

Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México

CESARIO CATALÁN HEVERÁSTICO*
LAURO LÓPEZ-MATA**
TERESA TERRAZAS**

Resumen. Se describe la estructura y composición florística de las especies leñosas del bosque mesófilo de montaña de Carrizal de Bravo, Guerrero, y se compara la similitud florística y diversidad de este bosque con otros equivalentes de México. Se establecieron 17 parcelas de 2500 m² cada una y se censaron, registraron, midieron y determinaron todos los individuos dentro de ellas con diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq 1 cm. El análisis estructural del bosque se basó en los valores de importancia relativos (VIR) de las especies. La diversidad de especies se estimó con los índices de Shannon-Wiener (H') y α de Fisher. Se registraron 5519 individuos de árboles, arbustos y lianas, pertenecientes a 90 especies, 66 géneros y 42 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Compositae, Fagaceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Pinaceae y Solanaceae. El análisis de similitud entre las parcelas reveló la existencia de dos grupos que difieren por la presencia de 24 familias (64 especies); uno localizado en la vertiente del Pacífico y el otro en la Depresión del Balsas. El análisis estructural mostró que *Chiranthodendron pentadactylon* es la especie más importante debido a su elevado valor de área basal relativa, seguida en orden de importancia por *Roldana schaffneri*, *Critonia paneroi*, *Solanum aligerum*, *Abies guatemalensis*, *Quercus rubramenta*, *Oreopanax xalapensis*, *Ocotea chiapensis*, *Croton draco*, *Persea americana*, *Meliosma dentata* y *Cleyera integrifolia*, las cuales definieron el 51% del total del VIR. El área basal total en las 4.25 ha de bosque fue de 232.57 m², equivalente a 54.72 m² ha⁻¹; este valor es similar a los registrados para los bosques de Omiltemi, El Triunfo y el centro de Veracruz. Los valores de los índices de diversidad de especies H' y α de Fisher para las 4.25 ha fueron 3.35 y 15.3, respectivamente. Comparado con otros bosques mesófilos de montaña de México, este bosque es uno de los más diversos del país, solamente superado por el bosque mesófilo de montaña de Cuzalapa en Manantlán, Jalisco.

Palabras clave: México, Shannon-Wiener, α de Fisher, Jaccard, vegetación.

* Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Periférico Poniente s/n Iguala, Guerrero.

** Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados, Km 36.5 carretera México-Texcoco, Montecillo, 56230 Estado de México. lauro@colpos.colpos.mx

Abstract. The structure, floristic composition, and species diversity of woody plants of the cloud forest in Carrizal de Bravo, Guerrerro, was described and compared to other cloud forests of Mexico. In each of the 17 plots of 2500 m², all individuals ≥ 1 cm diameter at breast height (dbh) were recorded, measured in dbh, and determined to species level. Forest structure was based on species relative importance values (RIV) and species diversity was assessed using the Shannon-Wiener (H') and Fisher's α indexes. A total of 5519 individuals of trees, shrubs, and lianas was corded, which belonged to 90 species, 66 genera, and 42 families. The families with larger number of species were Compositae, Fagaceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Pinaceae, and Solanaceae. A similarity analysis among plots revealed the existence of two floristically distinct groups, one located on the Pacific slope and another in the Balsas Basin, which differed by the occurrence of 24 families (64 species). Structural analysis showed that *Chiranthodendron pentadactylon* was the most important species due to its large relative basal area, followed by *Roldana schaffneri*, *Critonia paneroi*, *Solanum aligerum*, *Abies guatemalensis*, *Quercus rubramenta*, *Oreopanax xalapensis*, *Ocotea chiapensis*, *Croton draco*, *Persea americana*, *Meliosma dentata*, and *Cleyera integrifolia*, which together accounted for 51% of RIV. Total basal area was 232.57 m² in the 4.25 ha, or 54.72 m² ha⁻¹, which was a figure similar to those reported for Omiltemi, El Triunfo, and central Veracruz cloud forests. Shannon-Wiener and Fisher's α diversity indexes for the 4.25 ha were 3.35 and 15.3, respectively. This forest, compared to other Mexican cloud forests, is one of the most diverse of the country, only surpassed by that of Cuzalapa from Manantlán, Jalisco.

Key words: México, Shannon-Wiener, Fisher's α index, Jaccard, vegetation.

Introducción

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es uno de los tipos de vegetación florísticamente más ricos y diversos de México (Rzedowski, 1996) y de los más heterogéneos en ambientes y clima (Challenger, 1998). A nivel mundial, el BMM es uno de los 12 principales centros hospederos de recursos genéticos y cultivos (Churchill *et al.*, 1995). Rzedowski (1978) definió al BMM como un tipo de vegetación que se ubica entre los 600 y 2700 m s.n.m., en laderas con pendiente pronunciada y en cañadas protegidas, con frecuentes neblinas y alta humedad atmosférica. En este tipo de vegetación se han realizado investigaciones florísticas y fitogeográficas (Acosta, 1997; Alcántara y Luna, 1997, 2001; Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2001; Lorenzo *et al.*, 1983; Luna *et al.*, 1988, 1989, 1994, 1999, 2000, 2001; Mayorca *et al.*, 1998; Medina *et al.*, 2000; Puig, 1989; Ramírez-Marcial, 2001; Rzedowski, 1991, 1996 y Vázquez-García, 1995, entre otros) y un buen número de trabajos ha abordado el estudio de sus características estructurales (Arellanes, 2000; López, 1995; Lorenzo y Ramírez, 1983; Meave *et al.*, 1992; Puig *et al.*, 1983; Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000; Santiago y

Jardel, 1993; Sánchez, 2002; Smith-Portilla, 1995; Vázquez-García *et al.*, 2000; Williams-Linera, 1991; Williams-Linera *et al.*, 1996). Aunque existe un creciente interés en el estudio de este tipo de vegetación, se han dedicado pocos esfuerzos al análisis comparativo de la vegetación, tanto dentro de una misma localidad como entre sitios previamente estudiados. En este trabajo se describen la estructura, la composición y la diversidad de especies leñosas con base en un muestreo de 4.25 ha de BMM. Además se realizó un análisis de similitud florística entre las 17 parcelas de muestreo y se efectuó una comparación de los atributos estructurales de este bosque con los reportados en estudios similares realizados en México.

Materiales y métodos

Área de estudio

El BMM en el estado de Guerrero se encuentra distribuido en la vertiente del Pacífico y la Depresión del Balsas en los municipios de Petatlán, Coyuca de Catalán, Ajuchitlán del Progreso, Tecpan de Galeana, Atoyac de Álvarez, Coyuca de Benítez, Leonardo Bravo, Chichihualco, Quechultenango, Tlacoachistlahuaca y Metlatonoc. El área de estudio se ubica a 17°35' y 17°37' latitud norte, 99°49' y 99°51' longitud oeste, entre los 2500 y 2800 m s.n.m., en la confluencia de la Sierra de Igualatlaco y la Sierra de Tlampa, en la Sierra Madre del Sur (Fig. 1). La fisiografía del área es intrincada, formada de cerros con laderas de pendiente pronunciada y barrancas profundas. La geología del área presenta afloramientos de rocas ígneas extrusivas metamórficas del Cenozoico superior. Los suelos son de origen volcánico, de más de 50 cm de profundidad, de textura franco-arcillosa, color pardo rojizo oscuro, drenaje interno medio, con pH de 4.8 a 5.0. El clima de la región es el más húmedo de los templados subhúmedos con régimen de lluvias de verano; la precipitación pluvial anual va de 1100 a 1500 mm y la temperatura media anual varía entre 17° y 21°C (García, 1973). Los poblados más importantes cerca de esta zona son Filo de Caballo y Carrizal de Bravo. La agricultura, la cría de ganado lechero, la recolección de la flor de manita (*Chiranthodendron pentadactylon*) y el aprovechamiento forestal son las actividades humanas que se desarrollan en el área y que tienen impacto importante sobre el bosque.

