



Boletín de la Sociedad
Botánica de México

Boletín de la Sociedad Botánica de México
ISSN: 0366-2128
victoria.sosa@inecol.edu.mx
Sociedad Botánica de México
México

Sánchez Rodríguez, Enrique Valente; López Mata, Lauro; García Moya, Edmundo; Cuevas Guzmán, Ramón

Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña
en la Sierra de Manantlán, Jalisco

Boletín de la Sociedad Botánica de México, núm. 73, diciembre, 2003, pp. 17-34
Sociedad Botánica de México
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707302>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS DE UN BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN, JALISCO

ENRIQUE VALENTE SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ¹, LAURO LÓPEZ-MATA^{2,3}, EDMUNDO GARCÍA-MOYA²
Y RAMÓN CUEVAS-GUZMÁN¹

¹Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Universidad de Guadalajara,
Independencia Nacional 151, Autlán, Jalisco, correo-e: valentes@cucusur.udg.mx

²Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo 56230, Texcoco, Estado de México.

³Autor para la correspondencia. Correo-e: lauro@colpos.mx

Resumen: Se describe la estructura, la composición florística y la diversidad de especies leñosas (árboles y arbustos) de un bosque mesófilo de montaña en Cuzalapa, Sierra de Manantlán, Jalisco. Para ello se seleccionaron las localidades El Durazno y La Pareja, y en cada una de ellas se establecieron cuatro parcelas de 2,500 m². En ellas se determinaron y se registraron las especies presentes y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de todos los individuos con DAP ≥ 3 cm. La estructura de cada sitio se describió con los valores relativos de densidad y área basal; además, se elaboró un perfil esquemático de cada parcela. La similitud florística entre las parcelas se valoró con el índice de similitud de Sørensen. La diversidad de especies se estimó con los índices de Shannon-Wiener, Simpson y α de Fisher. En las dos hectáreas se registraron 2,086 individuos de 101 especies (que incluyen a dos nuevos registros para la Sierra de Manantlán: *Sapranthus foetidus* y *Alchornea latifolia*), repartidas en 75 géneros y 44 familias. Las familias con más especies fueron: Leguminosae (8), Solanaceae y Fagaceae (7 cada una), Moraceae y Compositae (6 cada una). Lauraceae (5) y Rubiaceae (3). La semejanza florística para las ocho parcelas varió entre 17.8 % y 61.9 %. La densidad en El Durazno y La Pareja ascendió a 1,084 y 1,002 individuos ha⁻¹, y el área basal a 38.7 m² ha⁻¹ y 31.9 m² ha⁻¹, respectivamente. En ambos localidades *Styrax radians* fue la especie con mayor valor de importancia. La estructura, la composición y la diversidad –esta última una de las mayores registradas para los bosques mesófilos de montaña de México–, estuvieron representadas por una fase serial de transición, de inicial a intermedia, producto de disturbios naturales y antropogénicos recurrentes, como los aprovechamientos forestales de hace más de 50 años, las cuales han sido determinantes en el mantenimiento del bosque estudiado.

Palabras clave: bosque mesófilo de montaña, composición florística, diversidad de especies, estructura, Jalisco, Sierra de Manantlán.

Abstract: In this paper we describe the structure, floristic composition and woody (tree and shrub) species diversity of a cloud forest at Cuzalapa, Sierra de Manantlán, Jalisco. Two localities with four 2,500 m² plots each were established at El Durazno and La Pareja. All species present in the plots were identified and recorded, and their diameters at breast height (DBH ≥ 3cm) and heights measured. Forest structure is described using the relative values of density and basal area; in addition, a diagram of forest profile was drawn for each plot. Among-plot similarity was assessed with Sørensen's Index. Species diversity was evaluated using Shannon-Wiener's, Simpson's, and Fisher's α indexes. In the total sampled area (2 ha) 2,086 individuals belonging to 101 species (including two new records for the flora of the Sierra de Manantlán, *Sapranthus foetidus* and *Alchornea latifolia*), distributed in 75 genera and 44 families, were recorded. The families with the largest numbers of species were: Leguminosae (8), Solanaceae and Fagaceae (7 each), Moraceae and Compositae (6 each), Lauraceae (5), and Rubiaceae (3). Tree density at El Durazno and La Pareja was 1,084 and 1,002 trees ha⁻¹, and basal area was 38.7 and 31.9 m² ha⁻¹, respectively. At both localities, *Styrax radians* had the highest relative importance value. Forest structure and species composition at both localities correspond to tracks of transitional forest between early to intermediate stages, which results from recurrent anthropogenic disturbances such as logging 50 years ago. Species diversity in Cuzalapa is one of the highest ever recorded for cloud forests of Mexico, which presumably is a consequence of anthropogenic and natural disturbances. Both kind of disturbances are important forces in maintaining the structure, species composition, and high species diversity in this cloud forest.

Key words: cloud forest, floristic composition, Jalisco, Sierra de Manantlán, species diversity, structure.

El bosque mesófilo de montaña, también conocido como bosque caducifolio (Miranda y Hernández-X., 1963), bosque caducifolio templado (Rzedowski, 1966), selva nublada, *cloud forest, evergreen cloud forest* (Breedlove,

1973) y bosque tropical húmedo de montaña (Hamilton *et al.*, 1993), es una formación fisonómica, estructural y florística distintiva (Rzedowski, 1996). Se localiza en la zona de transición entre los bosques tropicales y los bosques

templados, a altitudes comprendidas entre 400 y 2,700 m s.n.m. (Rzedowski, 1978; Challenger, 1998). Su clima es húmedo y fresco; está caracterizado por la presencia de nubes generadas por altos índices de humedad relativa y por un bajo déficit de presión de vapor (Hamilton *et al.*, 1993). Su distribución en una variedad de ámbitos geográficos, climáticos, edáficos y de amplitud altitudinal mantienen una elevada diversidad de especies (Meave *et al.*, 1992; Luna *et al.*, 1994; Rzedowski, 1996). Se estima que el bosque mesófilo de montaña en México cubre una superficie aproximada de 8,000 km² (Challenger, 1998). Cuevas *et al.* (1997) estiman que la superficie cubierta por este bosque en la Sierra de Manantlán es de 2,500 ha, lo que hace que esta área sea la segunda por extensión con protección oficial en la vertiente del Océano Pacífico. En general, el estudio del bosque mesófilo de montaña ha sido descriptivo, por lo que se carece de los elementos para fundamentar su aprovechamiento y conservación (Jardel *et al.*, 1993). La presente investigación pretende contribuir al conocimiento de la composición y semejanza florística, la estructura y la diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en dos localidades de bosque mesófilo de montaña de los poblados de El Durazno y La Pareja, en la comunidad indígena de Cuzalapa, municipio de Cuauitlán, Jalisco (figura 1), los cuales se ubican entre 1,000 y 1,500 m s.n.m. En cada localidad se seleccionaron cuatro parcelas de 2,500 m² (50 × 50 m) cada una. Las ocho parcelas fueron identificadas de acuerdo a su nombre local. En El Durazno fueron Barranca de La Nogalera I, Barranca de La Nogalera II, Arroyo La Paloma y La Magnolia; en La Pareja fueron Arroyo de La Sidrita Seca, Puerto Martínez I, Puerto Martínez II y El Tigre. En cada parcela se registró, identificó y midió la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos con DAP ≥ 3 cm enraizados dentro de ellas. El DAP de árboles con contrafuertes se midió inmediatamente arriba de ellos y en el caso de árboles con tallos múltiples, éste se midió para cada uno por separado. Se recolectó material de herbario de todas las especies siempre que aparecieran por primera vez en las parcelas o cuando su determinación *in situ* no fue posible. Los ejemplares de respaldo fueron depositados en el herbario ZEA del Centro Universitario de la Costa Sur.

Las parcelas El Tigre, Arroyo La Paloma, Barranca de La Nogalera II y Arroyo de La Sidrita Seca estuvieron localizadas en las partes bajas de barrancas y cerca de los cauces, por lo que estaban expuestas a una mayor humedad. Por su parte, La Magnolia y Puerto Martínez II quedaron ubicadas en laderas expuestas a la acción de los vientos y con orientación sur, por lo que allí las condiciones son más secas; además, en éstas se observaron evidencias de aprovechamientos forestales y actividad ganadera. Las parcelas Puerto Martínez I y Barranca de La Nogalera I se ubicaron muy cerca de poblados, por lo que están sujetas a un fuerte impacto de actividades antropogénicas, como la ganadería permanente y la agricultura de milpa colindante con ellas.

La semejanza florística entre parcelas se evaluó con el índice de Sørensen (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974):

$$S = \frac{2c}{A+B} \times 100$$

donde *A* y *B* son los números totales de especies en cada parcela y *c* es el número de especies comunes a *A* y *B*.

El análisis estructural del bosque para cada parcela por localidad se realizó con base en el valor de importancia relativa (VIR) de cada especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La densidad (*D*) fue el número de individuos por especie por unidad de superficie; la densidad relativa (DR) fue la densidad dividida entre el número total de individuos por unidad de superficie. El área basal (*AB*) se obtuvo con la relación $AB = \pi r^2$. El área basal relativa (ABR) se estimó como el área basal de cada especie dividida entre el área basal total por unidad de superficie. El valor de importancia relativa

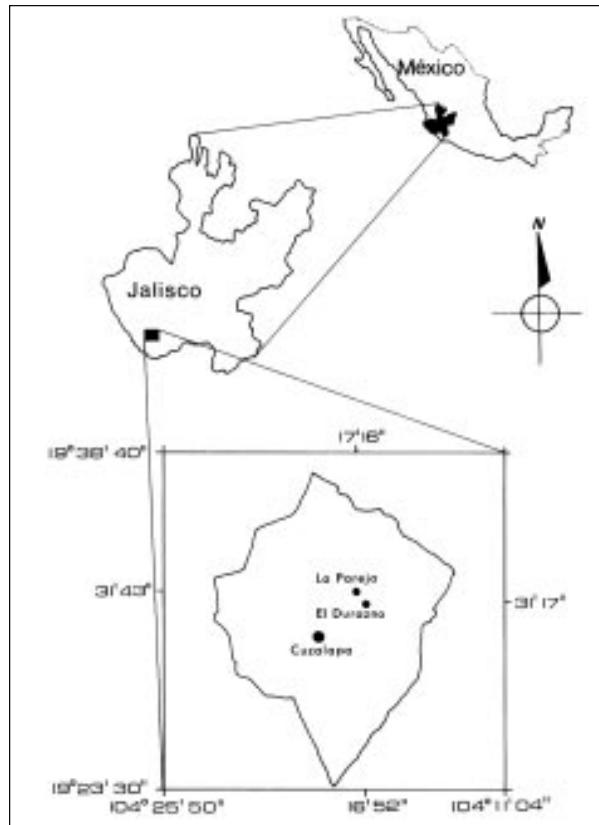


Figura 1. Localización geográfica de las localidades estudiadas, El Durazno y La Pareja, en la Sierra de Manantlán, Municipio de Cuzalapa (Jalisco), México.

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

fue definido como la sumatoria de los valores relativos de la densidad y el área basal, dividida entre dos:

$$VIR = (DR+ABR) / 2.$$

La incorporación para las especies más importantes fue inferida mediante el análisis de sus estructuras poblacionales, con base en la distribución por clases diamétricas (CD). El número de éstas para cada especie se basó en la fórmula:

$$CD = 5 \log_{10} N$$

donde N fue el número de individuos de cada especie. El intervalo de clases diamétricas (ICD) por especie fue la diferencia entre los diámetros mayor y menor, dividido entre el número de clases diamétricas para la especie:

$$ICD = (DAP_{\max} - DAP_{\min}) / CD$$

El análisis de la estructura vertical se realizó con base en nuestro conocimiento empírico del crecimiento vertical de las especies arbóreas involucradas, las observaciones de campo durante los muestreos, los histogramas y los perfiles diagramáticos en cada parcela. Esto permitió proponer cinco estratos: estrato 1, individuos de altura ≤ 4 m; estrato 2, individuos de 4.1 a 8 m; estrato 3, árboles de 8.1 a 16 m; estrato 4, árboles de 16.1 a 24 m; y estrato 5, árboles con alturas mayores a 24 m.

