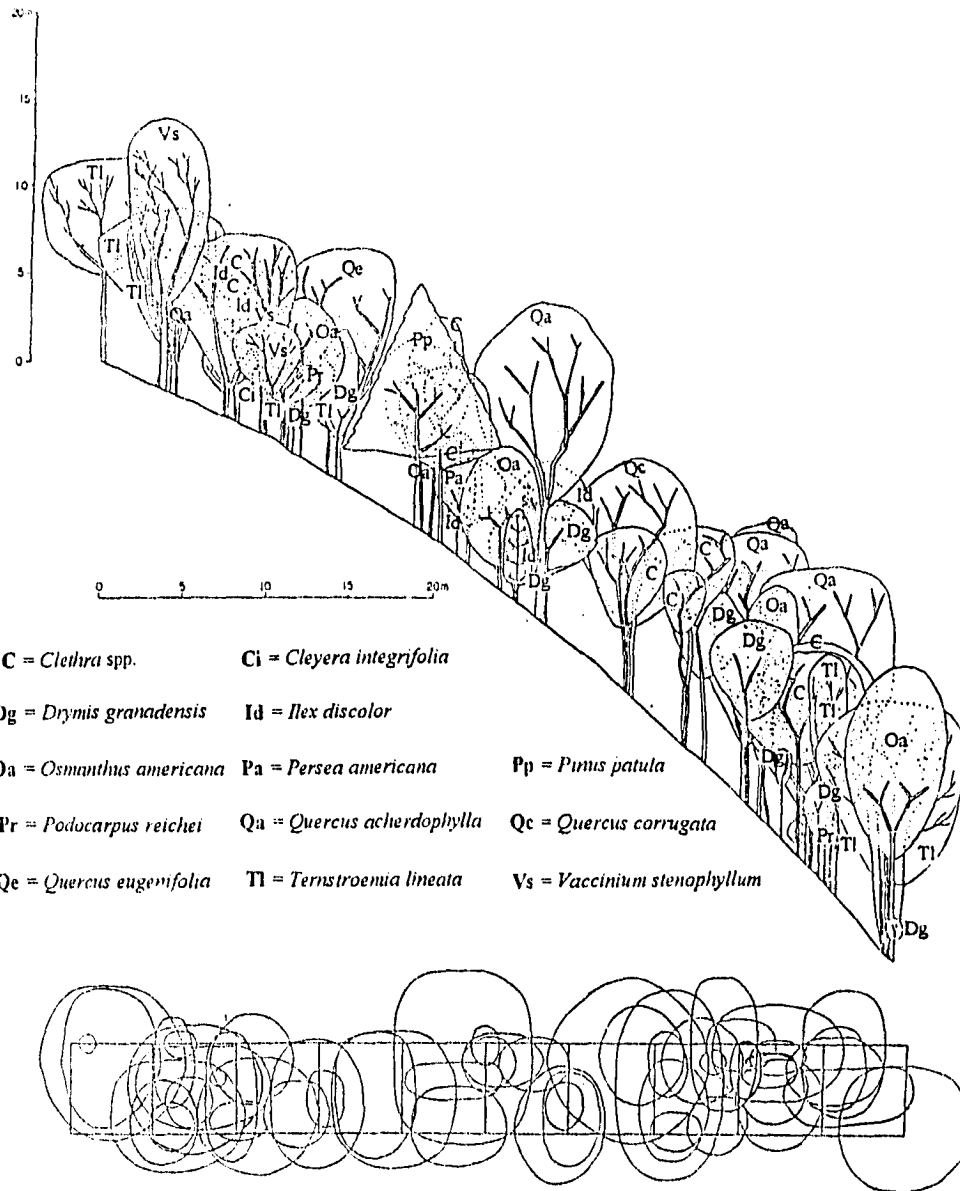


Figura 9. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 1 (Ladera Este). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP \geq 3.18 cm).

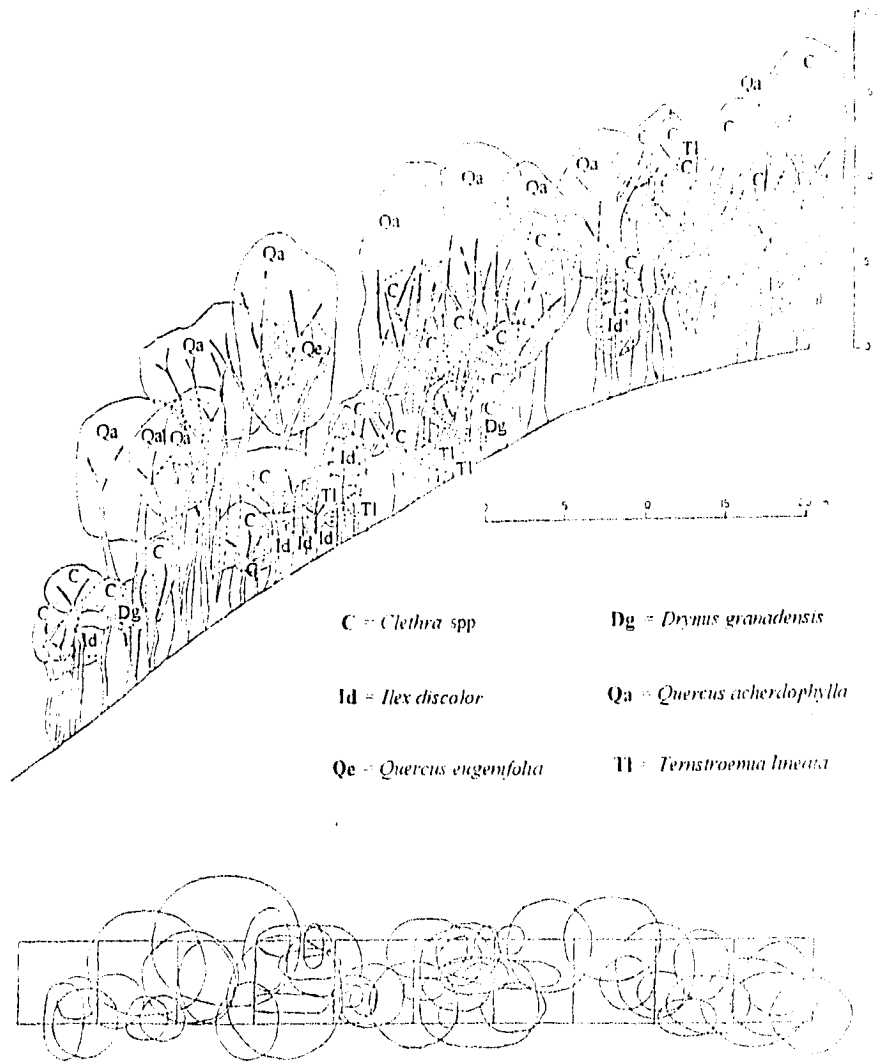


Figura 10. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 2 (Ladera Norte). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP ≥ 3.18 cm).

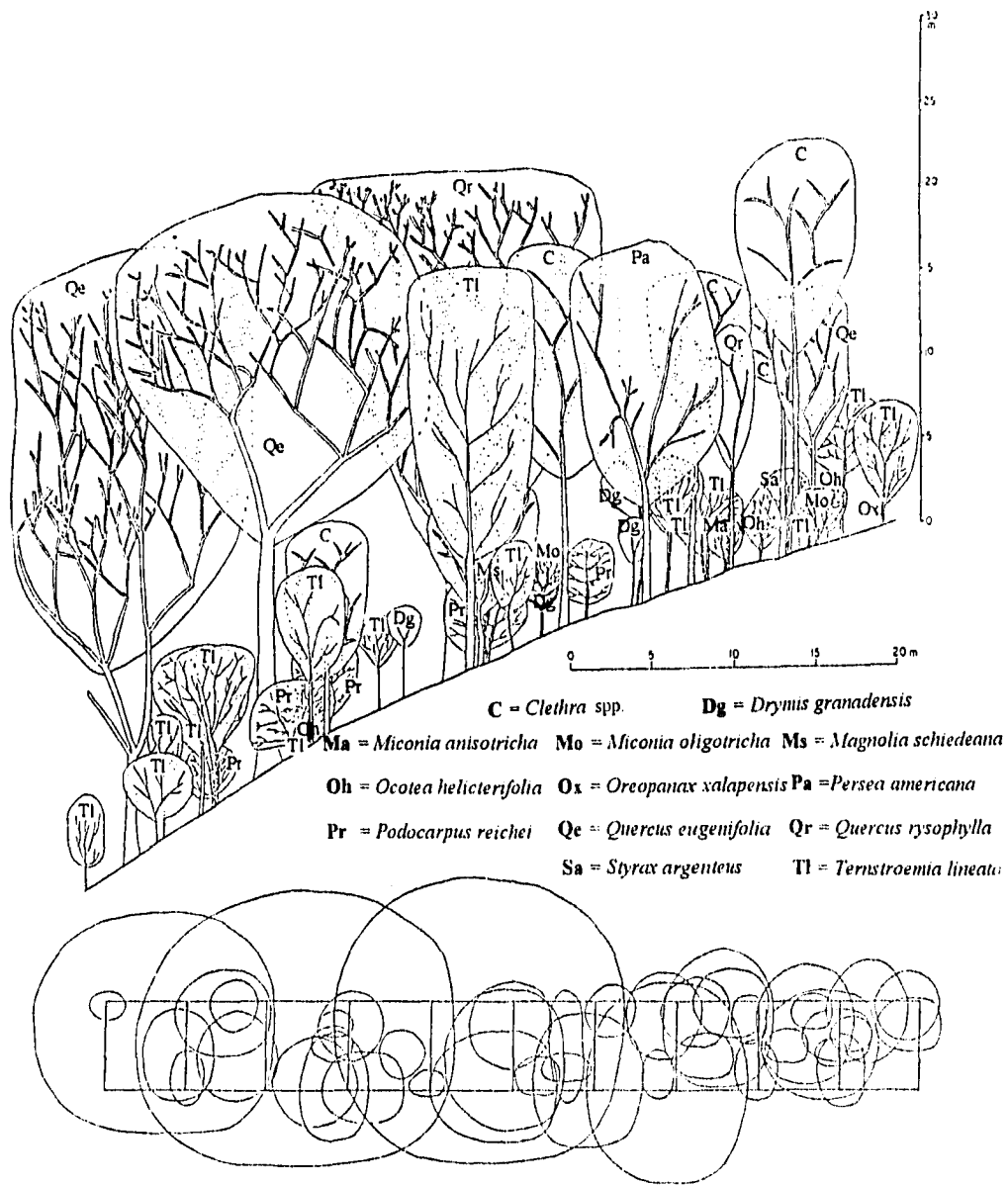


Figura 11. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 3 (Ladera Oeste). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP ≥ 3.18 cm).

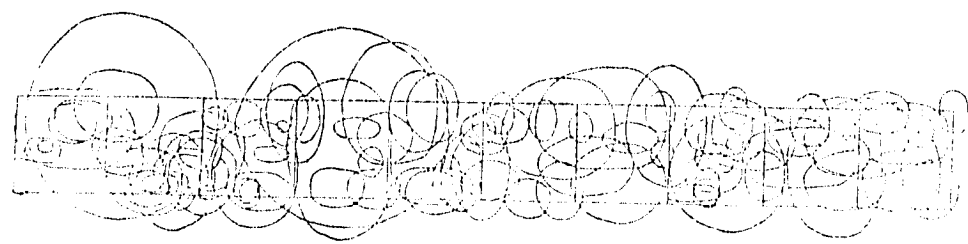
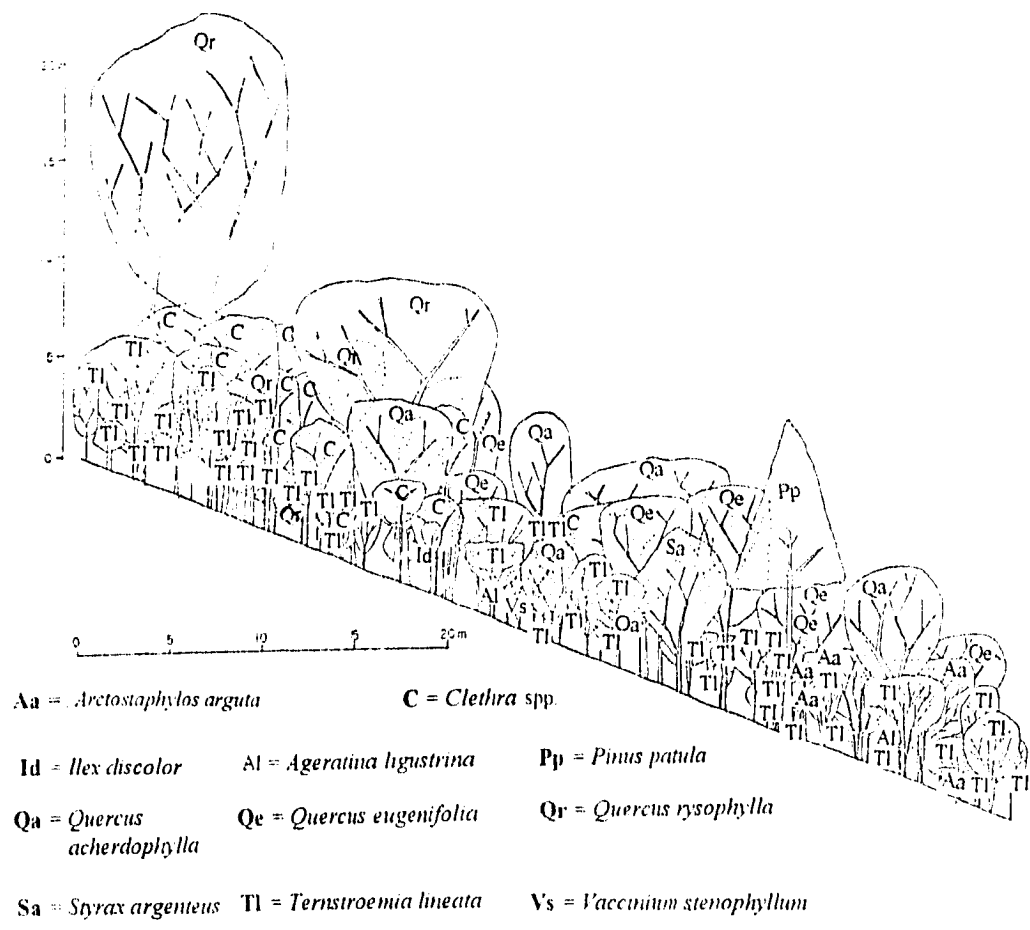
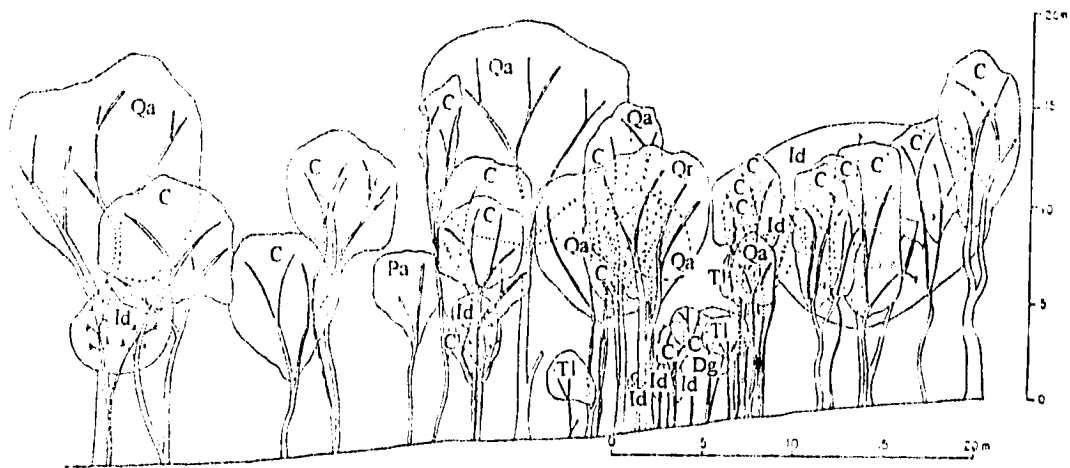


Figura 12. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 4 (Ladera Sur). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP \geq 3.18 cm).