Composición florística

Se realizaron varias salidas de prospección en el área para localizar y seleccionar los sitios de estudio y simultáneamente se recolectó material botánico de un total de 253 muestras de especies leñosas para su determinación. Se establecieron 17 parcelas de 2500 m² (50 m × 50 m) cada una, localizadas en cuatro zonas conocidas localmente como Joya Verde (parcelas 1-2), Puerto Chico (3-6), La Silleta (7) y

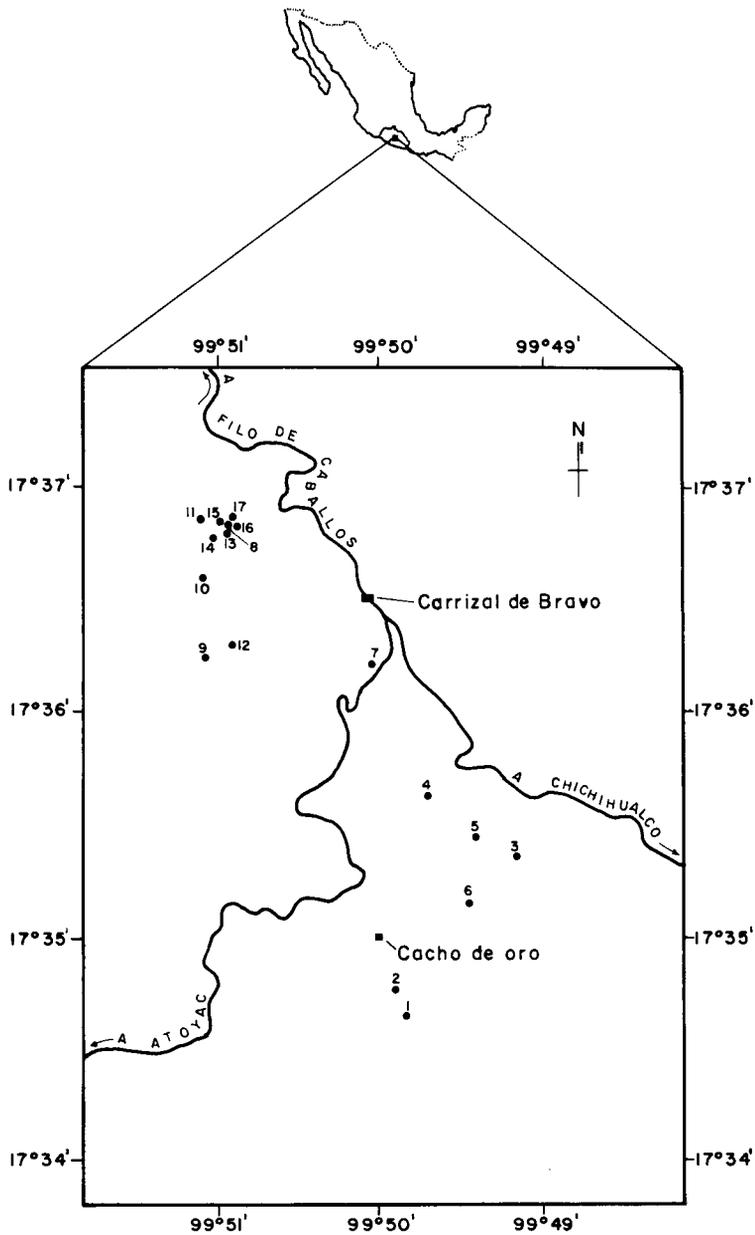


Fig. 1. Localización geográfica del área de estudio en Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero (INEGI, 1987). Los puntos numerados del 1 al 17 indican la localización de cada una de las parcelas censadas.

la cañada La Cueva de León (8-17). Las parcelas 1 y 2 de Joya Verde están ubicadas en la vertiente del Pacífico y el resto en la Depresión del Balsas. El criterio de selección de las parcelas se basó principalmente en que no hubiera evidencia de aprovechamiento forestal (por ejemplo, presencia de tocones). Cada parcela se subdividió en 25 cuadros de 100 m² (10 m × 10 m) para facilitar el muestreo. En cada parcela se registraron todos los árboles, arbustos y lianas con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 1 cm. A cada tallo se le registró el DAP, su altura y se determinó su especie cuando fue posible, o se colectó material botánico para su posterior determinación. Todos los ejemplares de herbario fueron determinados con la ayuda de especialistas y sus nombres fueron actualizados. Un juego copia de todos los ejemplares está depositado en CHAPA.

Con base en el listado florístico de las 17 parcelas, se construyó una matriz de presencia/ausencia para evaluar la similitud florística entre las parcelas según el coeficiente de Jaccard (Sneath y Sokal, 1973) y utilizando el método de la media aritmética no ponderada (UPGMA) se generó un fenograma para mostrarla gráficamente (Rohlf, 2000).

Análisis estructural

El análisis estructural del bosque se basó en el valor de importancia relativa (VIR) de cada especie en las 4.25 ha. El VIR es la sumatoria de los valores relativos de la densidad, el área basal y la frecuencia dividida entre tres ($VIR = \frac{DR + ABR + FR}{3}$) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La densidad (D) es el número de individuos por especie por unidad de superficie; la densidad relativa (DR) es la densidad dividida por el número total de individuos por unidad de superficie. El área basal (AB) se obtuvo con la fórmula del área de un círculo; el área basal relativa (ABR) por especie es el AB dividida por el área basal total (4.25 ha) en el bosque. La frecuencia (F) es el número de parcelas en las que se presenta la especie y la frecuencia relativa (FR) es la frecuencia dividida por la suma de las frecuencias de todas las especies × 100.

La diversidad de especies se evaluó con el índice de Shannon-Wiener (H') y con el índice de diversidad α de Fisher. El índice de Shannon-Wiener se calcula con la fórmula

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i),$$

donde H' es el índice de diversidad de especies, p_i es la proporción del total de la muestra que pertenece a la i -ésima especie y S es el número total de especies registradas. Además, se evaluó la uniformidad (J'), la cual se define como: $J' = H'/H'_{\text{máx}}$, donde H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener y $H'_{\text{máx}} = \log_2 S$. El índice de diversidad α de Fisher (Fisher *et al.*, 1943) se calcula con la fórmula $S = \alpha \log_e [1 + (N/$

α)), donde S es el número total de especies registradas en la muestra, N es el número de individuos en la muestra y α es el índice de diversidad. El índice de diversidad α de Fisher describe la relación entre el número de especies y el número de individuos de esas especies en la muestra (Hayek y Buzas, 1997; Krebs, 1998). Este índice tiene la bondad de que es menos dependiente del tamaño de la muestra que el de Shannon-Wiener y permite la comparación entre los valores de diversidad de otros bosques donde se usaron diferentes tamaños de áreas de muestreo (Leigh, 1999). Los valores de ambos índices se calcularon con el programa EstimateS 6.0b1 (Colwell, 2000); sin embargo, para efectos comparativos entre el bosque estudiado y otros BMM, los valores de α de Fisher se obtuvieron de las tablas elaboradas por Hayek y Buzas (1997). Así, la diversidad α de Fisher, se obtuvo a partir de los datos de número de especies (S) y número total de individuos (N), reportados para los ocho estudios que presentan análisis cuantitativo estructural del BMM. Por otra parte, las diferencias en diversidad de especies entre pares de muestras de bosque estudiado se realizó con el procedimiento propuesto por Solow (1993). Este procedimiento se basa en la aleatorización combinada de los pares de muestras, el cálculo de la diferencia en el valor de la diversidad entre los pares y en la repetición de hasta 10 000 veces, para estimar el nivel de significancia.

