



ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL CAÑÓN DEL ZOPILOTE, GUERRERO, MÉXICO

STRUCTURE AND COMPOSITION OF VEGETATION IN ZOPILOTE CANYON, GUERRERO, MEXICO

P. Ávila Sánchez^{1, 2}; A. Sánchez-González¹; C. Catalán Everástico²

¹Laboratorio de Sistemática Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ciudad Universitaria, km 4.5 Carretera Pachuca-Tulancingo. Mineral de la Reforma, Hidalgo. C. P. 42184. MÉXICO.

Tel. (01)-771 71 7-20-00. Correo-e: : pedro940@hotmail.com, arturosg@uaeh.edu.mx

²Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n. Colonia Villa de Guadalupe. Iguala, Guerrero.

C. P. 40000. MÉXICO. Tel. (01)-733 11 0-15-36.

RESUMEN

Se analizó el cambio en la composición y estructura de la vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal en el Cañón del Zopilote, localizado en la cuenca del río Balsas, en Guerrero. En un intervalo de 450 a 2,800 m de altitud se colocaron 28 parcelas de muestreo, en diferentes tipos de vegetación, definidos por su fisonomía. En cada tipo de vegetación se establecieron seis parcelas de 1,000 m² para el muestreo de las especies arbóreas, y dentro de ellas una sub-parcela de 100 m² para arbustivas y dos de 6 m² para herbáceas. El atributo estructural estimado fue el valor de importancia relativa de las especies; para la clasificación de los tipos de vegetación se utilizó el análisis de agrupamiento. En el gradiente estudiado se identificaron 314 especies de plantas vasculares (cuatro incluidas en la NOM-059-ECOL-2001), en 204 géneros y 79 familias. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae, Fabaceae, Burseraceae, Lamiaceae y Euphorbiaceae. Se definieron cinco tipos de vegetación: bosque tropical caducifolio, palmar, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus* y bosque mesófilo de montaña. Es probable que el cambio abrupto en las condiciones topográficas y climáticas en el Cañón del Zopilote, definan la estrecha proximidad de tipos de vegetación contrastantes.

Recibido: 24 de febrero, 2010
Aceptado: 7 de abril, 2010
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.02.003
<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE: Clasificación de la vegetación, bosques montanos, cuenca del río Balsas, gradiente altitudinal, estructura de comunidades.

ABSTRACT

An analysis was carried out of the change in the composition and structure of vegetation along an elevation gradient in Zopilote Canyon, located in the Balsas River Basin in Guerrero. In an altitude range from 450 to 2,800 m, 28 sampling plots were established in five different vegetation types, defined by their physiognomy. Within each vegetation type, six 1,000 m² plots were selected for sampling tree species, and within these a 100 m² subplot was established for shrubs and two 6 m² subplots for herbaceous plants. The structural attribute estimated was the relative importance value of each species; cluster analysis was used for classifying vegetation types. In the elevation range studied, 314 species of vascular plants were identified (including four in the NOM-059-ECOL-2001), in 204 genera and 79 families. The most species-rich families were: Asteraceae, Fabaceae, Burseraceae, Lamiaceae and Euphorbiaceae. Five vegetation types were identified: tropical deciduous forest, palm swamp, *Quercus* forest, *Pinus* forest and mountain cloud forest. The close proximity of these different vegetation types is most likely due to the abrupt changes in topographical and climatic conditions in Zopilote Canyon.

KEY WORDS: Vegetation classification, mountain forest, Balsas River Basin, elevation gradient, plant community structure.

INTRODUCCIÓN

Se considera que la estructura de la comunidad vegetal es producto de las condiciones físicas locales y de las interacciones entre especies (Ohmann y Spies, 1998), por lo que los cambios ambientales que ocurren a lo largo de gradientes de altitud son considerados determinantes en la composición y estructura de la vegetación (Sánchez-González y López-Mata, 2005; Richter, 2008).

INTRODUCTION

The structure of a plant community is thought to be the result of local physical conditions and interactions among species (Ohmann and Spies, 1998), which is why environmental changes that occur along elevation gradients are considered to be determining factors in the composition and structure of the vegetation (Sanchez-González and López-Mata, 2005; Richter, 2008).

La cuenca del río Balsas es una de las más extensas e importantes de México, cuenta con una gran riqueza florística y tipos de vegetación debido a la variación climática a lo largo del amplio gradiente de altitud existente; presenta matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosque de encino, bosque de pino y bosque mesófilo de montaña (Fernández *et al.*, 1998). La cuenca del río Balsas ha sido reconocida como un área fisiográfica con alta concentración de taxones endémicos y como sitio de origen de muchas especies (Rzedowski, 1978, Rzedowski *et al.*, 2005; Peralta, 1995; Fernández *et al.*, 1998; Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2005).

El conocimiento de la composición y estructura de la vegetación en las regiones montañosas de México todavía es incipiente (Vázquez y Givnish, 1998). En el Cañón del Zopilote, localizado dentro de la cuenca del río Balsas, existen algunos estudios florísticos y descriptivos de la vegetación (Peralta, 1995; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2001; Pineda-García *et al.*, 2007), pero los trabajos cuantitativos sobre la misma, son escasos (Catalán *et al.*, 2003). El objetivo principal del presente estudio fue aportar información sobre los cambios que ocurren en la estructura de la vegetación y en la composición florística a medida que se incrementa la altitud en el Cañón del Zopilote, Guerrero, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El Cañón del Zopilote tiene una extensión de 738 km² y coordenadas extremas: 17°39'42", 18°03'59" latitud norte y 99°31'01", 99°46'35" de longitud oeste, se localiza en la cuenca del río Balsas, en el estado de Guerrero (Figura 1). Comprende los municipios de Eduardo Neri, Leonardo Bravo, Tepecoacuilco, Chilpancingo, Tixtla y Cocula (Peralta, 1995). El trabajo de investigación se realizó a lo largo de un gradiente altitudinal que comprende desde 450 m, en el Cañón del Zopilote, hasta los 2,800 m de altitud, en la comunidad de Carrizal de Bravo. La topografía del lugar está formada por cerros y laderas con pendientes pronunciadas y barrancas profundas. Con respecto a la hidrografía, se localiza el río el Zopilote el cual recibe las corrientes de los ríos Coloapán y Huacapán, que descienden de la región sur oriental y fluyen sólo en la época de lluvias (INEGI, 1984).

El clima en la parte baja, en el poblado de Xochipala, es cálido semi-húmedo, con lluvias en verano. En la parte alta, en Carrizal de Bravo el clima corresponde al más húmedo de los templados sub-húmedos, con régimen de lluvias en verano; la precipitación pluvial anual fluctúa de 100 a 1,500 mm y la temperatura media anual varía entre 17 y 21 °C (García, 1973). Los suelos del área en general están clasificados en el grupo de los litosoles, derivados de rocas calizas y lutitas calcáreas (INEGI, 1991). En Carrizal de Bravo los suelos son de origen volcánico, de más de 50 cm de profundidad, textura franco-arcillosa, color

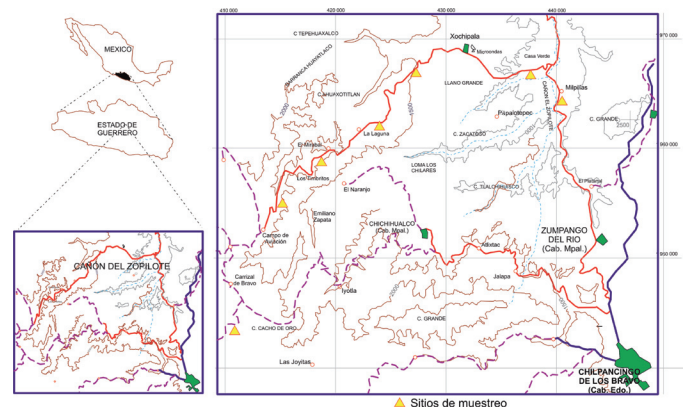


FIGURA 1. Localización del área de estudio
FIGURE 1. Location of the study area

The Balsas River Basin is one of the largest and most important in Mexico, possessing great floristic wealth and an abundance of vegetation types due to climatic variation along its extensive elevation gradient; it has xerophilous scrubland, tropical deciduous forest, oak forest, pine forest, and mountain cloud forest (Fernández *et al.*, 1998). The Balsas River Basin has been recognized as a physiographic area with a high concentration of endemic taxa and as a place of origin of many species (Rzedowski, 1978; Rzedowski *et al.*, 2005; Peralta, 1995; Fernández *et al.*, 1998, Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2005).

Knowledge of the composition and structure of vegetation in the mountain regions of Mexico is still in its incipient stage (Vazquez and Givnish, 1998). Some floristic and descriptive studies of vegetation have been carried out in Zopilote Canyon, located in the Balsas River Basin (Peralta, 1995; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2001; Pineda-García *et al.*, 2007), but quantitative work in this regard is scarce (Catalán *et al.*, 2003). The main objective of this study was to contribute information on changes that occur in vegetation structure and floristic composition as altitude increases in Zopilote Canyon, Guerrero, Mexico.

MATERIALS AND METHODS

Study area. Zopilote Canyon covers an area of 738 km² with the following extreme coordinates: 17°39'42", 18°03'59" north latitude and 99°31'01", 99°46'35" west longitude. It is located in the Balsas River Basin in the State of Guerrero (Figure 1), and it encompasses the municipalities of Eduardo Neri, Leonardo Bravo, Tepecoacuilco, Chilpancingo, Tixtla and Cocula (Peralta, 1995). This research work was conducted along an altitudinal gradient stretching from 450 m in Zopilote Canyon up to 2,800 m altitude in the community of Carrizal de Bravo. The area's topography consists of hills and mountainsides with steep slopes and deep ravines. With regard to hydrography, the Zopilote River, located within this canyon, receives flows from the Huacapán and Coloapán rivers that descend from the southeast but only flow in the rainy season (INEGI, 1984).

pardo rojizo oscuro, con drenaje intermedio y pH de 4.8 a 5.0. Los principales tipos de vegetación en el Cañón del Zopilote incluyen: matorral xerófilo (MX), bosque tropical caducifolio (BTC), bosque de encino (BE), bosque de pino (BP) y bosque mesófilo de montaña (BMM) (Peralta, 1995; Catalán *et al.*, 2003).

Trabajo de campo y de laboratorio. La elección de los sitios de muestreo se hizo de forma preferencial (Matteucci y Colma, 1982) y se basó en el reconocimiento previo de las diferentes variantes fisonómicas de la vegetación presentes en el área de estudio. Los muestreos se realizaron en el sentido del gradiente altitudinal; es decir, desde 450 hasta 2,800 m; a lo largo de este gradiente de 2,350 m se establecieron 28 parcelas de muestreo (Figura 1).