C = *Clethra* spp.

Dg = *Drymis granadenensis*

Id = *Ilex discolor*

Pa = *Persea americana*

Qa = *Quercus acherdophylla*

Qr = *Quercus rysophylla*

Tl = *Ternstroemia lineata*

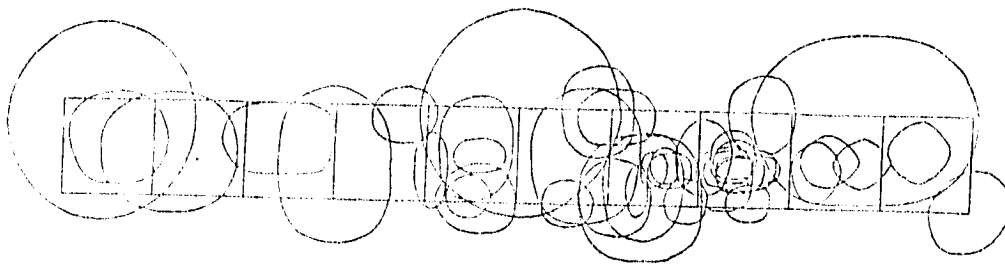


Figura 13. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 5 (Cimas). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP \geq 3.18 cm).

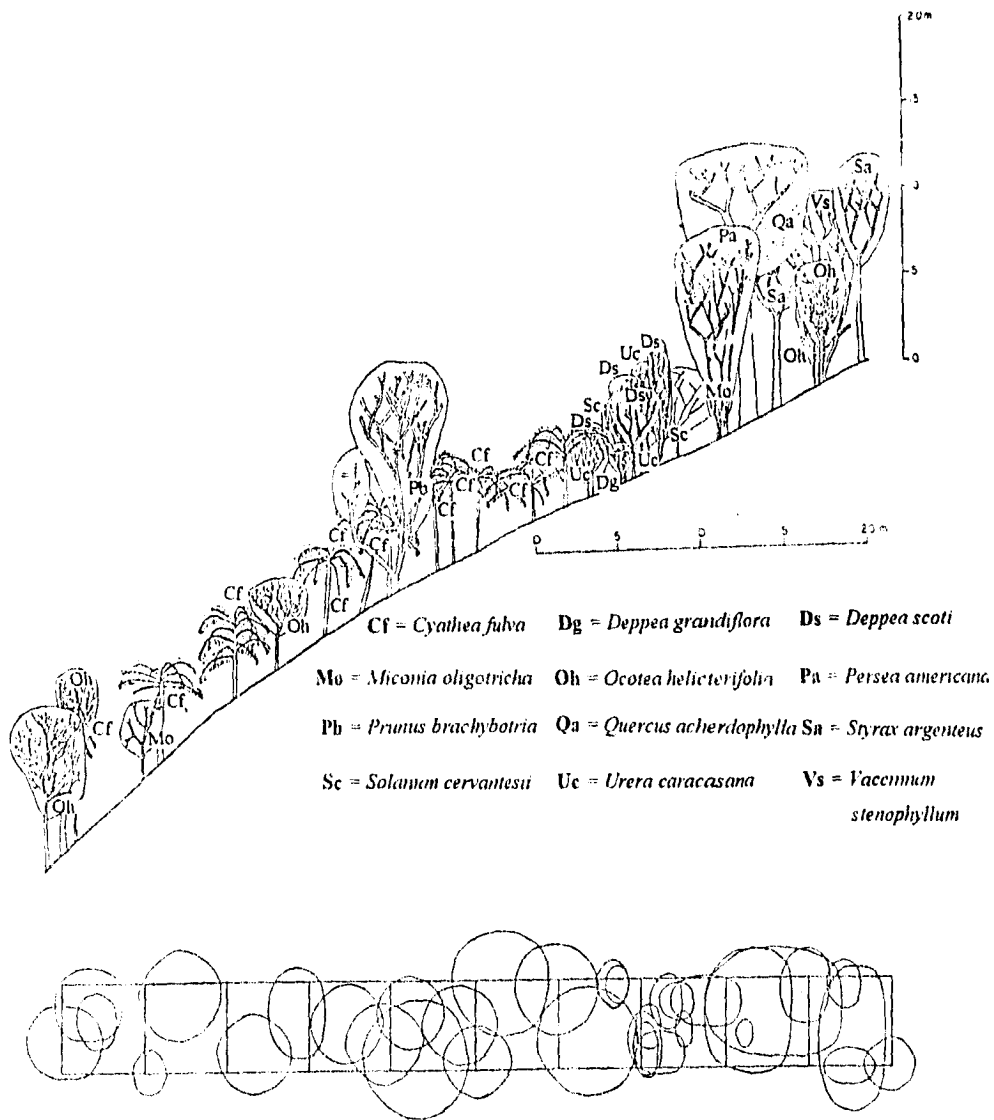


Figura 14. Perfil diagramático de la vegetación en el Sitio 6 (Cañadas). En la parte inferior se muestra la proyección de las copas sobre el suelo (se dibujaron todos los árboles con un DAP \geq 3.18 cm).

Ladera Sur (Sitio 4)

Dosel bajo, (1.74 a 9.00 m), *Ageratina ligustrina*, *Arctostaphylos arguta*, *Ilex discolor*, *Osmanthus americana*, *Styrax argenteus*, *Ternstroemia lineata*, *Vaccinium leucanthum*.

Dosel medio, (9.01 a 16.26 m), *Clethra* spp., *Quercus engenifolia*, *Vaccinium stenophyllum*.

Dosel alto, (16.27 a 23.53 m), *Quercus rysophylla*.

Cimas (Sitio 5)

Dosel bajo, (2.25 a 10.83), *Drymis granadensis*.

Dosel medio, (10.84 a 19.41 m), *Ternstroemia lineata*.

Dosel alto, (19.41 a 28.00 m), *Clethra* spp., *Ilex discolor*, *Persea americana*, *Quercus acherdophylla*, *Quercus rysophylla*.

Cañadas (Sitio 6)

Dosel bajo, (1.40 a 12.53 m) *Cyathea fulva*, *Deppea grandiflora*, *Deppea scoti*, *Diplazium laciniatum*, *Drymis granadensis*, *Ilex discolor*, *Miconia oligotricha*, *Ocotea helicterifolia*, *Oreopanax xalapensis*, *Parathesis villosa*, *Persea americana*, *Piper xanthostachyum*, *Podocarpus reichei*, *Sambucus mexicana*, *Solanum cervantesii*, *Ternstroemia lineata*, *Urera caracasana*.

Dosel medio, (12.54 a 23.66 m), *Clethra* spp., *Eugenia* aff. *sotoesparzae*, *Prunus brachybotrya*, *Quercus rysophylla*, *Styrax argenteus*, *Symplocos coccinea*, *Vaccinium stenophyllum*.

Dosel alto, (23.67 a 34.78 m), *Magnolia schiedeana*, *Osmanthus americana*, *Quercus acherdophylla*.

La denominación *Clethra* spp. incluye a las dos especies de este género colectadas en la localidad, *Clethra mexicana* y *Clethra licanoides*, las cuales no pudieron ser reconocidas individualmente durante el trabajo de campo, ya que en ocasiones los árboles no presentaban inflorescencias o sus ramas con hojas se encontraban muy altas.

2.2) Asociaciones entre pares de especies.

La determinación de asociaciones entre pares de las especies más abundantes en cada sitio se utilizó como una aproximación hacia las técnicas habituales para la cuantificación de la estructura horizontal en la comunidad, debido a que el método de muestreo utilizado no proporciona datos que reflejen directamente la distribución espacial de los individuos. La Tabla 7

muestra los resultados de este análisis. Para la Ladera Este, Ladera Oeste y Cimas, las parejas de especies sometidas a este análisis no presentaron ninguna asociación significativa, mientras que para la Ladera Norte, Ladera Sur y Cañadas, existen parejas que presentaron asociación significativa; estas son las siguientes.

Para la Ladera Norte, la pareja en cuestión fue *Drymis granadensis* con *Quercus acherdophylla*. En la Ladera Sur las parejas fueron *Arctostaphylos arguta* con *Quercus eugenifolia*, y *Vaccinium stenophyllum* con *Ternstroemia lineata*. En las Cañadas la pareja que mostró una asociación significativa fue la formada por *Magnolia schiedeana* y *Cyathea fulva*.

Al aplicar la prueba para medir la intensidad de la asociación entre estas parejas de especies, se obtuvo que la asociación entre todas ellas es negativa, aunque su intensidad fue variable; para la pareja de la Ladera Norte la asociación no es muy intensa, para las de la Ladera Sur fue intensa en el caso de *Arctostaphylos arguta* con *Quercus eugenifolia* y débil en el caso de *Vaccinium stenophyllum* con *Ternstroemia lineata*; por último, para la pareja de las Cañadas, *Cyathea fulva* con *Magnolia schiedeana*, la asociación fue muy intensa.

2.3) Estructura cuantitativa.

En la Tabla 8 se muestran los resúmenes de variables estructurales de cada uno de los sitios muestreados.

La densidad de individuos con un DAP ≥ 3.18 varía entre 505.13 y 2730.10 árboles por hectárea, valores que corresponden a las Cimas y Ladera Sur, respectivamente. Las siguientes especies contribuyen predominantemente a la densidad de cada lugar: para la Ladera Este, *Ternstroemia lineata* y *Clethra* spp.; en la Ladera Norte *Clethra* spp. y *Quercus acherdophylla*; en la Ladera Oeste *T. lineata* y *Podocarpus reichei*; en la Ladera Sur *Arctostaphylos arguta* y *T. lineata*; en las Cimas *Clethra* spp. y *T. lineata*; y finalmente en las Cañadas *Cyathea fulva* y *Q. acherdophylla*. Es notable el hecho de que la especie *T. lineata* posea densidades altas en cuatro de los seis sitios, haciéndola la especie con mayor densidad dentro del bosque, seguida por las dos especies del género *Clethra*.

El valor de cobertura en todos los sitios sobrepasa el 100 %, variando entre 171.49 % para las Cañadas y 506.58 % para la Ladera Oeste. Estos valores se pueden comparar visualmente en los diagramas de perfil de los sitios (Figs. 9 a 14), en cuya parte inferior se

presentan las proyecciones de las copas de los árboles sobre el suelo. En los sitios con valores intermedios de cobertura, éstos parecen estar determinados por la presencia de árboles con coberturas de áreas variables, mientras que el valor de mayor cobertura parece estar asociado con la presencia de gran cantidad de árboles con áreas pequeñas.

El área basal varía entre 41.8 y 172.01 m²/ha, en la Ladera Sur y en las Cimas, respectivamente (Tabla 8). Al relacionar el área basal con la densidad, se observó que el sitio con el valor más alto de densidad es el que presenta el valor menor de área basal y el sitio con la menor densidad es el que presenta la mayor de área basal. Esto parece deberse principalmente al tamaño de los árboles del sitio, entendiendo al tamaño como función de los valores de diámetro a la altura del pecho (DAP).

En la Fig. 15 se muestran para los seis sitios los histogramas de distribución de frecuencias diamétricas, cada uno con nueve clases de 15 cm de ancho y con un intervalo total de 3.18 a 148.18 cm; las clases se mantuvieron constantes para todos los sitios con el objeto de realizar de manera sencilla comparaciones directas. En todos los sitios la frecuencia mayor se presentó en las dos primeras clases diamétricas (de 3.18 a 33.17 cm), excepto en la Cima, donde las frecuencias mayores se distribuyen en las tres primeras clases diamétricas, siendo además el único lugar que presenta individuos distribuidos en las nueve clases diamétricas, en comparación con los demás lugares en los que sus valores más altos solo alcanzan la sexta (alrededor de 67 cm) ó séptima clase diamétrica (alrededor de 100.67 cm). La distribución de las clases diamétricas es muy similar para la Ladera Norte y para la Cañada; en dichos sitios, la frecuencia mayor se presenta en la primera clase y posteriormente disminuye rápidamente; para la Ladera Este, Ladera Oeste, la Ladera Sur, y las Cañadas el patrón es similar en el sentido de que la frecuencia de la primera clase es más del doble de la frecuencia en la siguiente clase.

El Sitio 4 es el que presenta el valor más bajo de área basal, lo cual se explica porque casi el 90% de los individuos se encuentran en la primera clase diamétrica, mientras que los pocos árboles restantes se distribuyen en las siguientes cuatro clases. Relacionando la estructura diamétrica con las clases de altura de los sitios muestreados, se observó que las clases de altura presentan un comportamiento variable y solamente la Ladera Sur tiene la frecuencia mayor en la clase más pequeña, mientras que en las clases diamétricas dicho comportamiento es generalizado, es decir, solamente en la Ladera Sur los individuos con menor altura corresponden con los diámetros menores.

Tabla 7. Resultados de la prueba de χ^2 para el análisis de asociación entre pares de especies.