La representación gráfica de la estructura horizontal y vertical de cada parcela se logró a través de la elaboración de un perfil diagramático a partir de un transecto de 50×15 m. En ellas se localizaron, por sus coordenadas cartesianas, todos los individuos enraizados dentro del transecto. El perfil se elaboró con la medición del DAP, la altura total, la altura del fuste hasta la primera ramificación, el límite inferior de la copa y el diámetro de la copa de cada árbol. La altura de los árboles se midió con un estadal expansible y para los más altos se utilizó un clinómetro, siempre que fuera posible

visualizar la copa del árbol; en caso contrario, la altura se estimó visualmente. En los diagramas se dibujó el perfil y la superficie ocupada por cada individuo, así como los diferentes estratos en cada parcela.

La diversidad de especies en cada parcela se calculó mediante el programa EstimateS (Colwell, 2000); este programa fue utilizado para calcular los índices de diversidad de especies de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural, el inverso del índice de Simpson ($\lambda=D^{-1}$) y el índice α de Fisher (Fisher *et al.*, 1943). El índice de diversidad α de Fisher se utilizó con fines comparativos, ya que con él es posible realizar comparaciones directas entre muestras o localidades si conocemos sólo el número de especies (S) y el número total de individuos (N) en las muestras estudiadas (Leigh, 1999). Las comparaciones entre localidades no siempre son posibles cuando se utilizan los índices λ o H' , ya que para su cálculo se requiere conocer la densidad de cada especie en las muestras que se examinan. Por su parte, el índice de diversidad α de Fisher tiene la ventaja de que depende menos del tamaño del área de estudio que λ o H' (Leigh, 1999). Al respecto, Hayek y Buzas (1997) han elaborado cuadros que presentan el valor de α de Fisher para un gran número de combinaciones de S y N . La existencia de diferencias significativas en la diversidad de especies entre pares de parcelas dentro y entre localidades se evaluó con el procedimiento propuesto por Solow (1993).

Resultados

Composición florística. El cuadro 1 muestra el listado de especies leñosas registradas en las parcelas del bosque estudiado. En toda la superficie muestreada (2 ha) se

Cuadro 1. Listado de especies y densidades absolutas por parcela en el bosque mesófilo de montaña de Cuzalapa, Sierra de Manantlán. FV= forma de vida: A, árbol; S, arbusto. Localidad El Durazno: Barranca de La Nogalería I (BNI), Barranca de La Nogalería II (BNII), Arroyo La Paloma (ALP) y La Magnolia (LM). Localidad La Pareja: Arroyo de La Sidrita Seca (ASS), Puerto Martínez I (PMI), Puerto Martínez II (PMII) y El Tigre (ET).

| FV | Especie | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII | ET | Total |
|----|--|-----|------|-----|----|-----|-----|------|----|-------|
| | ACTINIDACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Saurauia serrata</i> DC. | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 2 |
| | ANNONACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Annona reticulata</i> L. | - | - | - | - | 7 | 1 | 1 | 8 | 17 |
| A | <i>Sapranthus foetidus</i> (Rose) Saff. | - | - | - | - | 1 | - | - | 13 | 14 |
| | APOCYNACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Stemmadenia tomentosa</i> Greenm. | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | 2 |
| | ARALIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. et Planch. | - | - | - | 3 | 2 | - | 3 | 1 | 9 |
| A | <i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel | - | - | - | - | - | 1 | 4 | - | 5 |
| | BIGNONIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC. | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| | BORAGINACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Cordia prunifolia</i> I.M.Johnst. | - | 44 | 7 | 3 | 1 | - | 1 | 3 | 59 |
| | BURSERACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl. | - | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 |
| | CAPRIFOLIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Viburnum hartwegii</i> Benth. | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| | CELASTRACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Perrottetia longistylis</i> Rose | - | - | 3 | - | - | - | - | - | 3 |
| A | <i>Zinowiewia concinna</i> Lundell | 56 | - | - | - | - | - | 1 | - | 57 |

Cuadro 1. Continuación

| FV | Especie | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII | ET | Total | |
|----|---|----------------------|------|-----|----|-----|-----|------|----|-------|---|
| | CHRYSOBALANACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Licania retifolia</i> Blake | — | — | — | — | 16 | — | — | 3 | 19 | |
| | CLETHRACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Clethra rosei</i> Britt. | — | — | — | 15 | — | 4 | 2 | 3 | 24 | |
| | CLUSIACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Clusia salvini</i> Donn.Sm. | 6 | — | 17 | 10 | — | — | — | — | 33 | |
| | COMPOSITAE | | | | | | | | | | |
| S | <i>Eupatorium hebebotryum</i> (DC.) Hemsl. | — | — | — | — | — | — | 4 | — | 4 | |
| S | <i>Eupatorium quadrangulare</i> DC. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | |
| S | <i>Montanoa andersonii</i> McVaugh | — | — | — | — | — | — | 6 | — | 6 | |
| A | <i>Podachaenium eminens</i> (Lag.) Sch.Bip. | — | 15 | — | — | — | 1 | — | 2 | 18 | |
| S | <i>Verbesina greenmanii</i> Urb. | — | — | — | — | — | — | 12 | — | 12 | |
| S | <i>Vernonia</i> sp. | — | — | — | — | — | 1 | — | — | 1 | |
| | EUPHORBIACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Alchornea latifolia</i> Sw. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Croton draco</i> Schltdl. | — | — | — | — | 3 | — | — | 69 | 72 | |
| A | <i>Gymnanthes riparia</i> (Schltdl.) Klotzsch | — | 3 | — | — | — | — | — | — | 3 | |
| | FAGACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Quercus</i> aff. <i>gentryi</i> C.H.Müll. | — | — | — | 9 | — | 27 | 7 | 1 | 44 | |
| A | <i>Quercus candicans</i> Née | 10 | — | — | — | — | — | — | — | 10 | |
| A | <i>Quercus castanea</i> Née | — | — | — | — | — | 1 | 3 | — | 4 | |
| A | <i>Quercus excelsa</i> Liebm. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Quercus magnoliifolia</i> Née | — | — | — | — | — | 55 | 21 | — | 76 | |
| A | <i>Quercus</i> sp. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Quercus uxorii</i> McVaugh | 7 | 1 | 9 | — | 4 | — | 7 | — | 28 | |
| | FLACOURTIACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Casearia arguta</i> Kunth | — | 1 | — | — | — | — | — | 3 | 4 | |
| A | <i>Xylosma flexuosum</i> (Kunth) Hemsl. | 22 | 2 | 11 | — | 2 | 1 | 1 | 1 | 40 | |
| | ICACINACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Calatola laevigata</i> Standl. | — | 2 | — | — | — | — | — | — | 2 | |
| | LAURACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Beilschmiedia manantlanensis</i> Cuevas et Cochrane | — | — | — | 1 | 1 | — | — | — | 2 | |
| A | <i>Cinnamomum pachypodium</i> (Nees) Kosterm. | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | |
| A | <i>Cinnamomum</i> sp. | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Nectandra</i> aff. <i>salicifolia</i> (Kunth) Nees | — | 1 | 2 | — | — | — | — | 3 | 6 | |
| A | <i>Persea hintonii</i> Allen | — | — | — | 3 | — | 10 | 15 | — | 28 | |
| A | Desconocida 2 | — | — | — | 5 | — | 2 | — | — | 7 | |
| | LEGUMINOSAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Acacia cochliacantha</i> Humb. et Bonpl. ex Willd. | 1 | — | — | — | — | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. et Cham.) Benth. | — | — | — | — | — | 3 | — | — | 3 | |
| A | <i>Calliandra longepedicellata</i> (McVaugh) | Macqueen et H.M.Her. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| A | <i>Calliandra laevis</i> Rose | — | — | 15 | — | — | — | — | — | 15 | |
| A | <i>Diphyesa floribunda</i> Peyr. | 12 | — | — | — | — | 3 | 1 | — | 16 | |
| A | <i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>eriocarpa</i> (Benth.) J.Leon | — | 3 | 5 | 15 | 1 | 25 | 12 | 17 | 78 | |
| A | <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. | — | — | — | — | 4 | 5 | — | 11 | 20 | |
| A | <i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier | — | 16 | — | — | 29 | — | — | 24 | 69 | |
| | MAGNOLIACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Magnolia iltisiana</i> A.Vázquez | 1 | 5 | 3 | 18 | 1 | 2 | — | — | 30 | |
| | MALPIGHIAEAE | | | | | | | | | | |
| A | Desconocida 3 | — | — | — | — | 1 | — | — | — | 1 | |
| | MELASTOMATACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Conostegia xalapensis</i> (Humb. et Bonpl.) D.Don | 31 | 11 | 12 | 4 | — | 23 | 33 | — | 114 | |
| | MELIACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Guarea glabra</i> Vahl | — | 32 | 9 | — | 63 | — | — | 29 | 133 | |
| A | <i>Trichilia havanensis</i> Jacq. | 1 | 3 | — | — | 1 | — | 1 | 1 | 7 | |
| | MONIMIACEA | | | | | | | | | | |
| S | <i>Siparuna andina</i> (Tul.) A.D.C. | — | 47 | 12 | — | 1 | 1 | 1 | 15 | 77 | |
| | MORACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol. | 1 | 7 | 1 | 3 | — | 2 | — | 15 | 29 | |
| A | <i>Ficus insipida</i> Willd. | — | 1 | 4 | — | 1 | — | — | 3 | 9 | |
| A | <i>Ficus</i> sp. nov. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 | |
| A | <i>Ficus velutina</i> Humb. et Bonpl. ex Willd. | — | 3 | — | — | — | — | — | — | 3 | |
| A | <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb. | — | — | — | — | 8 | — | — | 1 | 9 | |
| | MYRSINACEAE | | | | | | | | | | |
| A | <i>Ardisia compressa</i> Kunth | — | 5 | 8 | — | 34 | — | — | 50 | 97 | |