En cada tipo de vegetación se trazaron al azar seis parcelas de muestreo de 1,000 m² (40 x 25 m) cada una, en las cuales se estimó la densidad y área basal de las especies arbóreas. Dentro de cada parcela, se eligió de forma aleatoria una sub-parcela de 100 m² (10 x 10 m) y dos sub-parcelas de 6 m² (2 x 3 m) para contabilizar la densidad y cobertura de las especies del estrato arbustivo y herbáceo, respectivamente.

La estructura de la vegetación se definió con base en el valor de importancia relativa (VIR) de las especies (Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974), con las fórmulas:

$$VIR = \frac{1}{2}(\text{cobertura relativa} + \text{densidad relativa})$$

para arbustos y herbáceas. La Cobertura (C) viene dada por la fórmula:

$$C = \pi \left[\frac{1}{4} (d_1 + d_2) \right]^2$$

donde $\pi = 3.1416$, d_1 y d_2 son los diámetros mayor y menor perpendiculares entre sí de la proyección vertical de la copa del arbusto o cobertura de las herbáceas. El VIR para árboles se calculó con la fórmula:

$$VIR = \frac{1}{2}(\text{área basal relativa} + \text{densidad relativa})$$

El área basal (AB) fue calculada como $AB = \pi r^2$, donde $\pi = 3.1416$ y r es el radio del árbol = $\frac{1}{2}$ DAP (diámetro a la altura del pecho) de los individuos con $DAP \geq 1$ cm.

Para la clasificación numérica de la vegetación se utilizó el análisis de agrupamiento (CA, por sus siglas en inglés: cluster analysis), con datos del VIR de las especies. Se eligió el índice de Sørensen como la medida de semejanza entre los grupos y como método de unión de grupos el de promedio entre grupos (McCune y Grace, 2002). Para el CA se utilizó el programa PC-ORD (McCune y Mefford, 1999), los resultados se presentan

The climate in the lower part, in the town of Xochipala, is warm and semi-humid with summer rains. In the upper part, in Carrizal de Bravo, the climate is that of the most humid of the temperate sub-humid zones with rainfall in summer. Annual rainfall ranges from 100 to 1,500 mm and the annual mean temperature varies between 17 and 21 °C (Garcia, 1973). Area soils are generally classified in the lithosols group, derived from limestone and calcareous shale (INEGI, 1991). In Carrizal de Bravo, the soils are of volcanic origin, more than 50 cm deep, clay loam in texture and dark reddish brown in color, with intermediate drainage and pH of 4.8 to 5.0. The main vegetation types in Zopilote Canyon include xerophilous scrubland (MX), tropical deciduous forest (BTC), oak forest (BE), pine forest (PB) and mountain cloud forest (BMM) (Peralta, 1995; Catalán *et al.*, 2003).

Field and Laboratory Work. The choice of sampling sites was done preferentially (Matteucci and Colma, 1982) and based on previous knowledge of different physiognomic variants of the vegetation present in the study area. Samples were taken in the direction of the altitudinal gradient, that is, from 450 to 2,800 m. Along this 2,350-m gradient, 28 sampling plots were established (Figure 1).

In each vegetation type, six 1,000 m² (40 x 25 m) sampling plots were selected randomly, in each one of which the density and basal area of tree species were estimated. Within each plot, a sub-plot of 100 m² (10 x 10 m) and two sub-plots of 6 m² (2 x 3 m) were randomly chosen to determine species density and coverage in the shrub and herbaceous stratum, respectively.

The vegetation structure was defined based on the relative importance value (RIV) for the species (Mueller-Dumbois and Ellenberg, 1974), with the formulas:

$$RIV = \frac{1}{2}(\text{relative coverage} + \text{relative density})$$

for shrubs and herbaceous plants. Coverage (C) is given by the formula:

$$C = \pi \left[\frac{1}{4} (d_1 + d_2) \right]^2$$

where $\pi = 3.1416$, d_1 and d_2 are the largest and smallest diameters perpendicular to the vertical projection of the crown of the shrub or herbaceous cover. The RIV for trees was calculated with the formula:

$$RIV = \frac{1}{2}(\text{relative basal area} + \text{relative density})$$

The basal area (BA) was calculated as $BA = \pi r^2$, where $\pi = 3.1416$ and r is the radius of the tree = $\frac{1}{2}$ DCH (diameter at chest height) of individuals with $DCH \geq 1$ cm.

CUADRO 1. Riqueza de los grupos de plantas vasculares del Cañón del Zopilote

Grupo	Familias	Géneros	Especies
Magnoliophyta			
Magnoliopsida	65	179	276
Liliopsida	5	10	11
Pinophyta	2	3	8
Polypodiophyta	6	11	18
Lycopodiophyta	1	1	1
Total	79	204	314

en un dendrograma en el que la medida de distancia se transformó a la función objetiva de Wishart, expresada como porcentaje de información remanente. El porcentaje de información disminuye paulatinamente, hasta ser de cero cuando todos los grupos están fusionados. Para determinar el número de grupos en el dendrograma se eligió un nivel de corte que considerara un compromiso entre la pérdida de información y la simplificación de un número de unidades de vegetación interpretables desde un punto de vista natural (McCune y Grace, 2002).

La mayoría de los ejemplares recolectados fueron determinados con base en las claves para distintas familias, de los fascículos del proyecto de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México "Flora de Guerrero", y en algunos géneros se recurrió a taxónomos especialistas de varias instituciones. Los ejemplares recolectados se depositarán en el herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo (DICIFO) y en el Herbario Nacional (MEXU).

La nomenclatura utilizada para las familias se basó en Smith *et al.* (2004), los nombres de las especies conforme a los de la página Web del proyecto Trópicos (2010) y los de las especies de pteridofitas con base en el trabajo de Mickel y Smith (2004). La forma de vida de las especies se estableció en campo, con base en el criterio de Moreno (1984), el tipo de vegetación se definió con base en la clasificación de Rzedowski (1978).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio florístico. Se identificaron 314 especies de plantas vasculares, que corresponden a 79 familias y 204 géneros. (Cuadro 1); las familias con mayor número de especies fueron: Asteraceae (59 especies), Fabaceae (36), Burseraceae (18), Lamiaceae (16), Euphorbiaceae (15) y Fagaceae con 9 especies. Las familias restantes presentaron siete o menos especies (Cuadro 2). Cuatro de las especies se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002): *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat. (amenazada), *Abies guatemalensis* Rehder. y *Zinowiewia concinna* Lundell (en peligro de extinción); y *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch (sujeta a protección especial).

For the numerical classification of vegetation, cluster analysis (CA) was used with species RIV data. The Sorensen index was chosen as the measure of similarity between the groups, while the between-group average was used as the method of joining groups (McCune and Grace, 2002). For the CA, the PC-ORD program was used (McCune and Mefford, 1999). The results are presented in a dendrogram where the distance measure was transformed to Wishart's objective function, expressed as a percentage of information remaining. The information percentage gradually decreases until reaching zero when all groups are merged. To determine the number of groups in the dendrogram, a cutoff level was chosen that considers a compromise between information loss and simplification of a number of interpretable vegetation units from a natural point of view (McCune and Grace, 2002).

Most specimens collected were identified based on the keys for different families, particularly the fascicles of the "Flora de Guerrero" project established by the Faculty of Sciences of the Universidad Nacional Autónoma de México. For some genera, specialist taxonomists at several institutions were consulted. The specimens collected were deposited in the Forestry Department herbarium at the Universidad Autónoma Chapingo and in the National Herbarium (MEXU).

The nomenclature used for the families was based on Smith *et al.* (2004). Species names concur with those of the Tropics project website (2010), while those of pteridophytes are based on the work of Mickel and Smith (2004). The life form of each species was established in the field, based on the criterion of Moreno (1984), while vegetation type was identified based on the classification of Rzedowski (1978).

RESULTS AND DISCUSSION

Floristic study. In total, 314 vascular plant species were identified, corresponding to 79 families and 204 genera. (Table 1); families with the greatest number of species were Asteraceae (59 species), Fabaceae (36), Burseraceae (18), Lamiaceae (16), Euphorbiaceae (15) and Fagaceae with 9 species. The remaining families had seven or fewer species (Table 2). Four of the species are at some level of risk within the NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002): *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat. (threatened), *Abies guatemalensis* Rehder. and *Zinowiewia concinna* Lundell (in danger of extinction); and *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch (subject to special protection).

The Balsas River Basin has a high floristic diversity (about 4,442 species of vascular plants) as a result of the wide variety of environmental conditions mainly generated by its geographic position within two different physiographic regions (Fernández *et al.*, 1998). Local examples of this enormous wealth of species are provided by the floristic studies conducted in areas adjacent to Zopilote Canyon,

La cuenca del río Balsas posee una elevada riqueza florística (alrededor de 4,442 especies de plantas vasculares), como resultado de la gran diversidad de condiciones ambientales generadas principalmente por su posición geográfica dentro de dos regiones fisiográficas distintas (Fernández *et al.*, 1998). Ejemplos a nivel local de esta enorme riqueza de especies son los estudios florísticos realizados en zonas aledañas al Cañón del Zopilote, en el BTC y en el bosque de *Quercus* del municipio de Eduardo Neri (Jiménez *et al.*, 2003) y en la región de Papalutla (Martínez *et al.*, 1997), en donde registran la presencia de 1,342 y de 699 especies de plantas vasculares, respectivamente.

El inventario florístico del presente estudio fue menos rico en especies que los mencionados en el párrafo anterior (Cuadro 3), pues el muestreo se enfocó principalmente a caracterizar las especies que tienen mayor importancia estructural (por su abundancia y cobertura) dentro de los cinco distintos tipos de vegetación identificados. Es por ello que más de 63 % de las 314 especies que conforman la lista, son perennes (141 son especies arbóreas y 59 son arbustivas). Es importante destacar que cuatro de las especies identificadas en el presente estudio, se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002).

Varios estudios realizados en distintos tipos de vegetación dentro de la cuenca del río Balsas, mencionan que las familias de plantas vasculares con mayor riqueza de especies son principalmente: Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Solanaceae, Burseraceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Pteridaceae y Fagaceae (Peralta, 1995; Martínez *et al.*, 1997; Fernández *et al.*, 1998; Zepeda y Velázquez, 1999; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2001; Catalán, 2003; Jiménez *et al.*, 2003). Se ha documentado ampliamente que las familias mencionadas son las más representativas (por el número de especies) de la flora mexicana (Rzedowski, 1978, 1996), por lo que no sorprende su elevada riqueza de especies en la zona estudiada, que incluyó cinco tipos diferentes de vegetación.