Parejas de especies analizadas		χ^2	<i>p</i>	Intensidad y sentido de la asociación.
Sitio 1 (Ladera Este)				
<i>Drymis granadensis</i>	<i>Osmanthus amaericana</i>	0.627	n.s	-----
	<i>Quercus acherdophylla</i>	1.533	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.485	n.s	-----
<i>Osmanthus amaericana</i>	<i>Quercus acherdophylla</i>	0.069	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.437	n.s	-----
<i>Quercus acherdophylla</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	2.732	n.s	-----
Sitio 2 (Ladera Norte)				
<i>Drymis granadensis</i>	<i>Ilex discolor</i>	1.800	n.s	-----
	<i>Quercus acherdophylla</i>	4.300	< 0.05	- 0.309
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.856	n.s	-----
<i>Ilex discolor</i>	<i>Quercus acherdophylla</i>	0.045	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.054	n.s	-----
<i>Quercus acherdophylla</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.118	n.s	-----
Sitio 3 (Ladera Oeste)				
<i>Drymis granadensis</i>	<i>Podocarpus reichei</i>	3.202	n.s	-----
	<i>Quercus eugenifolia</i>	0.008	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.214	n.s	-----
<i>Podocarpus reichei</i>	<i>Quercus eugenifolia</i>	0.055	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.724	n.s	-----
<i>Quercus eugenifolia</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.008	n.s	-----

Tabla 7. Continuación.

Parejas de especies analizadas		χ^2	<i>p</i>	Intensidad y sentido de la asociación.
Sitio 4 (Ladera Sur)				
<i>Arctostaphylos arguta</i>	<i>Quercus rysophylla</i>	3.025	n.s	-----
	<i>Quercus eugenifolia</i>	15.722	< 0.001	- 0.591
	<i>Ternstroemia lineata</i>	1.201	n.s	-----
	<i>Vaccinium stenophyllum</i>	2.328	n.s	-----
<i>Quercus rysophylla</i>	<i>Quercus eugenifolia</i>	1.283	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.237	n.s	-----
	<i>Vaccinium stenophyllum</i>	0.792	n.s	-----
<i>Quercus eugenifolia</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.914	n.s	-----
	<i>Vaccinium stenophyllum</i>	1.918	n.s	-----
<i>Vaccinium stenophyllum</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.919	< 0.05	- 0.295
Sitio 5 (Cimas)				
<i>Ilex discolor</i>	<i>Quercus acherdophylla</i>	0.606	n.s	-----
	<i>Ternstroemia lineata</i>	3.087	n.s	-----
<i>Quercus acherdophylla</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>	0.179	n.s	-----
Sitio 6 (Cañadas)				
<i>Magnolia schiedana</i>	<i>Quercus acherdophylla</i>	2.674	n.s	-----
	<i>Cyathea fulva</i>	5.223	< 0.01	- 0.734
<i>Quercus acherdophylla</i>	<i>Cyathea fulva</i>	0.461	n.s	-----

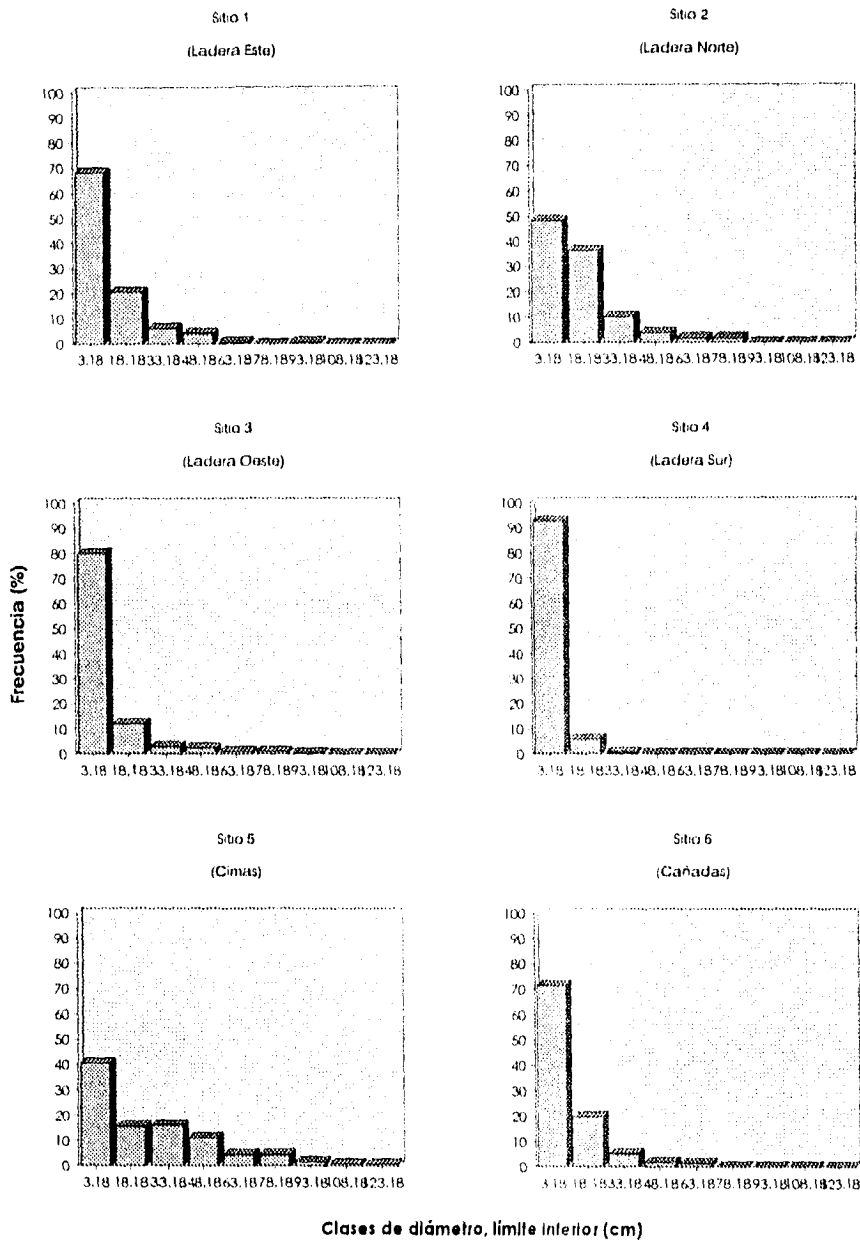


Figura 15. Distribución de frecuencias de las clases diamétricas de árboles con un DAP \geq 3.18 cm. en seis sitios de muestreo en Puerto Soledad, (Oaxaca). México.

Tabla 8. Resumen de variables estructurales para los árboles con DAP ≥ 3.18 cm de los sitios muestreados en Puerto Soledad, (Oaxaca), México.

Sitio	AB (m ² /ha)	Densidad (ind / ha)	Cobertura (%)
1. Ladera Este	96.07	1777.54	419.82
2. Ladera Norte	87.84	1101.67	257.11
3. Ladera Oeste	73.79	2039.37	506.58
4. Ladera Sur	41.80	2730.10	323.23
5. Cimas	172.04	505.13	272.24
6. Cañadas	97.88	2716.67	171.49

Las especies que aportan los principales valores de área basal en cada sitio y por lo tanto quizá también los mayores volúmenes de biomasa son: *Quercus acherdophylla* (Laderas Este, Ladera Norte, Cimas y Cañadas), *Quercus eugenifolia* (Laderas Este y Ladera Sur), *Clethra spp.* (Ladera Norte), *Cyathea fulva* (Cañadas), *Ilex discolor* (Cimas), *Osmanthus americana* (Ladera Este), *Quercus rysophylla*, (Ladera sur) y *Ternstroemia lineata* (Ladera Oeste).

Los parámetros estructurales y los valores de importancia relativa de las especies arbóreas encontradas en cada sitio se muestran en la Tabla 9, en la cual se muestran los valores de área basal, densidad y frecuencia (absolutos y relativos), así como los intervalos de altura y de diámetro a la altura del pecho (DAP). De acuerdo con el Valor de Importancia Relativo las siguientes especies son las más importantes de cada sitio: *Ternstroemia lineata*, *Quercus acherdophylla* y *Clethra spp.* en la Ladera Este; *Clethra spp.*, *Quercus acherdophylla* e *Ilex discolor* en la Ladera Norte; *Ternstroemia lineata*, *Quercus eugenifolia* y *Podocarpus reichei* en la Ladera Oeste; *Quercus rysophylla*, *Arctostaphylos arguta* y *Quercus eugenifolia* en la Ladera Sur; *Clethra spp.*, *Ilex discolor* y *Quercus acherdophylla* en las Cimas; y *Quercus acherdophylla*, *Cyathea fulva* y *Magnolia schiedeana* en las Cañadas.

2.4) Diversidad.

Los seis sitios presentaron 15, 8, 15, 11, 7 y 27 especies muestreadas, respectivamente. Los valores de diversidad (índice de Shannon-Wiener), diversidad máxima y equitatividad por sitio se muestra en la Tabla 10. Las Cañadas presentan el mayor valor de diversidad, seguido por

la ladera Este. Los demás sitios poseen valores similares que varían entre 2.18 y 2.68. Los valores similares de diversidad pueden deberse quizá al número de especies en cada uno de ellos. El valor mayor de equitatividad es de 0.91 (Cañada) aunque los valores restantes también son relativamente altos (0.69 a 0.80). Se realizó una comparación estadística entre los índices de diversidad de los sitios muestreados (Tabla 11), obteniéndose que sólo tres parejas comparadas presentaron valores no significativos, es decir, que los valores de los índices de diversidad son diferentes estadísticamente, y por lo tanto las abundancias de las especies son diferentes entre los sitios. Las parejas en cuestión fueron: la Ladera Este con la Ladera Sur, la Ladera Norte con las Cimas, y la Ladera Oeste con la Ladera Sur.

2.5) Índices de Similitud.

La Tabla 12 muestra los valores de similitud entre los sitios de muestreo. Este índice varía entre 37 y 66.7%. Las tres parejas de sitios con los mayores índices son : Ladera Norte y Cimas, Ladera Norte y Ladera Sur, Ladera Norte y ladera Este (similitudes de 66.7, 63.2 y 60.9%, respectivamente). Los índices de similitud con valores más bajos los presentan las parejas Ladera Sur y Cañadas, y Ladera Oeste y Ladera Sur (37% y 38.46%, respectivamente). Con el fin de observar gráficamente el comportamiento de los índices de similitud calculados se realizó un dendrograma por el método aglomerativo de unión simple (Fig. 16). Dicha figura revela que los seis sitios conforman un solo grupo estrechamente relacionado entre sí.

Tabla 9. Valores de las variables estructurales por especie calculadas para seis sitios de bosque húmedo de montaña en Puerto Soledad, (Oaxaca), México.

Especies	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
<i>Termstroemia lineata</i>	1.67 - 7.47	4.14 - 58.89	48	12.01	473.68	64.44	12.50	26.65	20.71	59.86
<i>Quercus acherdophylla</i>	4.09 - 36.36	15.92 - 60.48	19	29.36	186.98	40.00	30.56	10.52	12.86	53.94
<i>Clethra</i> spp.	4.09 - 22.83	5.09 - 49.02	32	10.45	316.44	51.11	10.88	17.80	16.43	45.11
<i>Osmanthus americana</i>	3.50 - 20.14	4.77 - 29.28	15	19.68	148.34	31.11	20.49	8.35	10.00	38.84
<i>Drymis granadensis</i>	2.00 - 12.03	3.18 - 22.92	26	1.84	257.14	42.22	1.91	14.47	13.57	29.95
<i>Pinus patula</i>	5.53 - 19.32	45.20 - 93.32	3	11.60	29.56	6.67	12.08	1.66	2.14	15.88
No determinada	4.18 - 6.97	3.18 - 26.74	8	2.01	79.07	17.78	2.09	4.45	5.71	12.25
<i>Podocarpus reichei</i>	2.40 - 14.04	4.14 - 27.69	8	1.80	79.07	17.78	1.87	4.45	5.71	12.03
<i>Ilex discolor</i>	3.50 - 22.39	3.82 - 19.74	9	1.07	89.04	13.33	1.11	5.01	4.29	10.41
<i>Vaccinium stenophyllum</i>	5.00 - 14.35	4.77 - 25.46	6	1.63	59.30	13.33	1.69	3.34	4.29	0.31
<i>Quercus eugenifolia</i>	15.07 - 29.20	27.06 - 42.97	2	2.00	19.77	4.44	2.08	1.11	1.43	4.62
<i>Quercus corrugata</i>	12.15	13.05 - 27.37	1	1.52	9.79	2.22	1.58	0.55	0.71	2.85
<i>Persea americana</i>	11.26	28.97	1	0.65	9.79	2.22	0.67	0.55	0.71	1.94
<i>Taxus globosa</i>	4.00	20.37	1	0.32	9.79	2.22	0.33	0.55	0.71	1.61
<i>Oreopanax natipensis</i>	3.50	13.69	1	0.14	9.79	2.22	0.15	0.55	0.71	1.42

Tabla 9. Continuación.

Species	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
				Ladera Norte (Sitio 2)						
<i>Clethra</i> spp.	3.10 - 17.48	3.18 - 54.11	89	31.71	544.88	93.33	36.10	49.46	37.84	123.41
<i>Quercus acherdophylla</i>	8.93 - 22.92	15.92 - 81.81	27	37.90	165.32	42.22	43.15	15.01	17.12	75.27
<i>Ilex discolor</i>	2.40 - 14.10	3.18 - 86.90	19	6.88	116.27	33.33	7.83	10.55	13.51	31.91
<i>Drymis granadensis</i>	2.30 - 12.59	3.18 - 75.12	21	3.58	128.51	33.33	4.08	11.67	13.51	29.25
<i>Ternstroemia lineata</i>	4.30 - 16.42	3.18 - 37.24	16	1.60	97.87	31.11	1.82	8.88	12.01	23.32
<i>Syrax argenteus</i>	5.84 - 15.47	29.28 - 65.66	5	4.30	30.53	6.67	4.90	2.77	2.70	10.37
<i>Quercus eugenifolia</i>	13.74 - 14.05	23.87 - 56.66	2	1.82	12.23	4.44	2.07	1.11	1.80	4.98
<i>Vaccinium</i>	5.50	10.50	1	0.05	6.06	2.22	0.06	0.55	0.90	1.51
<i>stenophyllum</i>										
				Ladera Oeste (Sitio 3)						
<i>Ternstroemia lineata</i>	2.52 - 20.12	3.50 - 35.33	69	10.48	728.01	80.00	14.21	38.35	31.31	33.86
<i>Quercus eugenifolia</i>	6.57 - 35.40	6.05 - 103.13	15	33.29	169.95	28.89	45.11	8.33	11.30	64.74
<i>Podocarpus reichei</i>	2.34 - 13.66	3.18 - 41.06	38	3.59	430.68	48.89	4.87	21.12	19.13	45.12
<i>Clethra</i> spp.	4.23 - 31.88	3.82 - 47.75	19	7.52	215.44	35.56	10.20	10.56	13.91	34.67
<i>Drymis granadensis</i>	3.04 - 11.23	3.18 - 15.60	16	0.91	181.37	22.22	1.23	8.89	8.70	18.82
<i>Quercus rizophylla</i>	17.30 - 34.87	22.92 - 62.07	3	6.28	34.07	4.44	8.51	1.67	1.74	11.92
<i>Quercus scytophylla</i>	26.61	88.17	1	6.85	11.22	2.22	9.28	0.55	0.87	10.71

Tabla 9. Continuación.