Resultados

Composición florística

Se registraron 5519 individuos en las 4.25 ha pertenecientes a 90 especies, 66 géneros y 42 familias (Apéndice 1). Los árboles representaron el 72% de las especies, los arbustos el 20% y las lianas el 8%. Las familias con los mayores números de especies fueron Compositae con 11 especies, Solanaceae (nueve), Fagaceae (cinco) y Lauraceae, Myrsinaceae y Pinaceae (cuatro); en conjunto, contienen el 41% del total de las especies registradas. Las familias con los mayores números de géneros fueron Compositae con siete, Solanaceae (cuatro) y Betulaceae, Lauraceae y Myrsinaceae (tres); el 30.3% del total de los géneros en las parcelas de estudio pertenecen a estas familias. Las familias que estuvieron representadas exclusivamente por un género y una especie fueron 22. Los géneros con mayor número de especies fueron *Quercus* con cinco, *Solanum* (cuatro) y *Ageratina*, *Fuchsia*, *Lycianthes*, *Pinus* y *Roldana* (tres). El mayor número de individuos correspondió a la familia Compositae con 2104, seguido de las familias Solanaceae (1077), Pinaceae (130), Fagaceae (98), Lauraceae (93) y Myrsinaceae (81); las cuales en conjunto incluyeron el 65% del total de los individuos registrados. Las especies con el mayor número de individuos fueron *Roldana schaffneri* con 962, *Solanum aligerum* (663), *Critonia paneroi* (614) y *Croton draco* (361). El 66% del total de individuos registrados pertenecen a 12 especies, las cuales tienen más de 50 individuos \times ha⁻¹ con diámetros no

mayores a los 25 cm y alturas máximas de hasta 15 m. El Cuadro 1 muestra la variabilidad en la composición numérica de familias, géneros, especies e individuos en las parcelas estudiadas. Las parcelas con el mayor número de familias fueron la 9 con 27, la 10 y la 4 con 24 cada una, mientras que la parcela con el menor número de familias fue la 6 con 11. Las parcelas con el mayor número de géneros fueron la 4 con 34, la 9 con 33, la 10 con 32 y la 5 con 31, mientras que la que presentó el menor número fue la 1 con 17. Las parcelas con el mayor número de especies fueron la 4 y la 9 con 35, la 10 con 34 y la 5 con 33, mientras que las que presentaron el menor número fueron la 12 con 22, la 6 con 21 y la 1 con 20. Las parcelas con el mayor número de individuos fueron la 2 con 638, la 1 con 538, la 7 con 472 y la 4 con 405, mientras que las que presentaron el menor número fueron la 16 con 212, la 3 con 194 y la 15 con 185. Existe una diferencia superior al 50% para el número de especies (57%) y el número de individuos (66%) registrados entre las parcelas.

Cuadro 1. Variación en el número de taxones e individuos registrados por parcela en el bosque mesófilo de montaña de Carrizal de Bravo, Guerrero. Entre paréntesis se presenta el número de taxones exclusivos por parcela

| Parcela | Familias | Géneros | Especies | Núm. de Individuos |
|---------|----------|---------|----------|--------------------|
| 1 | 13 | 17 | 20(1) | 538 |
| 2 | 16(1) | 23(2) | 26(3) | 638 |
| 3 | 14 | 21 | 23(1) | 194 |
| 4 | 24 | 34(3) | 35(3) | 405 |
| 5 | 21 | 31 | 33(1) | 313 |
| 6 | 11 | 19 | 21(1) | 370 |
| 7 | 18(2) | 23(3) | 27(6) | 472 |
| 8 | 23 | 29(1) | 32(1) | 258 |
| 9 | 27 | 33 | 35 | 344 |
| 10 | 24 | 32(1) | 34(2) | 300 |
| 11 | 22 | 27 | 30 | 278 |
| 12 | 15(1) | 21(1) | 22(2) | 260 |
| 13 | 20 | 26 | 29 | 255 |
| 14 | 21 | 27 | 29(1) | 208 |
| 15 | 20 | 25(1) | 26(1) | 186 |
| 16 | 16 | 21 | 23 | 212 |
| 17 | 21 | 29 | 32 | 288 |

Análisis de similitud florística entre parcelas

El análisis de similitud florística entre todas las parcelas reveló la existencia de dos grupos florísticamente distintos (Fig. 2). La determinación del número de grupos

se basó en la elección de un nivel de corte que considerara un compromiso entre la simplificación del número de unidades interpretables y la retención del porcentaje mínimo de similitud entre los grupos (McCune y Grace, 2002). El primer grupo está constituido por las parcelas 1 y 2, unidas a un nivel de similitud de 0.70, localizadas en la vertiente del Pacífico y florísticamente distintas del resto. El segundo grupo está compuesto por dos subgrupos de parcelas localizadas en la Depresión del Balsas (Fig. 2). El primer subgrupo (1) lo constituyen cuatro parcelas; el segundo subgrupo está formado por los conjuntos 2a y 2b. En el 2a se incluyen siete parcelas y en el 2b las parcelas 14 a 17 (Fig. 2).

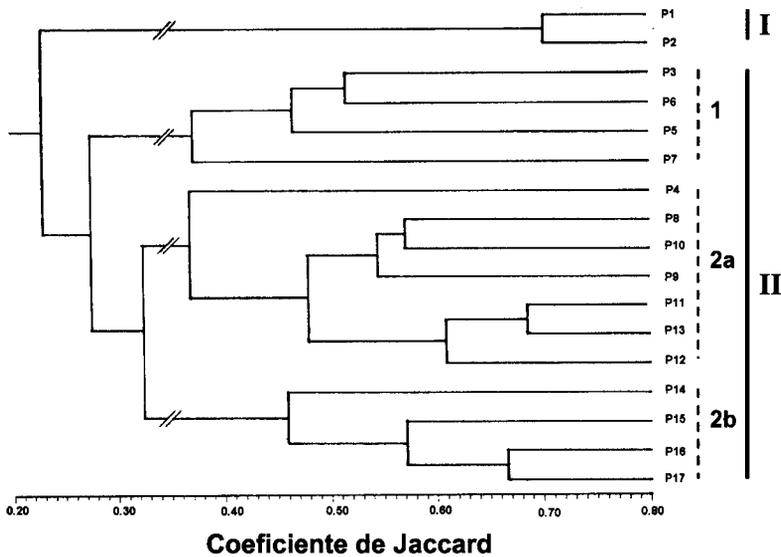


Fig. 2. Fenograma del bosque mesófilo de montaña en Carrizal de Bravo generado a partir de las 17 parcelas estudiadas.

Estructura del bosque mesófilo de montaña

El Cuadro 2 muestra los atributos estructurales para las 4.25 ha del bosque estudiado. Se presentan sólo las especies con $VIR \geq 1\%$ por considerárseles de mayor significado estructural. El área basal total de los 5519 individuos fue de $232.57 \text{ m}^2/4.25 \text{ ha}$ con una desviación estándar de $\pm 0.20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, equivalente a $54.72 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y una desviación estándar de $\pm 0.047 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. La especie más importante en la estructura del bosque fue *Chiranthodendron pentadactylon*, la cual destaca por su elevado valor de área basal relativa y baja densidad relativa. La mayoría de los individuos de esta especie son árboles grandes que exceden los 2.5 m de DAP, con alturas superiores a los 30 m, destacándose la ausencia de regeneración natural y

Cuadro 2. Atributos estructurales de las especies leñosas en 4.25 ha de BMM, ordenadas por su valor de importancia relativa (VIR). Se listan únicamente las especies con VIR ≥ 1 .

D - densidad, DR - densidad relativa, AB - área basal, ABR - área basal relativa, F - frecuencia, FR - frecuencia relativa