Comunidades vegetales. Existen pocos estudios cuantitativos sobre la estructura de la vegetación dentro de la cuenca del río Balsas, sólo se puede citar el de Peralta (1995) en el BTC del Cañón del Zopilote y el de Catalán *et al.* (2003) en el BMM de Carrizal de Bravo. Otros estudios realizados en zonas aledañas incluyen descripciones cualitativas de los tipos de vegetación (Fernández *et al.*, 1998; Diego-Pérez *et al.*, 2001; Fonseca *et al.*, 2001; Lozada *et al.*, 2003).

En el presente estudio, el análisis de agrupamiento permitió distinguir cinco tipos de vegetación en el Cañón del Zopilote (Figura 2), que corresponden a los patrones fisonómicos observados a lo largo del gradiente altitudinal: 1) bosque tropical caducifolio, localizado en el intervalo

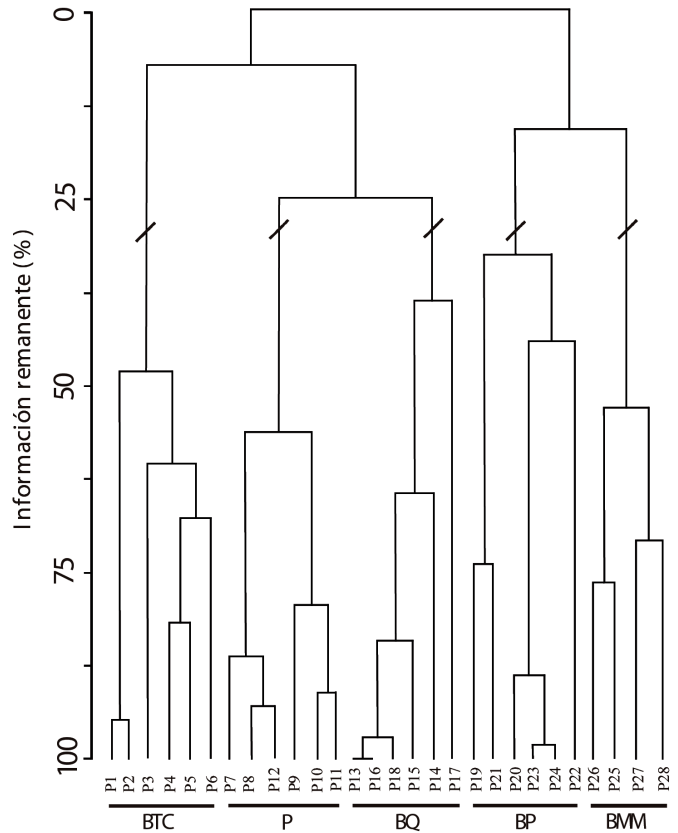


FIGURA 2. Dendrograma que muestra las relaciones jerárquicas entre las parcelas de muestreo. La escala vertical indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan. BTC: bosque tropical caducifolio, P: palmar, BE: bosque de encino, BP: bosque de pino, BMM: bosque mesófilo de montaña.

FIGURE 2. Dendrogram showing the hierarchical relationships among the sampling plots. The vertical scale indicates the percentage of this information as the groups merge. BTC: tropical deciduous forest, P: palm swamp, BE: oak forest, BP: pine forest, BMM: mountain cloud forest.

in the BTC and in the *Quercus* forest in the municipality of Eduardo Neri (Jiménez *et al.*, 2003) and in the region of Papalutla (Martínez *et al.*, 1997), where the presence of 1,342 and 699 species of vascular plants, respectively, were recorded.

The floristic inventory of this study was less rich in species than those mentioned in the previous paragraph (Table 3), since sampling focused primarily on characterizing the species that have greater structural importance (due to their abundance and coverage) within the five different vegetation types identified. That is why over 63 % of the 314 species on the list are perennials (141 are tree species and 59 are shrubs). It is important to note that four of the species identified in this study are at some level of risk in the NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002).

Several studies on different vegetation types within the Balsas River Basin mention that vascular plant families with greater species variety are mainly: Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Solanaceae,

CUADRO 2. Familias con mayor número de géneros y especies a lo largo del gradiente altitudinal estudiado en el Cañón del Zopilote, Guerrero

TABLE 2. Families with the highest number of genera and species along the altitudinal gradient studied in Zopilote Canyon, Guerrero

Familia	Géneros	Especies
Asteraceae	37	59
Fabaceae	23	36
Burseraceae	1	18
Lamiaceae	3	16
Euphorbiaceae	10	15
Fagaceae	1	9
Anacardiaceae	7	7
Pinaceae	2	7
Solanaceae	3	7
Pteridaceae	3	6
Scropulariaceae	4	6
Boraginaceae	3	5
Convolvulaceae	1	5
Onagraceae	3	5
Poaceae	5	5
Betulaceae	4	4
Dryopteridaceae	4	4

de altitud de entre 450 y 1,200 m, 2) Palmar entre 1,100 y 1,700 m, 3) bosque de *Quercus*, distribuido en el intervalo de entre 1,700 y 2,000 m, 4) bosque de *Pinus*, entre 2,000 y 2,500 m y 5) bosque mesófilo de montaña, entre 2,500 y 3,000 m.

El primer grupo (Figura 2), corresponde al bosque tropical caducifolio (parcelas de muestreo 1 a 6), que se localiza entre 450 y 1,200 m de altitud y se desarrolla principalmente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas, que varían de 15 a 29° y con orientación S, E, SO y NO. Los suelos son superficiales, de textura franco a franco arcilloso y el pH alcalino. La precipitación pluvial varía de 450 a 800 mm anuales y la temperatura media anual de 27 a 40° C. Las especies con mayor VIR en el estrato arbóreo fueron: *Bursera aptera*, *Bursera morelensis*, *Lysiloma tergeminum* y *Neobuxbaumia mezcalaensis*; en el estrato arbustivo sobresalen: *Croton sonora*, *Hauya elegans*, *Jatropha andrieuxii*, *Lippia graveolens* y *Salvia breviflora*. En el estrato herbáceo dominan: *Bouteloua disticha*, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium divaricatum* y *Oplismenus burmannii* (Cuadro 3).

El BTC es el tipo de vegetación más extendido en la cuenca del río Balsas (Fernández et al., 1998). En la zona estudiada este tipo de vegetación se desarrolla dentro del intervalo de altitud referido por varios autores para la cuenca

Burseraceae, Lamiaceae, Orchidaceae, Pteridaceae and Fagaceae (Peralta, 1995; Martínez et al., 1997; Fernández et al., 1998; Zepeda and Velázquez, 1999; Diego-Pérez et al., 2001; Fonseca et al., 2001; Catalán, 2003; Jiménez et al., 2003). It has been well-documented that the families mentioned are the most representative (by number of species) of Mexican flora (Rzedowski, 1978, 1996), so their high species diversity in the surveyed area, which included five different types of vegetation, comes as no surprise.

Plant communities. There are few quantitative studies on the structure of vegetation within the Balsas River Basin. Indeed, one can only cite that by Peralta (1995) in the BTC of Zopilote Canyon and that by Catalán et al. (2003) in the BMM of Carrizal de Bravol. Other studies carried out in surrounding areas include qualitative descriptions of vegetation types (Fernández et al., 1998; Diego-Pérez et al., 2001; Fonseca et al., 2001; Lozada et al., 2003).

In this study, cluster analysis enabled distinguishing five vegetation types in Zopilote Canyon (Figure 2), corresponding to the physiognomic patterns observed along the altitudinal gradient: 1) tropical deciduous forest, located in the altitude range between 450 and 1,200 m, 2) palm swamp between 1,100 and 1,700 m, 3) *Quercus* forest, distributed in the range between 1,700 and 2,000 m, 4) *Pinus* forest, between 2,000 and 2,500 m and 5) mountain cloud forest, between 2,500 and 3,000 m.

The first group (Figure 2) corresponds to the tropical deciduous forest (sampling plots 1-6), which is located between 450 and 1,200 m above sea level and develops mainly on hillsides with steep slopes ranging from 15-29° and oriented S, E, SW and NW. The soils are shallow, with loam to clay loam texture and alkaline pH. Annual rainfall varies from 450 to 800 mm and the mean annual temperature is from 27 to 40° C. The species with the greatest RIV in the tree stratum were *Bursera aptera*, *Bursera morelensis*, *Lysiloma tergeminum* and *Neobuxbaumia mezcalaensis*, while those that stood out in the shrub stratum were *Croton sonora*, *Hauya elegans*, *Jatropha andrieuxii*, *Lippia graveolens* and *Salvia breviflora*. The herbaceous stratum was dominated by *Bouteloua disticha*, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium divaricatum* and *Oplismenus burmannii* (Table 3).

The tropical deciduous forest (BTC) is the most widespread vegetation type in the Balsas River Basin (Fernández et al., 1998). In the study area, this vegetation type develops within the altitude range reported by several authors for the Balsas Basin (Peralta, 1995; Fernández et al., 1998; Zepeda and Velázquez, 1999). The BTC is characterized by high species richness, so its composition and structure is variable, depending on the environmental conditions in which it develops. Peralta (1995) mentions that the heterogeneity in the floristic composition, physiognomy

CUADRO 3. Listado de especies de plantas vasculares recolectadas en el Cañón del Zopilote, Guerrero

TABLE 3. List of vascular plant species collected in Zopilote Canyon, Guerrero

FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE VEGETACIÓN	FORMA DE VIDA
DIVISIÓN POLYPODIOPHYTA			
Aspleniaceae	<i>Asplenium formosum</i> Willd.	BMM	H
	<i>Asplenium monanthes</i> L.	BP	H
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	BP	H
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris rossii</i> C. Chr.	BP	H
	<i>Elaphoglossum muelleri</i> (E. Fourn.) C. Chr.	BP	H
	<i>Polystichum fourmieri</i> A. R. Sm.	BMM	H
Pteridaceae	<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	P	H
	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	P	H
	<i>Adiantum tricholepis</i> Fée	BTC	H
	<i>Cheilanthes kaufussii</i> Kunze	BP	H
	<i>Cheilanthes marginata</i> Kunth	BP	H
	<i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	BP	H
	<i>Cheiloplecton rigidum</i> (Sw.) Fée	BTC	H
	<i>Notholaena lemmonii</i> D. C. Eaton	BTC	H
Schizaeaceae	<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	BTC	H
	<i>Anemia mexicana</i> Klotzsch	BTC	H
	<i>Anemia tomentosa</i> (Sav.) Sw. var. <i>mexicana</i> (C. Presl) Mickel	BTC	H
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris concinna</i> (Willd.) Ching	BP	H
DIVISIÓN LYCOPOI			
Selaginellaceae	<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring in Martius	P	H
DIVISIÓN PINOPHYTA			
Cupressaceae	<i>Juniperus flaccida</i> Schldtl.	P	A
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	BMM	A*
	<i>Pinus ayacahuite</i> C. Ehrenb. ex Schldtl.	BMM	A
	<i>Pinus devoniana</i> Lindl.	BP	A
	<i>Pinus herrerae</i> Martínez	BMM	A
	<i>Pinus lawsonii</i> Roehl ex Gordon	BP	A
	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schldtl.	BP	A
	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	BMM	A
DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA			
CLASE LILIOPSIDA			
Agavaceae	<i>Agave cupreata</i> Trel. & A. Berger	BP	Ar
	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	BTC	Ar
Arecaceae	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.	P	A
Commelinaceae	<i>Commelina difusa</i> Burm. f.	BTC	H
	<i>Thyrsanthemum goldianum</i> D.R. Hunt	BTC	H
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i> Cav.	BTC	H