Especies	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
<i>Miconia oligotricha</i>	3.09 - 6.10	3.18 - 5.73	8	0.18	90.58	11.11	0.24	4.44	4.35	9.03
<i>Ocotea helicterifolia</i>	3.07 - 6.03	3.18 - 5.09	5	0.07	56.72	8.89	0.09	2.78	3.84	6.35
<i>Quercus acherdophylla</i>	27.94	57.93	1	2.96	11.22	2.22	4.01	0.55	0.87	5.43
<i>Prunus brachybotria</i>	23.97	35.97	1	1.14	11.22	2.22	1.55	0.55	0.87	2.97
<i>Quercus corrugata</i>	18.53	23.55	1	0.49	11.22	2.22	0.67	0.55	0.87	2.09
<i>Syrax argentens</i>	3.11	3.18	1	0.01	11.22	2.22	0.12	0.55	0.87	1.54
<i>Miconia anisotricha</i>	4.05	3.18 - 3.87	1	0.02	11.22	2.22	0.02	0.55	0.87	1.44
<i>Magnolia schiedeana</i>	3.78	3.18	1	0.01	11.22	2.22	0.01	0.55	0.87	1.43
Ladera Sur (Sitio 4)										
<i>Quercus rysophylla</i>	4.29 - 23.53	3.82 - 66.84	24	15.97	363.96	37.78	38.21	13.33	14.17	65.71
<i>Arctostaphylos arguta</i>	1.74 - 5.10	3.18 - 13.69	55	5.13	834.40	60.00	12.28	30.50	22.50	65.34
<i>Quercus eugenifolia</i>	3.27 - 15.55	3.18 - 46.15	15	11.08	227.44	24.44	26.50	8.33	9.17	43.99
<i>Fernstroemia lineata</i>	2.00 - 8.03	3.18 - 9.23	35	1.80	530.78	51.11	4.31	19.44	19.17	42.92
<i>Vaccinium stenophyllum</i>	2.16 - 9.53	3.18 - 19.10	19	1.38	288.33	35.56	3.31	10.56	13.33	27.21
<i>Clethra</i> spp.	4.51 - 12.53	3.82 - 28.01	9	4.84	136.52	13.33	11.57	5.00	5.00	21.57
<i>Ageratina figuistrina</i>	2.12 - 4.35	3.18 - 6.37	8	0.33	121.23	15.56	0.80	4.44	5.83	11.07
<i>Vaccinium leucanthum</i>	2.67 - 4.19	3.18 - 5.73	7	0.20	106.21	13.33	0.68	3.89	5.00	9.58
<i>Hex distolor</i>	2.34 - 6.57	4.14 - 11.14	5	0.78	75.90	11.11	1.87	2.78	4.17	8.82

Tabla 9. Continuación.

Especies	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
<i>Styrax argenteus</i>	4.04 - 6.05	6.68 - 10.50	2	0.19	30.31	2.22	0.44	1.11	0.83	2.39
<i>Osmanthus americana</i>	2.80	3.18	1	0.01	15.02	2.22	0.03	0.55	0.83	1.41
Cimas (Sitio 5)										
<i>Clethra</i> spp.	3.25 - 25.00	3.18 - 95.49	66	36.89	185.23	88.89	21.44	36.67	33.06	91.16
<i>Ilex discolor</i>	2.80 - 20.50	3.18 - 70.03	25	76.68	70.16	40.00	44.57	13.89	14.88	73.34
<i>Quercus acherdophylla</i>	5.20 - 28.00	7.64 - 136.87	30	39.84	84.21	48.89	23.26	16.67	18.18	58.11
<i>Ternstroemia lineata</i>	2.25 - 19.50	3.18 - 50.61	42	3.86	117.85	62.22	2.25	23.33	23.14	48.72
<i>Quercus rysophylla</i>	10.50 - 26.00	18.14 - 8.56	14	13.53	39.30	22.22	7.87	7.78	8.26	23.91
<i>Persea americana</i>	13.50 - 24.50	22.28 - 53.79	2	1.22	5.61	4.44	0.71	1.11	1.65	3.47
<i>Drymis granadensis</i>	2.50	3.18 - 4.77	1	0.01	2.78	2.22	0.01	0.55	0.83	1.38
Cañadas (Sitio 6)										
<i>Quercus acherdophylla</i>	8.00 - 28.00	16.87 - 60.87	16	45.15	241.51	31.11	46.13	8.90	11.11	66.41
<i>Cyathea fulva</i>	2.60 - 8.90	3.50 - 26.10	19	7.84	286.88	28.89	7.64	10.56	10.32	28.77
<i>Magnolia schiedeana</i>	2.39 - 27.41	3.18 - 53.79	17	7.80	256.20	22.22	7.97	9.44	7.04	24.44
<i>Diplazium laciniatum</i>	1.80 - 8.50	8.59 - 36.29	12	5.22	181.20	17.78	5.33	6.67	6.35	18.51
<i>Clethra</i> spp.	6.87 - 15.64	14.01 - 34.38	9	5.98	135.83	15.56	6.11	5.00	5.56	16.81

Tabla 9. Continuación

Especies	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
<i>Depeea grandiflora</i>	1.40 - 12.00	3.18 - 16.87	12	1.82	181.20	20.00	1.85	6.67	7.14	15.84
<i>Ternstroemia lineata</i>	3.32 - 10.34	3.18 - 24.83	9	2.52	135.83	15.56	2.58	5.00	5.56	13.27
<i>Urera caracasana</i>	1.62 - 6.23	3.18 - 6.37	13	0.35	196.14	15.56	0.36	7.12	5.56	13.17
<i>Syrax urgemeus</i>	4.50 - 16.50	3.18 - 25.15	10	2.24	151.05	13.33	2.29	5.56	4.76	12.73
<i>Miconia oligotricha</i>	2.50 - 6.00	3.18 - 17.51	12	0.68	181.20	11.11	0.69	6.67	3.97	11.43
<i>Osmanthus americana</i>	5.64 - 34.78	11.78 - 25.15	6	2.11	90.47	8.89	2.15	3.33	3.17	8.73
<i>Prunus brachybotria</i>	0.31 - 17.65	7.00 - 31.03	5	2.43	75.53	8.89	2.49	2.78	3.17	8.52
<i>Solanum cervantesii</i>	2.39 - 7.55	3.18 - 16.23	6	0.61	90.47	11.11	0.63	3.33	3.97	8.03
<i>Eugenia</i> aff. <i>sotoespatae</i>	2.50 - 15.87	4.14 - 22.28	5	1.60	75.53	8.89	1.63	2.78	3.17	7.66
<i>Ilex discolor</i>	6.26 - 12.10	9.55 - 33.42	3	2.92	45.37	6.67	2.98	1.67	2.38	7.09
<i>Symplocos coecinea</i>	1.91 - 16.32	12.73 - 31.38	3	2.45	45.10	6.67	2.51	1.67	2.38	6.56
<i>Vaccinium</i> <i>stenophyllum</i>	13.50 - 12.72	13.60 - 28.97	2	2.41	30.16	4.44	2.46	1.11	1.59	5.21
<i>Quercus rysophylla</i>	8.10 - 17.87	9.55 - 23.87	4	1.32	60.31	4.44	1.35	2.22	1.59	5.19
<i>Piper nanthustachyum</i>	2.30 - 8.00	12.10 - 28.65	2	1.15	30.16	4.44	1.17	1.11	1.59	3.91
<i>Depeea scoui</i>	2.12 - 4.22	3.18 - 20.05	3	0.55	45.10	4.44	0.56	1.67	1.59	3.82
<i>Parathesis villosa</i>	2.50 - 5.50	5.09 - 9.23	3	0.17	45.37	4.44	0.17	1.67	1.59	3.47
<i>Drymis grandensis</i>	3.50 - 5.03	3.18 - 5.41	2	0.06	30.16	4.44	0.06	1.11	1.59	2.81
<i>Podocarpus reichei</i>	5.35 - 6.26	6.05 - 12.73	2	0.33	30.16	2.22	0.34	1.11	0.79	2.26
<i>Ocotea helictiferifolia</i>	3.50 - 9.20	3.18 - 15.92	2	0.31	30.16	2.22	0.32	1.11	0.79	2.24

Tabla 9. Continuación.

Especies	A (m)	DAP (cm)	N	AB (m ² /ha)	D (ind/ha)	F (%)	ABR	DR	FR	VIR
<i>Persea americana</i>	8.00	11.14	1	0.15	14.94	2.22	0.15	0.55	0.79	1.51
<i>Sambucus mexicana</i>	5.09	6.05	1	0.04	14.94	2.22	0.04	0.55	0.79	1.41
<i>Oreopanax xalapensis</i>	4.57	4.77	1	0.03	14.94	2.22	0.03	0.55	0.79	1.30

A = Altura (intervalo), DAP = Diámetro a la altura del pecho (intervalo), N = Número de individuos, AB = Área basal absoluta, D = Densidad absoluta, F = Frecuencia absoluta, ABR = Área basal relativa, DR = Densidad relativa, FR = Frecuencia relativa, VIR = Valor de importancia relativa.

Tabla 10. Valores calculados del índice de diversidad de Shannon-Weiner, diversidad máxima, y equitabilidad para seis sitios de muestreo en Puerto Soledad (Oaxaca), México.

Sitio	Índice de Diversidad (H')	Diversidad máxima (H' max.)	Equitabilidad (E')
1. Ladera Este	3.11	3.91	0.79
2. Ladera Norte	2.18	3.00	0.73
3. Ladera Oeste	2.68	3.91	0.69
4. Ladera Sur	2.65	3.46	0.76
5. Cimas	2.25	2.81	0.80
6. Cañadas	4.31	4.76	0.91

Tabla 11. Comparación estadística entre los Índice de diversidad de Shannon-Weiner por medio de una prueba de t utilizando el programa de Ecología estadística de Mike Hounsome, Universidad de Manchester. n.s = no significativo; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$

	Ladera Este (Sitio 1)	Ladera Norte (Sitio 2)	Ladera Oeste (Sitio 3)	Ladera Sur (Sitio 4)	Cimas (Sitio 5)	Cañadas (Sitio 6)
Ladera Este (Sitio 1)	—	—	—	—	—	—
Ladera Norte (Sitio 2)	t = 6.70902 gl = 360 ***	—	—	—	—	—
Ladera Oeste (Sitio 3)	t = 2.75559 gl = 348 **	t = 3.35622 gl = 352 ***	—	—	—	—
Ladera Sur (Sitio 4)	t = 1.82687 gl = 356 n.s.	t = 5.23137 gl = 354 ***	t = 1.23000 gl = 314 n.s.	—	—	—
Cimas (Sitio 5)	t = 7.23610 gl = 328 ***	t = 0.57012 gl = 322 n.s.	t = 3.27959 gl = 295 ***	t = 5.58380 gl = 343 ***	—	—
Cañadas (Sitio 6)	t = 9.59875 gl = 351 ***	t = 16.61533 gl = 374 ***	t = 11.46361 gl = 324 ***	t = 12.12921 gl = 359 ***	t = 19.26098 gl = 351 ***	—

Tabla 12. Índice de similitud de Sørensen entre seis sitios de muestreo en Puerto Soledad (Oaxaca), México.

	Ladera Este (Sitio 1)	Ladera Norte (Sitio 2)	Ladera Oeste (Sitio 3)	Ladera Sur (Sitio 4)	Cimas (Sitio 5)	Cañadas (Sitio 6)
Ladera Este (Sitio 1)	--	--	--	--	--	--
Ladera Norte (Sitio 2)	60.87	--	--	--	--	--
Ladera Oeste (Sitio 3)	46.67	52.17	--	--	--	--
Ladera Sur (Sitio 4)	46.15	63.15	38.46	--	--	--
Cimas (Sitio 5)	54.54	66.66	45.45	44.44	--	--
Cañadas (Sitio 6)	43.00	40.00	52.00	37.00	41.00	--

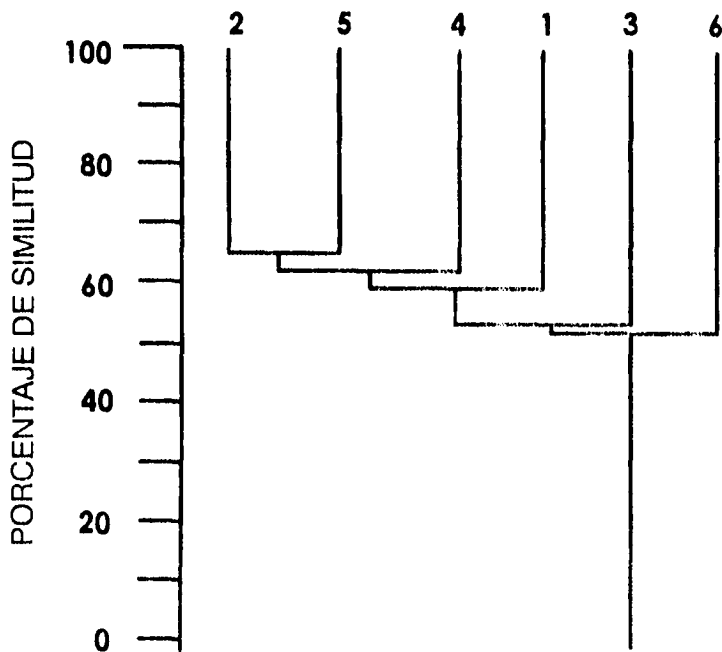


Fig. 16. Dendrograma de unión simple por medio de índice de similitud.

2.6) Estructuras poblacionales de las especies más abundantes del bosque.

Las estructuras poblacionales presentaron gran variación entre las especies (Fig. 17). Sólo una especie fue abundante en varios sitios: *Temstroemia lineata* en la Ladera Este, Ladera Oeste, Ladera Sur y en la Cima. A grandes rasgos, en la Ladera Este, la Ladera Oeste y en la Cima la mayor frecuencia se presentó en la primera clase diamétrica y posteriormente disminuyó al aumentar el diámetro. En la Ladera Sur la frecuencia en la primera clase diamétrica fue de 100%. En la Ladera Este las dos primeras clases poseen una frecuencia mucho mayor que las clases restantes, en la Ladera Oeste la frecuencia de la primera clase disminuyó hasta 3.5 veces hacia la segunda clase y después la frecuencia es muy baja en el resto de las clases; y en la Cima la clase intermedia presenta la segunda frecuencia mayor del histograma y posee menos de la mitad de la frecuencia de la primera clase, mientras que las clases restantes están pobremente representadas.

