



FLORA Y VEGETACIÓN EN LA PORCIÓN SUR DE LA MIXTECA POBLANA

FLORA AND VEGETATION IN THE SOUTHERN PORTION OF THE MIXTECA REGION

E. Guízar-Nolazco; D. Granados-Sánchez; A. Castañeda-Mendoza

División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo,

km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56230 MÉXICO. Correo-e: tropsec@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió la vegetación en diez municipios del extremo meridional de la Mixteca poblana con una superficie aproximada de 1,668.74 km². Se efectuaron colectas botánicas y un muestreo ecológico cuantitativo para estimar los valores de importancia y área basal para las especies arbóreas en las áreas mejor conservadas, con el objetivo de determinar los tipos de vegetación existentes y las asociaciones vegetales aún presentes. Los resultados indican la existencia de cinco tipos de vegetación correspondientes a bosque tropical bajo caducifolio, bosque bajo palmatifoliado, bosque tropical bajo de durifolios, bosque mediano perennifolio ripario y bosque templado bajo de escumifolios. Se identificaron 13 asociaciones vegetales, siete de las cuales pertenecen al bosque tropical bajo caducifolio, que es el tipo de vegetación más representativo. La lista florística preliminar incluye 360 especies, 225 géneros y 77 familias de plantas vasculares. Se discuten de manera general los patrones de la vegetación, sus posibles causas, la importancia de la flora a nivel regional y el estado actual de conservación de la cubierta vegetal.

Recibido: 8 de abril, 2010
Aceptado: 1 de junio, 2010
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.04.019
[http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas)

PALABRAS CLAVE: bosque tropical caducifolio, fitosociología, comunidades vegetales, región Mixteca.

ABSTRACT

A vegetation sampling was carried out in ten municipalities of the southern Mixteca region of Puebla, with an area of approximately 1,668.74 km². Botanical samplings were made along with a quantitative ecological sampling to estimate the values of importance and basal area for the tree species of the most conserved areas. The objective was to determine the existing types of vegetation and the plant associations still present. Results indicate the existence of five vegetation types corresponding to deciduous tropical forest, palm land, tropical oak forest, gallery forest and *Juniperus* forest. Thirteen plant associations were identified, including seven that belong to the tropical oak forest, the most representative vegetation type. The preliminary floristic list includes 360 species, 225 genera and 77 families of vascular plants. A general discussion is made of vegetation patterns, their possible causes, the importance of the flora at the regional level and the present conservation status of the vegetation.

KEY WORDS: Tropical deciduous forest, phytosociology, plant communities, Mixteca region.

INTRODUCCIÓN

La cobertura de vegetación cálido-húmeda en México manifiesta una asimetría entre la vertiente atlántica y su vertiente del Pacífico, mostrando esta última una mayor presencia de tipos de vegetación de carácter estacional, destacando dentro de este grupo la presencia del bosque tropical caducifolio, notable ante el conjunto de las demás comunidades vegetales por su fisonomía y fenología peculiares, los elementos florísticos que la constituyen y sus requerimientos ecológicos (Rzedowski, 1978). Su estudio desde el punto de vista florístico y sinecológico es relativamente reciente, no obstante que es una formación

INTRODUCTION

The plant cover of warm-humid vegetation in Mexico manifests asymmetry between the Atlantic slope and the Pacific slope. The Pacific slope presents a higher presence of seasonal vegetation types, especially the presence of the tropical deciduous forest, which stands out from the other plant communities by its particular physiology and phenology, the floristic elements which comprise it and its ecological requirements (Rzedowski, 1978). From the floristic and synecological viewpoint, its study is relatively recent, even though it represents a plant formation of great importance due to its cover and importance for local

vegetal de gran importancia por su cobertura e importancia para las comunidades locales; las únicas contribuciones que muestran información cuantitativa comparable al seleccionar un gran número de localidades a lo largo de su área de distribución nacional, son las de Trejo y Dirzo (2002) y Trejo (1996, 2005).

Una máxima expresión del trópico seco se encuentra en la cuenca del Balsas, depresión con dirección este-oeste en la parte centro sur de México; su clima predominante es cálido semiseco, acentuándose hacia el oriente la condición de aridez y por lo tanto donde se encuentra una mayor proporción de elementos de tipo xerófilo. En la porción denominada cuenca alta del Balsas se encuentra la Mixteca poblana, en la que predomina la presencia del bosque tropical caducifolio. El pionero en el conocimiento de la vegetación de la Mixteca Poblana es Miranda (1942, 1943), al hacer observaciones geobotánicas muy detalladas que le permitieron establecer una clasificación de la vegetación existente en los alrededores de Izúcar de Matamoros, definiendo con claridad las asociaciones primarias y secundarias, para lo cual tomó como criterios discriminantes la topografía, el sustrato geológico, las corrientes de agua, la profundidad del suelo, la composición florística y la estructura vertical. Con relación a la zona de Acatlán, describió de manera sucinta la vegetación existente en sus alrededores, destacando de manera particular el carácter xerófito de los componentes florísticos de ésta.

Un estudio particularizado a la vegetación secundaria fue realizado por Guízar y Granados (1996) en los terrenos del ejido El Salado del municipio de Jolalpan, al caracterizar los estadios sucesionales de las poblaciones de *Acacia cochliacantha*, conocidas en la región como "cubateras" y con gran presencia allí debido al consiguiente abandono de parcelas de cultivo. Guízar y Sánchez (1991) en su estudio dendrológico de la cuenca alta del río Balsas hacen énfasis en el bosque tropical caducifolio, al señalar el determinismo ecológico y la importancia socioeconómica de este tipo de vegetación en la Mixteca poblana.