	<i>Bouteloua disticha</i> (Kunth) Benth.	P	H
	<i>Festuca amplissima</i> Rupr.	BMM	H
	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	P	H
	<i>Otatea acuminata</i> (Munro) C.E. Calderón & Soderstr.	P	Ar
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i> Wild.	BMM	Ar
CLASE MAGNOLIOPSIDA			
Acanthaceae	<i>Dicliptera sciadephora</i> Donn. Sm.	BTC	H
Amaranthaceae	<i>Gomphrena nitida</i> Rothr.	P	H
Anacardiaceae	<i>Actinocheita filicosa</i> (DC.) F.A. Barkley	P	A
	<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schltdl.) Standl.	BTC	A
	<i>Comocladia mollissima</i> Kunth	P	A
	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth	BTC	A
	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	P	A
	<i>Pseudosmodingium andrieuxii</i> (Baill.) Engl.	BTC	A
	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i> (Kunth) Engl.	P	A
	<i>Rhus galeotti</i> Standl.	P	A
Apocynaceae	<i>Haplophyton cinereum</i> (A. Rich.) Woodson	BTC	Ar
	<i>Plumeria rubra</i> L.	BTC	A
	<i>Stemmadenia pubescens</i> Benth.	BTC	A
	<i>Thevetia ovata</i> (Cav.) A. DC.	BTC	A
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i> Cav.	P	Ar
	<i>Oreopanax sanderianus</i> Hemsl.	BMM	Ar
	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	BMM	A
Asteraceae	<i>Acourtia cordata</i> (Cerv.) B.L. Turner	BQ	Ar
	<i>Ageratina cremasta</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	BMM	Ar
	<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	BMM	Ar
	<i>Aldama dentata</i> La Llave	BTC	H
	<i>Alloispermum scabrifolium</i> (Hook. & Arn.) H. Rob.	P	H
	<i>Archibaccharis schiedeana</i> (Benth. in Oerst.) J.D. Jackson	BP	H
	<i>Aster moranensis</i> Kunth	BP	H
	<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	BMM	A
	<i>Baccharis serratifolia</i> Kunth	BP	H
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	BP	Ar
	<i>Bidens odorata</i> Cav.	P	H
	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	BQ	Ar
	<i>Calea ternifolia</i> Kunth	P	A
	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	BP	Ar
	<i>Cirsium mexicanum</i> DC.	BQ	H
	<i>Cosmos crithmifolius</i> Kunth	BQ	H
	<i>Cosmos scabiosoides</i> Kunth	BP	H
	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	P	H

	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	P	H
	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	BMM	H
	<i>Eupatorium aschenbornianum</i> S. Schauer	BMM	H
	<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> DC.	BQ	H
	<i>Gnaphalium roseum</i> Kunth	P	H
	<i>Iostephane heterophylla</i> (Cav.) Benth.	BP	H
	<i>Liabum pringlei</i> B.L. Rob. & Greenm.	P	A
	<i>Lasianthaea helianthoides</i> Zucc. ex DC.	BQ	H
	<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	P	H
	<i>Miconia cordifolia</i> Wurdack	BQ	H
	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	P	A
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	BTC	H
	<i>Pentacalia guerrerensis</i> (T.M. Barkley) C. Jeffrey	BMM	Ar
	<i>Pittocaulon bombycophole</i> (Bullock) H. Rob. & Brettell	BTC	A
	<i>Porophyllum calcicola</i> B.L. Rob. & Greenm.	P	H
	<i>Porophyllum lindenii</i> Sch. Bip.	P	H
	<i>Porophyllum punctatum</i> (Mill.) S.F. Blake	BQ	Ar
	<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	BMM	Ar
	<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	BMM	Ar
	<i>Roldana langlassei</i> (Greenm.) H. Rob. & Brettell	BMM	Ar
	<i>Roldana reticulata</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	BMM	Ar
	<i>Roldana schaffneri</i> (Sch. Bip. ex Klatt) H. Rob. & Brettell	BMM	A
	<i>Rumfordia floribunda</i> var. <i>australis</i> R.W. Sanders	BMM	A
	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Benth. & Hook. f. ex Hemsl.	PM	H
	<i>Simsia lagascaeiformis</i> DC.	BTC	H
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	BP	H
	<i>Stevia microchaeta</i> Sch. Bip.	BMM	Ar
	<i>Stevia monardifolia</i> Kunth	BMM	Ar
	<i>Stevia ovata</i> Willd. var. <i>ovata</i>	BQ	H
	<i>Tagetes erecta</i> L.	BP	H
	<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.	BP	H
	<i>Verbesina oncophora</i> B.L. Rob. & Seaton	BMM	Ar
	<i>Vernonia alamanii</i> DC.	BP	H
	<i>Vernonia capreifolia</i> Baker	P	A
	<i>Vernonia patens</i> Kunth	BP	A
	<i>Vernonia uniflora</i> Sch. Bip.	BQ	Ar
	<i>Viguiera rosei</i> Greenm.	BMM	A
	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	BTC	H
Begoniaceae	<i>Begonia boissieri</i> A. DC.	P	H
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schltdl.) Furlow	BP	A
	<i>Carpinus caroliniana</i> var. <i>tropicalis</i> (Donn. Sm.) Standl.	BMM	A
	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	BMM	A*
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i> Kunth	BTC	A

	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	SBC	Ar
Bombacaceae	<i>Bombax ellipticum</i> Kunth	P	A
	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	BTC	A
	<i>Ceiba parvifolia</i> Rose	BTC	A
Boraginaceae	<i>Bouyeria spathulata</i> (Miers) Hemsl.	BTC	
	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	P	A
	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	P	A
	<i>Cordia gerascanthus</i> L.		
	<i>Lithospermum calcicola</i> B.L. Rob.	BQ	H
Burseraceae	<i>Bursera aptera</i> Ramirez	BTC	A
	<i>Bursera bicolor</i> (Willd. ex Schtdl.) Engl.	BTC	A
	<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.	P	A
	<i>Bursera bolivarii</i> Rzed.	P	A
	<i>Bursera bonetii</i> Rzed.	P	A
	<i>Bursera copalifera</i> (DC.) Bullock	BTC	A
	<i>Bursera cuneata</i> (Schtdl.) Engl.	BTC	A
	<i>Bursera discolor</i> Rzed.	P	A
	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	P	A
	<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.	P	A
	<i>Bursera lancifolia</i> (Schtdl.) Engl.	P	A
	<i>Bursera longipes</i> (Rose) Standl.	BTC	A
	<i>Bursera morelensis</i> Ramirez	BTC	A
	<i>Bursera multifolia</i> (Rose) Engl.	P	A
	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	BTC	A
	<i>Bursera submoniliformis</i> Engl.	BTC	A
	<i>Bursera vejar-vazquezii</i> Miranda	P	A
	<i>Bursera xochipalensis</i> Rzed.	BTC	A
Cactaceae	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i> Bravo		
	<i>Pachycereus weberi</i> (J.M. Coult.) Backeb.	BTC	A
	<i>Stenocereus zopilotensis</i> Arreola-Nava & Terrazas	BTC	A
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	BMM	Ar
Capparaceae	<i>Capparis angustifolia</i> Kunth	BTC	A
Caprifoliaceae	<i>Viburnum caudatum</i> Greenm.	BMM	A
Celastraceae	<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell	BMM	A*
Clethraceae	<i>Clethra alcoceri</i> Greenm.	BMM	A
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	BTC	A
	<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	P	H
	<i>Ipomoea pauciflora</i> M. Martens & Galeotti	P	A
	<i>Ipomoea santillanii</i> O'Donell	BMM	A
	<i>Ipomoea ternifolia</i> Cav.	BTC	H
Cornaceae	<i>Cornus disciflora</i> DC.	BMM	A
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	BP	A

Euphorbiaceae	<i>Acalypha subviscida</i> S. Watson	P	H
	<i>Bernardia</i> sp.	BMM	A
	<i>Cnidoscolus tubulosus</i> (Müll. Arg.) I.M. Johnst.	P	H
	<i>Croton gossypiifolius</i> Vahl	BMM	A
	<i>Croton sonora</i> Torr.	BTC	H
	<i>Dalembertia populifolia</i> Baill.	BTC	H
	<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	P	H
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	P	H
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	P	H
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	P	H
	<i>Euphorbia</i> sp.	P	H
	<i>Jatropha andrieuxii</i> Müll. Arg.	BTC	A
	<i>Jatropha dioica</i> Cerv.	BTC	A
	<i>Mabea occidentalis</i> Benth.	BTC	A
	<i>Sebastiania</i> sp.	BTC	A
	Fabaceae	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	P
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.		P	A
<i>Acacia riparia</i> Kunth		P	A
<i>Acosmium cardenasii</i> H.S. Irwin & Arroyo		BTC	A
<i>Bauhinia divaricata</i> L.		BTC	A
<i>Brongniartia mortonii</i> McVaugh		P	A
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.		P	Ar
<i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonpl.		BTC	A
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.		BTC	Ar
<i>Cologania broussonetii</i> (Balb.) DC.		BP	H
<i>Crotalaria nayaritensis</i> Windler		P	H
<i>Crotalaria pumila</i> Ortega		P	H
<i>Crotalaria vitellina</i> Ker Gawl.		P	H
<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. var. <i>bicolor</i>		BQ	H
<i>Dalea leptostachya</i> DC.		BTC	Ar
<i>Desmodium strobilaceum</i> Schltdl.		BP	H
<i>Diphysa thurberi</i> (A. Gray) Rydb. ex Standl.		BQ	Ar
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.		BTC	A
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.		BTC	H
<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.		P	A
<i>Havardia acatlensis</i> (Benth.) Britton & Rose		BTC	A
<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.		P	Ar
<i>Indigofera platycarpa</i> Rose		BTC	Ar
<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.		BTC	A
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.		BTC	A
<i>Lysiloma tergeminum</i> Benth.		BTC	A
<i>Marina scopa</i> Barneby		BTC	A
<i>Mariosousa coulteri</i> (Benth.) Seigler & Ebinger		BTC	H