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

Cuadro 1. Continuación

| FV | Especie | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII | ET | Total |
|----------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| A | <i>Ardisia revoluta</i> Kunth | — | — | — | — | 4 | — | — | — | 4 |
| A | <i>Myrsine myricoides</i> Lundell | 9 | — | 1 | — | — | — | — | — | 10 |
| | OLACACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Schoepfia vacciniflora</i> Planch. ex Hemsl. | 16 | — | 3 | 2 | — | — | — | — | 21 |
| | OLEACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. | 2 | — | — | 1 | 3 | — | — | — | 6 |
| | OPILIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl. | 4 | — | — | — | — | — | 1 | — | 5 |
| | PIPERACEAE | | | | | | | | | |
| S | <i>Piper villiramulum</i> C.DC. | — | 11 | 12 | 14 | 4 | 5 | — | 9 | 55 |
| | ROSACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Prunus brachybotrya</i> Zucc. | — | — | 4 | — | — | — | — | — | 4 |
| A | <i>Prunus cortapico</i> Kerber ex Koehne | — | — | 3 | — | — | — | — | — | 3 |
| A | <i>Prunus</i> sp. | — | 2 | 3 | — | — | — | — | — | 5 |
| | RUBIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Gonzalagunia panamensis</i> (Cav.) K. Schum. | — | — | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | — | 9 |
| A | <i>Rondeletia leucophylla</i> Kunth | — | — | — | — | — | 2 | — | — | 2 |
| A | <i>Rondeletia</i> sp. | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 |
| A | <i>Sommera grandis</i> (Bartl. ex DC.) Standl. | — | 1 | 2 | — | 4 | 1 | — | 1 | 9 |
| | RUTACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Casimiroa watsonii</i> Engl. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 |
| A | <i>Zanthoxylum mollissimum</i> (Engl.) P.Wilson | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 |
| | SAPINDACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Cupania dentata</i> Sw. | — | — | — | — | 10 | — | — | 12 | 22 |
| | SAPOTACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Sideroxylon portoricense</i> Urb. | — | 2 | 2 | — | 2 | — | — | 1 | 7 |
| | SIMAROUBACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Picramnia</i> sp. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | 2 |
| | SOLANACEAE | | | | | | | | | |
| S | <i>Brachistus stramonifolius</i> (Kunth) Miers | — | — | 1 | — | — | — | — | 3 | 4 |
| A | <i>Cestrum</i> sp. | — | 1 | — | 2 | — | — | 1 | — | 4 |
| S | <i>Cestrum tomentosum</i> L.f. | — | 1 | — | — | — | 5 | — | — | 6 |
| S | <i>Solanum aphyodendron</i> S.Knapp | — | — | 1 | 2 | — | — | — | — | 3 |
| S | <i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp. | — | 1 | 4 | 7 | — | 3 | — | 1 | 16 |
| S | <i>Solanum</i> sp. | — | 4 | 1 | 3 | — | — | — | — | 8 |
| S | <i>Solanum umbellatum</i> Mill. | — | — | 2 | — | — | — | — | — | 2 |
| | STERCULIACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 |
| | STYRACACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Styrax radians</i> P.W.Fritsch. | 74 | 45 | 70 | 49 | 23 | 19 | 45 | 21 | 346 |
| | SYMPLOCACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Symplocos citrea</i> Lex. | 7 | — | — | 1 | — | — | — | — | 8 |
| | THEACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Symplocarpus purpusii</i> (Brandegee) Kobuski | 1 | 3 | — | 21 | 5 | 1 | 3 | 5 | 39 |
| | TILIACEAE | | | | | | | | | |
| S | <i>Triumfetta</i> sp. | — | 3 | 2 | — | — | — | — | 8 | 13 |
| S | <i>Triumfetta paniculata</i> Hook. et Arn. | — | 1 | — | — | — | 1 | — | — | 2 |
| | ULMACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) Leroy | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 |
| A | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | — | 2 | — | — | — | — | — | — | 2 |
| | URTICACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Myriocarpa longipes</i> Liebm. | — | 13 | 84 | — | — | — | — | 10 | 107 |
| S | <i>Myriocarpa</i> sp. | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 |
| S | <i>Phenax</i> sp. | — | 1 | 4 | — | — | — | — | 7 | 12 |
| | VERBENACEAE | | | | | | | | | |
| A | <i>Aegiphila deppeana</i> Steud. | — | — | — | 1 | — | — | — | — | 1 |
| S | <i>Citharexylum mexicanum</i> Moldenke | — | — | 2 | — | — | — | — | 1 | 3 |
| A | <i>Citharexylum mocinianum</i> D.Don | — | — | 3 | — | — | — | — | — | 3 |
| A | <i>Lippia umbellata</i> Cav. | — | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 |
| A | Desconocida 1 | — | — | 1 | — | — | — | — | — | 1 |
| Totales | | 261 | 294 | 333 | 196 | 243 | 208 | 191 | 360 | 2086 |

registraron 101 especies, pertenecientes a 76 géneros y 44 familias. Las familias con más especies fueron: Leguminosae (ocho), Fagaceae y Solanaceae (siete cada una), Compositae, Lauraceae y Moraceae (seis cada una) y Rubiaceae (cuatro). Se encontraron dos registros nuevos para la Sierra de Manantlán, *Alchornea latifolia* (Euphorbiaceae) y *Sapranthus foetidus* (Annonaceae), además de una posible especie nueva de *Ficus* (Moraceae). La mayoría (84%) de las especies registradas se distribuyen exclusiva o preferentemente en el bosque mesófilo de montaña de México.

De las 101 especies registradas, 17 especies estuvieron representadas por más de 30 individuos; ocho por entre 20 y 30; trece por entre 10 y 19; 16 por entre 5 y 9, y 47 especies por menos de cinco individuos. *Aegiphila deppeana* (Verbenaceae), *Fraxinus uhdei* (Oleaceae) y *Schoepfia vacciniflora* (Olacaceae) sobresalieron por su rareza y estuvieron representados por 1, 6 y 21 individuos, respectivamente (cuadro 1). En todas las parcelas se observó que las epífitas eran escasas, lo que es un hecho poco común para el bosque mesófilo de montaña de México. *Celastrus pringlei* Rose, *Smilax spinosa* Mill., *Serjania* sp. y *Toxicodendron radicans* L. fueron algunos de los bejucos más conspicuos.

El total de especies en las dos localidades fue semejante. Ambas compartieron 42 especies, de las cuales 29 fueron exclusivas de El Durazno y 27 de La Pareja. En El Durazno se encontraron 72 especies pertenecientes a 57 géneros y 37 familias; en La Pareja 71 especies, 58 géneros y 35 familias. En El Durazno las familias con mayor número de especies fueron: Solanaceae (seis), Lauraceae, Leguminosae y Moraceae (cinco cada una) y Fagaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Urticaceae y Verbenaceae (tres cada una); los números correspondientes en La Pareja fueron Leguminosae, Fagaceae y Compositae (seis cada una), Lauraceae (cinco), Solanaceae (cuatro) y Moraceae y Rubiaceae (tres cada una). Las familias con más especies en ambas localidades fueron Lauraceae, Solanaceae, Leguminosae, Moraceae y Fagaceae; de éstas, las últimas tres contienen a las especies de mayor importancia estructural en ambas localidades. Familias exclusivas para El Durazno, caracterizadas por estar representadas por una o dos especies y con densidades bajas, fueron: Bignoniaceae,

Burseraceae, Caprifoliaceae, Icacinaceae, Rosaceae, Simaroubaceae y Symplocaceae, mientras que las correspondientes para La Pareja fueron: Actinidiaceae, Annonaceae, Chrysobalanaceae, Malpighiaceae, Sapotaceae y Sterculiaceae.

Géneros exclusivos para El Durazno fueron *Aegiphila*, *Calatola*, *Gymnanthes*, *Myrsine*, *Oreopanax*, *Perrottetia*, *Prunus*, *Trema* y *Zanthoxylum*; para La Pareja fueron *Aphananthe*, *Casimiroa* y *Croton*. Las especies fisonómicamente más importantes en ambas localidades y que además estuvieron presentes en dos o más parcelas por localidad fueron: *Ardisia compressa*, *Cecropia obtusifolia*, *Conostegia xalapensis*, *Ficus insipida*, *Guarea glabra*, *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, *Lonchocarpus salvadorensis*, *Piper villiramulum*, *Quercus uxorius*, *Siparuna andina*, *Styrax radians* y *Xylosma flexuosum*. Las especies con mayor densidad en El Durazno fueron: *Clusia salvinii* (parcelas BNI, ALP y LM), *Magnolia iltisiana* (en las cuatro parcelas), *Myriocarpa longipes* (parcelas BNII y ALP), *Prunus* sp. (parcelas BNII y ALP), *Schoepfia vacciniflora* (parcelas BNI, ALP y LM) y *Zinowiewia concinna* (parcela BNI); mientras que en La Pareja fueron: *Annona reticulata* (en las cuatro parcelas), *Croton draco* (parcelas ASS y ET), *Cupania dentata* (parcelas ASS y ET), *Inga laurina* (parcelas ASS, PMI y ET), *Licania reticulolia* (parcelas ASS y ET), *Persea* sp. (parcelas PMI y PMII), *Quercus* aff. *gentryi* (parcelas PMI, PMII y ET), *Q. magnoliifolia* (parcelas PMI y PMII) y *Trophis racemosa* (parcelas ASS y ET).

El índice de similitud florística entre ambas localidades fue de 58.7%. Los valores de semejanza entre las ocho parcelas variaron entre 17.8 % y 61.9 % (cuadro 2). Las parcelas de La Pareja fueron florísticamente más afines entre sí (32.8 - 61.9%) que las de El Durazno (28.5 - 46.9%). Las parcelas con mayor semejanza entre localidades fueron Barranca de la Nogalera II y El Tigre, mientras que las más diferentes fueron Barranca de la Nogalera I y El Tigre (cuadro 2). Dentro de las localidades, las parcelas de mayor semejanza florística fueron Arroyo de La Sidrita Seca y El Tigre en La Pareja, y Barranca de la Nogalera II y Arroyo La Paloma en El Durazno (cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficiente de similitud florística de Sørensen entre de las ocho parcelas estudiadas. Localidad El Durazno: Barranca de La Nogalera I (BNI), Barranca de La Nogalera II (BNII), Arroyo La Paloma (ALP) y La Magnolia (LM). Localidad La Pareja: Arroyo de La Sidrita Seca (ASS), Puerto Martínez I (PMI), Puerto Martínez II (PMII) y El Tigre (ET).

| Parcelas | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| BNI | — | — | — | — | — | — | — |
| BNII | 32.1 | — | — | — | — | — | — |
| ALP | 28.5 | 46.9 | — | — | — | — | — |
| LM | 37.5 | 38.0 | 38.8 | — | — | — | — |
| ASS | 27.4 | 43.4 | 35.9 | 30.0 | — | — | — |
| PMI | 30.4 | 40.6 | 30.1 | 47.2 | 36.0 | — | — |
| PMII | 38.3 | 31.7 | 25.0 | 39.3 | 35.4 | 52.6 | — |
| ET | 17.8 | 56.7 | 45.7 | 38.7 | 61.9 | 49.1 | 32.8 |

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

Análisis estructural. Los cuadros 3 y 4 muestran los atributos estructurales de las cinco especies con mayor valor de importancia (VIR) por parcela en cada localidad. Se registraron 2,086 individuos en las ocho parcelas, 1,084 en las parcelas de El Durazno y 1,002 en las de La Pareja. Las densidades por parcela fluctuaron de 197 a 332 en El Durazno y de 36 a 191 en La Pareja. La especie con mayor densidad

en ambas localidades fue *Styrax radians* (n=344) seguida de *Guarea glabra* (n=133), *Conostegia xalapensis* (n=114) y *Myriocarpa longipes* (n=107). *Styrax radians* fue la única especie que se presentó en todas las parcelas, con densidades que variaron entre 19 y 74 individuos en 2,500 m².

De todas las especies registradas, sólo 27 se encontraron entre las de mayor importancia estructural (VIR ≥ 1.0 en al

Cuadro 3. Atributos estructurales de la vegetación en las parcelas de El Durazno. Se muestran sólo las primeras cinco especies con los mayores valores de importancia relativa (VIR) para cada una de las parcelas. La columna P es la posición estructural que ocupa la especie en cada parcela de acuerdo con su VIR; D = densidad; AB = área basal (ha⁻¹), seguidos de sus respectivos valores relativos.