En la Ladera Sur, la población de *Arctostaphylos arguta* presenta su mayor frecuencia en la segunda clase diamétrica y posteriormente disminuye conforme aumenta el diámetro. En la Cima, *Quercus acherdophylla* mostró una frecuencia mucho mayor en las clases intermedias que en las clases pequeñas o grandes. La población de *Podocarpus reichei* de la ladera Oeste presentó una frecuencia mucho mayor en la primera clase y tuvo una pobre representación en las clases restantes.

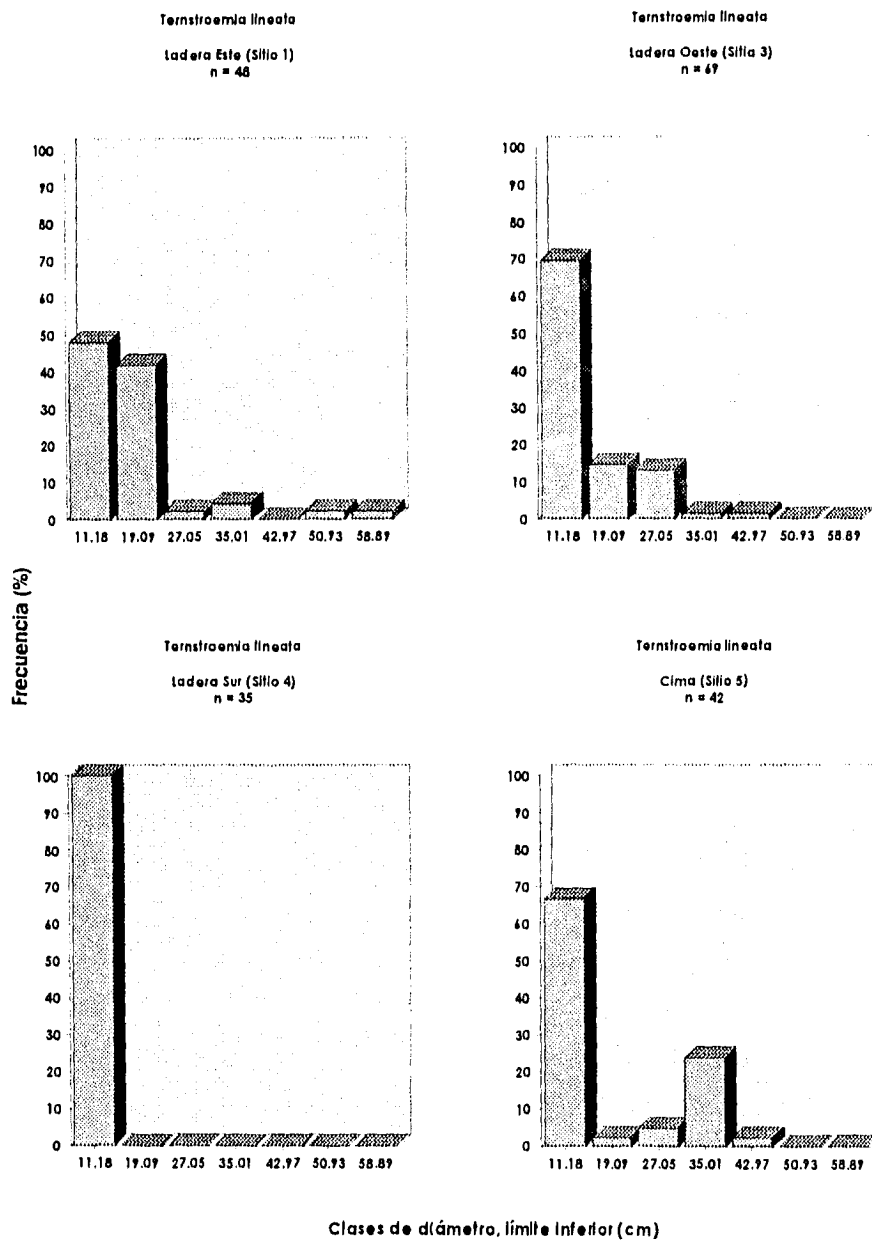
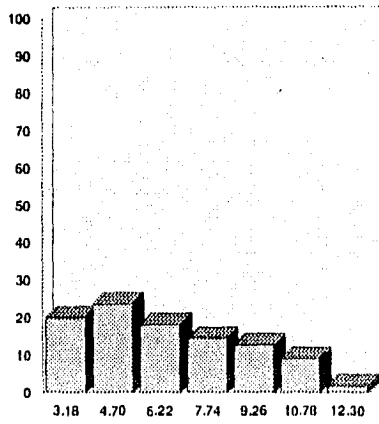
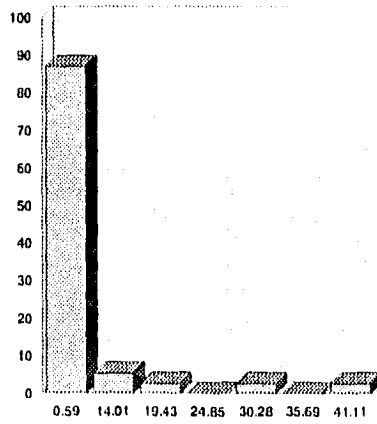


Figura 17. Estructuras poblacionales de las especies arbóreas más abundantes de Puerto Soledad (Oaxaca), México.

Arctostaphylos arguta
Ladera Sur (Sitio 4)
n = 55

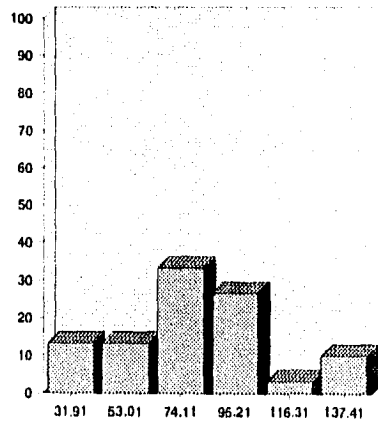


Podocarpus relchei
Ladera Oeste (Sitio 3)
n = 38



Frecuencia (%)

Quercus acherdophylla
Cima (Sitio 5)
n = 30



Clases de diámetro, límite inferior (cm)

Figura 17. Continuación

CAPITULO VI . DISCUSION Y CONCLUSIONES

1. Discusión.

Aspectos metodológicos.

Es importante, antes de iniciar la discusión sobre la vegetación en sus aspectos florísticos y estructurales, realizar un análisis sobre el método utilizado en el presente trabajo para el muestreo de la vegetación.

El método utilizado fue el denominado punto central en cuadrante o cuadrantes centrados, el cual es la técnica sin área que proporciona mayor cantidad de información por unidad de esfuerzo (en cada punto se registran cuatro árboles con sus respectivos parámetros), además de que proporciona la ventaja de ser de rápida aplicación, requiere de poco equipo y de pocos trabajadores, y es flexible en cuanto al tamaño de la unidad muestral del número de puntos (Matteucci y Colma, 1982). La mayor desventaja del método, como cualquier método sin área, radica en que no proporciona datos para conocer en detalle la estructura horizontal de la comunidad.

Matteucci y Colma (1982) expresan que en un estudio realizado por Cottman y Curtis en el que se compararon dos métodos sin área (el de pares al azar con ángulo de exclusión de 180° y el de cuadrantes centrados), se encontró que aunque son un poco más costosos de tiempo en comparación con los métodos de individuo más cercano y vecino más cercano, esto se compensa al obtener niveles similares de precisión aplicando un muestreo de menor tamaño.

Los métodos de muestreo sin área han sido utilizados en otros estudios en los que se calcularon atributos estructurales para comunidades vegetales similares al bosque de Puerto Soledad, por ejemplo en los estudios de la zona de las tierras altas del norte de Chiapas por Zuñil y Lathrop (1975) y del Volcán San Martín Tuxtla, Ver., por Álvarez del Castillo (1977). En este último estudio incluso se empleó el mismo método de cuadrantes centrados. Matteucci y Colma (1982) opinan que la técnica fue diseñada para el muestreo de bosques en terrenos planos y que

resulta ineficaz en terrenos montañosos; además, Álvarez del Castillo (1977) menciona que existe la posibilidad de que el método proporcione valores de densidad absoluta muy bajos, incluso tan bajos como la mitad de la densidad real de un bosque o selva. No obstante, los valores de densidad que calculó este autor son muy altos y si su aseveración fuera correcta, eso implicaría que se presentan densidades que fluctuarían entre 2900 y 5800 ind./ha. En este trabajo se aplicó el método de cuadrantes centrados en el área de estudio, intentando estimar la variabilidad de los resultados, los cuales son el reflejo de los cambios de densidad en los diferentes sitios del bosque muestreados, y es poco probable que dichos valores se hayan sobre o subestimado.

Los valores de densidad, frecuencia y área basal obtenidos a partir de las mediciones de distancia con este método pueden presentar una desviación si los árboles presentan una distribución diferente de la aleatoria. No obstante, dicha desviación se puede minimizar subdividiendo la zona en porciones más homogéneas en relación con el patrón de distribución (Matteucci y Colma, 1982). En el presente estudio puede suponerse que las desviaciones en los cálculos de densidad, frecuencia y área basal fueron mínimas, ya que la zona se subdividió en porciones homogéneas en cuanto a su composición florística y posiblemente al patrón de distribución de las especies, identificando así los sitios con características ambientales y físicas contrastantes, pero internamente homogéneos.

La extensión de las líneas sobre las cuales se colocaron los puntos de muestreo en cada sitio fue de 140 m; esta longitud se mantuvo constante debido principalmente a que las dimensiones mínimas de los sitios identificados fueron similares, es decir, la dimensión de las líneas quedó perfectamente comprendida dentro de cada sitio, e incluso en algunas ocasiones el sitio tenía dimensiones mucho mayores que dichas líneas. La distancia entre las líneas, así como la distancia entre cada uno de los puntos de muestreo, se determinaron luego de realizar las visitas prospectivas a la localidad, observando el patrón de distribución y de distancias entre los árboles, con el fin de que nunca se muestreara el mismo árbol en dos puntos contiguos.

El límite inferior del perímetro que se utilizó en el estudio fue de 10 cm, lo cual equivale a 3.18 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP). Este perímetro se eligió principalmente por razones prácticas (al realizar el muestreo), y con el fin de obtener algunos datos sobre el comportamiento regenerativo del bosque e incluir especies con tallos pequeños que tienen una gran importancia fisonómica. En la literatura relacionada con estudios en los que se calculan parámetros estructurales de la vegetación, se mencionan como límites inferiores de diámetro los

valores de 3.3 cm, 4.8 cm, 2.54 cm y 10 cm, los cuales transformados a perímetro equivalen a 10.37 cm, 15 cm, 8 cm y 31.4 cm, respectivamente. El primer valor es impráctico al medirse en el campo, debido a que la medición exacta de unidades inferiores a 1 cm implica una inversión de tiempo demasiado grande; los demás valores son fáciles de medir si se poseen las cintas métricas adecuadas para ello (cintas para medición de DAP calibradas en pulgadas o en cm). De cualquier manera, la elección del valor a medir depende principalmente de los objetivos planteados en el trabajo.

Al elegir el perímetro de 10 cm en el muestreo se aseguró que se incluyeran arbustos que alcanzan tallas grandes y que son importantes fisonómicamente, aunque el énfasis del muestreo estuviera sobre los elementos arbóreos. Por lo anterior, el sotobosque sólo se describió de manera general, mencionando especies dominantes, debido a que el muestreo intenso de este componente consumiría demasiado tiempo. Al utilizar dicho diámetro se pudieron obtener los valores estructurales para un gran porcentaje de los árboles del bosque, y sólo especies que presentan una distribución muy restringida o cuyas poblaciones son muy pequeñas fueron excluidas de dichos cálculos.

Florística.

Puede considerarse que la lista florística que se obtuvo de la determinación de los ejemplares colectados está prácticamente completa, aunque se reconoce la posibilidad de que existan algunas especies que no se hayan colectado, principalmente por tener una distribución muy restringida o por que la temporada de floración o de fructificación no haya coincidido con las fechas de las salidas al campo. Así mismo, al dirigir el muestreo hacia una de forma de crecimiento (árboles), algunas plantas de otras formas de crecimiento pudieron haber sido pasadas por alto.

La lista florística de la localidad Puerto Soledad incluye 178 especies distribuidas en 70 familias. Se puede considerar como una riqueza media comparada con diferentes BMM de México (Tabla 5), cuyo intervalo varía entre 73 en Manantlán, Jalisco, (Santiago, 1992) y 558 en El Triunfo, Chiapas (Long y Heath, 1991).

Entre las especies de Puerto Soledad comunes a la mayoría de los BMM del país que han sido estudiados se tienen las siguientes: *Clethra mexicana*, *Oreopanax xalapensis*, *Parathesis villosa*, *Rapanea juergensenii* y *Sambucus mexicana*. En contraste, algunas de las especies

más frecuentemente encontradas en los BMM mexicanos que no se presentan en Puerto Soledad son: *Carpinus caroliniana*, *Cornus disciflora*, *Dendropanax arboreus*, *Quercus laurina* y *Quercus xalapensis*, entre otras.

Las especies colectadas en la localidad se catalogaron dentro de las diversas formas de crecimiento y se obtuvo lo que se conoce como espectro biológico, que es una representación fisonómica que proporciona información sintética de las formas de vida presentes en una comunidad y es una herramienta útil en la comparación fisonómica con otros bosques. Al revisar la literatura sobre el BMM en México, se encontró que sólo en el estudio realizado en Omiltemi por Meave *et al.* (1992) se presenta un espectro biológico de este tipo. En él se observa el predominio de epífitas y de árboles, espectro que es característico de los sitios húmedos de los trópicos. En cambio, el espectro del bosque de Puerto Soledad presenta el predominio de los árboles, seguido por hierbas, arbustos, epífitas y lianas, respectivamente. Aunque esto puede deberse a que el muestreo (y, consecuentemente la colecta) estuvo dirigida hacia los árboles, parece más probable que se trate de un espectro característico en el que el predominio es casi igual para árboles, hierbas y arbustos. En el bosque de Puerto Soledad las epífitas son abundantes sólo en algunos de los ambientes muestreados, pero por lo general dicha forma de crecimiento no es abundante fisonómicamente.

Los resultados sobre las afinidades fitogeográficas tanto de familias como de géneros se obtuvieron con base en la distribución actual de estas taxa de acuerdo a Mabberly (1993). Las categorías de afinidades fitogeográficas empleadas en cada nivel taxonómico (siete para las familias y diez para los géneros) se pueden mantener como se propusieron originalmente (lo cual se hizo en este trabajo), o bien, algunas categorías se podrían unir para formar grupos o categorías que corresponden a una mayor área de distribución. De esa manera se pueden obtener resultados como los de este estudio o resultados un poco más generales (en el caso de crear categorías que comprenden una distribución más amplia). La decisión de utilizar un número bajo o alto de categorías depende principalmente de la profundidad que se quiera dar al análisis fitogeográfico.