	<i>Mimosa lacerata</i> Rose	BTC	A
	<i>Mimosa xochipalensis</i>	P	A
	<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urb.	BTC	H
	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	BTC	A
	<i>Rhynchosia pringlei</i> Rose	BQ	H
	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby	P	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	BTC	A
	<i>Senna skinneri</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	BTC	Ar
	<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	P	H
	<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby	BTC	A
	<i>Trifolium amabile</i> Kunth	BP	H
	<i>Vachellia campechiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger	BTC	A
Fagaceae	<i>Quercus candicans</i> Née	BP	A
	<i>Quercus castanea</i> Née	BP	A
	<i>Quercus glaucoides</i> M. Martens & Galeotti	P	A
	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	BQ	A
	<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	BMM	A
	<i>Quercus magnoliifolia</i> Née	BP	A
	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	BP	A
	<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	BQ	A
	<i>Quercus rubramenta</i> Trel.	BMM	A
Flacourtiaceae	<i>Casearia</i> sp.	BMM	Ar
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	BTC	A
	<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	P	A
	<i>Neopringlea viscosa</i> (Liebm.) Rose	P	A
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus mexicanus</i> Schldl.	BMM	Ar
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	BMM	H
	<i>Salvia atrocaulis</i> Fernald	BMM	S
	<i>Salvia breviflora</i> Moc. & Sessé	P	Ar
	<i>Salvia carnea</i> Kunth	BMM	H
	<i>Salvia cinnabarina</i> M. Martens & Galeotti	BMM	H
	<i>Salvia elegans</i> Vahl	BMM	H
	<i>Salvia fallax</i> Fernald	P	H
	<i>Salvia involucrata</i> Cav.	P	Ar
	<i>Salvia iodantha</i> Fernald	BMM	H
	<i>Salvia keerlii</i> Benth.	BQ	H
	<i>Salvia langlassei</i> Fernald	BMM	Ar
	<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	P	H
	<i>Salvia longispicata</i> M. Martens & Galeotti	P	H
	<i>Salvia patens</i> Cav.	P	H
	<i>Salvia polystachia</i> Cav.	BQ	H
	<i>Salvia riparia</i> Kunth	P	H
	<i>Stachys coccinea</i> Ortega	BQ	H

Lauraceae	<i>Ocotea candidovillosa</i> Lorea-Hern.	BMM	A
	<i>Ocotea chiapensis</i> (Lundell) Standl. & Steyerm.	BMM	A
	<i>Persea americana</i> Mill.	BMM	A
Lennoaceae	<i>Lennoa madreporoides</i> Lex.	BTC	H
Loganiaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	BMM	A
	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth	BQ	Ar
Lythraceae	<i>Cuphea viscosa</i> Rose	P	H
Malpighiaceae	<i>Galphimia glauca</i> Cav.	BQ	Ar
	<i>Gaudichaudia diandra</i> Nied.	BTC	Ar
	<i>Lasiocarpus salicifolius</i> Liebm.	BTC	A
Malvaceae	<i>Gossypium laxum</i> L.L. Phillips	BTC	A
Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (Schltdl.) Naudin	BMM	Ar
	<i>Tibouchina patens</i> Todzia	BMM	Ar
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	P	A
	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth	P	A
Myrsinaceae	<i>Parathesis villosa</i> Lundell	BMM	A
	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lundell	BMM	A
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	BTC	H
	<i>Commicarpus scandens</i> (L.) Standl.	P	Ar
Oleaceae	<i>Forestiera racemosa</i> S. Watson	BMM	A
Onagraceae	<i>Fuchsia arborescens</i> Sims	BMM	A
	<i>Fuchsia decidua</i> Standl.	BMM	A
	<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	BMM	Ar
	<i>Hauya elegans</i> subsp. <i>barcenae</i> (Hemsl.) P.H. Raven & Breedlove	BTC	Ar
	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	P	H
Opiliaceae	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.	P	A
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	BMM	Ar
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	BMM	H
Polemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don	BTC	H
Polygalaceae	<i>Polygala consobrina</i> S.F. Blake	BTC	H
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	BMM	Ar
Rhamnaceae	<i>Karwinskia umbellata</i> (Cav.) Schltdl.	BTC	A
	<i>Zizyphus mexicana</i> Rose	BTC	A
Rosaceae	<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C.K. Schneid.	BQ	A
	<i>Rubus adenotrichos</i> Schltdl.	BMM	Ar
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	P	A
	<i>Crusea parviflora</i> Hook. & Arn.	P	H
	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	BTC	Ar
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave & Lex.	BMM	A
	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	P	A
Sabiaceae	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.		A
Salicaceae	<i>Salix paradoxa</i> Kunth	BMM	A
Sapindaceae	<i>Dodonaea bialata</i> Kunth	BQ	Ar

	<i>Thouinia villosa</i> DC.	BTC	A
Sapotaceae	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	P	A
Scrophulariaceae	<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. & Cham.	P	H
	<i>Lamourouxia multifida</i> Kunth	BP	H
	<i>Lamourouxia xalapensis</i> Kunth	BMM	A
	<i>Russelia floribunda</i> Kunth	BP	H
Solanaceae	<i>Cestrum anagyris</i> Dunal	BMM	A
	<i>Cestrum nitidum</i> M. Martens & Galeotti	BMM	Ar
	<i>Solandra guerrerensis</i> Martinez	BMM	Ar
	<i>Solanum aligerum</i> Schltld.	BMM	Ar
	<i>Solanum nigricans</i> M. Martens & Galeotti	BMM	Ar
	<i>Solanum rudepannum</i> Dunal	BP	Ar
Sterculiaceae	<i>Solanum torvum</i> Sw.	BP	Ar
	<i>Chiranthodendron pentadactylon</i> Larreat.	BMM	A*
	<i>Melochia tomentosa</i> L.	BTC	H
Staphyleaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	BTC	H
	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	BMM	A
Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> C. Presl	BMM	A
Theaceae	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy	BMM	A
Tiliaceae	<i>Heliocarpus velutinus</i> Rose	P	A
	<i>Trichospermum grewiifolium</i> (A. Rich.) Kosterm.	P	A
Turneraceae	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	BTC	H
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	BTC	Ar
	<i>Lippia umbellata</i> Cav.	BQ	Ar
Violaceae	<i>Hybanthus attenuatus</i> (Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult.) Schulze-Menz	BTC	H
Vitaceae	<i>Cissus tiliacea</i> Kunth	P	Ar

BTC= Bosque tropical caducifolio, P= Palmar, BQ= Bosque de *Quercus*, BP= Bosque de *Pinus*, BMM= Bosque mesófilo de montaña. Formas de vida: A= Árbol, Ar= Arbusto, H= Hierba, *= especies en la NOM-059-ECOL-2001.

del Balsas (Peralta, 1995, Fernández *et al.*, 1998; Zepeda y Velázquez, 1999). El BTC se caracteriza por poseer una alta riqueza de especies, por lo que su composición y estructura es variable, dependiendo de las condiciones ambientales donde se desarrolle. Peralta (1995) menciona que la heterogeneidad en la composición florística, fisonomía y distribución del BTC en distintas localidades de la cuenca del Balsas está definida por la conjunción de factores físicos, climáticos, ecológicos y humanos. A pesar de la heterogeneidad estructural del BTC, varias de las especies arbóreas que presentaron VIR alto en el presente estudio, destacan también por su constancia y dominancia en otros trabajos realizados en la cuenca del Balsas (Peralta, 1995; Fernández *et al.*, 1998): *Acacia angustissima*, *Bursera morelensis*, *Bursera xochipalensis*, *Ceiba aesculifolia* y *Neobuxbaumia mezcalaensis*.

Autores como Zepeda y Velázquez (1999) y Rzedowski *et al.* (2005), mencionan que el estado de

and distribution of the BTC in different areas of the Balsas Basin is due to a combination of physical, climatic, ecological and human factors.

Despite the structural heterogeneity of the BTC, a number of tree species that presented high RIV in this study also stood out for their constancy and dominance in other studies carried out in the Balsas Basin (Peralta, 1995; Fernández *et al.*, 1998): *Acacia angustissima*, *Bursera morelensis*, *Bursera xochipalensis*, *Ceiba aesculifolia* and *Neobuxbaumia mezcalaensis*.

Authors such as Zepeda and Velázquez (1999) and Rzedowski *et al.* (2005) mention that the State of Guerrero has the greatest richness of *Bursera* species, particularly in the BTCs in the Balsas River Basin. In the study area, this fact is reflected in the dominance of tree species and in the presence of 18 *Bursera* species in the BTC and palm swamp. The BTC in Zopilote Canyon is characterized by

Guerrero es el de mayor riqueza de especies de *Bursera*, en particular en los BTC de la Cuenca del río Balsas; en la zona estudiada este hecho se manifiesta en la dominancia de tres especies y en la presencia de 18 especies de *Bursera* en el BTC y en el Palmar. El BTC del Cañón de Zopilote se caracteriza por la dominancia de las formas de vida arbóreas, seguidas de las herbáceas y arbustivas. Zepeda y Velázquez (1999) postulan que la predominancia de especies herbáceas, trepadoras y arbustivas es un indicador de la alteración del BTC. Acorde con este punto de vista, Fernández *et al.* (1998) mencionan que este tipo de vegetación en condiciones de disturbio, suele dar lugar a un matorral secundario.

El segundo grupo identificado corresponde al Palmar (parcelas 6 al 12), que se localiza en el intervalo

the dominance of tree life forms, followed by those of herbaceous plants and shrubs. Zepeda and Velázquez (1999) postulate that the predominance of herbaceous species, climbing plants and shrubs is an indicator of the alteration in the BTC. Consistent with this view, Fernández *et al.* (1998) report that this type of vegetation in disturbed conditions usually leads to secondary scrub.