| Núm. | Especie | D | DR | AB | ABR | F | FR | VIR (%) |
|-------|---------------------------------------|------|--------|--------|--------|-----|--------|---------|
| 1 | <i>Chiranthodendron pentadactylon</i> | 38 | 0.69 | 55.05 | 23.67 | 13 | 2.73 | 9.03 |
| 2 | <i>Roldana schaffneri</i> | 962 | 17.43 | 3.57 | 1.54 | 12 | 2.52 | 7.16 |
| 3 | <i>Critonia paneroi</i> | 614 | 11.13 | 2.26 | 0.97 | 16 | 3.35 | 5.15 |
| 4 | <i>Solanum aligerum</i> | 663 | 12.01 | 0.57 | 0.25 | 15 | 3.14 | 5.13 |
| 5 | <i>Abies guatemalensis</i> | 97 | 1.76 | 23.55 | 10.13 | 9 | 1.89 | 4.59 |
| 6 | <i>Quercus rubramenta</i> | 65 | 1.18 | 19.25 | 8.28 | 12 | 2.52 | 3.99 |
| 7 | <i>Oreopanax xalapensis</i> | 75 | 1.36 | 15.47 | 6.65 | 16 | 3.35 | 3.78 |
| 8 | <i>Ocotea chiapensis</i> | 53 | 0.96 | 13.30 | 5.72 | 7 | 1.47 | 2.71 |
| 9 | <i>Croton draco</i> | 361 | 6.54 | 1.33 | 0.57 | 3 | 0.63 | 2.58 |
| 10 | <i>Persea americana</i> | 26 | 0.47 | 11.08 | 4.77 | 7 | 1.47 | 2.23 |
| 11 | <i>Meliosma dentata</i> | 95 | 1.72 | 4.26 | 1.84 | 14 | 2.94 | 2.16 |
| 12 | <i>Cleyera integrifolia</i> | 78 | 1.41 | 6.27 | 2.70 | 11 | 2.31 | 2.14 |
| 13 | <i>Montanoa</i> sp. | 68 | 1.23 | 6.73 | 2.90 | 8 | 1.68 | 1.93 |
| 14 | <i>Solandra guerrerensis</i> | 155 | 2.81 | 0.23 | 0.10 | 13 | 2.73 | 1.88 |
| 15 | <i>Clethra mexicana</i> | 28 | 0.51 | 8.40 | 3.61 | 6 | 1.26 | 1.79 |
| 16 | <i>Salvia atrocaulis</i> | 128 | 2.32 | 0.03 | 0.01 | 14 | 2.94 | 1.75 |
| 17 | <i>Carpinus caroliniana</i> | 66 | 1.2 | 3.95 | 1.70 | 11 | 2.31 | 1.73 |
| 18 | <i>Rumfordia floribunda</i> | 146 | 2.65 | 0.07 | 0.03 | 10 | 2.10 | 1.59 |
| 19 | <i>Cornus disciflora</i> | 54 | 0.98 | 3.91 | 1.68 | 10 | 2.10 | 1.58 |
| 20 | <i>Miconia glaberrima</i> | 161 | 2.92 | 0.12 | 0.05 | 7 | 1.47 | 1.48 |
| 21 | <i>Pinus ayacahuite</i> | 19 | 0.34 | 5.84 | 2.51 | 7 | 1.47 | 1.44 |
| 22 | <i>Synardisia venosa</i> | 75 | 1.36 | 1.72 | 0.74 | 9 | 1.89 | 1.33 |
| 23 | <i>Tilia occidentalis</i> | 39 | 0.71 | 4.09 | 1.76 | 7 | 1.47 | 1.31 |
| 24 | <i>Alnus acuminata</i> | 25 | 0.45 | 4.82 | 2.07 | 6 | 1.26 | 1.26 |
| 25 | <i>Cestrum anagyris</i> | 118 | 2.14 | 0.07 | 0.03 | 5 | 1.05 | 1.07 |
| 26 | <i>Buddleia cordata</i> | 12 | 0.22 | 5.15 | 2.22 | 3 | 0.63 | 1.02 |
| 27 | <i>Ageratina pelotropha</i> | 121 | 2.19 | 0.29 | 0.13 | 2 | 0.42 | 1.00 |
| | Otras 63 especies | 1177 | 21.31 | 31.19 | 13.37 | 224 | 46.90 | 27.19 |
| Total | | 5519 | 100.00 | 232.57 | 100.00 | 477 | 100.00 | 100.00 |

de individuos con DAP < 9.0 cm. En cambio, *Roldana schaffneri*, *Critonia paneroi* y *Solanum aligerum*, segunda, tercera y cuarta especies en importancia, respectivamente, presentaron en común elevadas densidades y frecuencias, pero DAP ≤ 25 cm. Estas cuatro especies reunieron el 26.5% del total del valor de importancia relativa, por lo que se reconocen como los componentes estructurales y florísticos más importantes en este bosque. Además, otras ocho especies con valores de importancia relativamente altos son componentes estructural y fisionómicamente importantes en el bosque, llegando a formar parches de superficie variable. Estas ocho especies, en orden de importancia, son: *Abies guatemalensis*, *Quercus rubramenta*, *Oreopanax xalapensis*, *Ocotea chiapensis*, *Croton draco*, *Persea americana*, *Meliosma dentata* y *Cleyera integrifolia*, las cuales, sumadas a las cuatro anteriores, definen el 51% del total del valor de importancia relativa.

Riqueza y diversidad de especies

La riqueza de especies para las 4.25 ha fue de 90 con valores de diversidad α de Fisher de 15.3 y $H' = 3.35$ y una uniformidad $J = 0.74$, lo que muestra que los individuos tienden a distribuirse uniformemente entre las especies. Sin embargo, los valores recalculados para las 4.25 ha, pero usando un límite inferior de DAP ≥ 3.3 cm, mostraron que tanto la riqueza de especies, como la diversidad α de Fisher disminuyeron de 90 a 76 y de 15.3 a 14.05, respectivamente. En cambio, la diversidad de especies H' se incrementó de 3.35 a 3.38 y la uniformidad J de 0.74 a 0.75. Sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas (Solow, 1993) al comparar las muestras con DAP ≥ 1 y DAP ≥ 3.3 tanto para la diversidad α de Fisher ($P > 0.19$), como para la de Shannon-Wiener ($P > 0.34$). Los cambios en la diversidad se presentaron porque al aumentar el límite inferior de DAP de 1 a 3.3, disminuyó el número de individuos en un 43.1% y el número de especies en un 15.6%.

En el Cuadro 3 se presentan los valores de riqueza y diversidad de especies H' y α de Fisher, así como la uniformidad J , para cada uno de los cuatro grupos extraídos del análisis de similitud florística. El subgrupo 2a con la mayor superficie censada presentó también el valor más alto de riqueza y diversidad de especies, según el índice de diversidad α de Fisher. Las parcelas en los subgrupos 1 y 2b, con la misma superficie censada, no presentaron diferencias en sus valores de diversidad de especies, tanto para H' ($P > 0.06$) como para α de Fisher ($P > 0.61$), a pesar de que el número de especies y el número de individuos varió entre ellas por una diferencia de 6 y 455, respectivamente (Cuadro 3). Tampoco se presentaron diferencias significativas entre estos subgrupos de parcelas utilizando árboles con DAP ≥ 3.3 cm y empleando los mismos índices ($P > 0.06$ y $P > 0.11$, respectivamente).

Los valores más altos de uniformidad correspondieron a las parcelas del subgrupo 2b, independientemente del límite diamétrico inferior utilizado; lo que

Cuadro 3. Superficie total y valores calculados de riqueza de especies (S), diversidad de especies H' y α de Fisher y uniformidad (J) para los grupos con mayor similitud florística en el bosque estudiado. Los valores separados por la diagonal (/) corresponden a los límites de DAP considerados (DAP ≥ 1 /DAP ≥ 3.3 cm)

| Localidad | Grupo I | Grupo II | | |
|--------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|
| | | Subgrupo 1 | Subgrupo 2a | Subgrupo 2b |
| Superficie (ha) | 0.5 | 1 | 1.75 | 1 |
| Densidad, N | 1176/886 | 1349/724 | 2100/1122 | 894/407 |
| Riqueza de especies, S | 27/24 | 49/43 | 65/54 | 43/32 |
| Diversidad, H' | 1.9/1.8 | 3.0/3.1 | 3.0/3.1 | 3.1/3.0 |
| α de Fisher | 4.9/4.6 | 10.0/10.0 | 12.7/11.9 | 9.4/8.1 |
| Uniformidad, J | 0.57/0.58 | 0.77/0.83 | 0.73/0.77 | 0.82/0.88 |

demuestra que en éstas parcelas los individuos tienden a estar más uniformemente repartidos entre las especies que en el resto.