El BMM en México posee vínculos geográficos interesantes, entre los cuales destaca el significativo número de especies arbóreas dominantes cuya distribución abarca el este de Estados Unidos y el sureste de Canadá, además de algunas plantas herbáceas, briofitas y hongos que presentan la misma distribución (Rzedowski, 1978). Sin embargo, el elemento meridional, que comprende géneros y especies comunes con la región andina de Sudamérica, es

cuantitativamente más importante. Comparando los resultados del presente trabajo con lo expuesto por Rzedowski, tenemos que de acuerdo a las categorías usadas en este estudio, la zona equivalente a la región este de Estados Unidos y Canadá sería la comprendida en las categorías denominadas Templado del Hemisferio Norte y los elementos propios del Hemisferio Norte. En ambas categorías el número de géneros es de cinco, es decir, en suma serían diez géneros que ocuparían la segunda posición en cuanto a número de géneros presentes. De cualquier forma, si se toman las dos categorías del Hemisferio Norte de manera independiente o se unen, éstas ocupan uno de los primeros lugares en cuanto al número de géneros. Con respecto a la región Andina de Sudamérica, ésta correspondería sólo en parte a las categorías de distribución Neotropical y Principalmente Americana (elemento que está distribuido primordial y ampliamente en el continente); con la excepción de los árboles, si se unen estas categorías, este elemento es cuantitativamente dominante entre los arbustos, hierbas y epífitas.

De esta manera se puede decir que la dominancia de los elementos del este de Norteamérica, así como el elemento Andino Sudamericano en la zona de estudio es predominante. Con respecto a lo que expone Rzedowski acerca de la flora de afinidades asiáticas, en este trabajo no se presenta ninguna categoría que se pueda comparar estrictamente, y quedaría incluida en las categorías Pantropical, Tropical y Subtropical. Diversos autores como Luna et al. (1988 y 1989) y Lorenzo et al. (1983) crean un grupo específico para incluir a este elemento y lo han denominado "Elementos Tropicales Asiáticos y Americanos", donde incluyen algunos géneros colectados en Puerto Soledad tales como *Clethra*, *Cleyera*, *Magnolia*, *Styrax* y *Symplocos*.

Para complementar el análisis de las afinidades fitogeográficas y con el objeto de obtener una comparación florística del bosque en Puerto Soledad con otros de la República Mexicana, se realizó la comparación a nivel genérico y específico mediante el Índice de Similitud de Sørensen. Uno de los problemas que se presentan al hacer este tipo de comparaciones es que los listados florísticos generalmente no son completos. Una posible solución a este problema sería realizar las comparaciones sólo por estrato o forma de crecimiento, aunque esto no resolvería otros problemas que se presentan, como el hecho de que las áreas muestreadas no son equivalentes en superficie. Algunos factores que hacen que aumente la dificultad al interpretar estas comparaciones florísticas son, por ejemplo, la prioridad al coleccionar plantas de un estrato o una forma de crecimiento, el grado de alteración de la vegetación y las diferencias en los métodos utilizados. Además, al realizar la comparación porcentual o por medio de índices de similitud, se presenta el problema de que no en todas las listas florísticas se establece la forma de crecimiento

de las especies de la localidad (Luna *et al.*, 1989). Algunos autores postulan que para evitarse problemas al manejar índices de similitud, los cuales no tienen un significado biológico claro, las comparaciones deben hacerse utilizando el porcentaje de elementos compartidos (Sanchez y López, 1988 en Luna *et al.* 1988). No obstante, otros autores postulan que el índice posee al menos un significado biogeográfico.

Meave *et al.* (1992) opinan que el BMM de Omiltemi parece ser florística y estructuralmente similar a comunidades del occidente del país, principalmente de la Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico, además de que muchos géneros de árboles encontrados se enlistan entre los componentes comunes de la selva andina de Colombia (géneros tales como *Alnus*, *Clethra*, *Drymis*, *Eugenia*, *Oreopanax*, *Temstroemia* y *Tibouchina*) y a nivel específico con los robledales de Costa Rica descritos por Kapelle (1987, citado en Meave *et al.* 1992). Como se observó en la comparación realizada, el bosque de Puerto Soledad presenta las mayores similitudes a nivel de género y de especie con el bosque de Omiltemi, por lo cual las consideraciones mencionadas por Meave *et al.* (1992) pueden ser aplicadas a la localidad de estudio.

Estructura.

En los resultados sobre la estructura vertical, es decir, la distribución de los individuos arbóreos en relación a sus alturas, prevalecen dos diferentes formas utilizadas para la determinación de estratos bien definidos: 1) a partir de histogramas con distribución de frecuencias de clases de altura, y 2) mediante diagramas de perfil de la vegetación. Si bien los resultados de los dos métodos son diferentes, ninguno de ellos puso en evidencia la presencia de estratos reales dentro del bosque de Puerto Soledad. Los diagramas de perfil presentan algunas discontinuidades en el dosel pero no indican necesariamente la presencia de estratos reales en todo el bosque, y pueden interpretarse en todo caso como la presencia de estratificación local o de pequeña extensión. Acerea de los perfiles diagramáticos de vegetación, Popma *et al.* (1988) postulan que la estratificación que puede inferirse a partir de dicho método es reflejo de un patrón local y que puede desvirtuar la información real de la vegetación. A partir de estos resultados, se tiene que ninguno de los seis sitios presentan estratos definidos; en algunos casos esto parece deberse principalmente a que al incrementarse la pendiente en cada sitio, las copas de los árboles se sobrelapan de forma horizontal, provocando que el dosel se haga cerrado e imbricado formado por las copas de los árboles de diferentes tamaños que se enraizan a diversos niveles de la pendiente (Hallé *et al.*, 1978; citado por Meave *et al.* 1992). Ahora bien, dentro de

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

las posibles soluciones para analizar la estructura vertical al no encontrar la estratificación real, es describir el comportamiento de los individuos en relación a la altura y/o establecer una zonificación arbitraria del dosel para poder enlistar a las especies típicas de cada uno de ellos, y determinar cómo las diferentes variables estructurales se modifican como función de la distancia al suelo del bosque.

Son notables las diferencias al observar los diagramas de perfil de los diferentes sitios muestreados, pero un hecho que llama la atención es que en las Cañadas, a pesar de haber sido el sitio más diverso, es el que presenta un diagrama de perfil con evidente presencia de claros y con la dominancia fisonómica del helecho arbóreo *Cyathea fulva*. Esto se debe a que el área elegida para tomar los datos para el diagrama de perfil fue la zona central del sitio, es decir, a un lado de la corriente de agua presente en la cañada; si el área elegida hubiese sido una ladera de la cañada, el perfil posiblemente reflejaría las condiciones y fisonomía real del sitio.

La técnica utilizada para obtener una aproximación a la estructura horizontal de la comunidad fue la evaluación de asociaciones entre pares de especies, obteniéndose que algunas parejas presentaron asociaciones significativas y que éstas siempre fueron negativas. Esto sugiere que existen relaciones de competencia por algún recurso entre dichos pares de especies, pero evidentemente esto es un tema que requiere más estudios para aclararse.

En la Tabla 13 se muestran los valores estructurales de los seis sitios del bosque húmedo de montaña de Puerto Soledad, así como los valores de otras comunidades tropicales húmedas de montaña. Los valores de densidad por hectárea de la Ladera Oeste, Ladera Sur y las Cañadas son altos, y sólo son comparables con los reportados para el Volcán San Martín Tuxtla, Ver. (Álvarez del Castillo, 1977). La Ladera Este y la Ladera Norte presentan valores medios; la densidad de la Cima es la más baja citada para este tipo de vegetación dentro del país y parece estar relacionado primordialmente con el gran tamaño de los diámetros de la mayoría de los árboles presentes. Cabe hacer notar que el valor máximo de densidad citado para este tipo de vegetación en México nunca sobrepasa el valor de 3000 ind./ha, y sólo en el estudio en Blue Mountains, Jamaica, realizado por Tanner (1977, citado en Meave et al., 1992) dicho valor es de 4900 ind./ha para individuos con un DAP igual o mayor de 3.3 cm.

Tabla 13. Características del bosque mesófilo de Puerto Soledad (Oaxaca), México, y de otras comunidades tropicales húmedas de montaña citadas en la literatura.

Localidad	Clima	Clasificación	Área muestreada	Límite inferior (cm)	Densidad (ind/ha)	Área basal (m ² /ha)	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Puerto Soledad, Teotitán, Oaxaca	T = 16 °C P = 1491.4 mm	BMM	se utilizó método sin área (Cuadrante centrado)	3.18	-----	-----	-----	-----	Este trabajo
Sitio 1 (Ladera Este) 2300 - 2400 m.	-----	-----	-----	-----	1777.54	96.07	419.82	23	-----
Sitio 2 (Ladera Norte) 2500 - 2600 m.	-----	-----	-----	-----	1103.67	87.84	257.11	20	-----
Sitio 3 (Ladera Oeste) 2225 - 2300 m.	-----	-----	-----	-----	2039.37	73.79	506.56	35	-----
Sitio 4 (Ladera Sur) 2500 - 2550 m.	-----	-----	-----	-----	2736.10	41.80	323.23	23	-----
Sitio 5 (Cimas) 2550 - 2600 m.	-----	-----	-----	-----	505.13	172.04	272.24	28	-----

Tabla 13. Continuación.

Localidad	Clima	Clasificación	Área muestreada	Límite inferior (cm)	Densidad (ind/ha)	Área basal (m ² /ha)	Cobertura (%)	Altura del dosel (m)	Referencia
Sitio 6 (Cañadas) 2250 - 2400 m	-----	-----	-----	-----	2716.67	97.88	171.49	28	-----
Volcán San Martín Tuxtla, Veracruz 1400 - 1700 m	T = ca. 18°C P = prob. más de 4500 mm	Selva baja Perennifolia	se utilizó método sin área (Cuadrante centrado).	No especificado	2398.24 2910.78 2456.80	62.29 57.84 30.06	-----	5 - 18	Alvarez del Castillo (1977)
Simojovel, Chiapas Barlovento NE 2000 m	T = 13.2°C P = 1978 mm	Montane rain forest	se utilizó método sin área	2.54	102.01	102.01	84.6	27.01	Zuñil y Lathrop (1975)
Simojovel, Chiapas Barlovento SE 1400 - 1900 m	T = 17.3°C P = 1407.2 mm	Pine-Oak- Liquidambar forest	se utilizó método sin área	2.54	63.44	63.44	-----	24.26	Zuñil y Lathrop (1975)
Omitlán, Guerrero 2100 m	T = 14.0°C P = 1200 mm	BMM	1 ha	3.3	2069	49.81	263.81	18 - 25	Meave et al (1992)

Tabla 13. Continuación.

Localidad	Clima	Clasificación	Área muestreada	Límite inferior (cm)	Densidad (ind / ha)	Área basal (m ² / ha)	Cobertura (%)	Altura del dose! (m)	Referencia
El Triunfo, Chiapas 1850 - 2150 m	T = 16°C P = ca 4000 mm	BMM	0.1 ha	5	960 ± 102.4	54.5 ± 12.43	----	40	Williams-Linera (1992)
Gomez Farias, Tamaulipas 1850 - 2150 m	T = 19.04°C P = 2000 - 2500 mm	BMM	9 parcelas de 0.25 ha c/u	4.8	1169	31.55	----	15 - 25	Pug et al (1983)
Manantlán, Jalisco 400 - 2800 m	T = 12-27°C P = 900 - 1800 mm	BMM	12 cuadros de 0.1 ha	5	715	56.7 ± 14.7	----	21 - 35	Santiago (1992)
Borja, Ecuador	T = sin datos P = sin datos	Montane rain lower forest	0.0465 ha	3.3	495 301	---	----	ca 27	Grubb et al (1963)
Blue Mountains, Jamaica 1500 - 1745 m	T = 20°C P = 3000 - 4000 mm	Montane rain forest	----	3.3	4900	64.70, 65.43 43.35, 47.80	----	4 - 7, 8 - 13 8 - 13, 12 - 18	Tanner (1977)
Papua, Nueva Guinea 600 - 1125 m	T = sin datos P = sin datos	Tropical rain forest	4 parcelas de 0.8 ha c/u	10	652.33, 691.87 526.32, 429.95	29.20, 50.70 31.20, 30.81	----	4 - 7, 55 - 67 46, 46	Pijmans (1970)

Los valores de área basal de Puerto Soledad varían entre 41.8 y 172.04 m²/ha. La Ladera Este, Ladera Norte, Ladera Oeste, Ladera Sur y las Cañadas presentan valores dentro de los intervalos citados para este tipo de vegetación. Sin embargo, en la Cima el valor es muy alto (172.04 m²/ha), y es el valor mayor reportado dentro del país; el único valor cercano a dicho parámetro es el de 102.01 m²/ha obtenido por Zuill y Lathrop (1975) en Simojovel, Chiapas.

Al comparar el valor de área basal de la Cima con los valores reportados para diferentes selvas tropicales de tierras bajas mexicanas, se observa que dicho valor es mucho mayor y que son muy pocas las localidades en las que se han obtenido valores semejantes. Tal es el caso de la selva de *Ficus* y *Brosimum* cercana a Catemaco, Veracruz. (Anónimo, 1960-69; citado por Meave 1990) y en la selva de los Tuxtlas, Veracruz, en el Cerro del Vigía (Flores, 1971; citado por Meave 1990); en ambas localidades el valor de área basal no sobrepasa los 150 m²/ha. En cambio, el valor de densidad es más comparable y está dentro de la mayoría de las selvas mexicanas y del mundo estudiadas por diversos autores (Meave, 1990).

Todos los sitios en Puerto Soledad sobrepasan el 100% de cobertura, y son mayores a los valores reportados por Zuill y Lathrop (1975) para Simojovel (Chiapas), mientras que en la Ladera Este, Ladera Oeste, Ladera Sur y la Cima se presentan valores mayores que el encontrado por Meave et al. (1992) para Omiltemi (Guerrero). Dichos valores de cobertura del bosque húmedo de montaña de Puerto Soledad son de los más altos obtenidos para esta comunidad vegetal en el país, sin embargo, este es un parámetro que pocas veces se incluye en los estudios estructurales, y por lo tanto esta conclusión tiene un alcance limitado.

Analizando los histogramas de clases diamétricas para poblaciones individuales de cada zona muestreada, se observa que, con excepción de la Cima, todos los sitios presentan un comportamiento similar. Acerca de este comportamiento diversos autores como Puig et al. (1983), Santiago (1992) y Krebs (1978), señalan que esto es esperado en las comunidades que no están sujetas a perturbaciones fuertes y que se encuentran cercanas a la madurez. Aunado a los comportamientos de las estructuras poblacionales, los cuales presentan comportamientos similares (las frecuencias mayores se presentan en las clases diamétricas más bajas, excepto para *Quercus acherdophylla* en la Cima), este comportamiento puede interpretarse como un signo de una comunidad madura porque presenta un reclutamiento activo de los individuos de las especies dominantes.