The second group identified corresponds to the palm swamp (plots 6 to 12), which is located in the altitudinal range of 1,320-1,640 m, and develops mainly on hillsides with steep slopes ranging from 6.4 to 17°, facing SE, S, E and NE. Soils in this vegetation type are shallow, sandy loam in texture and the pH ranges from slightly acid to slightly alkaline. The species with the greatest RIV in the

CUADRO 4. Especies con mayor valor de importancia relativa (VIR) en los cinco tipos de vegetación presentes a lo largo del gradiente altitudinal en el Cañón del Zopilote. Los números indican el valor de importancia relativa (%) de las especies

TABLE 4. Species with the greatest relative importance value (RIV) in the five vegetation types along the altitudinal gradient in Zopilote Canyon. The numbers indicate the relative importance value (%) of the species

F	Tipo de vegetación	BTC	P	BE	BP	BMM	F	Tipo de vegetación	BTC	P	BE	BP	BMM
	Especie							Especie					
A	<i>Plumeria rubra</i>	30	-	-	-	-	Ar	<i>Calliandra houstoniana</i>	-	-	8	-	-
A	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	15	-	-	-	-	Ar	<i>Pteridium arachnoideum</i>	-	-	-	24	-
A	<i>Bursera morelensis</i>	12	-	-	-	-	Ar	<i>Agave cupreata</i>	-	-	-	14	-
A	<i>Lysiloma tergeminum</i>	10	9	-	-	-	Ar	<i>Chromolaena odorata</i>	-	-	-	8	-
A	<i>Bursera aptera</i>	9	-	-	-	-	Ar	<i>Solanum rudepannum</i>	-	-	-	8	-
A	<i>Bursera copalifera</i>	-	18	-	-	-	Ar	<i>Cologania broussonetii</i>	-	-	-	8	-
A	<i>Quercus glaucoides</i>	-	11	9	-	-	Ar	<i>Roldana reticulata</i>	-	-	-	-	15
A	<i>Brongniartia mortonii</i>	-	6	-	-	-	Ar	<i>Solanum nigricans</i>	-	-	-	-	11
A	<i>Acacia riparia</i>	-	6	-	-	-	Ar	<i>Rumfordia floribunda</i>	-	-	-	-	7
A	<i>Quercus resinosa</i>	-	-	38	-	-	Ar	<i>Cestrum nitidum</i>	-	-	-	-	6
A	<i>Quercus laeta</i>	-	-	16	-	-	Ar	<i>Verbesina oncophora</i>	-	-	-	-	5
A	<i>Quercus obtusata</i>	-	-	13	-	-	H	<i>Bouteloua disticha</i>	25	13	-	-	-
A	<i>Brahea dulcis</i>	-	-	12	-	-	H	<i>Melampodium divaricatum</i>	21	16	-	-	-
A	<i>Pinus oocarpa</i>	-	-	-	42	-	H	<i>Oplismenus burmannii</i>	14	-	-	-	-
A	<i>Arbutus xalapensis</i>	-	-	-	13	-	H	<i>Loeselia glandulosa</i>	10	-	-	-	-
A	<i>Pinus devoniana</i>	-	-	-	11	-	H	<i>Bidens odorata</i>	5	-	-	-	-
A	<i>Pinus lawsonii</i>	-	-	-	10	-	H	<i>Cosmos sulphureus</i>	-	8	-	-	-
A	<i>Pinus pseudostrobus</i>	-	-	-	9	3	H	<i>Euphorbia graminea</i>	-	7	-	-	-
A	<i>Buddleja cordata</i>	-	-	-	-	5	H	<i>Cuphea viscosa</i>	-	7	-	-	-
A	<i>Critonia paneroi</i>	-	-	-	-	4	H	<i>Stevia ovata</i>	-	-	20	-	-
A	<i>Persea americana</i>	-	-	-	-	4	H	<i>Rhynchosia pringlei</i>	-	-	19	-	-
A	<i>Abies guatemalensis</i>	-	-	-	-	3	H	<i>Salvia keerlii</i>	-	-	12	-	-
Ar	<i>Lippia graveolens</i>	32	-	9	-	-	H	<i>Stachys coccinea</i>	-	-	12	-	-
Ar	<i>Jatropha andrieuxii</i>	14	-	-	-	-	H	<i>Lasiantha helianthoides</i>	-	-	10	-	-
Ar	<i>Croton sonorae</i>	13	-	-	-	-	H	<i>Lamourouxia multifida</i>	-	-	-	42	-
Ar	<i>Hauya elegans</i>	7	-	-	-	-	H	<i>Vernonia patens</i>	-	-	-	29	-
Ar	<i>Salvia breviflora</i>	6	-	-	-	-	H	<i>Gnaphalium roseum</i>	-	-	-	8	-
Ar	<i>Brahea dulcis</i>	-	43	16	-	-	H	<i>Russelia floribunda</i>	-	-	-	6	-
Ar	<i>Trichospermum grewiifolium</i>	-	13	-	-	-	H	<i>Crotalaria nayaritensis</i>	-	-	-	4	-
Ar	<i>Calea ternifolia</i>	-	10	-	-	-	H	<i>Salvia carnea</i>	-	-	-	-	26
Ar	<i>Salvia fallax</i>	-	7	-	-	-	H	<i>Salvia langlassei</i>	-	-	-	-	14
Ar	<i>Galphimia glauca</i>	-	7	-	-	-	H	<i>Prunella vulgaris</i>	-	-	-	-	11
Ar	<i>Dalea bicolor</i>	-	-	26	-	-	H	<i>Dryopteris wallichiana</i>	-	-	-	-	10
Ar	<i>Brickellia veronicifolia</i>	-	-	24	-	-	H	<i>Eupatorium aschenbornianum</i>	-	-	-	-	4

altitudinal de 1,320-1,640 m, y se desarrolla principalmente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas que varían de 6.4 a 17°, con orientación SE, S, E y NE. Los suelos en este tipo de vegetación son superficiales de textura franco arenosa y el pH varía de ligeramente ácido a ligeramente alcalino. Las especies con mayor VIR en el estrato arbóreo fueron: *Acacia riparia*, *Bursera copalifera*, *Lysiloma tergeminum* y *Quercus glaucooides*; en el estrato arbustivo dominan *Brahea dulcis*, *Calea ternifolia* y *Trichospermum grewiifolium*. En el estrato herbáceo las especies dominantes fueron *Bouteloua disticha*, *Cosmos sulphureus* y *Melampodium divaricatum* (Cuadro 4).

El Palmar del Cañón del Zopilote forma una franja amplia e irregular, que coincide con la cercanía de varios asentamientos humanos (poblados de Chichihualco, La Laguna y Xochipala), por lo que la mayoría de las parcelas de muestreo presentaron algún indicio de perturbación (presencia de ganado, tala, cultivos, troncos quemados, entre otros). Acorde con los resultados anteriores, García-Mendoza *et al.* (1994) refieren que en la mixteca alta Oaxaca-Puebla, el Palmar secundario de *Brahea dulcis* se encuentra en áreas que están sometidas a quemadas periódicas y su crecimiento se ve favorecido por la tala del bosque de encino.

Illsley *et al.* (2001), mencionan que en la región de Chilapa, Guerrero, los palmares de *Brahea dulcis* crecen en sitios donde originalmente existían bosques de encinos (*Quercus glaucooides* y otras especies de encinos caducifolios), en asociación con especies de la familia Fabaceae y Burseraceae. Los mismos autores refieren que la densidad de manchones de palma aumenta en las localidades donde el disturbio es evidente y creciente (pastoreo de ganado e incendios), hasta que las demás especies son casi eliminadas del sitio. Los hallazgos de García-Mendoza *et al.* (1994) y de Illsley *et al.* (2001), permiten suponer que el Palmar presente en el Cañón del Zopilote se desarrolla en una zona de transición natural entre el BTC y el bosque de *Quercus*, en sitios donde estos bosques han cedido su lugar a una vegetación secundaria. Un vestigio más de este proceso de recambio es el elevado VIR dentro del Palmar de especies típicas del BTC (*Bursera copalifera*), del bosque de *Quercus* (*Quercus glaucooides*) y de vegetación secundaria (*Brahea dulcis* e *Ipomoea arborescens*).

El siguiente grupo, constituido por las parcelas de muestreo 13 a 18 (Figura 2), comprende el bosque de encino, un tipo de vegetación bien definido que se desarrolla entre los 1,915 y 1,966 m de altitud; principalmente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas que varían de 13 a 26.5°, con orientación E, NE, E y N. Los suelos son superficiales, de textura franco arenosa a franco-arcillosa y el pH es ligeramente alcalino. Las especies con mayor VIR en el estrato arbóreo fueron: *Quercus laeta*, *Q. obtusata* y *Q. resinosa*; en el estrato arbustivo: *Brahea dulcis*, *Brickellia veronicifolia*, *Dalea bicolor* y *Lippia graveolens*;

tree stratum were *Acacia riparia*, *Bursera copalifera*, *Lysiloma tergeminum* and *Quercus glaucooides*, while the shrub stratum was dominated by *Brahea dulcis*, *Calea ternifolia* and *Trichospermum grewiifolium*. In the herbaceous stratum, the dominant species were *Bouteloua disticha*, *Cosmos sulphureus* and *Melampodium divaricatum* (Table 4).

The Zopilote Canyon palm swamp forms a broad, irregular band that coincides with the proximity of several human settlements (the villages of Chichihualco, La Laguna and Xochipala), so most of the sampling plots showed some signs of disturbance (presence of livestock, logging, crops, burnt logs, etc.). Consistent with previous results, García-Mendoza *et al.* (1994) report that in the mountainous Oaxaca-Puebla Mixteca region, the secondary palm swamp of *Brahea dulcis* is found in areas that are subject to periodic burns and their growth is favored by the logging of the oak forest.

Illsley *et al.* (2001) mention that in the region of Chilapa, Guerrero, *Brahea dulcis* palms grow in areas where there were once oak forests (*Quercus glaucooides* and other species of deciduous oaks), together with species of the family Fabaceae and Burseraceae. The same authors report that the density of palm patches increases in areas where disturbance is evident and growing (livestock grazing and fires) until other species are almost eliminated from the site. The findings of García-Mendoza *et al.* (1994) and of Illsley *et al.* (2001) suggest that the palm swamp present in Zopilote Canyon develops in a natural transition zone between the BTC and the *Quercus* forest, in places where these forests have given way to secondary vegetation. Another vestige of this changeover process is the high RIV within the palm swamp of typical species of BTC (*Bursera copalifera*), *Quercus* forest (*Quercus glaucooides*) and secondary vegetation (*Brahea dulcis* and *Ipomoea arborescens*).

The next group, consisting of sampling plots 13-18 (Figure 2), contains the oak forest, a well-defined vegetation type that develops between 1,915 and 1,966 m of altitude, mainly on hillsides with steep slopes ranging from 13 to 26.5°, facing E, NE, E and N. The soils are shallow, sandy loam to clay loam, and the pH is slightly alkaline. The species with the greatest RIV in the tree stratum were *Quercus laeta*, *Q. obtusata* and *Q. resinosa*, while the shrub stratum was dominated by *Brahea dulcis*, *Brickellia veronicifolia*, *Dalea bicolor* and *Lippia graveolens*, and the herbaceous stratum by *Rhynchosia pringlei*, *Salvia keerlii* and *Stevia ovata* (Table 4).