En el Cuadro 4 se muestran los valores de riqueza y diversidad de especies de ocho estudios de diversas localidades en México. Del análisis de éste se dedujo con base en el índice de diversidad α de Fisher, que los bosques estudiados en la Sierra de Manantlán por Santiago y Jardel (1993) y Sánchez (2002), fueron los más diversos, independientemente del tamaño del área estudiada y el límite diamétrico inferior utilizado. De igual forma, los bosques que presentaron la menor diversidad fueron los estudiados por Meave *et al.* (1992) en el Parque Estatal Omiltemi, Guerrero y por Puig *et al.* (1983) en la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. De acuerdo con los valores de diversidad α de Fisher el bosque de Carrizal de Bravo supera a cinco de los siete trabajos analizados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resumen de los valores de densidad (N), riqueza (S) e índices de diversidad H' y α de Fisher para el bosque estudiado y otros bosques mesófilos de montaña de México con diferente límite inferior de diámetro a la altura del pecho (DAP)

| Localidad | Área (ha) | DAP (cm) | N | S | H' | Fisher (α) | Referencia |
|-------------------------------|-----------|----------|------|-----|------|---------------------|--------------------------------------|
| Carrizal de Bravo, Gro. | 4.25 | 1.0 | 5519 | 90 | 3.3 | 15.3 | Este trabajo |
| | 4.25 | 3.3 | 3139 | 70 | 3.4 | 14.1 | |
| Parque Estatal Omiltemi, Gro. | 1.00 | 3.3 | 2093 | 33 | 4.1 | 5.6 | Meave <i>et al.</i> (1992) |
| Rancho Guadalupe, Ver. | 1.00 | 5.0 | 1340 | 57 | — | 12.2 | Williams-Linera <i>et al.</i> (1996) |
| Cerro Grande, Jal.-Col. | 1.20 | 5.0 | 857 | 73 | — | 19.1 | Santiago y Jardel (1993) |
| Cuzalapa, Jal. | 2.00 | 3.0 | 2086 | 102 | 5.2 | 22.7 | Sánchez (2002) |
| Tiltepec, Oax. | 1.00 | 3.3 | 1738 | 52 | 4.0 | 10.5 | Arellanes (2000) |
| Coacoatzintla, Ver. | 2.00 | 5.0 | 2393 | 72 | — | 14.6 | Smith-Portilla (1995) |
| Gómez Farías, Tamps. | 2.25 | 15.0 | 2628 | 54 | 4.2 | 9.3 | Puig <i>et al.</i> (1983) |

Discusión

El bosque mesófilo de montaña de Carrizal de Bravo, en la Sierra Madre del Sur de Guerrero pertenece a la misma región que los estudiados por Meave *et al.* (1992), Lorenzo y Ramírez (1983) y Fonseca *et al.* (2001). Meave *et al.* (1992) registraron 33 especies arbóreas para el Parque Estatal Omiltemi, las cuales también estuvieron presentes en las parcelas del presente estudio. Lorenzo y Ramírez (1983) listan 149 especies leñosas para la Sierra Madre de Sur; de éstas, 31 fueron registradas en este trabajo. Fonseca *et al.* (2001) registran 202 especies leñosas para la región de Carrizal de Bravo; de ellas, 48 fueron detectadas en las parcelas estudiadas y 42 encontradas en las parcelas no las registraron estos autores. De las tres formas

de vida estudiadas para el BMM de Carrizal de Bravo, los árboles, con 65 especies, representan el 72% del total de las especies registradas. Un número similar de especies arbóreas se reporta por Santiago y Jardel (1993) para Cerro Grande en la Sierra de Manantlán. Sin embargo, sobre la misma sierra, pero en Cuzalapa, Sánchez (2002) cita 101 especies (84 de árboles y 17 de arbustos) en 2 ha, lo que hace a este sitio el de mayor riqueza de plantas leñosas en México.

Florísticamente, la familia Compositae fue una de las más importantes, ya que presentó 11 especies y con densidades elevadas, sobresaliendo los géneros *Ageratina* y *Roldana*, con tres especies cada uno. Esta familia también tiene el mayor número de especies para la región de Huautla de Jiménez, Oaxaca (Ruiz-Jiménez, 1994). En el bosque estudiado, *Roldana schaffneri* presentó la densidad más elevada; sus individuos son árboles pequeños con DAP \leq 25 cm y altura de 12 a 15 m, que se le localiza creciendo en doseles muy abiertos, ya que es una especie demandante de luz, típica de vegetación secundaria y crecimiento relativamente rápido. La familia Solanaceae fue de las más importantes para el BMM estudiado, así como para la Sierra de Manantlán (Muñoz, 1992; Sánchez, 2002) y para la región de Huautla de Jiménez, Oaxaca (Ruiz-Jiménez, 1994). En Gómez Farías, Tamaulipas, también se le encuentra presente pero con menor número de especies (Puig *et al.*, 1983). La familia Fagaceae es una de las mejor representadas en los BMM de México. Tanto en el bosque estudiado como en la Sierra de Manantlán (Muñoz, 1992; Santiago y Jardel, 1993; Sánchez, 2002), en la región de Huautla de Jiménez (Ruiz-Jiménez, 1994) y en Gómez Farías (Puig *et al.*, 1983) se le registra como una de las familias con elevado número de especies. Las familias Lauraceae, Myrsinaceae y Pinaceae en el bosque estudiado presentaron una menor riqueza de especies. Las familias Lauraceae y Myrsinaceae registran valores similares para la Sierra de Manantlán (Muñoz, 1992; Santiago y Jardel, 1993) y únicamente la familia Lauraceae presentó valores similares con la región de Cuzalapa (Sánchez, 2002). Las especies incluidas en las seis familias mencionadas representaron el 41% del total, en tanto que el 59% remanente se distribuyó en otras 36 familias. En el bosque estudiado, 22 familias tuvieron una especie y representaron el 52% del total de las familias encontradas. Para el BMM de la Sierra de Manantlán (Santiago, 1992; Sánchez, 2002) también se reporta un número elevado de familias representadas por una especie. De estas familias, los representantes de Staphyleaceae y Styracaceae prosperan preferentemente en el BMM de México, mientras que los de Sabiaceae se desarrollan exclusiva o casi exclusivamente en este tipo de vegetación (Rzedowski, 1996). Los géneros con mayores números de especies pertenecen a las mismas familias florísticamente más importantes, con excepción del género *Fuchsia* (Onagraceae) que presentó tres especies. En el bosque estudiado, 21 especies (23%) pertenecieron a un sólo género. Miranda (1947) señaló a *Carpinus caroliniana*, *Cleyera integrifolia*, *Cornus disciflora*, *Fuchsia arborescens*, *Meliosma dentata*, *Rapanea juergensenii*, *Ternstroemia lineata* y *Tilia occidentalis*, como las especies predominantes en el BMM, todas fueron registradas en este estudio. Las especies que fueron comunes entre este estudio y el

BMM de Omiltemi son *Carpinus caroliniana*, *Cornus disciflora*, *Meliosma dentata*, *Oreopanax xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Pinus ayacahuite*, *Saurauia pringlei*, *Styrax argenteus*, *Synardisia venosa* y *Zinowiewia concinna* (Jiménez et al., 1993). Con la región de Huautla de Jiménez, Oaxaca se tuvo en común a *Alnus acuminata*, *Clethra mexicana*, *Parathesis villosa*, *Persea americana*, *Rapanea juergensenii* y *Ternstroemia lineata* (Ruiz-Jiménez, 1994). Así mismo, Campos-Villanueva y Villaseñor (1995) registran a *Alnus acuminata*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora* y *Oreopanax xalapensis* en la porción central del municipio de San Jerónimo Coatlán, Oaxaca, las cuales también se presentaron en el bosque estudiado. En Chiapas, Miranda (1952) registra a *Chiranthodendron pentadactylon* en la Sierra Madre del Sur y en el macizo de San Cristóbal, pero indica que es más común en las laderas del Volcán Tacaná, entre los 2400 y 2500 m snm, similar a lo encontrado en el sitio de estudio. Con la Sierra de Manantlán, Jalisco se comparten a *Carpinus caroliniana*, *Cornus disciflora*, *Guarea glabra*, *Meliosma dentata*, *Oreopanax xalapensis*, *Parathesis villosa*, *Quercus laurina*, *Styrax argenteus*, *Ternstroemia lineata* y *Zinowiewia concinna* (Muñoz, 1992; Santiago y Jardel, 1993; Sánchez, 2002). Con el bosque de Gómez Farías, Tamaulipas solamente se compartieron tres especies: *Cornus disciflora*, *Ostrya virginiana* y *Tilia occidentalis* (Puig et al., 1983), lo cual probablemente se deba a que divergieron de un bosque ancestral más continuo en México como proponen Luna et al. (1999). Estos autores sugieren que los grandes cambios climáticos contribuyeron a su fragmentación actual.