| Especie | Barranca de La Nogalera I | | | | | Barranca de La Nogalera II | | | | | Arroyo La Paloma | | | | | La Magnolia | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------|------|-------|------|------|----------------------------|------|------|-------|------|------------------|----|------|------|-------|-------------|------|-----|------|-------|------|------|------|----|
| | D | (%) | AB | (%) | VIR | P | D | (%) | AB | (%) | VIR | P | D | (%) | AB | (%) | VIR | P | D | (%) | AB | (%) | VIR | P |
| <i>S. radians</i> | 296 | 28.3 | 5.96 | 27.1 | 27.7 | 1 | 180 | 15.3 | 9.08 | 21.3 | 18.3 | 1 | 280 | 21.0 | 5.88 | 9.5 | 15.2 | 2 | 196 | 25.0 | 5.83 | 16.6 | 20.8 | 2 |
| <i>Z. concinna</i> | 224 | 21.5 | 3.52 | 16.0 | 18.7 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>Q. castanea</i> | 40 | 3.8 | 4.12 | 18.7 | 11.3 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| <i>C. xalapensis</i> | 124 | 11.9 | 1.16 | 5.3 | 8.6 | 4 | 44 | 3.7 | 0.34 | 0.8 | 3.3 | 14 | 48 | 3.6 | 0.22 | 0.4 | 2.0 | 11 | 16 | 2.0 | 0.09 | 0.2 | 1.1 | 11 |
| <i>Q. uxoris</i> | 28 | 2.7 | 2.88 | 13.1 | 7.9 | 5 | 4 | 0.3 | 0.01 | 0.0 | 0.2 | 31 | 40 | 3.0 | 6.39 | 10.3 | 6.6 | 4 | — | — | — | — | — | — |
| <i>M. iltisiana</i> | 4 | 0.4 | 0.52 | 2.4 | 1.4 | 13 | 20 | 1.7 | 10.36 | 24.3 | 13.0 | 2 | — | — | — | — | — | 72 | 9.2 | 2.66 | 7.6 | 8.4 | 4 | |
| <i>S. andina</i> | — | — | — | — | — | — | 188 | 16.0 | 0.96 | 2.2 | 9.1 | 3 | 48 | 3.6 | 0.34 | 0.5 | 2.1 | 9 | — | — | — | — | — | — |
| <i>C. prunifolia</i> | — | — | — | — | — | — | 172 | 15.0 | 0.39 | 0.9 | 7.9 | 4 | 28 | 2.1 | 0.1 | 0.1 | 1.1 | 19 | 12 | 1.5 | 0.01 | 0.03 | 0.8 | 15 |
| <i>G. glabra</i> | — | — | — | — | — | — | 128 | 10.9 | 1.69 | 4.0 | 7.4 | 5 | 36 | 2.7 | 0.52 | 0.8 | 1.7 | 14 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Ficus</i> sp. nov. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | 0.3 | 27.81 | 44.7 | 22.5 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| <i>M. longipes</i> | — | — | — | — | — | — | 52 | 4.4 | 0.12 | 0.3 | 2.3 | 12 | 352 | 26.4 | 1.28 | 2.1 | 14.2 | 3 | — | — | — | — | — | — |
| <i>P. brachybotrya</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 16 | 1.2 | 5.26 | 8.5 | 4.8 | 5 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Q. aff. gentryi</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 36 | 4.6 | 16.92 | 48.2 | 26.4 | 1 | |
| <i>S. purpusii</i> | 4 | 0.4 | 0.16 | 0.7 | 0.6 | 14 | 12 | 1.0 | 2.32 | 5.4 | 3.2 | 8 | — | — | — | — | — | 84 | 10.7 | 3.45 | 9.8 | 10.3 | 3 | |
| <i>C. rosei</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 60 | 7.6 | 2.69 | 7.7 | 7.7 | 5 | |
| Total | 1044 | — | 22.00 | — | — | — | 1176 | — | 42.66 | — | — | — | 1332 | — | 62.20 | — | — | 784 | — | 35.10 | — | — | — | |

Cuadro 4. Atributos estructurales de la vegetación en las parcelas de La Pareja. Se muestran sólo las primeras cinco especies con los mayores valores de importancia relativa (VIR) para cada una de las parcelas. La columna P = posición estructural que ocupa la especie en cada parcela de acuerdo con su VIR; D = densidad; AB = área basal (ha⁻¹) seguidos de sus respectivos valores relativos.

| Especie | Arroyo de La Sidrita Seca | | | | | Puerto Martínez I | | | | | Puerto Martínez II | | | | | El Tigre | | | | | | | | |
|---|---------------------------|------|-------|------|------|-------------------|-----|------|-------|------|--------------------|---|-----|------|-------|----------|------|-----|------|------|-------|------|------|----|
| | D | DR | AB | ABR | VIR | P | D | DR | AB | ABR | VIR | P | D | DR | AB | ABR | VIR | P | D | DR | AB | ABR | VIR | P |
| <i>G. glabra</i> | 252 | 25.9 | 2.84 | 9.0 | 17.5 | 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 116 | 8.1 | 0.64 | 1.7 | 4.9 | 8 | |
| <i>L. salvadorensis</i> | 116 | 11.9 | 6.44 | 20.4 | 16.2 | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 96 | 6.8 | 4.38 | 11.3 | 9.0 | 3 | |
| <i>S. radians</i> | 92 | 9.5 | 4.77 | 15.1 | 12.3 | 3 | 76 | 9.1 | 1.96 | 6.2 | 7.7 | 4 | 180 | 23.6 | 5.09 | 19.7 | 21.6 | 1 | 84 | 5.8 | 1.28 | 3.3 | 4.5 | 9 |
| <i>Q. uxoris</i> | 16 | 1.6 | 6.07 | 19.3 | 10.5 | 4 | — | — | — | — | — | — | 28 | 3.7 | 1.18 | 4.6 | 4.1 | 8 | — | — | — | — | — | — |
| <i>A. compressa</i> | 136 | 14.0 | 0.65 | 2.1 | 8.0 | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 200 | 13.9 | 0.97 | 2.5 | 8.2 | 5 | |
| <i>Q. magnoliifolia</i> | — | — | — | — | — | — | 220 | 26.4 | 9.36 | 29.9 | 28.3 | 1 | 84 | 11.0 | 8.07 | 31.2 | 21.1 | 2 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Q. aff. gentryi</i> | — | — | — | — | — | — | 108 | 13.0 | 11.71 | 37.4 | 25.3 | 2 | 28 | 3.7 | 2.73 | 10.6 | 7.1 | 5 | 4 | 0.3 | 2.37 | 6.1 | 3.2 | 10 |
| <i>I. vera</i> subsp. <i>eriocarpa</i> | 4 | 0.4 | 0.40 | 1.3 | 0.8 | 18 | 100 | 12.0 | 4.73 | 15.1 | 13.6 | 3 | 48 | 6.3 | 1.34 | 5.2 | 5.7 | 6 | 68 | 4.7 | 5.10 | 13.2 | 8.9 | 4 |
| <i>C. xalapensis</i> | — | — | — | — | — | — | 92 | 11.1 | 0.26 | 0.8 | 5.9 | 5 | 132 | 17.3 | 0.99 | 3.8 | 10.5 | 3 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Q. castanea</i> | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 12 | 1.6 | 3.53 | 13.6 | 7.6 | 4 | — | — | — | — | — | — |
| <i>Ficus insipida</i> | 4 | 0.4 | 0.03 | 0.1 | 0.2 | 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 12 | 0.8 | 12.15 | 31.4 | 16.1 | 1 |
| <i>C. draco</i> | 12 | 1.2 | 0.01 | 0.0 | 0.6 | 21 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 276 | 19.2 | 1.01 | 2.6 | 10.9 | 2 | |
| Total | 972 | — | 31.51 | — | — | — | 832 | — | 31.3 | — | — | — | 764 | — | 25.87 | — | — | — | 1440 | — | 38.71 | — | — | — |

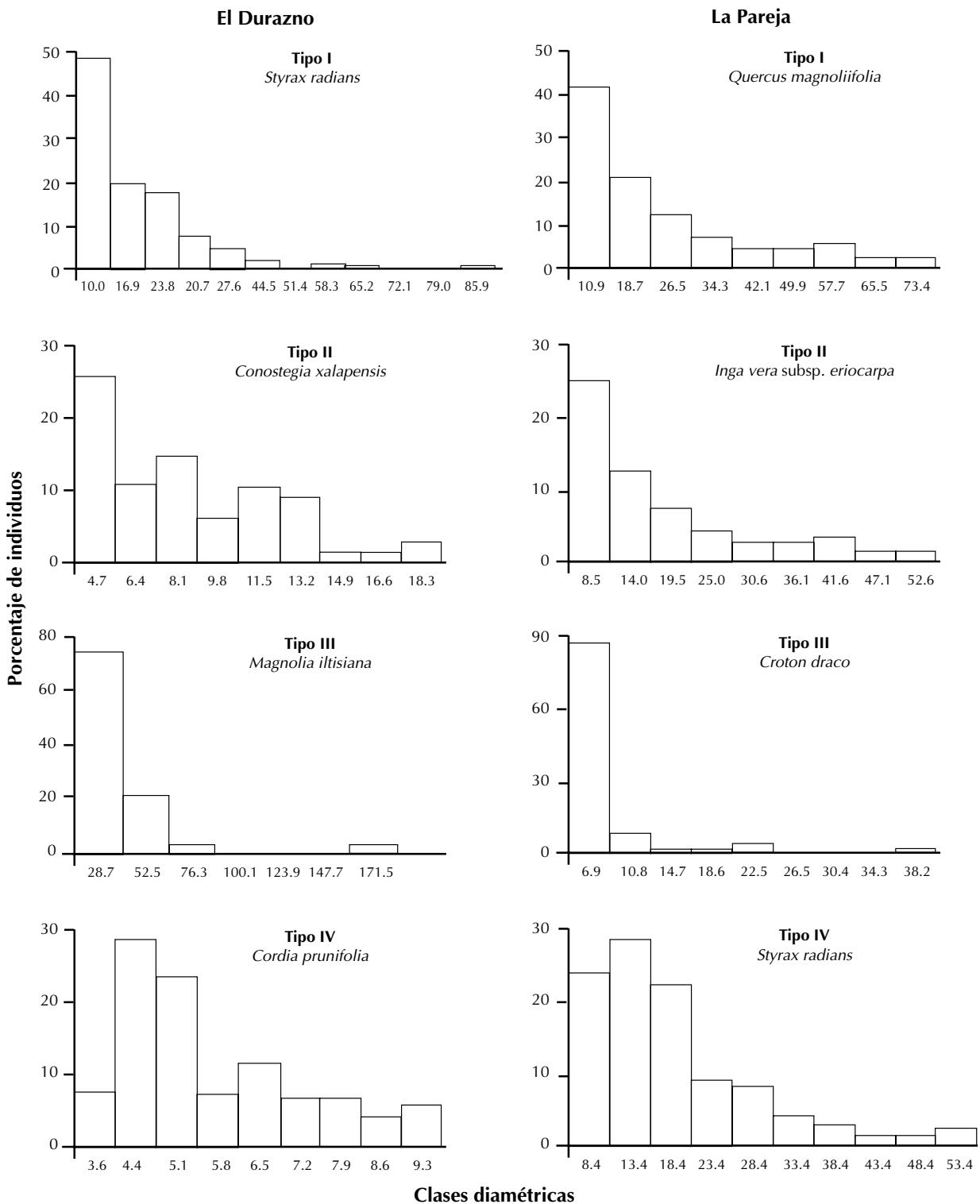


Figura 2. Patrones de estructura poblacional basado en clases diamétricas de algunas de las especies más importantes en las localidades El Durazno y La Pareja.

menos una parcela); 15 lo fueron para las parcelas de El Durazno (cuadro 3) y 12 para las de La Pareja (cuadro 4). En El Durazno *Styrax radians* fue la especie más importante en dos parcelas por sus elevadas densidad y área basal, y segunda en las otras dos por su alta densidad (cuadro 3). La segunda posición estructural la ocuparon *Zinowiewia concinna* y *Conostegia xalapensis* (cuadro 3). En cambio, en La Pareja *S. radians* fue la especie más importante en sólo una de las parcelas, en virtud de su elevada densidad y área basal; fue tercera y cuarta en dos, debido a su baja densidad y moderada área basal, pero novena en la restante debido a su baja densidad y muy baja área basal (cuadro 4). La segunda posición en las tres parcelas restantes correspondió a *Lonchocarpus salvadorensis*, *Quercus* aff. *gentryi*, *Q. magnoliifolia* y *Croton draco*. La tercera posición perteneció a especies cuyo VIR fluctuó entre 9.1 y 14.2%, mientras que en El Durazno esa posición la ocuparon especies con VIR entre 9 y 13.6%.

Se registraron 51 especies (50%) con densidades de cinco o menos individuos en las ocho parcelas. Las densidades más bajas fueron para 21 especies con un individuo, 14 especies con dos, seis con tres, siete con cuatro y tres con cinco. Entre ellas están: *Aegiphila deppeana* (n=1), *Beilschmiedia manantlanensis* (n=2), *Citharexylum mexicanum* (n=3), *Prunus brachybotrya* (n=4) y *Oreopanax peltatus* (n=5).