Fernández *et al.* (1998) provide a general description of the *Quercus* forests in the Balsas River Basin that is consistent with that of this study, particularly in species composition, although the altitudinal distribution range of the forest is very large (between 900 and 2,000 m) compared with that reported for Zopilote Canyon. The subtropical oak groves

en el estrato herbáceo sobresalen *Rhynchosia pringlei*, *Salvia keerlii* y *Stevia ovata* (Cuadro 4).

Fernández *et al.* (1998) hacen una descripción general de los bosques de *Quercus* de la cuenca del río Balsas, que concuerda con la del presente estudio, en especial en la composición de especies, aunque el intervalo altitudinal de distribución del bosque es muy amplio (entre 900 y 2,000 m), comparado con lo registrado en el Cañón del Zopilote. Los encinares subtropicales forman asociaciones transicionales entre los bosques templados y húmedos de las serranías y el BTC de la cuenca del Balsas (Fernández *et al.*, 1998; Fonseca *et al.*, 2001). En la zona de estudio se observó una zona de transición similar en donde los bosques de *Quercus* son sustituidos gradualmente por bosques templados sub-húmedos de *Pinus*, que se desarrollan en el intervalo altitudinal de entre 2,145 y 2,490 m.

El cuarto grupo ilustrado en la Figura 2, corresponde al bosque de pino (parcelas de muestreo 19-24), que se desarrolla en altitudes de entre 2,145 y 2,490 m; se localiza principalmente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas que varían de 13.5 a 38.5° y con orientación E, NE, S y NO. Los suelos son moderadamente profundos, de textura franco a franco arcilloso y de pH ácido. Las especies con mayor VIR en el estrato arbóreo fueron *Arbutus xalapensis*, *Pinus devoniana*, *Pinus lawsonii* y *Pinus oocarpa*; en el estrato arbustivo dominan *Agave cupreata*, *Chromolaena odorata*, *Pteridium arachnoideum* y *Solanum rudepannum*. En el estrato herbáceo sobresalen *Gnaphalium roseum*, *Lamourouxia multifida*, *Russelia floribunda* y *Vernonia patens* (Cuadro 4).

A diferencia de otros bosques de *Pinus* de la cuenca del Balsas, en donde dominan *Pinus montezumae*, *P. leiophylla* o *P. pseudostrobus* (Fernández *et al.*, 1998), en los bosques del Cañón del Zopilote las especies de pinos con mayor VIR fueron *Pinus oocarpa*, *P. devoniana* y *P. lawsonii*. En la zona estudiada el bosque de *Pinus* es reemplazado gradualmente por el BMM.

El siguiente grupo (Figura 2) corresponde al bosque mesófilo de montaña (parcelas 24 a 28), presente en altitudes de 2,620 a 2,784 m y se localiza principalmente en laderas de cerros con pendientes pronunciadas que varían de 9 a 29°, en sitios con orientación E y NE. Los suelos son profundos de textura franco arenosa, ricos en materia orgánica y de pH ácido. La precipitación pluvial anual varía de 1,100 a 1,500 mm y la temperatura media anual de 17 a 21 °C (García, 1973). Las especies con mayor VIR en el estrato arbóreo fueron *Abies guatemalensis*, *Buddleja cordata*, *Critonia paneroi* y *Persea americana*; en el estrato arbustivo fueron: *Cestrum nitidum*, *Roldana reticulata*, *Rumfordia floribunda* y *Solanum nigricans*; y en el estrato herbáceo dominan las

form transitional associations between the temperate and humid forests of the mountains and the BTC in the Balsas Basin (Fernández *et al.*, 1998; Fonseca *et al.*, 2001). In the study area, a similar transition zone was observed where the oak woodlands are gradually replaced by sub-humid temperate forests of *Pinus*, which develop in the altitudinal range of between 2,145 and 2,490 m.

The fourth group illustrated in Figure 2 corresponds to the pine forest (sampling plots 19-24), which occurs at altitudes of between 2,145 and 2,499 m and is chiefly located on hillsides with steep slopes ranging from 13.5 to 38.5°, facing E, NE, S and NW. The soils are moderately deep, of loam to clay loam texture with acidic pH. The species with the greatest RIV in the tree stratum were *Arbutus xalapensis*, *Pinus devoniana*, *Pinus lawsonii* and *Pinus oocarpa*, while the shrub stratum was dominated by *Agave cupreata*, *Chromolaena odorata*, *Pteridium arachnoideum* and *Solanum rudepannum*, and the herbaceous layer by *Gnaphalium roseum*, *Lamourouxia multifida*, *Russelia floribunda* and *Vernonia patens* (Table 4).

Unlike other *Pinus* forests in the Balsas Basin, where *Pinus montezumae*, *P. leiophylla* or *P. pseudostrobus* dominate (Fernández *et al.*, 1998), in the forests of Zopilote Canyon the pine species with the greatest RIV were *Pinus oocarpa*, *P. devoniana* and *P. lawsonii*. In the study area, *Pinus* forest is gradually replaced by the BMM.

The next group (Figure 2) is the mountain cloud forest (plots 24 to 28), present at altitudes of 2,620 to 2,784 m and mainly located on hillsides with steep slopes ranging from 9 to 29°, in areas facing E and NE. Soils are deep sandy loam, rich in organic matter and with acid pH. Annual rainfall varies from 1,100 to 1,500 mm and mean annual temperature from 17-21 °C (García, 1973). The species with the greatest RIV in the tree stratum were *Abies guatemalensis*, *Buddleja cordata*, *Critonia paneroi* and *Persea americana*, while the shrub stratum was dominated by *Cestrum nitidum*, *Roldana reticulata*, *Rumfordia floribunda* and *Solanum nigricans*, and the herbaceous layer by *Dryopteris wallichiana*, *Prunella vulgaris*, *Salvia carnea* and *Salvia langlassei* (Table 4).

According to Rzedowski (1978, 1996), the BMM is a complex and heterogeneous type of vegetation which includes lowland forests, of medium and very high height, both evergreen and deciduous. In terms of its floristic composition, the BMM do not present uniformity and the dominant species vary widely from place to place, depending on the different geographical and ecological conditions in which they are distributed. In the Balsas Basin, BMM distribution is limited and fragmented, due to the temperate-humid conditions that it requires (Fernández *et al.*, 1998).

The composition and structure of different BMM variants in Zopilote Canyon and surrounding areas have

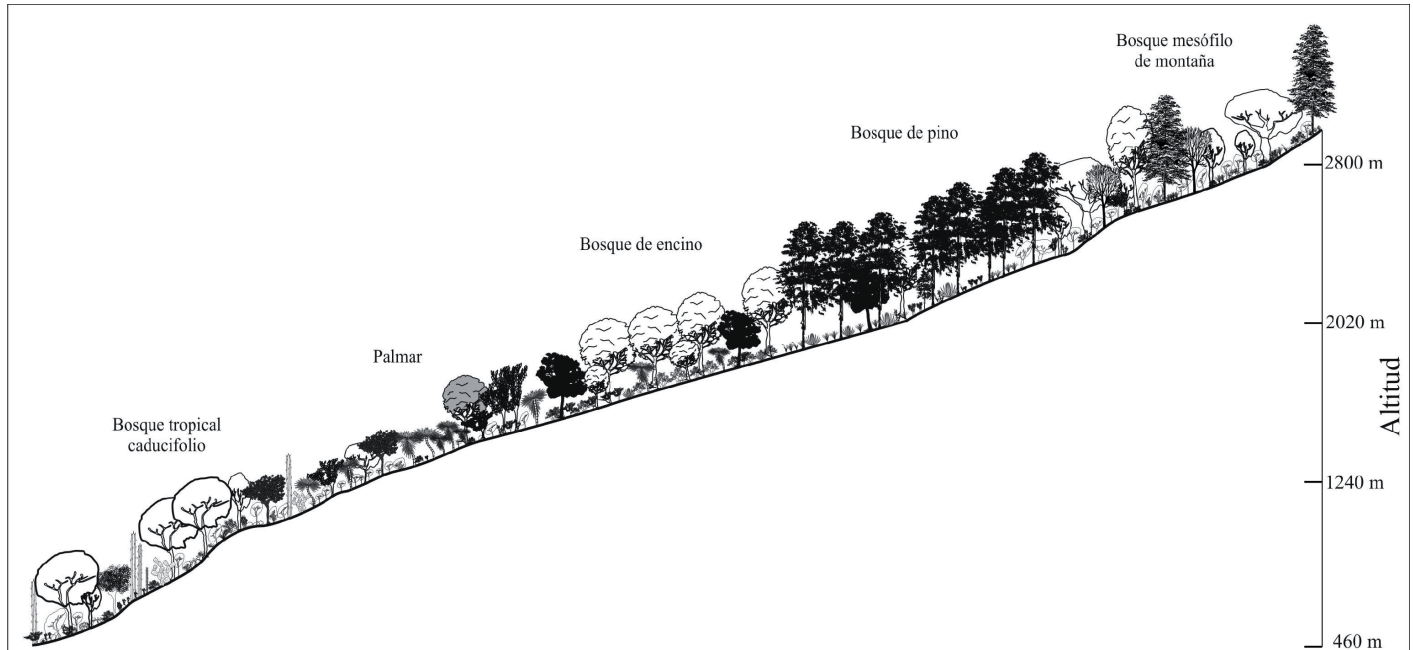


FIGURA 3. Perfil fisiognómico de la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero.

TABLE 3. Physiognomic profile of plant species of Zopilote Canyon, Guerrero.

especies: *Dryopteris wallichiana*, *Prunella vulgaris*, *Salvia carnea* y *Salvia langlassei* (Cuadro 4).

De acuerdo con Rzedowski (1978, 1996), el BMM es un tipo de vegetación complejo y heterogéneo, que incluye bosques bajos, de mediana estatura y muy altos, tanto perennifolios como caducifolios. En términos de su composición florística el BMM no presenta uniformidad y las especies dominantes varían ampliamente de un lugar a otro, dependiendo de las diferentes condiciones geográficas y ecológicas en las que se distribuyen. En la cuenca del Balsas la distribución del BMM es limitada y fragmentaria, debido a las condiciones templado-húmedas que requiere (Fernández *et al.*, 1998).