La figura 2 mostró la formación de dos grupos y varios subgrupos cuyas similitudes fluctuaron entre 32 y 70% y evidenciaron la heterogeneidad florística presente en el BMM estudiado tanto en número de familias como en géneros y especies. Las parcelas del grupo I se localizaron en la vertiente del Pacífico, mientras que las del grupo II estuvieron en la Depresión del Balsas. Las familias que se comparten en ambos grupos fueron: Araliaceae, Clethraceae, Compositae, Labiatae, Onagraceae, Oleaceae, Sabiaceae y Solanaceae. De éstas, Clethraceae y Sabiaceae son consideradas por Rzedowski (1996) como familias que prosperan exclusiva o casi exclusivamente en el BMM de México. Sin embargo, otras familias que preferentemente se presentan o son exclusivas del BMM de México como Aquifoliaceae, Cornaceae y Myrsinaceae se registraron exclusivamente en el grupo II, lo que sugiere que es necesario hacer un mayor número de parcelas en la vertiente del Pacífico con objeto de corroborar este resultado.

El valor más alto de similitud florística lo tuvieron las parcelas 1 y 2 que conformaron el grupo I, con una superficie de 0.5 ha. En este grupo se presentó la menor riqueza de especies leñosas y los valores más bajos de diversidad de especies. De las 12 familias registradas, Apocynaceae y Myrtaceae fueron exclusivas del grupo I. A nivel genérico, el grupo I contiene a *Eugenia* y *Vallesia* como géneros exclusivos. Las especies exclusivas del grupo I fueron: *Eugenia mexicana*, *Forestiera reticulata*, *Guarea glabra*, *Lycianthes arrazolensis*, *L. quichensis*, *Trichilia havanensis* y *Vallesia mexicana*. *Lycianthes quichensis*, arbusto pequeño con DAP \leq 3 cm y 7 m de

altura, no se ha reportado para ningún otro BMM estudiado a la fecha y *L. arrazolensis*, árbol pequeño, de altura entre 10 y 20 m y con DAP \leq 20 cm, sólo se ha encontrado en el Parque Estatal Omiltemi, Guerrero (Jiménez *et al.*, 1993). Otras dos especies exclusivas del grupo I fueron: *Forestiera reticulata* registrada también en Huayacocotla, Veracruz (Vargas, 1982), en Querétaro (Zamudio *et al.*, 1992) y en la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas (Puig, 1993) y *Vallesia mexicana*, reportada tanto para la reserva de Manantlán, Jalisco (Muñoz, 1992), como para San Jerónimo Coatlán, Oaxaca (Campos-Villanueva y Villaseñor, 1995) y Pico de Orizaba, Veracruz (Martínez, 1988); ambas especies son árboles pequeños, con DAP \leq 15 cm y altura menor que 20 m.

En la Depresión del Balsas se registraron 24 familias distintivas del grupo II, entre las que se encuentran: Aquifoliaceae, Betulaceae, Caprifoliaceae, Cornaceae, Fagaceae, Myrsinaceae, Piperaceae, Polygonaceae y Sterculiaceae. Los géneros exclusivos del grupo II fueron: *Ageratina*, *Carpinus*, *Chiranthodendron*, *Cornus*, *Ilex*, *Muehlebeckia*, *Quercus*, *Rumfordia*, *Synardisia* y *Viburnum*. El subgrupo 1 estuvo formado por cuatro parcelas, compartiendo a *Saurauia scabrada* y *Quercus conspersa* en forma exclusiva. Los géneros *Casimiroa*, *Deppea* y *Lycianthes* estuvieron presentes en los subgrupos 2a y 2b. El subgrupo 2a agrupó el mayor número de parcelas y se caracterizó florísticamente por presentar exclusivamente a los géneros *Persea*, *Piper* y *Turpinia*. El género *Odostemon* distinguió florísticamente al subgrupo 2b. Los subgrupos 1 y 2b, con una superficie de 1 ha cada uno fueron más similares tanto en riqueza como en diversidad de especies, pero difieren florísticamente.

Al realizar la comparación del valor de importancia relativa (VIR) de los diferentes estudios del BMM, se observó que el tamaño de las parcelas y el límite inferior del DAP varía de un trabajo a otro. Con base en el VIR de las especies del bosque de Carrizal de Bravo, las 12 especies más importantes fueron: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Roldana schaffneri*, *Critonia paneroi*, *Solanum aligerum*, *Abies guatemalensis*, *Quercus rubramenta*, *Oreopanax xalapensis*, *Ocotea chiapensis*, *Croton draco*, *Persea americana*, *Meliosma dentata* y *Cleyera integrifolia*. Los géneros de estas especies y otros géneros como *Alnus*, *Carpinus*, *Clethra*, *Cornus*, *Styrax*, *Ternstroemia* y *Zinowiewia* también encontrados en el bosque de estudio se reportan como característicos del BMM de México (Rzedowski, 1996).

El BMM de Carrizal de Bravo tuvo una densidad promedio de 1298 individuos ha⁻¹ con DAP \geq 1 cm, lo que indica que es un bosque de densidad media a baja, al comparársele con otros BMM de México como los de la región de Puerto Soledad, Oaxaca, que registra 2730 individuos ha⁻¹ con un DAP \geq 3.18 cm (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2000); el del Parque Estatal de Omiltemi, Guerrero, con 2096 individuos ha⁻¹ y un DAP \geq 3.3 cm (Meave *et al.*, 1992) y el de Gómez Farías, Tamaulipas, con 1169 individuos \times ha⁻¹ y un DAP \geq 15 cm (Puig *et al.*, 1983). Sin embargo, en Carrizal de Bravo se registró un mayor número de individuos ha⁻¹ que en Cuzalapa, Jalisco (Sánchez, 2002) y que en los alrededores del campamento El Triunfo, Chiapas (Williams-Linera, 1991). Además presentó una densidad similar a la del Rancho Guadalupe en el centro de Veracruz (Williams-Linera *et al.* 1996). Por otra parte, el

área basal en Carrizal de Bravo ($54.72 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) fue similar si se le compara con el área basal ($49.82 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) del Parque Estatal de Omiltemi (Meave *et al.*, 1992), con la registrada en los alrededores del campamento El Triunfo ($54.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) por Williams-Linera (1991) y con la registrada para el Rancho Guadalupe ($60.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) en el centro de Veracruz (Williams-Linera *et al.*, 1996). Sin embargo, fue alta al compararla con la reportada para Cuzalapa, Jalisco ($36.1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) por Sánchez (2002).

Del total de especies, 23 presentaron una frecuencia del 50% o superior, pero el 74% de ellas se registraron en tan sólo ocho o menos parcelas. Esta distribución de frecuencias fue similar a la reportada para el BMM de Cuzalapa (Sánchez, 2002). Sin embargo, en Cerro Grande, sólo se encuentran nueve especies con frecuencia $\geq 50\%$ (Santiago y Jardel, 1993). Las especies con frecuencias máximas fueron *Oreopanax xalapensis* y *Critonia paneroi* en 16 parcelas y *Solanum aligerum* en 15. En Cuzalapa, sólo se cita a *Styrax radians* en las ocho parcelas estudiadas (Sánchez, 2002), en tanto que en Gómez Farías, se reportan siete especies con frecuencia de 100% (Puig *et al.*, 1983). La frecuencia mínima (5.9%) que se registró para una sola parcela en Carrizal de Bravo fue de 22 especies; en Gómez Farías, se registran 18 especies (Puig *et al.*, 1983), mientras que en Cuzalapa, Jalisco 42 especies (Sánchez, 2002) y para Cerro Grande 31 especies (Santiago y Jardel, 1993). Esto hace que el BMM sea muy heterogéneo y complejo en su composición florística a nivel local, lo cual contribuye a su elevada diversidad de especies (Meave *et al.*, 1992; Rzedowski, 1996).