Con respecto a las clases diamétricas, en la Cima se presentan las mayores frecuencias en las tres primeras clases. La especie dominante en dicho sitio fue *Quercus acherdophylla*, la cual presenta su mayor frecuencia en la tercera y cuarta clase. Este comportamiento puede interpretarse como un signo de que el reclutamiento de individuos es deficiente y que se trata de una población sujeta a perturbaciones fuertes. Este peculiar comportamiento de la Cima es posiblemente el resultado de que en ciertas partes de este ambiente se realizó una tala de individuos de tallas pequeñas que cubre una franja de aproximadamente 4 m con el fin de marcar límites de propiedad municipal hace cinco años; además, este comportamiento se pone de manifiesto en los valores calculados de área basal (que es muy alto) y el valor de densidad (muy bajo).

Solamente la especie *Terstroemia lineata* fue abundante en varios de los sitios muestreados de la localidad. Resalta el hecho de que su estructura poblacional fue diferente en cada uno de éstos y la única característica que unifica su comportamiento poblacional es que presenta las mayores frecuencias en las clases diamétricas bajas, es decir, hay indicios de que se están reclutando individuos de la especie en los sitios.

Al analizar los valores de importancia relativa de las especies de cada sitio y resumiéndolas, se tiene que en este bosque las especies más importantes son *Terstroemia lineata*, *Quercus acherdophylla*, *Clethra lecanoides* y *Clethra mexicana*.

Los valores de diversidad e índices de similitud calculados se refieren a cuestiones esencialmente florísticas, y los índices son comparaciones realizadas únicamente entre las diferentes zonas estudiadas de la localidad. El índice de similitud de Sørensen muestra que los Sitios 2 y 5 presentan la mayor similitud. La variabilidad en los índices de similitud se puede deber a la localización y a la distancia entre los lugares de muestreo.

En el presente estudio se observa la variabilidad florística y estructural de cada uno de los sitios de muestreo, resultado de la interacción del ambiente y la vegetación. El factor ambiental de mayor influencia sobre el bosque de Puerto Soledad es el viento proveniente del Golfo de México que llega a la localidad en dirección noreste. Los sitios más protegidos de dicho factor son los catalogados como Ladera Oeste, Ladera Sur, las Cañadas y las Cimas. Este último sitio está protegido de la influencia del viento por la proximidad a la vegetación de la Ladera Norte que recibe directamente la acción del viento.

En las zonas protegidas, las características topográficas parecen contribuir a determinar procesos relacionados con el establecimiento de la vegetación, así como la estructura de la misma. Un rasgo estructural evidente es la altura máxima del dosel, alcanzando grandes dimensiones en los lugares con más protección. En el bosque de Puerto Soledad sólo los Sitios Ladera Oeste y Cima alcanzan las alturas mayores en el dosel (33 y 22 m, respectivamente). En las Cañadas esta característica del dosel no alcanza valores grandes debido a factores naturales de perturbación, como la caída de árboles que se acrecienta con las condiciones topográficas.

La Ladera Sur presenta una estructura característica; la altura máxima del dosel es de 15 m y se presenta en las zonas de mayor altitud. Al disminuir ésta, los árboles se hacen achaparrados, sus ramas se retuercen y se cubren de briofitas y helechos. Esta descripción del sitio es muy similar a la que Álvarez del Castillo (1977) expone para la vegetación del Volcán San Martín, Tuxtla, Veracruz. Dicho autor menciona que la vegetación presenta relación con la vegetación del lado del Atlántico denominada Bosque Caducifolio (Miranda y Sharp, 1950) y con la vegetación del lado del pacífico llamada BMM (Rzedowski y McVaugh, 1960). Pero esta opinión parece pasar por alto grandes diferencias estructurales.

Ahora bien, los diferentes sitios del bosque (excepto la Ladera Sur) se pueden catalogar dentro de dos grupos en relación a su fisonomía: los ubicados en la zona topográfica con una altitud entre 2100 y 2300 m s.n.m. y los del área con altitud entre 2300 y 2600 m s.n.m. Además de las características fisonómicas, los índices de similitud, así como la altura máxima del dosel, sugieren fuertemente que el trabajo se efectuó en dos diferentes tipos de bosque de Puerto Soledad. Tratando de catalogar estos sitios de muestreo de acuerdo a sus características ecológicas, fisonómicas y florísticas dentro de los grupos ecológicos descritos por Puig (1976) para el BMM que en ese momento llamó Bosque Caducifolio Húmedo de Montaña, tenemos lo siguiente:

Sólo tres de los sitios quedan incluidos claramente en dos de las categorías propuestas por Puig: las Cañadas en el grupo ecológico ripario de helechos arborescentes, y la Ladera Este y la Ladera Norte en el grupo ecológico de declive; en este mismo grupo, por su fisonomía y características florísticas, quedarían incluidas también las Cimas, sin tomar en cuenta la característica de localizarse en zonas con fuertes pendientes. Cabe señalar que Puig (1976) postuló dichos grupos ecológicos para diferentes localidades de la región Huasteca. No obstante lo anterior, en la localidad Puerto Soledad se presenta una diversidad fisonómica, florística y estructural entre los sitios muestreados. De tal forma después de realizar las comparaciones y

catalogar a los diferentes sitios del bosque de Puerto Soledad, los resultados apoyan fuertemente la idea de que el término BMM incluye varias comunidades heterogéneas localizadas en la zona de transición entre la vegetación de las tierras bajas (cálidas) y las formaciones montañosas (de clima fresco) de las regiones montañosas de los trópicos.

2. Conclusiones

A continuación se enlistan las conclusiones finales derivadas del presente trabajo:

- 1) El análisis florístico concentrado en la lista de las plantas vasculares de la localidad indica que la zona presenta una riqueza con un valor medio con un total de 178 especies.
- 2) Las afinidades fitogeográficas del bosque de Puerto Soledad en los niveles de familia y género muestran un predominio de los elementos Cosmopolitas y Subcosmopolitas.
- 3) El bosque húmedo de Puerto Soledad presentó los mayores índices de similitud florística con el BMM de Omiltemi, Guerrero.
- 4) El análisis de la estructura vertical evidenció la ausencia de una estratificación claramente definida; dicha estructura se describió mencionando las especies representativas de secciones verticales del dosel delimitada artificialmente.
- 5) En el ambiente denominado "Cima" el bosque se caracteriza por presentar el valor de densidad más bajo 505.13 (ind/ha) y el valor de área basal más alto 172.04 (m²/ha) citados reportados para este tipo de vegetación. Los sitios restantes presentan valores de densidad medios a altos y valores de área basal intermedios dentro del intervalo normal citado.
- 6) De acuerdo con los Valores de Importancia Relativa las especies más importantes en el Bosque son *Ternstroemia lineata*, *Quercus acherdophylla*, *Clethra licanoides*, *Clethra mexicana*, *Ilex discolor* y *Podocarpus reichei*.
- 7) Las poblaciones de la especie *Ternstroemia lineata* fueron las más abundantes en los distintos sitios del BMM de Puerto Soledad.
- 8) Las diversas características fisonómicas, estructurales y florísticas de los seis sitios muestreados en distintos ambientes de la localidad Puerto Soledad sugieren fuertemente que la comunidad denominada BMM incluye comunidades heterogéneas, al menos en cuanto a su fisonomía y estructura, que es necesario distinguir.

REFERENCIAS

ANÓNIMO. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Secretaría de Programación y Presupuesto. México D.F. 224 p.

ÁLVAREZ DEL CASTILLO, C. 1977. Estudio ecológico y florístico del cráter del volcán de San Martín Tuxtla. Ver., México. *Biótica*, 2:3-54.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Base del Estudio de las Comunidades Vegetales. Cap II y VII. Blume, Madrid. 820 P

BREEDLOVE, D.E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico). pp.149-165. in: A. Graham. (ed.) *Vegetation and Vegetational History of northern Latin America*. Elsevier, Amsterdam. pp 149-165.

BRUMITT, R.K. and **C.E. POWELL.** 1992. *Authors of Plants Names*. Royal Botanical Garden, Kew, Great Britain. 732 p

DANIEL, W.W. 1979. *Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud*. Limusa. México D.F. 485 p.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 1994. Norma Oficial Mexicana. 10:1-60

ESCALANTE, P.B., A.G. NAVARRO S. y **A.T. PETERSON.** 1993. A geological and historical analysis of land bird diversity in Mexico: Origins and distribution. In : T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, and J. Fa (eds.). *Biological Diversity in Mexico*. Oxford University Press, Nueva York. 812 p.

GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koepen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 220 p.

GARCÍA, E., M.E. HERNÁNDEZ y M.D. CARDOSO. 1983. Las gráficas ombrotérmicas y los regímenes pluviométricos en la República Mexicana. Memoria del Congreso Nacional de Geografía, Guadalajara, Jalisco, pp. 140-149.

GÓMEZ-POMPA, A. 1965. La vegetación de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 9:76-120.

GREIG-SMITH, P. 1964. Quantitative Plant Ecology. Butterworths, Londres. 256 p.

HERNÁNDEZ, X., H. CRUM, W.B. FOX y A.J. SHARP. 1951. A unique vegetation Area in Tamaulipas. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 78: 458-463.

HEYWOOD, V.H. 1979. Flowering Plants of the World. Oxford University Press, Oxford. 332 p.

INEGI, 1985. Carta Topográfica. 1: 50,000. Teotitlán E14B86. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

INEGI, 1985. Carta Topográfica. 1: 50,000. Huautla E14B87. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

JIMÉNEZ, J., J.L. CONTRERAS, R.E. GONZÁLEZ, R.A. OCAMPO, G. LOZANO, S. TORRES. 1993. Plantas Vasculares. pp 127-250. En V.I. Luita y J. Llorente (eds.) Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemí, Chilpancingo Guerrero. México. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 588 p.

ISHIKI, I.M. 1988. Las Selvas Bajas Perennifolias del Cerro Salmón, Región de Chimalapa, Oaxaca: Flora, Comunidades y Relaciones Fitogeográficas. Tesis (Maestría en Botánica). Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 86 p.

KERSHAW, K.A. 1973. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. 2a. ed., Arnold, Londres. 308 p.

KREBS, C. J. 1978. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Harla, México D.F. 753 p.

LONG, A. y M. HEATH. 1991. Flora of the "El Triunfo" Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. a preliminary floristic inventory and the plant communities of polygon I. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 62:133-172.

LORENCE, D. y A. GARCÍA MENDOZA. 1989. Oaxaca, México. pp 254-268. In: D.G. Campbell y H.G. Hammond (eds.). *Floristic Inventory of Tropical Countries. Regional Reports. IV. Central America.* New York Botanical Garden, Nueva York.

LORENZO, S-A. L., A. RAMÍREZ, M.A. SOTO, A. BRECEDA, M.C. CALDERON, H. CORTÉZ, C. PUCHET, M. RAMÍREZ, R. VILLALÓN, E. ZAPATA. 1983. Notas Sobre la Fitogeografía del Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra Madre del Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 44: 97-102

LOT, A. & F. CHIANG. 1986. Manual de Herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, Mexico D.F. 142 p.

LUNA, I. 1984. Notas Fitogeográficas sobre el Bosque Mesófilo de Montaña en México. Un ejemplo en Teocelo-Cosautlán-Ixhuacán, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 150 p.

LUNA, I., L. ALMEIDA, L. VILLERS y L. LORENZO. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 48:35-63.

LUNA, I., L. ALMEIDA y J. LLORENTE. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilan, estados de Morelos y México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 59:63-87.

LUNA, I., S. OCEGUEDA y O. ALCÁNTARA. 1994. Florística y Notas Biogeográficas del Bosque Mesófilo de Montaña del Municipio de Tlatchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 65:31-62

MABBERLEY, D.J. 1993. *The Plant Book, a Portable Dictionary of the Higher Plants.* Cambridge University Press, Cambridge. 707 p.

MATTEUCCI, S. y A. COLMA. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Organización de los Estados Americanos, Washington D.C. 168 p.

MEAVE DEL CASTILLO, J. 1990. Estructura y Composición de la Selva Alta Perennifolia de los Alrededores de Bonampak. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Colección Científica. Serie Arqueología. México D.F. 147 p.

MEAVE, J., M. SOTO, L. CALVO, H. PAZ y S. VALENCIA. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemí, Guerrero. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 52:31-77.

MIRANDA, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México y rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río de las Balsas. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 8:95-114.

MIRANDA, F. y A.J. SHARP. 1950. Characteristics of the Vegetation in certain Temperate Regions of Eastern Mexico. Ecology. 31:313-333.

MIRANDA, F. 1952. La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez. Chiis., México. 129-137 p.

MIRANDA, F. y E. HERNÁNDEZ X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28:29-179

MITTERMEIER, R.A. 1988. Primate diversity and tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. pp 145-156. in E.O. Wilson y F.M. Peters (eds.) Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C.

MITTERMEIER, R.A. y C. GOETTSCHE. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de México. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (Compiladores). México ante los retos de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. DF. 3-13 p.

PIELOU, E.C. 1991. The many meanings of diversity. pp 113 -116. En F. D. Pineda (Ed.) Diversidad Biológica Biological diversity. Fundación Arecos WWF/SCOPE, Madrid.

POPMA, J., F. BONGERS y J. MEAVE DEL CASTILLO. 1988. Patterns in vertical structure of the tropical lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio*. 74:81-91.

PUIG, H. 1974. Phytogeographie et écologie de la Huasteca (EN du Mexique). Tesis de doctorado. Université Paul Sabatier. Toulouse 547 + 92 p.

PUIG, H. 1976. Vegetation de la Huasteca, Mexique. Mission Archeologique et Ethnologique Française au Mexique. Mexico. 531 pp

PUIG, H. 1989. Analisis litogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farías. *Biotani*, 1:34-53.

PUIG, H., R. BRACHO y V. SOSA. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biótica*, 8:330-359.

PUIG, H. y R. BRACHO. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología, Xalapa. Ver. 186 p.

RZEDOWSKI, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Contribuciones. Univ. Auton. de San Luis Potosí*. 20:196-201.

RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México D.F. 432 p.

RZEDOWSKI, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana*, 11:3-21.

RZEDOWSKI, J. y R. McVAUGH. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. *Contributions of the University of Michigan Herbarium*. 9:1-123

RZEDOWSKI, J. y R. PALACIOS CHÁVEZ. 1977. El bosque de Engelhardtia (Oreomunnea mexicana en la región de la Chinantla (Oaxaca): una reliquia del Cenozoico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 36:93-123.