La composición y estructura de distintas variantes de los BMM del Cañón del Zopilote y zonas aledañas han sido descritas por Fonseca *et al.* (2001), Diego-Pérez *et al.* (2001) y Catalán *et al.* (2003). Los tres autores coinciden en la descripción de una variante de BMM muy semejante a la encontrada en el presente estudio, en cuanto a la dominancia en el estrato arbóreo de *Abies guatemalensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Cleyera integrifolia*, *Critonia paneroi*, *Oreopanax xalapensis*, *Persea americana* y *Pinus pseudostrobus*. De acuerdo con Catalán *et al.* (2003), el BMM del Cañón del Zopilote es uno de los más diversos en especies leñosas en México y es único por la dominancia de *Chiranthodendron pentadactylon* en el estrato arbóreo, especie considerada en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002).

En el Cañón del Zopilote existen tipos de vegetación con características contrastantes (Figura 3): el BTC y el Palmar son típicos de la zona tropical seca de México;

been described by Fonseca *et al.* (2001), Diego-Pérez *et al.* (2001), and Catalan *et al.* (2003). The three authors agree on the description of a BMM variant very similar to the one in this study, in terms of the dominance in the tree stratum of *Abies guatemalensis*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Cleyera integrifolia*, *Critonia paneroi*, *Oreopanax xalapensis*, *Persea americana* and *Pinus pseudostrobus*. According to Catalán *et al.* (2003), the Zopilote Canyon BMM is one of the most diverse in woody species in Mexico and is unique for the dominance of *Chiranthodendron pentadactylon* in the tree stratum, a species considered endangered (SEMARNAT, 2002).

In Zopilote Canyon, there are vegetation types with contrasting features (Figure 3): the BTC and palm swamp are typical of the tropical dry zone of Mexico, and the BE and BP are characteristic of the temperate sub-humid zone, while the BMM belongs to the temperate humid zone (*sensu* Toledo and Ordoñez, 1998). The complex topography of many tropical mountains, which have extremely rugged terrain with slopes of different exposure, has generated an extraordinary variety of wet and dry habits in close proximity (Fernandez *et al.*, 1998; Richter, 2008). In places just a few kilometers apart, the amount of rainfall can vary by several orders of magnitude (Diego-Pérez *et al.*, 2001). Hence, an intricate geography and resulting complex microclimate can explain the close proximity of vegetation types characteristic of contrasting environments (dry, sub-humid and humid) within Zopilote Canyon.

CONCLUSIONS

Cluster analysis enabled identifying five vegetation types within Zopilote Canyon, in an extensive altitudinal

el BE y BP son característicos de la zona templada sub-húmeda y el BMM que pertenece a la zona templada húmeda (*sensu* Toledo y Ordoñez, 1998). La topografía compleja de muchas montañas tropicales, que presentan terrenos extremadamente accidentados, con pendientes de exposición diferente, ha generado una extraordinaria variedad de hábitats húmedos y secos en estrecha proximidad (Fernández *et al.*, 1998; Richter, 2008). En sitios alejados entre sí tan sólo unos cuantos kilómetros de distancia, la cantidad de lluvia puede diferir en varios órdenes de magnitud (Diego-Pérez *et al.*, 2001), de aquí que una intrincada orografía y por ende complejidad micro-climática, pueda ser la explicación de la estrecha proximidad de tipos de vegetación característicos de ambientes contrastantes (secos, sub-húmedos y húmedos) dentro del Cañón del Zopilote.

CONCLUSIONES

El análisis de agrupamiento permitió reconocer cinco diferentes tipos de vegetación, dentro del Cañón del Zopilote, en un amplio intervalo altitudinal de 2,350 m. El cambio en la composición florística y en la estructura de cada tipo de vegetación fue más evidente en los extremos del gradiente altitudinal analizado. En pocos kilómetros de distancia la topografía y el clima en la zona estudiada cambian abruptamente y, por ende, las especies dominantes (las que definen la estructura de la comunidad) son completamente diferentes. El Cañón del Zopilote es un área importante desde el punto de vista de la conservación de la flora, en el presente estudio se identificaron cuatro especies que están incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-ECOL-2001.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a la Universidad Autónoma de Guerrero, su apoyo al otorgar el permiso para realizar estudios de doctorado y al CONACYT por concederle una beca económica (número 16303) para dichos estudios. También se agradece al M. en C. Enrique Guizar Nolasco, encargado del herbario de la Universidad Autónoma Chapingo, por su apoyo en la identificación de algunas especies.

LITERATURA CITADA

CATALÁN H., C.; LÓPEZ-MATA, L.; TERRAZAS T. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74: 209-230.

DIEGO-PÉREZ N.; PERALTA-GÓMEZ S.; LUDLOW-WIECHERS B. 2001. El Jilguero. Bosque Mesófilo de Montaña. In: DIEGO-PÉREZ N. y R. M. FONSECA (eds.). *Estudios florísticos en Guerrero*. Número 11. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 42 p.

range of 2,350 m. The change in the floristic composition and structure of each vegetation type was most evident at the extremes of the altitudinal gradient analyzed. Within just a few kilometers, the topography and climate in the study area change abruptly and, therefore, the dominant species (the ones that define the structure of the community) are completely different. Zopilote Canyon is an important area from the point of view of conservation of the flora, as four of the species identified in this study are at some level of risk within the NOM-059-ECOL-2001.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author is grateful to the Universidad Autónoma de Guerrero for granting him permission to pursue his doctoral studies and to CONACYT for providing him with a scholarship (number 16303) for such studies. Thanks also go to Enrique Guizar Nolasco, M.Sc., who is charge of the herbarium at the Universidad Autónoma Chapingo, for his help in identifying some species.

End of English Version

FERNÁNDEZ N., R.; RODRÍGUEZ J., C.; ARREGUÍN S., M. L.; RODRÍGUEZ J., A. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 9: 1-151.

FONSECA R. M.; VELÁZQUEZ E.; DOMÍNGUEZ E. 2001. Carrizal de Bravos. Bosque Mesófilo de Montaña. In: DIEGO-PÉREZ N. y R. M. FONSECA (eds.). *Estudios florísticos en Guerrero*. Número 12. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 41 p.

GARCÍA E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Larios, México, D.F.

GARCÍA-MENDOZA A.; TENORIO L., P.; REYES S., J. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la mixteca alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* 27:53-73.

ILLSLEY G., C.; AGUILAR J.; ACOSTA G., J.; GARCÍA B., J.; GÓMEZA., T.; CABALLERO N., J. 2001. Contribuciones al conocimiento y manejo campesino de los palmares de *Brahea dulcis* (HBK) Mart. en la región de Chilapa, Guerrero. In: RENDÓN A. B., S. REBOLLAR D., J. CABALLERO N., M. MARTÍNEZ A. (eds.). *Plantas, Cultura y Sociedad*. Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. pp. 259-286.

INEGI, 1984. Carta topográfica 1:50,000 Xochipala E14C18. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI, 1991. Carta Geológica 1:250,000. Chilpancingo E14-8. Instituto Nacional de Geografía e Informática.

JÍMENEZ R., J.; MARTÍNEZ G., M.; VALENCIA A., S.; CRUZ D., R.; CONTRERAS J., J.L.; MORENO G., E.; CALÓNICO S., J. 2003. Estudio florístico del municipio de Eduardo Neri, Guerrero. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica* 74(1): 79-142.

LOZADA L.; LEÓN M.E.; ROJAS J.; DE SANTIAGO R. 2003. Bosque mesófilo de montaña en el Molote. In: DIEGO-PÉREZ N. y R. M. FONSECA (eds.). *Estudios florísticos en Guerrero*. Número 13. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias,

- Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 35 p.
- MARTÍNEZ G., M.; VALENCIA A., S.; CALÓNICO S., J. 1997. Flora de Papalutla, Guerrero y de sus alrededores. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica* 68(2): 107-133.
- MATTEUCCI S., D.; COLMA A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie Biología. Monografía No. 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 168 pp.
- MCCUNE B.; GRACE J. B. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon. 300 pp.
- MCCUNE B.; MEFFORD M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4 for Windows. MjM Software Design. Glenden Beach, Oregon. 237 pp.
- MICKEL J. T.; SMITH A. R. 2004. The Pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. New York Botanical Garden Press, Nueva York, Volumen 88. 1054 pp.
- MORENO N. P. 1984. Glosario botánico ilustrado. Continental. México, D.F. 300 pp.
- MUELLER-DOMBOIS D.; ELLENBERG H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. New York, New York. 547 pp.
- OHMANN L. J.; SPIES A. T. 1998. Regional gradient analysis and spatial pattern of woody plant communities of Oregon forest. *Ecological Monographs* 68: 151-182.
- PERALTA G., S. 1995. Cañón del Zopilote (Área Papalotepec). In: DIEGO-PÉREZ N. y R. M. FONSECA (eds.). *Estudios Florísticos en Guerrero*. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 37 pp.
- PINEDA-GARCÍA F.; ARREDONDO-AMEZCUAL.; IBARRA-MANRÍQUEZ G. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 129-139.
- RODRÍGUEZ-JÍMENEZ C.; FERNÁNDEZ NAVAR.; ARREGUÍN-SÁNCHEZ M. L.; RODRÍGUEZ-JÍMENEZ A. 2005. Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 20: 73-99.
- RZEDOWSKI J. 1978. La vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.
- RZEDOWSKI J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- RZEDOWSKI J.; MEDINA L., R.; CALDERON DE RZEDOWSKI G. 2005. Inventario de conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70: 85-111.
- RICHTER M. 2008. Tropical Mountain forests - distribution and general features. In: GRADSTEIN S. R., HOMEIER J. y GANSERT D. (eds.). *The tropical Mountain Forest - Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*. Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology. *The Biodiversity and Ecology Series* 2: 7-24.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ A.; LÓPEZ-MATAL. 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. *Diversity and Distribution* 11: 567-575.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 2a Sección, 6 de marzo de 2002.
- SMITH N.; MORI S. A.; HENDERSON A.; STEVENSON D. W.; HEALD S. V. 2004. Flowering plants of the Neotropics. The New York Botanical Garden. Princeton University Press. USA. 594 pp.
- TOLEDO V. M.; ORDÓÑEZ M. J. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: Una revisión de los hábitats terrestres. En: RAMAMOORTHY T.P., R. BYE, A. LOT y J. FA (eds.). *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 739-757.
- TROPICOS. 2010. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org>>. © 2010 Missouri Botanical Garden - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110.
- VÁZQUEZ G., J. A.; GIVNISH T. J. 1998. Altitudinal gradient in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlán. *Journal of Ecology* 86: 999-1020.
- ZEPEDA G., C.; VELAZQUEZ M., E. 1999. El bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra de Nanchititla, Estado de México: La composición y la afinidad geográfica de su flora. *Acta Botánica Mexicana* 46: 29-55.