El valor recalculado de H' y de α de Fisher para el bosque de Carrizal de Bravo, usando un DAP $\geq 3.3 \text{ cm}$ y un área de 1 ha resultó más diverso que el estudiado por Meave *et al.* (1992) en el Parque Estatal de Omiltemi y por Arellanes (2000) en Tiltepec (Cuadro 5). Así mismo, pero ahora usando un DAP $\geq 5 \text{ cm}$ resultó también elevado al compararlo con el bosque estudiado por Williams-Linera *et al.* (1996) en el Rancho Guadalupe, del centro de Veracruz y por Smith-Portilla (1995) en dos laderas opuestas de la cañada Coacoatzintla en Veracruz. El valor de diversidad α de Fisher para el BMM de Carrizal de Bravo fue menor que el de Cuzalapa (Sánchez, 2002) y el de Cerro Grande (Santiago y Jardel, 1993). Estos dos bosques en la Sierra de Manantlán presentan los valores más altos de diversidad de especies para los BMM estudiados en México. Este hecho sitúa al bosque de Carrizal de Bravo en tercer lugar y lo señala como uno de los de mayor diversidad de especies leñosas de los estudiados en México.

Chiranthodendron pentadactylon, la especie más importante del BMM de Carrizal de Bravo, Guerrero, a la fecha no ha sido reportada como dominante del BMM en ninguna localidad de México. El estudio de 4.25 ha reveló la marcada heterogeneidad florística existente entre las parcelas en la Depresión del Balsas y la vertiente del Pacífico, así como la alta diversidad de especies presente en la Sierra Madre del Sur, representada por los estudios de la Sierra de Manantlán en Jalisco y de Carrizal de Bravo en Guerrero. Posiblemente la alta diversidad de especies leñosas

de Carrizal de Bravo está asociada a la heterogeneidad ambiental, en particular a los atributos edáficos y el límite superior altitudinal donde se localizó el bosque estudiado.

Agradecimientos. El primer autor agradece a la Universidad Autónoma de Guerrero, al CONACYT (52281) y al PROMEP (UAGUER-76) su apoyo para realizar estudios de doctorado. Agradecemos al Dr. José Luis Villaseñor Ríos su ayuda en la actualización de los nombres científicos y la determinación de las especies de la familia Compositae, al Dr. Francisco Lorea por la determinación de las Lauraceae, y a José Guzmán Solano y al Ing. Candelario Linos Salgado por su ayuda en el trabajo de campo.

Literatura citada

- ACOSTA, S.D. 1997. Afinidades fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de la zona de Pluma Hidalgo, Oaxaca, México. *Polibotánica* 6: 25-39.
- ALCÁNTARA, O. E I. LUNA. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 68: 57-106.
- ALCÁNTARA, O. E I. LUNA. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botanica Mexicana* 54: 51-87.
- ARELLANES C., Y. 2000. Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña de *Ticodendron incognitum* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- CAMPOS-VILLANUEVA, A. Y J.L. VILLASEÑOR. 1995. Estudio florístico de la porción central del Municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 56: 95-120.
- COLWELL, R.K. 2000. *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Versión 6.0b1. University of Connecticut, Connecticut.
- CHALLENGER, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. pasado, presente y futuro*. CONABIO-Instituto de Biología-UNAM. Agrupación Sierra Madre. México, D.F.
- CHURCHILL, S.P., H. BALSLEV, E. FORERO Y J.L. LUTEYN (eds.). 1995. *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York.
- DIEGO-PÉREZ, N., S. PERALTA-GÓMEZ Y B. LUDLOW-WIECHERS. 2001. El Jilguero. Bosque mesófilo de montaña. In: N. Diego-Pérez y R.M. Fonseca (eds.) *Estudios florísticos en Guerrero*. 11. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- FISHER, R.A., A.S. CORBET Y C.B. WILLIAMS. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12: 42-58.
- FONSECA, R.M., E. VELÁSQUEZ Y E. DOMÍNGUEZ. 2001. Carrizal de Bravos. Bosque mesófilo de montaña. In: N. Diego-Pérez y R.M. Fonseca (eds.) *Estudios florísticos en Guerrero*. 12. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Offset Larios, México, D.F.
- HAYEK, C.L.A. Y M.A. BUZAS. 1997. *Surveying natural populations*. Columbia University Press. New York.
- INEGI. 1987. *Carta uso del suelo y vegetación*. 1:250 000. Chilpancingo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.
- JIMÉNEZ R., S., J.L. CONTRERAS J., R.E. GONZÁLEZ F., R.A. OCAMPO, G. LOZANO V. Y S. TORRES R. 1993. In: I. Luna V. y J. Llorente B. (eds.) *Historia natural del parque ecológico estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 127-250.
- KREBS, J.C. 1985. *Ecología, estudio de la distribución y la abundancia*. 2a ed. Harla. México, D.F.
- LEIGH JR., G.E. 1999. *Tropical forest ecology: A view from Barro Colorado island*. Oxford University Press. New York.
- LÓPEZ P., Y. 1995. Inventario florístico y conocimiento estructural del bosque mesófilo de montaña en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México, México. Tesis, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México.
- LORENZO, L. Y A. RAMÍREZ R. 1983. *Contribución al conocimiento de la fitogeografía, composición y estructura del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre del sur en Guerrero, México*. Biología de Campo. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- LORENZO, L., A. RAMÍREZ, M.A. SOTO, A. BRECEDA, M.C. CALDERÓN, H. CORTEZ, C. PUCHET, M. RAMÍREZ, R. VILLALÓN Y E. ZAPATA. 1983. Notas sobre la fitogeografía del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Madre del Sur, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 44: 97-102.
- 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 Ocuilán, estados de Morelos y México. *Anales 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 Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 65: 31-62.
- LUNA, I., O. ALCÁNTARA, D. ESPINOSA Y J.J. MORRONE. 1999. Historical relationships of the Mexican cloud forest: a preliminary vicariance model applying parsimony analysis of endemism to vascular plant taxa. *Journal of Biogeography* 26: 1299-1305.
- LUNA, I., O. ALCÁNTARA, J.J. MORRONE Y D. ESPINOSA. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. *Diversity and Distributions* 6: 137-143.
- LUNA, I., J.J. MORRONE, O. ALCÁNTARA Y D. ESPINOSA. 2001. Biogeographical affinities among Neotropical cloud forests. *Plant Systematics and Evolution* 228: 229-239.
- MARTÍNEZ J., L. 1988. La vegetación de la zona noreste del Pico de Orizaba, Veracruz. Tesis, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- MAYORGA S., R., I. LUNA Y O. ALCÁNTARA. 1998. Florística del bosque mesófilo de montaña de Molocotlán, Molango-Xochicoatlán, Hidalgo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 101-119.

- MCCUNE, B. Y J.B. GRACE. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon.
- MEAVE, J., M. SOTO, L. CALVO, H. PAZ Y S. VALENCIA. 1992. Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Botánica* 52: 31-77.
- MEDINA G., C., F. GUEVARA-FEFER, M.A. MARTÍNEZ R., P. SILVA-SAENZ, M.A. CHÁVEZ-CARBAJAL E I. GARCÍA R. 2000. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana* 52: 5-41.
- MIRANDA, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río de las Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 8: 95-114.
- MIRANDA, F. 1952. *La vegetación de Chiapas*. Vol. 1. Ediciones del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York.
- MUÑOZ M., M.E. 1992. Distribución de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- PUIG, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farías. *BIOTAM* 1: 34-53.
- PUIG, H. 1993. *Árboles y arbustos del bosque mesófilo de montaña de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México*. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz.
- PUIG, H., R. BRACHO Y V. SOSA. 1983. Composición florística y estructura del bosque mesófilo de montaña en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Biotica* 8: 339-359.
- RAMÍREZ-MARCIAL, N. 2001. Diversidad florística del bosque mesófilo en el norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 63-76.
- ROHLF, F.J. 2000. *NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Versión 2.02. State University of New York, New York.
- RUIZ J., C.A. 1994. Análisis estructural del bosque mesófilo de la región de Huautla de Jiménez, (Oaxaca), México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- RUIZ J., C.A., J. MEAVE Y J.L. CONTRERAS-JIMÉNEZ. 2000. El bosque mesófilo de la región de Puerto Soledad (Oaxaca), México: análisis estructural. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 23-37.
- RZEDOWSKI, J. 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. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* 14: 3-21.
- RZEDOWSKI, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de México. *Acta Botanica Mexicana* 35: 25-40.
- SÁNCHEZ R., E.V. 2002. Estructura, composición florística y diversidad de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña en Cuzalapa, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis de maestría, Especialidad en Botánica, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