SALAS, H.S., G. RAMÍREZ, L. SCHIBLI y R. AGUILAR. 1993. Análisis de la vegetación y uso actual del suelo en el estado de Oaxaca. Informe Interno. Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C., Oaxaca.

SANTIAGO, A.L. 1992. Estudio Fitosociológico del Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., 111 p.

SARUKHÁN, J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo.

SHARP, A. J. 1953. Notes on the Flora of Mexico: World Distribution of the Woody Dicotyledoneous Families and the Origin of the Modern Vegetation. *Journal Ecology*, 41:374-380

STANDLEY, P.C. y J. A. STEYERMARK. 1958. Flora de Guatemala. Chicago Natural History Museum, United States of America, Chicago. 24:parte I a XI

TOLEDO, V.M. 1994. La Diversidad Biológica de México. *Ciencias*, 34:45-59

VÁZQUEZ, J.A. 1987. El Bosque Mesófilo de Montaña. Notas sobre la flora de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. No. 2. 4 p.

WHITTAKER, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*, 2a. ed. Mcmillan. Nueva York. 385 p.

WILLIAMS-LINERA, G. 1991. Nota sobre la estructura del estrato arboreo del bosque mesófilo de montaña en los alrededores del campamento "El Triunfo", Chiapas. *Acta Botánica Mexicana*, 13:1-7.

ZAVALA-HURTADO, J.A. 1986. Introducción al Enfoque Multivariado en Estudios de Vegetación. Cuadernos de divulgación INIREB. No. 26. Xalapa, Veracruz. 28 p.

ZUELI, H.A. y E.W. LATHROP. 1975. The structure and climate of a tropical rain forest and an associated temperate pine-oak-liquidambar forest in the northern highlands of Chiapas, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*, 46:73-118.

APENDICE. Lista Florística.

A continuación se presenta la lista florística, en orden alfabético de familia y especie, de los ejemplares que se pudieron identificar por lo menos hasta género. En los ejemplares no determinados a especie se indica el número de colecta de las colecciones personales de Jose Luis Contreras (J.L.C) y de Carlos Alberto Ruiz (CAR). La lista está ordenada en cuanto al sistema de clasificación de Engler & Prantl (1887-1915) para Monocotiledóneas y Dicotiledóneas, y para el arreglo de las Pteridophyta se siguió el sistema de Jeremy, et al. (1975). Las autores se abreviaron de acuerdo con Brummitt y Powell (1992). La forma o hábito de crecimiento se indica para cada especie, con base en la siguiente nomenclatura: A = Árbol, Ar = Arbusto, H = Hierba, E(Ar) = Arbusto epífita, E(h) = Hierba epífita, E(lp) = Epífita hemiparásita, E (p) = Epífita parásita, L(en) = Liana enredadera, L(t) = Liana trepadora.

ADIANTACEAE

<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	H
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	E(h)
<i>Vittaria lineata</i> (L.) J.E.Sm.	E(h)
<i>Antrophyum ensiforme</i> Hook.	E(h)

AMARANTHACEAE

<i>Iresine celosia</i> L.	Ar
<i>Chamissoa altissima</i> (Jacq.) Kunth	L(t)

AMARYLLIDACEAE

<i>Bomarea acutifolia</i> (Link et Otto) Herb.	L(t)
--	------

AQUIFOLIACEAE

<i>Ilex discolor</i> Hemsl.	A
-----------------------------	---

ARACEAE

Anthurium seamayense Standl. E(h)

ARALIACEAE

Dendropanax leptopodus (J.D. Sm.) A.C. Sm. A
Oreopanax flaccidus Marchal E(Ar)
Oreopanax liebmanii Marchal A, E(Ar)
Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne. et Planch. A

ASCLEPIADACEAE

Matelea reticulata (Engelm.) Woods I(en)

ASPENIACEAE

Asplenium harpeodes Kunze E(h)
Diplazium laciniatum Mickel et Beitel A
Arachniodes denticulata (Sw.) Ching H
Dryopteris wallichiana (Spreng.) Hyl. H
Elaphoglossum sartori (Liebm.) Mickel E(h)

BEGONIACEAE

Begonia gracilis Kunth H
Begonia oaxacana A.DC. H

BETULACEAE

Alnus acuminata Kunth ssp. *arguta* (Schtdl.) Furlow A

BROMELIACEAE

Tillandsia polystachia (L.) L. E(h)
Tillandsia sierrajuarezensis Matuda E(h)
Tillandsia sp. J.C No. 3258 E(h)
Tillandsia usneoides (L.) L. E(h)

CACTACEAE

Aporocactus conzattii Britton et Rose E(h)
Nopalxochia ackermannii (Haw.) Knuth E(h)

CAPRIFOLIACEAE*Sambucus mexicana* Presl A**CLETHRACEAE***Clethra licanoides* Standl. et Steyerl. A*Clethra mexicana* A. DC. A**COMPOSITAE***Ageratina ligustrina* (DC.) R.M.King et H.Rob. Ar*Ageratina pazcuarensis* (Kunth) R.M.King et H.Rob. H*Bartlettina oresbia* (B.M.Rob.) R.M.King et H.Rob. H*Bidens bicolor* Greenm. H*Dahlia australis* (Sherff) Sorensen H*Gnaphalium* sp. 1 CAR No. 154 H*Gnaphalium* sp. 2 CAR No. 156 H*Sinclairia discolor* (Hook. et Arn.) Benth. et Hook. Ar*Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. E(h)*Mikania pyramidata* J.D.Sm. E(h)*Oxylobus preecei* B.L.Turner Ar*Pacalium megaphyllum* (Rob. et Greenm.) Rydb. H*Senecio andreuxii* DC. A*Senecio ascherbornianus* Schauer Ar*Senecio callosus* Sch.Bip. H*Senecio kermesinus* Hemsl. L(t)**CONVOLVULACEAE***Cuscuta* sp. CAR No. 59 E(p)**CRASSULACEAE***Echeveria maxonii* Rose E(h)**CUCURBITACEAE***Cyclanthera ribiflora* (Schltdl.) Cogn L(en)*Cyclanthera* sp. L(en)*Microsechium helleri* (Peyr.) Cogn. L(en)

CUNONIACEAE

Weinmannia pinnata L. A

CYATHEACEAE

Cyathea fulva (M.Martens. et Galeotti) Fée A

CYPERACEAE

Carex donnell-smithii L.H.Bailey II

Carex tunimanensis Standl. et Steyerl. II

Rhynchospora aristata Boeck. II

DENNSTAEDTIACEAE

Peridium caudatum (L.) Maxon Ar

ERICACEAE

Arbutus xalapensis Kunth A

Arctostaphylos arguta (Zucc.) DC. A

Arctostaphylos pungens Kunth Ar

Gaultheria chiapensis Camp. Ar

Gaultheria odorata Willd. Ar

Pernettya ciliata (Schltdl. et Cham.) Small Ar

Vaccinium confertum Kunth Ar

Vaccinium haematinum Standl. et Steyerl. E(Ar)

Vaccinium leucanthum Cham. et Schltdl. A

Vaccinium stenophyllum Steud. A

Xolisma squamulosa (M.Martens et Galeotti) Small Ar

FAGACEAE

Quercus acherdophylla Trel. A

Quercus corrugata Hook. A

Quercus depressa Humb. et Bonpl. Ar

Quercus eugenifolia Liebm. A

Quercus rugosa Née A

Quercus rysophylla Weath. A

Quercus affinis Scheidw. A

<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	A
GESNERIACEAE	
<i>Kohleria deppeana</i> (Schltdl et Cham.) Fritsch	Ar
GLEICHENIACEAE	
<i>Gleichenia underwoodiana</i> (Maxon) C.Chr.	H
GRAMMITIDACEAE	
<i>Cochlidium linearifolium</i> (Maxon) C. Chr.	H
<i>Lellingeria prionodes</i> Mickel et Beitel	E(h)
<i>Melponeme moniliformis</i> (Lag. et Sw.) Sm.	E(h)
<i>Terpsichore delicatula</i> (M.Martens et Galeotti) A.R.Smith	E(h)
HYMENOPHYLLACEAE	
<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw	E(h)
LABIATAE	
<i>Salvia gracilis</i> Benth.	H
<i>Salvia polystachia</i> Ortega	H
LAURACEAE	
<i>Ocotea helicterifolia</i> (C.F.W.Meissn.) Hemsl.	A
<i>Persea americana</i> Mill.	A
<i>Cinnamomum areolatum</i> (Lundell) Kosterm.	A
LEGUMINOSAE	
<i>Lupinus ehrenbergii</i> Schltdl.	H
LILIACEAE	
<i>Smilacina flexulosa</i> Bertol.	E(h)
<i>Smilacina paniculata</i> M Martens et Galeotti	H
<i>Smilax xalapensis</i> Schltdl.	L(t)

LOBELIACEAE

Lobelia laxiflora Kunth H

LOGANIACEAE

Buddleia megalcephala Donn A

LOPHOSORIACEAE

Lophosoria quadripinata C.C.Gmel. A

LORANTHACEAE

Phoradendrum nervosum Oliv. E(hp)

Struthantus marginatus (Desr.) Blume et Schult. E(hp)

LYCOPODIACEAE

Lycopodium clavatum L. H

Lycopodium complanatum L. H

MAGNOLIACEAE

Magnolia schiedeana Schldl. A

MARATTIACEAE

Marattia laxa Kunze Ar

MELASTOMATAACEAE

Leandra melanodesma Raddi Ar

Miconia oligitricha Naudin Ar

Miconia anisotricha (Schldl.) Triana Ar

Tibouchina longisepala (Vahl.) Bail. H

MELIACEAE

Trichilia havanensis Jacq. A

MYRICACEAE

Myrica cerifera L. Ar

MYRSINACEAE

<i>Heberdenia penduliflora</i> (DC.) Mez	Ar
<i>Parathesis villosa</i> Lundell	Ar
<i>Rapanea juergensenii</i> (Mez) Sm.	A

MYRTACEAE

<i>Engenia</i> aff. <i>sotoesparzae</i> P.F. Sanchez	A
<i>Ugni myricoides</i> (Kunth) O.Berg	Ar

OLEACEAE

<i>Osmanthus americana</i> (L.) Benth. et Hook	A
--	---

ONAGRACEAE

<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	Ar
----------------------------------	----

ORCHIDACEAE

<i>Calanthe calantoides</i> (A.Rich. et Galeotti) Hamer et Gray	H
<i>Encyclia varicosa</i> (Lindl) Schltr.	E(h)
<i>Encyclia vitellina</i> (Lindl.) Dressler	E(h)
<i>Goodyera striata</i> Rech.f.	H
<i>Malaxis</i> sp. J.C No. 3234	H
<i>Rhynchostele ehrenbergi</i> (Rech.f.) Halb.	E(h)
<i>Rhynchostele rosii</i> (Lindl.) Soto Arenas et Salazar	E(h)

OXALIDACEAE

<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	H
-------------------------------	---

PALMAE

<i>Chamaedorea</i> aff. <i>rojasiana</i> Standl. et Steyerm.	H
--	---

PHYTOLACACEAE

<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth et Bouché	Ar
--	----

PINACEAE

<i>Pinus patula</i> Schltdl. et Cham.	A
---------------------------------------	---

PIPERACEAE

<i>Peperomia collocata</i> Trel.	H
<i>Peperomia deppeana</i> Schldl. et Cham.	E(h)
<i>Peperomia liebmannii</i> C.DC.	H
<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	E(h)
<i>Piper psilorhachis</i> C.DC.	Ar
<i>Piper patzulinum</i> Trel. et Standl.	Ar
<i>Piper xanthostachyum</i> C.DC.	Ar

PIROLACACEAE

<i>Monotropa coccinea</i> Zucc.	H
<i>Monotropa hipopitys</i> L.	H

PODOCARPACEAE

<i>Podocarpus reichei</i> Buchholz et Gray	A
--	---

POLYGONACEAE

<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	I(t)
--	------

POLYPODIACEAE

<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze et Klotzsch) Fée	E(h)
<i>Pleopeltis interjecta</i> Weath.	E(h)
<i>Pleopeltis mexicana</i> (Fée) Mickel et Beitel	E(h)
<i>Polypodium montigenum</i> Maxon	E(h)
<i>Polypodium paberlum</i> Schldl. et Cham.	E(h)

ROSACEAE

<i>Prunus brachybotria</i> Zucc.	A
<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne	A
<i>Rubus eriocarpus</i> Liebm.	Ar

RUBIACEAE

<i>Crusea coccinea</i> DC. var <i>coccinea</i>	H
<i>Deppea grandiflora</i> (Schldl.) L.	Ar
<i>Deppea scotti</i> (J.H.Kirkbr.) M.C.G.Lorence	Ar

<i>Didymaea alsinoides</i> (Schltdl. et Cham.) Standl.	H
<i>Hoffmania orizabensis</i> Standl.	Ar
<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	Ar
SAXIFRAGACEAE	
<i>Phyllonoma laticuspis</i> (Turez.) Engl.	Ar
SCROPHULARIACEAE	
<i>Alonsoa caulinata</i> Ruiz et Pav.	H
<i>Maurandya erubescens</i> (D. Don) Gray	L(t)
SELAGINELLACEAE	
<i>Selaginella silvestris</i> Aspl.	H
SOLANACEAE	
<i>Cestrum anagyris</i> Dunal	A
<i>Cestrum elegans</i> (Brongn) Schltdl.	A
<i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers	Ar
<i>Lyciantes inconspicua</i> Bitter	Ar
<i>Lyciantes aff. pilosissimum</i> (M. Martens et Galeotti) Bitter	Ar
<i>Physalis</i> sp 1 CAR No. 030	H
<i>Physalis</i> sp 2 J.C No. 3251	Ar
<i>Solandra guttata</i> D. Don	L(t)
<i>Solanum appendiculatum</i> Dunal	L(en)
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Ar
<i>Solanum morelliforme</i> Bitter et Münch	E(l)
<i>Solanum</i> sp. CAR No. 048	H
<i>Solanum</i> sp. J.C No. 3252. CAR No. 046 y 133	A
STYRACACEAE	
<i>Styrax argentens</i> Presl	A
SYMPLOCACEAE	
<i>Symplocos coccinea</i> Humb. et Bonpl.	A

TAXACEAE

Taxus globosa Schltdl. A

THEACEAE

Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy A

Ternstroemia lineata DC. spp. *lineata* A

THELYPTERIDACEAE

Thelypteris rudis (Kunze) Proctor H

UMBELLIFERAE

Arracacia aegopodioides (Kunth) Coult. et Rose H

Ottoa venanthoides Kunth H

URTICACEAE

Urera caracasana (Jacq.) Griseb. Ar

WINTERACEAE

Drymis granadensis L.f. var. *mexicana* L.f. A