Estructuras poblacionales. Con base en la distribución por categorías diamétricas de las especies estructuralmente más importantes, se distinguieron cuatro patrones de estructura poblacional (figura 2). El patrón de estructura poblacional tipo I agrupó a especies con una elevada proporción de individuos en las clases más pequeñas, con una disminución gradual hacia las clases diamétricas mayores. De acuerdo con Bongers *et al.* (1988), las especies en este patrón presentan una buena reproducción, así como establecimiento e incorporación natural continuos. En El Durazno este patrón lo presentaron *Myriocarpa longipes*, *Styrax radians* y *Symplococarpon purpusii*, y en La Pareja *Conostegia xalapensis* y *Quercus magnoliifolia*. El patrón tipo II se caracterizó por la presencia de una proporción relativamente alta de individuos en la primera clase diamétrica y una distribución irregular de individuos en las clases restantes. En El Durazno este patrón lo presentaron *Conostegia xalapensis* y *Quercus uxoris* y en La Pareja *Inga laurina* e *Inga vera* subsp. *eriocarpa*. El patrón tipo III presentó una elevada proporción de individuos en la primera clase diamétrica, una menor proporción en la clase siguiente y una proporción muy reducida o nula en una o más de las categorías diamétricas mayores. En El Durazno *Magnolia iltisiana* y *Zinowiewia concinna*, y en La Pareja *Cecropia obtusifolia*, *Croton draco* y *Quercus* aff. *gentryi* presentaron este patrón. El patrón tipo IV se caracterizó por la presencia de bajos porcentajes de individuos en la clase diamétrica más pequeña, incrementos en las intermedias y una disminución gradual

en las categorías diamétricas grandes. Las especies que presentaron este patrón fueron *Cordia prunifolia* en El Durazno y *Ardisia compressa*, *Guarea glabra*, *Siparuna andina* y *Styrax radians* en La Pareja (figura 2).

Estructura vertical. El bosque alcanza alturas de entre 22 y 26 m. En el dosel se distinguieron cinco estratos: el estrato arbóreo, que se dividió en alto, mediano y bajo, el estrato arbustivo y el herbáceo. El estrato arbóreo alto estuvo constituido por individuos con alturas mayores de 24 m, con doseles muy dispersos, espacialmente discretos y con pocas especies. En él se registraron sólo 13 individuos en las dos hectáreas, equivalentes a menos de 1% del total. Algunas especies en este estrato fueron *Ficus insipida*, *Ficus* sp. nov., *Magnolia iltisiana*, *Quercus* aff. *gentryi*, *Q. uxoris* y *Zinowiewia concinna*, las cuales alcanzaron alturas de hasta 35 m. El estrato arbóreo medio lo constituyeron árboles de entre 16 y 24 m de altura; en él se registraron 153 individuos (7.3% del total). Las especies más frecuentes en este estrato fueron *Alchornea latifolia*, *Cecropia obtusifolia*, *Clethra rosei*, *Croton draco*, *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, *Persea* sp., *Quercus magnoliifolia*, *Symplococarpon purpusii* y *Styrax radians*. El estrato arbóreo bajo, formado por árboles de 8 a 16 m, incluyó 553 árboles equivalentes a 26.5% del total de individuos censados. Este estrato estuvo constituido por una mezcla densa de copas de muchas especies, entre las cuales sobresalieron las de *Cordia prunifolia* y *Guarea glabra*. En los perfiles diagramáticos (figuras 3 y 4), se presenta la distribución horizontal y vertical de algunas de las especies importantes dentro de cada parcela.

El estrato arbustivo, con hasta 8 m de altura, resultó ser muy diverso e incluyó 1,366 individuos, es decir, 65.5% del total de individuos censados. Las especies con mayores densidades fueron *Ardisia compressa*, *Clusia salvini*, *Cordia prunifolia*, *Myriocarpa longipes*, *Piper villiramulum*, *Siparuna andina*, *Solanum schlechtendalianum* y *Sommera grandis*. El estrato herbáceo estuvo compuesto por *Asplenium mypteron* Fée, *Begonia heracleifolia* Schlechl. et Cham., *Crotalaria bupleurifolia* Schlechl. et Cham., *C. longirostrata* Hook. et Arn., *C. quercketorum* Brandegee, *Digitaria curtigluma* Hitchc., *Elaphoglossum erinaceum* (Fée) Moore, *Panicum albomaculatum* Scribn., *Pityrogramma tartarea* (Cav.) Maxon y *Selaginella porphyrospora* A. Braun.

La estratificación del bosque, en su conjunto y por localidad, resultó ser función de las especies más importantes en cada una de las parcelas. El mayor número de individuos estuvo concentrado en las dos primeras clases de altura, con una tendencia a disminuir hacia las clases mayores (figura 5). En El Durazno las especies características del estrato arbóreo alto y mediano fueron *Calatola laevigata*, *Ficus* sp. nov., *Gymnantes riparia*, *Magnolia iltisiana* y *Zinowiewia concinna*, y en los estratos inferiores *Calliandra laevis*, *Clusia salvini*, *Myriocarpa longipes* y *Schoepfia vacciniflora*. Las especies representativas en los estratos mediano y alto en La

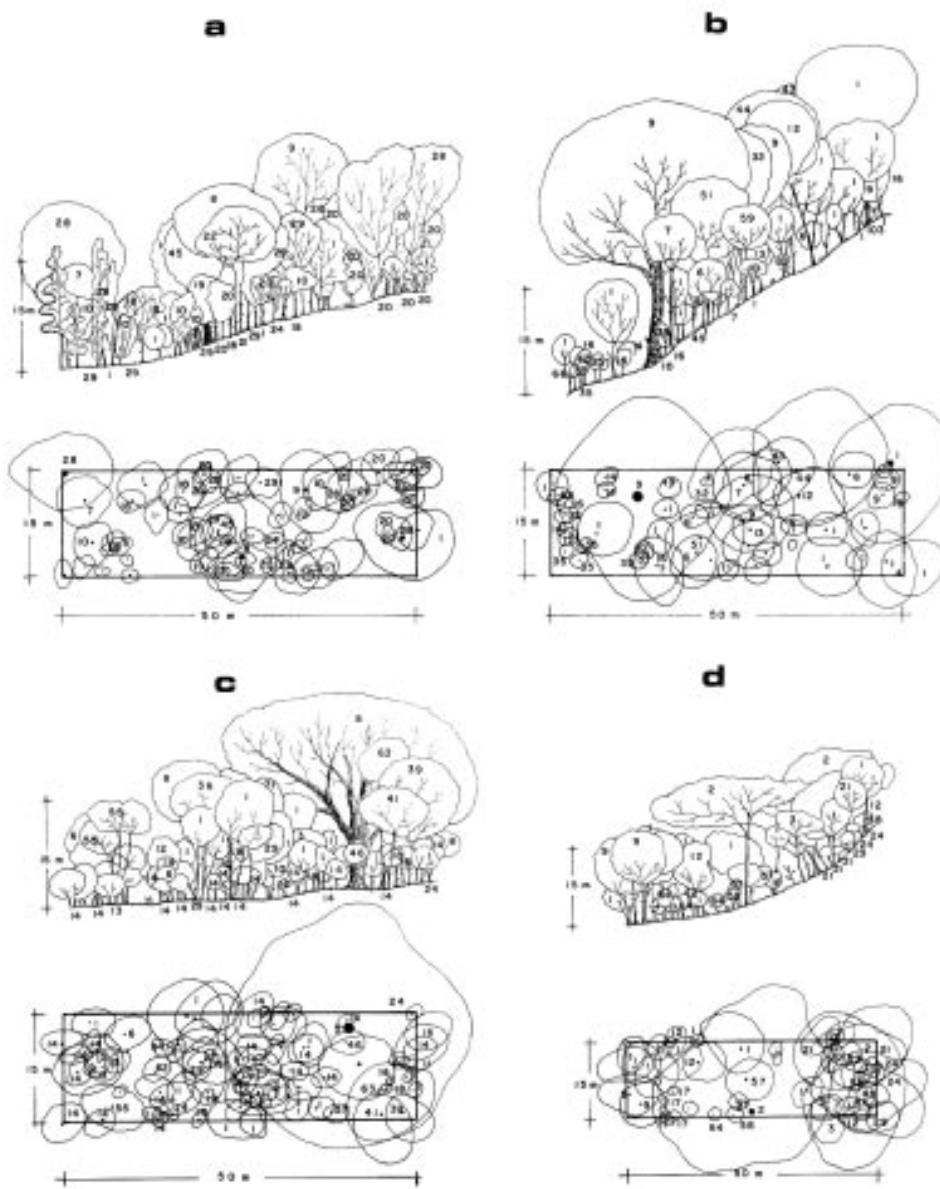


Figura 3. Perfiles diagramáticos de las parcelas en El Durazno. Los números corresponden a las especies en las parcelas.

- a) Barranca de La Nogalera I: 1) *Styrax radians*, 7) *Lonchocarpus salvadorensis*, 8) *Quercus uxorii*, 9) *Magnolia ilitziana*, 10) *Conostegia xalapensis*, 18) *Xylosma flexuosum*, 19) *Cecropia obtusifolia*, 20) *Zinnowiewia concinna*, 23) *Trichilia havanensis*, 24) *Clusia salvini*, 28) *Quercus castanea*, 29) *Schoepfia vacciniflora*, 39) *Diphyesa floribunda*, 45) *Myrsine myricoides*.
- b) Barranca de La Nogalera II: 1) *Styrax radians*, 6) *Guarea glabra*, 7) *Lonchocarpus salvadorensis*, 9) *Magnolia ilitziana*, 10) *Conostegia xalapensis*, 12) *Symplococarpon purpusii*, 13) *Ardisia compressa*, 14) *Myriocarpa longipes*, 16) *Cordia prunifolia*, 18) *Xylosma flexuosum*, 32) *Prunus* sp., 35) *Podachaenium eminens*, 42) *Solanum schlechtendalianum*, 43) *Sideroxylon* sp., 44) *Casearia arguta*, 49) *Trichilia havanensis*, 51) *Trophis racemosa*, 59) *Gymnanthes riparia*, 66) *Cestrum tomentosum*, 103) *Rondeletia* sp.
- c) Arroyo La Paloma: 1) *Styrax radians*, 3) *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, 5) *Ficus* sp. nov., 6) *Guarea glabra*, 8) *Quercus uxorii*, 10) *Conostegia xalapensis*, 11) *Ficus insipida*, 14) *Myriocarpa longipes*, 15) *Siparuna andina*, 18) *Xylosma flexuosum*, 23) *Inga laurina*, 24) *Clusia salvini*, 26) *Solanum schlechtendalianum*, 29) *Schoepfia vacciniflora*, 34) *Prunus brachybotrya*, 36) *Cecropia obtusifolia*, 39) *Calliandra laevis*, 41) *Prunus cortapico*, 46) *Nectandra* sp., 49) *Trichilia havanensis*, 55) *Citharexylum mocinnii*, 57) *Symplocos citrea*, 62) *Sideroxylon* sp., 63) Desconocida 1, 71) *Bursera grandifolia*, 94) *Myriocarpa* sp.
- d) La Magnolia: 1) *Styrax radians*, 2) *Quercus* aff. *gentryi*, 3) *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, 9) *Magnolia ilitziana*, 10) *Conostegia xalapensis*, 12) *Symplococarpon purpusii*, 16) *Cordia prunifolia*, 17) *Piper villiramulum*, 21) *Clethra rosei*, 24) *Clusia salvini*, 29) *Schoepfia vacciniflora*, 48) *Fraxinus uhdei*, 57) *Symplocos citrea*, 58) *Solanum* sp., 64) *Solanum aphyodendron*, 97) *Viburnum hartwegii*.