- SANTIAGO P., A.L. 1992. Estudio fitosociológico del bosque mesófilo de montaña de la Sierra de Manantlán. Tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.
- SANTIAGO P., A.L. Y E.J. JARDEL. 1993. Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. *BIOTAM* 5: 13-26.
- SMITH P., M.A. 1995. La riqueza y diversidad de la flora arbórea de un bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz, bajo dos condiciones distintas de exposición. Tesis, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- SNEATH, P.H.A. Y R.R. SOKAL. 1973. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman. San Francisco.
- SOLOW, R.A. 1993. A simple test for change in community structure. *Journal of Animal Ecology* 62: 191-193.
- VARGAS A., Y.A. 1982. Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque mesófilo de montaña en Huayacocotla, Veracruz. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A. 1995. Cloud forest archipelagos: preservation of fragmented montane ecosystems in tropical America. In: L.S. Hamilton, J.O. Juvik y F.N. Scatena (eds.) *Tropical montane cloud forest*, Ecological Studies 110. Springer-Verlag, New York, pp. 315-332.
- VÁZQUEZ-GARCÍA, J.A., Y.L. VARGAS Y F. ARAGÓN. 2000. Descubrimiento de un bosque de *Acer-Podocarpus-Abies* en el municipio de Talpa de Allende, Jalisco, México. *Boletín del Instituto de Botánica* 7: 159-183.
- WILLIAMS-LINERA, G. 1991. Nota sobre la estructura del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña en los alrededores del campamento El Triunfo, Chiapas. *Acta Botanica Mexicana* 13: 1-7.
- WILLIAMS-LINERA, G., I. PÉREZ-GARCÍA Y J. TOLOME. 1996. El bosque mesófilo de montaña en un gradiente altitudinal en el centro de Veracruz, México. *La Ciencia y el Hombre* 23: 149-161.
- ZAMUDIO, S., J. RZEDOWSKI, E. CARRANZA Y G.C. DE RZEDOWSKI. 1992. *La vegetación en el estado de Querétaro*. Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán.

Recibido: 15.vii.2002

Aceptado: 5.ix.2003

Apéndice 1. Lista de especies leñosas del bosque mesófilo de montaña de Carrizal de Bravo, municipio de Leonardo Bravo, Guerrero. Las letras entre paréntesis corresponden a la forma de vida: A=árbol, L=liana y S=arbusto

ACTINIDIACEAE

Saurauia pringlei Rose (A)

Saurauia scabrida Hemsl. (A)

APOCYNACEAE

Vállesia mexicana Müll.Arg. (A)

AQUIFOLIACEAE

Ilex quercetorum I.M.Johnst. (A)

Ilex toluicana Hemsl. (A)

ARALIACEAE

Oreopanax sanderianum Hemsl. (L)

Oreopanax xalapensis Decne. et Planch. (A)

BERBERIDACEAE

Odostemon sp. (A)

BETULACEAE

Alnus acuminata Kunth (A)

Carpinus caroliniana Walton (A)

Ostrya virginiana C.Koch (A)

BUDDLEJACEAE

Buddleja cordata Humb. Bonpl. et Kunth (A)

CAMPANULACEAE

Lobelia laxiflora Humb. Bonpl. et Kunth (S)

CAPRIFOLIACEAE

Viburnum caudatum Greenm. (A)

CELASTRACEAE

Zinowiewia concinna Lundell (A)

CLETHRACEAE

Clethra alcoceri Greenm. (A)

Clethra mexicana DC. (A)

COMPOSITAE

Ageratina cremasta (B.L.Rob.) R.M.King et H.Rob. (S)

Ageratina ligustrina (DC.) R.M.King et H.Rob. (A)

Ageratina pelotropha (B.L.Rob.) R.M.King et H.Rob. (S)

Critonia paneroi B.L.Turner (A)

Dahlia tenuicaulis P.D.Sorensen (L)

Montanoa sp. (A)

Pentacalia guerrierensis (T.M.Barkley) C.Jeffrey (L)

Roldana barba-johannis (DC.) H.Rob. et Brettell (S)

Roldana langlassei (Greenm.) H.Rob. et Brettell (S)

Roldana schaffneri (Sch.Bip. ex Klatt) H.Rob. et Brettell (A)

Rumfordia floribunda var. *australis* R.W.Sanders (A)

CORNACEAE

Cornus disciflora Moç. et Sessé ex DC. (A)

EUPHORBIACEAE

Bernardia sp. (A)

Croton draco Schlttdl. (A).

FAGACEAE

Quercus candicans Née (A)

Quercus conspersa Benth. (A)

Quercus laurina Humb. et Bonpl. (A)

Quercus rubramenta Trel. (A)

Quercus sp.

FLACOURTIACEAE

Casearia sp. (L)

Xylosma flexuosum Hemsl. (S)

HYDRANGEACEAE

Philadelphus mexicanus Schlttdl. (L)

LABIATAE

Salvia atrocaulis Fernald (S)

LAURACEAE

- Litsea glaucescens* Humb. Bonpl. et Kunth (A)
Ocotea chiapensis (Lundell) Standl. et Steyerl. (A)
Ocotea candidovillosa Lorea-Hern. (A)
Persea americana Mill. (A)

MELASTOMATACEAE

- Miconia glaberrima* (Schltdl.) Naudin (S)

MELIACEAE

- Guarea glabra* Vahl (A)
Trichilia havanensis Jacq. (A)

MYRSINACEAE

- Parathesis serrulata* Mez (A)
Parathesis villosa Lundell (A)
Rapanea juergensenii Mez (A)
Synardisia venosa (Mast.) Lundell (A)

MYRTACEAE

- Eugenia mexicana* Steud. (A)

ONAGRACEAE

- Fuchsia arborescens* Sims (A)
Fuchsia microphylla Humb. Bonpl. et Kunth (S)
Fuchsia parviflora Zucc. (S)

OLEACEAE

- Forestiera racemosa* S. Watson (A)
Forestiera reticulata Torr.
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.

PHYTOLACCACEAE

- Phytolacca icosandra* L. (S)

PINACEAE

- Abies guatemalensis* Rehder (A)
Pinus ayacahuite C. Ehrenb. ex Schltdl. (A)
Pinus herrerae Martínez (A)
Pinus pseudostrobus Lindl. (A)

PIPERACEAE

- Piper psilorhachis* C. DC. (S)

POLYGONACEAE

- Muehlenbeckia tamnifolia* Meisn. (L)

ROSACEAE

- Prunus cortapico* Kerber ex Koehne (A)
Rubus adenotrichos Schltdl. (S)

RUBIACEAE

- Chiococca phaenostemon* Schltdl. (A)
Deppea grandiflora Schltdl. (A)

RUTACEAE

- Casimiroa* sp. (A)
Zanthoxylum foliolosum Donn.Sm. (S)

SABIACEAE

- Meliosma dentata* Urb. (A)

SALICACEAE

Salix paradoxa Kunth et C.K.Schneid. (A)

SMILACACEAE

Smilax domingensis Will. (L)

SOLANACEAE

Cestrum anagyris Dun (A)

Lycianthes arrazolensis Bitter (A)

Lycianthes quichensis Bitter (S)

Lycianthes sp. (A)

Solandra guerrierensis Martínez (L)

Solanum aligerum Schltld. (A)

Solanum brachystachys Dun (S)

Solanum cervantesii Lag. (A)

Solanum nigricans M.Martens et Galeotti (S)

STAPHYLEACEAE

Turpinia occidentalis G.Don (A)

STERCULIACEAE

Chiranthodendron pentadactylon Larreat. (A)

STYRACACEAE

Styrax argenteus C.Presl (A)

THEACEAE

Cleyera integrifolia Choisy (A)

Ternstroemia lineata DC. (A)

TILIACEAE

Tilia occidentalis Rose (A)

ULMACEAE

Lozanella enantiophylla (Donn.Smith) Killip et C.V.Morton (A)