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

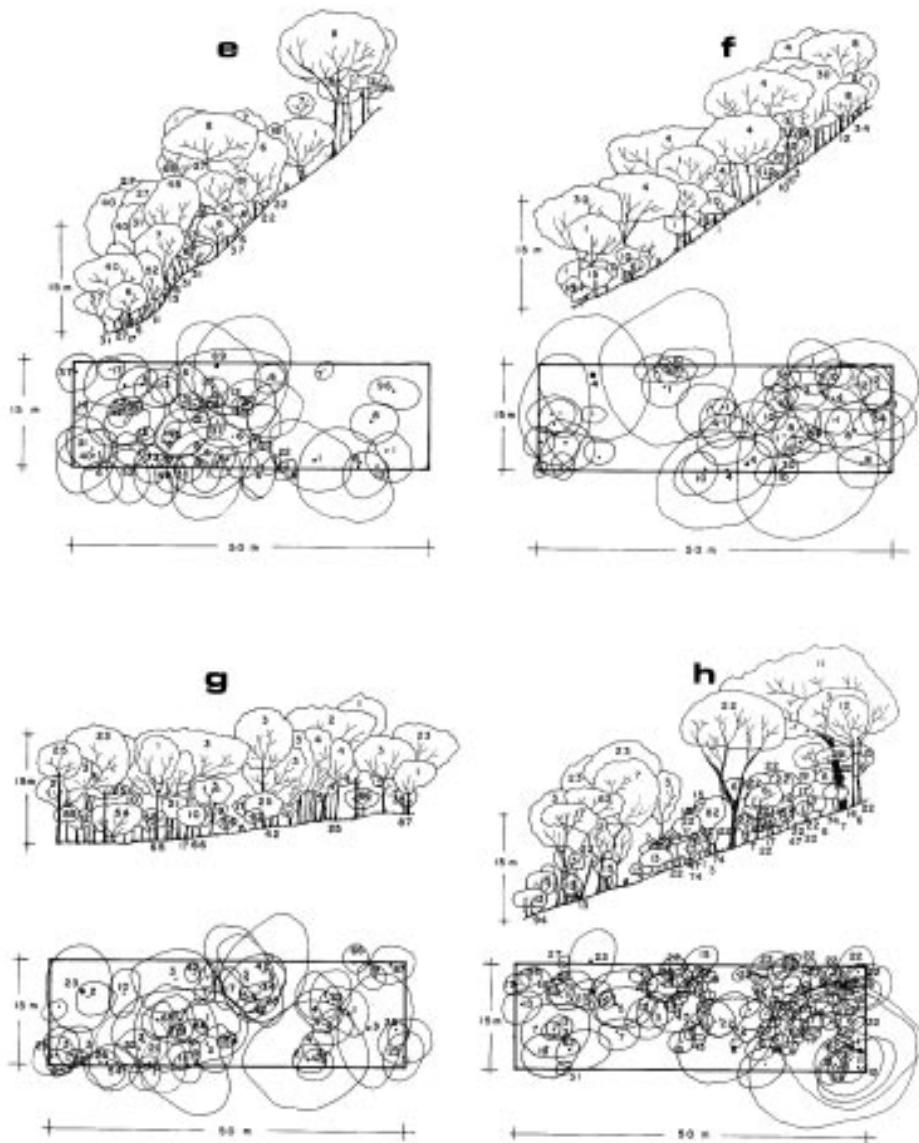


Figura 4. Perfiles diagramáticos de las parcelas en La Pareja. Los números corresponden a las especies en las parcelas.

e) Arroyo de La Sidrita Seca: 1) *Styrax radians*, 6) *Guarea glabra*, 7) *Lonchocarpus salvadorensis*, 8) *Quercus uxorii*, 11) *Ficus insipida*, 12) *Symplococarpon purpusii*, 13) *Ardisia compressa*, 17) *Piper villiramulum*, 18) *Xylosma flexuosum*, 22) *Croton draco*, 27) *Licania retifolia*, 31) *Cupania dentata*, 37) *Annona reticulata*, 40) *Trophis racemosa*, 46) *Sapranthus foetidus*, 48) *Fraxinus uhdei*, 52) *Sommera grandis*, 69) *Alchornea latifolia*, 81) *Beilschmiedia manantlanensis*, 96) *Quercus excelsa*.

f) Puerto Martínez II: 1) *Styrax radians*, 3) *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, 4) *Quercus magnoliifolia*, 8) *Quercus uxorii*, 10) *Conostegia xalapensis*, 12) *Symplococarpon purpusii*, 15) *Siparuna andina*, 30) *Quercus castanea*, 34) *Diphysa floribunda*, 61) *Oreopanax peltatus*, 68) *Eupatorium quadrangulare* y 86) *Stemmadenia tomentosa*.

g) Puerto Martínez I: 1) *Styrax radians*, 2) *Quercus aff. gentryi*, 3) *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, 4) *Quercus magnoliifolia*, 10) *Conostegia xalapensis*, 12) *Symplococarpon purpusii*, 17) *Piper villiramulum*, 19) *Cecropia obtusifolia*, 21) *Clethra rosei*, 23) *Inga laurina*, 25) *Persea* sp., 26) *Solanum schlechtendalianum*, 34) *Diphysa floribunda*, 35) *Podachaenium eminens*, 52) *Sommera grandis*, 54) *Gonzalagunia panamensis*, 65) *Lauraceae*, 66) *Cestrum tomentosum*, 85) *Rondeletia leucophylla* y 87) *Triumfetta paniculata*.

h) El Tigre: (1) *Styrax radians*, (3) *Inga vera* subsp. *eriocarpa*, (6) *Guarea glabra*, (7) *Lonchocarpus salvadorensis*, (11) *Ficus insipida*, (12) *Symplococarpon purpusii*, (13) *Ardisia compressa*, (14) *Myriocarpa longipes*, (15) *Siparuna andina*, (16) *Cordia prunifolia*, (17) *Piper villiramulum*, (19) *Cecropia obtusifolia*, (21) *Clethra rosei*, (22) *Croton draco*, (23) *Inga laurina*, (31) *Cupania dentata*, (38) *Sapranthus foetidus*, (47) *Triumfetta* sp., (49) *Trichilia havanensis*, (62) *Sideroxylon* sp., (74) *Brachistus stramonifolius* y (82) *Sauraia serrata*.

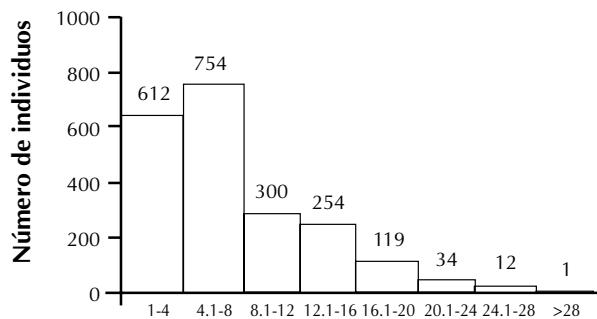


Figura 5. Estructura vertical del bosque mesófilo de montaña de El Durazno y La Pareja.

Pareja fueron *Lonchocarpus salvadorensis*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. aff. gentryi* y *Trophis racemosa*, mientras que para el estrato bajo fueron *Annona reticulata*, *Ardisia compressa*, *Croton draco*, *Cupania dentata*, *Licania retifolia* y *Sapranthus foetidus*.

La distribución vertical por clases de altura en las parcelas exhibió dos patrones generales. En el primero, la primera clase de altura ($\text{individuos} \leq 4 \text{ m}$) de la distribución de frecuencias presentó la máxima proporción de individuos, reduciéndose ésta hacia clases de alturas mayores. Este patrón se presentó en una parcela de El Durazno (Barranca de La Nogalera I) y en tres de La Pareja (Puerto Martínez I, Puerto Martínez II y El Tigre; figura 6). El segundo patrón presentó una distribución de frecuencias unimodal y sesgado a la izquierda, con una baja proporción de árboles en la primera categoría de altura ($\leq 4\text{m}$), una proporción máxima concentrada en la segunda clase –constituida por individuos de 4.1 a 8 m de altura–, y un decremento progresivo hacia las clases de altura restantes. Este tipo de patrón se presentó en

tres parcelas de El Durazno (Barranca de La Nogalera II, Arroyo La Paloma y La Magnolia) y en una de La Pareja (Arroyo de La Sidrita Seca; figura 6).

Diversidad de especies. El cuadro 5 muestra los valores de diversidad de especies de Shannon-Wiener, de Simpson y α de Fisher para las ocho parcelas de estudio, agrupadas por sitio. Los valores más bajos de diversidad correspondieron a la parcela Barranca de la Nogalera I y a Puerto Martínez I, mientras que los valores máximos correspondieron a Arroyo La Paloma y El Tigre en El Durazno y La Pareja, respectivamente. En El Durazno se presentaron las parcelas con los valores máximo y mínimo entre las ocho censadas (cuadro 5). Destacó además que no se registraron diferencias significativas en diversidad de especies ($p > 0.05$) entre pares de parcelas dentro de localidades, con excepción de las parcelas Barranca de la Nogalera I en El Durazno y de El Tigre en La Pareja (cuadro 6). Estas diferencias fueron consistentes al comparar el valor de la diversidad, independiente del índice usado en la comparación (cuadro 5); sin embargo, con el índice α de Fisher tales diferencias fueron más evidentes (cuadro 6). El cuadro 7 muestra una comparación de la diversidad de especies de nueve estudios para los que se presentaron datos de densidad y riqueza de especies en áreas de diferente tamaño. Nótese que el tamaño del área muestreada varió desde 0.1 hasta 1.75 ha y que el límite diamétrico inferior también fluctúa entre 1 y 15 cm de DAP. Con excepción de la parcela Barranca de la Nogalera I, los valores de diversidad α de Fisher en las parcelas de El Durazno y La Pareja se encuentran entre los valores de mayor diversidad registrados para los bosques mesófilos de montaña de México, al margen del tamaño del área estudiada (cuadro 7).

Discusión

Composición florística. Los números de familias (44) y géneros (76) registrados en este estudio se asemejan a los consignados por Santiago y Jardel (1993) en la parte alta de

Cuadro 5. Diversidad de especies por parcela dentro de las localidades El Durazno y La Pareja. Los superíndices con la misma letra indican que no hubo diferencias significativas entre pares de parcelas; letras distintas indican la existencia de diferencias significativas entre pares de parcelas dentro de las localidades según la prueba de Solow (1993). El Durazno: Barranca de La Nogalera I (BNI), Barranca de La Nogalera II (BNII), Arroyo La Paloma (ALP) y La Magnolia (LM). La Pareja: Arroyo de La Sidrita Seca (ASS), Puerto Martínez I (PMI), Puerto Martínez II (PMII) y El Tigre (ET).

| Diversidad | El Durazno | | | | La Pareja | | | |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII | ET |
| Shannon (H') | 2.19 ^a | 2.76 ^b | 2.80 ^b | 2.67 ^b | 2.60 ^c | 2.50 ^c | 2.58 ^c | 2.91 ^d |
| Simpson (1/D) | 6.44 ^a | 10.78 ^b | 8.47 ^b | 9.77 ^b | 8.48 ^c | 8.10 ^c | 8.88 ^c | 12.36 ^d |
| Fisher (α) | 4.39 ^a | 10.76 ^b | 13.61 ^b | 8.92 ^b | 9.88 ^c | 8.71 ^c | 9.51 ^c | 10.34 ^c |

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

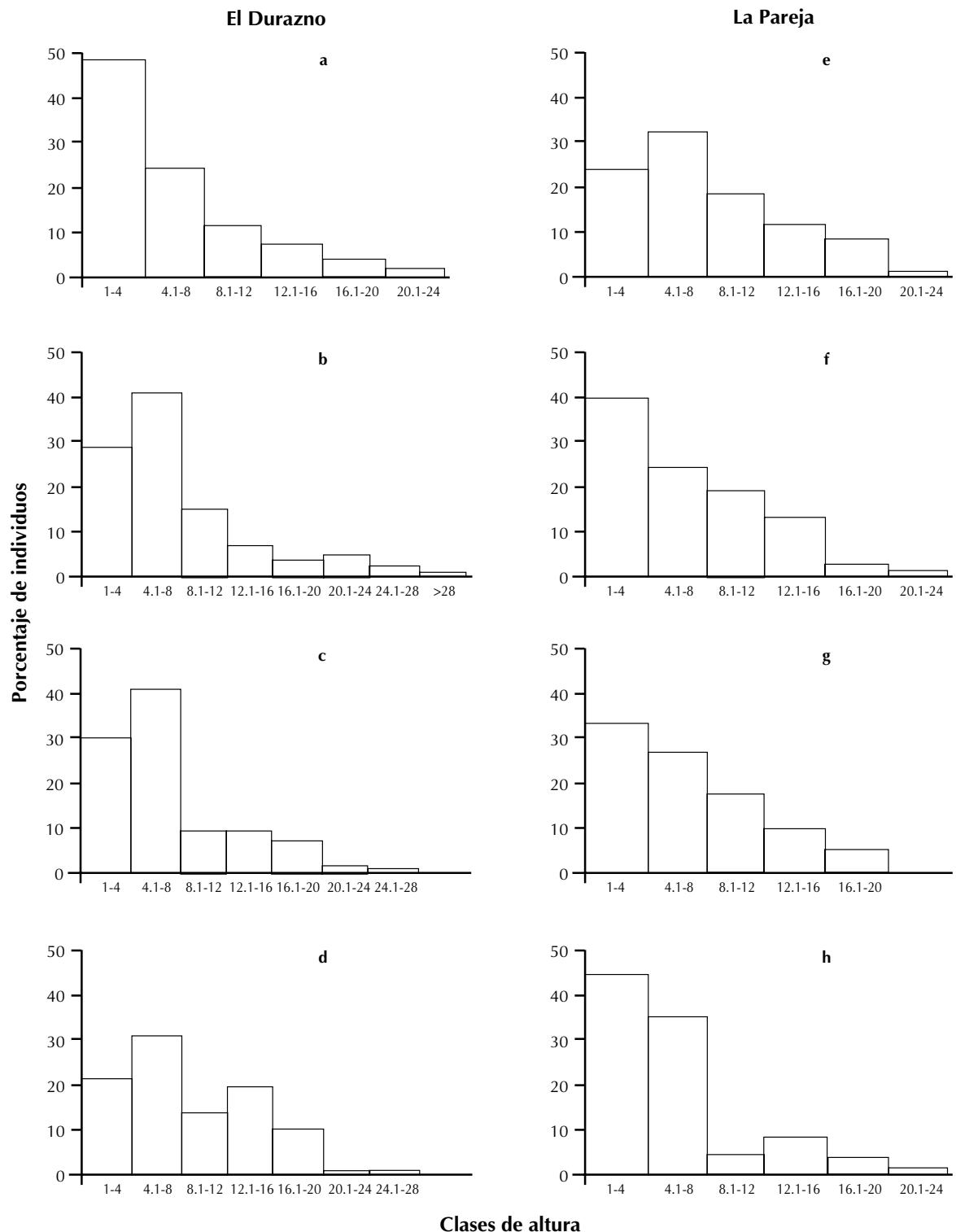


Figura 6. Estructura vertical por parcela. El patrón de distribución de frecuencias progresivamente decreciente se representa por las parcelas: (a) Barranca de La Nogalera I, (f) Puerto Martínez I, (g) Puerto Martínez II y (h) El Tigre. Un patrón unimodal y sesgado a la izquierda está representado por: (b) Barranca de La Nogalera II, (c) Arroyo La Paloma, (d) La Magnolia y (e) Arroyo de La Sidrita Seca.

Cuadro 6. Matriz de diferencias estadísticamente significativas entre pares de parcelas dentro y entre localidades según la prueba de Solow (1993). Los valores arriba y abajo de la diagonal corresponden a la significancia para la diversidad α de Fisher y Shannon-Wiener (H'), respectivamente. Localidad El Durazno: Barranca de La Nogalera I (BNI), Barranca de La Nogalera II (BNII), Arroyo La Paloma (ALP) y La Magnolia (LM). Localidad La Pareja: Arroyo de La Sidrita Seca (ASS), Puerto Martínez I (PMI), Puerto Martínez II (PMII) y El Tigre (ET).

| α | El Durazno | | | | La Pareja | | | |
|----------|------------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|
| | BNI | BNII | ALP | LM | ASS | PMI | PMII | ET |
| BNI | — | <<0.001 | <<0.001 | <0.003 | <0.001 | <0.006 | <0.002 | <<0.001 |
| BNII | <<0.001 | — | 0.21 NS | 0.45 NS | 0.65 NS | 0.34 NS | 0.62 NS | 0.81 NS |
| ALP | <<0.001 | 0.71 NS | — | 0.06 NS | 0.13 NS | 0.06 NS | 0.18 NS | 0.15 NS |
| LM | <<0.001 | 0.49 NS | 0.37 NS | — | 0.72 NS | 0.99 NS | 0.82 NS | 0.51 NS |
| ASS | <<0.001 | 0.19 NS | 0.12 NS | 0.60 NS | — | 0.55 NS | 0.91 NS | 0.79 NS |
| PMI | <0.007 | <0.03 | <0.03 | 0.16 NS | 0.37 NS | — | 0.71 NS | 0.39 NS |
| PMII | <0.003 | 0.18 NS | 0.16 NS | 0.48 NS | 0.82 NS | 0.58 NS | — | 0.72 NS |
| ET | <<0.001 | 0.09 NS | 0.26 NS | <0.05 | <0.004 | <<0.001 | <0.005 | — |

Cuadro 7. Comparación del tamaño de la parcela (ha), densidad (ind. ha⁻¹), riqueza de especies (S) e índice de diversidad (α) de Fisher entre diferentes bosques mesófilos de montaña de México.

| Localidad | Tamaño (ha) | DAP (cm) | Densidad (N) | Riqueza (S) | Fisher (α) | Referencia |
|-----------------------------|-------------|----------|--------------|-------------|---------------------|------------------------------|
| Cuzalapa, Jalisco | 0.25 BNI | ≥ 3 | 261 | 18 | 4.4 | Este trabajo |
| | 0.25 BNII | ≥ 3 | 294 | 36 | 10.8 | |
| | 0.25 ALP | ≥ 3 | 333 | 42 | 13.6 | |
| | 0.25 LM | ≥ 3 | 196 | 27 | 8.9 | |
| | 0.25 ASS | ≥ 3 | 243 | 33 | 9.9 | |
| | 0.25 PMI | ≥ 3 | 208 | 28 | 8.7 | |
| | 0.25 PMII | ≥ 3 | 191 | 29 | 9.5 | |
| | 0.25 ET | ≥ 3 | 360 | 38 | 10.3 | |
| Tiltepec, Oaxaca | 1 | ≥ 3.3 | 1738 | 52 | 10.4 | Arellanes (2000) |
| Carrizal de Bravo, Guerrero | 0.5 G1 | ≥ 1 | 1176 | 27 | 4.9 | Catalán <i>et al.</i> (2003) |
| | 1.0 S1 | ≥ 1 | 1349 | 49 | 10 | |
| | 1.0 S2 | ≥ 1 | 894 | 43 | 9.4 | |
| | 1.75 S2a | ≥ 1 | 2100 | 65 | 12.7 | |
| Omiltemi, Guerrero | 1.0 | ≥ 3.3 | 2 096 | 33 | 5.6 | Meave <i>et al.</i> (1992) |
| Teipan, Oaxaca | 1.0 | ≥ 2.5 | 1035 | 39 | 8.08 | Mejía D. (2003) |
| Gomez Farías, Tamaulipas | 1.0 | ≥ 15 | 1169 | 24 | 4.2 | Puig <i>et al.</i> (1983) |
| Puerto Soledad, Oaxaca | 1.0 | ≥ 3.18 | 505 | 46 | 12.4 | Ruiz-Jiménez (1995) |
| Manantlán, Jalisco | 0.1 S1 | ≥ 5 | 35 | 12 | 5.0 | Santiago y Jardel (1993) |
| | 0.1 S2 | ≥ 5 | 30 | 13 | 5.7 | |
| | 0.1 S3 | ≥ 5 | 54 | 10 | 3.6 | |
| | 0.1 S4 | ≥ 5 | 51 | 19 | 11.2 | |
| | 0.1 S5 | ≥ 5 | 89 | 25 | 11.5 | |
| | 0.1 S6 | ≥ 5 | 64 | 19 | 9.0 | |
| | 0.1 S7 | ≥ 5 | 62 | 14 | 5.7 | |
| | 0.1 S8 | ≥ 5 | 64 | 17 | 7.5 | |
| | 0.1 S9 | ≥ 5 | 83 | 21 | 8.9 | |
| | 0.1 S10 | ≥ 5 | 93 | 11 | 3.2 | |
| | 0.1 S11 | ≥ 5 | 121 | 12 | 3.3 | |
| | 0.1 S12 | ≥ 5 | 112 | 18 | 6.1 | |
| Coacoatzintla, Veracruz | 1 S1 | ≥ 5 | 1497 | 61 | 12.8 | Smith-Portilla (1995) |
| | 1 S2 | ≥ 5 | 896 | 39 | 8.3 | |

BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN LA SIERRA DE MANANTLÁN

la Sierra de Manantlán, lo que puede deberse a la cercanía entre las dos localidades. Sin embargo, de las siete familias con mayor número de especies, sólo Compositae, Fagaceae y Lauraceae fueron comunes a ambos estudios. Leguminosae tuvo más especies en Cuzalapa que en las áreas estudiadas por Santiago y Jardel (1993). Un 70% de los géneros encontrados en esta investigación pertenecen a la flora vascular que Rzedowski (1996) señala como exclusiva del bosque mesófilo de montaña. Las 101 especies registradas representan 18% del número total de especies leñosas del bosque mesófilo de montaña de México (Rzedowski, 1996). Las especies que no son comunes para ambos estudios pudieran deberse a que hay poca información disponible para los bosques mesófilos de montaña de baja altitud, como los de Cuzalapa, y que no fueron incluidas en la publicación de Rzedowski (1996).

De las especies registradas en este estudio, 65 no habían sido mencionadas previamente para el bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán (Muñoz, 1992), lo que incrementa en más del 50% el listado original y sugiere que estas comunidades podrían presentar una elevada diversidad beta característica en este tipo de vegetación (Vázquez-G. y Givnish, 1998; Cuevas 2002). El hallazgo de dos registros nuevos de especies para la Sierra de Manantlán refleja las carencias de conocimiento que todavía existen en el inventario florístico del bosque mesófilo de montaña en Manantlán.

La mezcla de elementos perennifolios y caducifolios es característico del bosque mesófilo de montaña de México. Los elementos caducifolios presentes en Cuzalapa están mejor representados que en el bosque de Gómez Farías (Puig *et al.*, 1983). En Cuzalapa es difícil identificar el período en el que algunas especies caducifolias pierden sus hojas, sobre todo en los árboles altos, debido al tiempo tan corto entre la pérdida y la aparición de follaje nuevo. Esta fenología podría ser resultado de la influencia de inviernos con temperaturas cálidas que favorecen la presencia de follaje por un tiempo más prolongado, así como por la presencia de un mayor número de especies tropicales perennifolias.

La similitud del índice de Sørensen entre El Durazno y La Pareja fue relativamente alto (58.7%), mientras que la semejanza promedio entre las parcelas de cada localidad fue de 37%; aunque los resultados pudieran estar afectados por la distancia geográfica entre las parcelas, las diferencias observadas no se pueden explicar sólo por ese factor. Las condiciones particulares de cada parcela influyen y afectan, en algún grado, las diferencias en composición florística entre parcelas. Por ejemplo, Arroyo de La Sidrita Seca presenta características fisiográficas semejantes a las de El Tigre, y entre ellas hubo 21 especies en común (61.9%). En otras cinco combinaciones se identificaron condiciones semejantes de hábitat, como fue el caso de Puerto Martínez I y Puerto Martínez II, con 15 especies en común y 52.6% de semejanza. En el otro extremo, El Tigre presentó una baja similitud con

Barranca de la Nogalera I. Más que factores fisiográficos y de hábitat, el bajo número de especies compartidas entre estas parcelas parece deberse a los disturbios antropógenos a los que ha estado sometido Barranca de la Nogalera I. La similitud máxima y mínima encontradas en el presente estudio fueron semejantes a las registradas para otros bosques mesófilos de montaña (Santiago y Jardel, 1993; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000).

Estructura. La importancia estructural de *Styrax radians* fue notoria en las parcelas estudiadas. En El Durazno y en La Pareja, uno de cada cuatro y uno de cada diez individuos perteneció a *S. radians*, respectivamente. En ambas localidades la dominancia y la subdominancia estructural de *S. radians* puede atribuirse a una fase sucesional intermedia resultante de los aprovechamientos forestales realizados en la zona hace varias décadas. *Styrax radians* es una especie heliófila, dispersada por aves, cuya regeneración se ve favorecida por la apertura de claros en el dosel en sitios perturbados por aprovechamientos selectivos de árboles. *Magnolia iltisiana* y *Quercus aff. gentryi*, ambas con una importancia estructural alta por sus elevadas áreas basales, y *Q. magnoliifolia* por su elevada densidad y área basal, son especies con tolerancia intermedia a la sombra que además son dispersadas por aves y roedores; en la zona de estudio son típicas de estadios sucesionales intermedios. *Quercus magnoliifolia* y *Q. aff. gentryi* son favorecidas por la orientación de la ladera, en particular en las parcelas Puerto Martínez I y Puerto Martínez II. Las elevadas densidades de *Conostegia xalapensis*, *Cordia prunifolia*, *Guarea glabra*, *Myriocarpa longipes*, *Symplococarpon purpusii* y *Zinowiewia concinna* parecen asociarse a la ganadería, la tala clandestina, los incendios forestales y las crecientes de arroyos. Por otra parte, *Ardisia compressa*, *Croton draco*, *Ficus insipida*, *Guarea glabra*, *Inga vera* subsp. *eriocarpa* y *Lonchocarpus salvadorensis* son especies favorecidas por la pendiente del terreno, la apertura de claros por caída natural de árboles y por su relativa cercanía a los cauces.

La estructura del bosque mesófilo de montaña del área estudiada es la de una zona que fue y continúa siendo objeto de disturbios antropógenos variados y, por consiguiente, con estadios serales entre tempranos a intermedios. En seis de las parcelas las especies estructuralmente importantes son especies intolerantes a la sombra (e.g. *Croton draco*, *Ficus* sp., *Ficus* sp. nov. y *S. radians*). La regeneración de *C. draco* y *S. radians* es abundante; sus tallos tienen DAP pequeños, su madera es ligera o muy ligera, su crecimiento rápido y su longevidad corta; el tamaño de sus semillas o frutos es pequeño, de viabilidad larga o con acervo de semillas en el suelo.

La escasez de epífitas parece confirmar la persistencia de disturbios antropógenos en ambas localidades y no coincide con las observaciones realizadas en otros bosques mesófilos (Rzedowski, 1996; Puig *et al.*, 1983; Meave *et al.*, 1992;

García-Rendón, 1993; Challenger, 1998). Estos autores mencionan que esta sinusia supera, por su importancia numérica, a cualquier otra forma de vida. La abundancia de algunas especies de arbustos, hierbas y enredaderas herbáceas constituye una respuesta numérica y funcional a la alta incidencia de radiación solar en la parte baja del dosel o hasta el piso del bosque, lo que estimula la abundancia de estas formas de vida y hace menos evidente la presencia de epífitas.

Estructuras poblacionales. Las especies estructuralmente importantes en más de una parcela presentaron el patrón de estructura poblacional tipo I. Este patrón sugiere que la incorporación es abundante y en él destacaron *Styrax radians* y *Quercus magnoliifolia*. Los otros tres patrones de estructura poblacional mostraron también una buena proporción de individuos en las clases diamétricas más pequeñas, lo cual sugiere que las parcelas estudiadas sufrieron perturbaciones en tiempos relativamente recientes. En ellas se observaron tocones que atestiguan la extracción clandestina de madera selectiva de diámetros grandes, lo cual favorece la incorporación y la regeneración de avanzada, produciéndose así las estructuras diamétricas observadas. Esto sugiere que estas parcelas se encuentran en distintas fases de recuperación, desde un estadio seral temprano hasta uno intermedio, donde ya se presentan componentes estructurales remanentes de la vegetación madura, como *Magnolia iltisiana*, *Prunus brachybotria*, *P. cortapico*, *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. uxorii*, *Q. magnoliifolia*, y algunas especies de afinidad tropical y típicas del dosel superior como *Ficus* sp., *Lonchocarpus salvadorensis* y *Nectandra aff. salicifolia*. La presencia de algunos individuos de *Cecropia obtusifolia* en los estratos superiores e inferiores del bosque sugiere que el tamaño de los claros que se abrieron en el dosel fueron relativamente grandes, posiblemente mayores de 100 m².

Diversidad de especies. Los índices de diversidad α de Fisher calculados para las parcelas del bosque de Cuzalapa cuentan entre los de más altos, no sólo en la Sierra de Manantlán sino incluso en todo México (Puig *et al.*, 1987; Williams, 1991; Meave *et al.*, 1992; Santiago y Jardel, 1993; Ruiz-Jiménez, 1995; Smith-Portilla, 1995; Arellanes, 2000; Mejía, 2003). Los valores máximos son sólo equiparables con el bosque de Carrizal de Bravo en Guerrero (Catalán *et al.*, 2003). Los bosques de menor diversidad son los de Omiltemi (Meave *et al.*, 1992), El Cielo (Puig *et al.*, 1983) y algunas de las parcelas estudiadas por Santiago y Jardel (1993). La elevada diversidad de especies en las parcelas de Cuzalapa parece estar influenciada, en algún grado, por el contacto con la vegetación de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, y con el bosque de *Quercus*, cuyos componentes se entremezclan y aportan elementos que enriquecen su composición florística. Al respecto, las especies de afinidad tropical dominan el estrato arbóreo medio y bajo, con algunos elementos de origen tropical

asiático como *Cinnamomum*, *Clethra*, *Cleyera*, *Magnolia* y *Meliosma* (Luna *et al.*, 1988; Alcántara y Luna, 1997; Ramírez-Marcial, 2001). En cambio, los elementos de afinidad holártica se presentan de preferencia en los estratos arbóreos medio y alto. En las parcelas estudiadas se observó una tendencia hacia una mayor riqueza de especies tropicales en las de menor altitud, lo cual era de esperarse. Otro factor importante que afecta la diversidad de especies son los disturbios antropogénicos, en virtud de la cercanía de algunas de las parcelas a los poblados en la zona.

Las parcelas Arroyo La Paloma, Barranca de La Nogalera II, El Tigre y Arroyo de La Sidrita Seca fueron las más diversas y las más expuestas a mayor humedad relativa, ya que se localizaron en las partes bajas de barrancas y cerca o bajo la influencia de cauces permanentes. En cambio, La Magnolia, Puerto Martínez I y Puerto Martínez II presentaron una diversidad intermedia. Estas parcelas se presentan en condiciones más secas y estuvieron expuestas tanto a aprovechamientos de madera para postería como a la ganadería. Barranca de La Nogalera I fue la parcela de menor diversidad y la única que difirió significativamente de todas las demás. Esta parcela está muy afectada por la ganadería, la agricultura de milpa y por su cercanía a poblados de la zona. El efecto de estos disturbios antropogénicos influye en cierto grado sobre la riqueza y la diversidad de especies que ahí se registraron.

Conclusiones

El presente estudio incrementó en 65 especies leñosas el listado de especies para la Sierra de Manantlán. Se encontraron además dos registros nuevos y una especie nueva del género *Ficus*. La heterogeneidad en la composición florística de las parcelas y en sus atributos estructurales sugieren que éstas se encuentran en estadios serales que varían de relativamente tempranas a intermedias, con elementos típicos de vegetación madura remanente. La consistencia en la importancia estructural de *Styrax radians* en seis de las ocho parcelas y la codominancia de *Magnolia iltisiana*, *Quercus gentryi* y otras especies de encinos, así como la presencia de especies como *Cecropia obtusifolia*, confirman la propuesta sugerida. A pesar del alto grado de fragmentación del bosque de Cuzalapa, éste presenta una elevada diversidad de especies leñosas en comparación con otros bosques mesófilos de México. En este bosque las perturbaciones antropogénicas debidas a la extracción de maderas de valor económico en décadas pasadas, el clandestinaje actual y las actividades agrícola y ganadera son el denominador común, resultando en un paisaje fragmentado. Sin embargo, los pequeños parches de bosque remanentes en las barrancas y lomeríos de pendientes pronunciadas conservan aún gran parte de la riqueza y diversidad de especies leñosas de la zona.

Agradecimientos

El primer autor agradece al CONACYT el apoyo a través de una beca crédito para realizar sus estudios de Maestría en Ciencias en el Colegio de Postgrados. Fondos adicionales para la escritura de la tesis fueron proporcionados por la SEP mediante el Programa de Mejoramiento de los Profesores. Agradecemos al Ing. Luis Guzmán Hernández y a Ulises Marco Antonio Galván Sánchez su apoyo durante el trabajo de campo.

Literatura citada

- Alcántara A.O. y Luna V.I. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **68**:57-106.
- Arellanes Y. 2000. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 83 pp.
- Bongers F., Popma J., Meave del Castillo J. y Carabias J. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, México. *Vegetatio* **74**:55-80.
- Breedlove E.D. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (México). En: Graham A. Ed. *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*, pp. 149-165, Elsevier, Amsterdam.
- Catalán H.C., López-Mata L. y Terrazas T. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña de Guerrero. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **74** (en prensa).
- Challenger A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México; Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre A.C., México, D.F.
- Colwell R.K. 2000. *EstimateS V6.01b1. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Cuevas G.R. 2002. Análisis de gradientes de la vegetación de la cañada El Tecolote, en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis Doctoral, Colegio de Postgrados, Montecillo, Edo. de Méx., 140 pp.
- Cuevas G.R., Benz B., Jardel E. y Herrera-MacBryde O. 1997. Sierra de Manantlan region and Biosphere Reserve México. En: Davis. S.D., Heywood V.H., Herrera-MacBryde O., Villa-Lobos J. y Hamilton A.C. Eds. *Centres of Plant Diversity: a Guide and Strategy for their Conservation*, pp. 148-152, Volumen 3, The World Wide Fund for Nature, Washington, D.C.
- Fisher R.A., Corbet A.S. y Williams C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* **12**:42-58.
- García-Rendón M. 1993. Vegetación de Omiltemi. En: Luna-Vega I. y Llorente B.J. Eds. *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*, pp. 39-55, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Hamilton L.S., Juvik J.O. y Scatena F.N. 1993. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. En: Hamilton L.S., Juvik J.O. y Scatena F.N. Eds. *Tropical Montane Cloud Forest: Proceedings of an International Symposium*, pp. 1-16, East West Center, Honolulu, Hawaii.
- Hayek C.L.A. y Buzas M. 1997. *Surveying Natural Populations*. Columbia University Press, Nueva York, N.Y.
- Jardel P.E.J., Santiago P.A.L. y Muñoz M.M.E. 1993. El bosque mesófilo de la Sierra de Manantlán. *Tiempos de Ciencia* **30**:20-28.
- Leigh G.E. 1999. *Tropical Forest Ecology: a View from Barro Colorado Island*. Oxford University Press, Nueva York, N.Y.
- Luna I., Almeida L., Villers L. y Lorenzo L. 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., Ocegueda S. y Alcántara O. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* **65**:31-62.
- Meave J., Soto M., Calvo L.M., Paz H. y Valencia S. 1992. Análisis sincirológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **52**:31-77.
- Mejía N.R. 2003. Análisis estructural en una parcela de una hectárea de bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 72 pp.
- Miranda F. y Hernández-X. E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**:29-179.
- Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, Nueva York, N.Y.
- Muñoz-M. M.E. 1992. Distribución de las especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, 102 pp.
- Puig H., Bracho R. y Sosa V. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotica* **8**:339-359.
- Puig H., Bracho R. y Sosa V.J. 1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. En: Puig E. y Bracho R. Eds. *El Bosque Mesófilo de Montaña de Tamaulipas*, pp. 55-79, Instituto de Ecología, México, D.F.
- Ramírez-Marcial N. 2001. Diversidad florística del bosque mesófilo en el norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **69**:63-76.
- Ruiz-Jiménez C.A. 1995. Análisis estructural del bosque mesófilo de la región de Huautla de Jiménez, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 103 pp.
- Ruiz-Jiménez C.A., Meave J. y Contreras-Jiménez J.L. 2000. El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **65**:23-37.

- Rzedowski J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* **5**:5-291.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- Rzedowski J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botanica Mexicana* **35**:25-44.
- Santiago P.A.L. y Jardel P.E.J. 1993. Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. *Biotam* **5**:13-26.
- Smith-Portilla M.A. 1995. La riqueza y la diversidad de la flora arbórea de un bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, bajo dos condiciones distintas de exposición. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 63 pp.
- Solow R.A. 1993. A simple test for change in community structure. *Journal of Animal Ecology* **62**:191-193.
- Vázquez-G. J.A. y Givnish. J.T. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* **86**:999-1020.
- Williams L. G. 1991. Nota sobre la estructura del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña en los alrededores del campamento El Triunfo, Chiapas. *Acta Botanica Mexicana* **13**:1-7.

Fecha de recepción: 6 de febrero de 2002

Versión corregida: 15 de octubre de 2003

Aceptado: 29 de octubre de 2003