En áreas vecinas, correspondientes a la Mixteca oaxaqueña, destaca el estudio de Solano (1997) al clasificar y describir la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, distrito de Huajuapán. De igual manera, resalta la contribución de Blanco *et al.* (2001) dentro del estudio del balance hídrico de la cuenca alta del río Mixteco, al diferenciar los más importantes grados de cobertura vegetal, basados en la aplicación de puntos de muestreo ecológico.

Considerando la carencia de estudios detallados y actualizados sobre la florística y sinecología vegetal de esta porción de la Mixteca Poblana, en esta investigación se plantea el objetivo de inventariar su flora, así como reconocer y describir los tipos de vegetación con sus correspondientes asociaciones vegetales.

communities. The only contributions that show comparable quantitative information by selecting a large number of localities throughout its distribution area, are those of Trejo and Dirzo (2002) and Trejo (1996, 2005).

A maximum expression of the dry tropic is found in the Balsas river basin, a depression with an east-west orientation in the south central part of Mexico. Its predominant climate is warm-semidry, with accentuation of arid conditions towards the eastern portion, where a larger proportion of xeric elements is found. The Mixteca Poblana is found in the high basin of the Balsas, where the tropical deciduous forest predominates. The pioneer in knowledge of the vegetation of the Mixteca Poblana is Miranda (1942, 1943), who made highly detailed geobotanical observations which allowed him to establish a classification of the existing vegetation in the vicinity of Izúcar de Matamoros, clearly defining the primary and secondary associations, taking as discriminating criteria the topography, geological substrate, water currents, soil depth, floristic composition and vertical structure. With respect to the Acatlán zone, he succinctly described the existing vegetation in its surroundings, emphasizing the xerophytic character of its floristic components.

A study focused on secondary vegetation was made by Guízar and Granados (1996) in the lands of the El Salado ejido of the municipality of Jolalpan, by characterizing the successional stages of the populations of *Acacia cochliacantha*, known in the region as "cubateras" and with strong presence there due to the abandonment of agricultural plots. Guízar and Sánchez (1991) make emphasis on the tropical deciduous forest in their dendrological study of the high basin of the Balsas River, pointing out the ecological determinism and the socioeconomic importance of this type of vegetation in the Mixteca Poblana.

In neighboring areas, corresponding to the Mixteca region of Oaxaca, the study of Solano (1997) is of special interest, as it classifies and describes the vegetation of the municipality of Asunción Cuyotepeji, district of Huajuapán. Similarly, the contribution of Blanco *et al.* (2001) is important within the study of the water balance of the high basin of the Mixteco river, as it differentiates the most important degrees of plant cover, based on the application of ecological sampling points.

Considering the lack of detailed and up to date studies on the floristics and plant synecology of this portion of the Mixteca Poblana, this investigation establishes the objective of making an inventory of its flora, along with recognizing and describing the types of vegetation with their corresponding plant associations.

MATERIALS AND METHODS

Description of the study area

The study area is found in the high basin of the

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra en la cuenca alta del río Balsas, al sur del estado de Puebla, dentro de la subregión conocida como Mixteca poblana, en un territorio de aproximadamente 1,668.74 km² que comprende los municipios de Acatlán de Osorio, Ahuehuetitla, Chila de las Flores, Guadalupe Santana, Petlalcingo, Piaxtla, San Miguel Ixtlán, San Pablo Anicano, Tecamatlán y San Pedro Yeloixtlahuaca; las coordenadas geográficas correspondientes son los 17° 53' y los 18° 21' de latitud norte y los 97° 46' y los 98° 22' de longitud oeste. De acuerdo con Cuanalo *et al.* (1989), se encuentra dentro de la provincia terrestre sudsierranense, en la subregión Acatlán, caracterizada por ser una zona compleja de materiales sedimentarios, ígneos y metamórficos fuertemente plegados. Los suelos predominantes en la zona son leptosoles, regosoles, luvisoles y cambisoles, caracterizados por una fase lítica. También se presentan fluvisoles con fase gravosa en las riberas de algunos ríos (Diakite, 1978; Ortiz *et al.*, 1994). El origen de los suelos está dado principalmente por la abundancia de esquistos, calizas, areniscas y lutitas.

El área forma parte de la región hidrológica río Balsas, dentro de la cuenca denominada río Atoyac. Posee una gran cantidad de ríos intermitentes que en la temporada de lluvias forman una red amplia que alimenta a los ríos Acatlán, Petlalcingo y Mixteco, los cuales son permanentes y se unen al río Atoyac para formar el río Balsas (INEGI, 1987). Con relación al clima, se encuentra en la región 8 denominada Cuenca del río Balsas y Valles de Oaxaca (Vidal, 2005), predominando, con base en García (2004), el tipo Aw₀(w), que corresponde a un cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un cociente de precipitación/temperatura menor a 43.2, y una precipitación invernal menor al 5%. En las zonas más desfavorables se presenta un clima de tipo Bs₁(h)w(w), semiseco muy cálido, donde la vegetación es menos densa, con presencia de elementos xerófitos. Por arriba de los 1,600 m el clima es de tipo A(C)w₀(w), semicálido subhúmedo.

Metodología

Con el propósito de clasificar la cubierta vegetal existente en el área de estudio, se procedió a efectuar recorridos de gran visión, logrando reconocer los tipos de vegetación tomando en cuenta los atributos de fisonomía, estructura y fenología de acuerdo con González (2004), logrando de esta manera elaborar un perfil fisonómico de transecto. Posteriormente, dentro de cada una de las unidades de vegetación señaladas anteriormente, se procedió a ubicar sitios de muestreo en los que se inventariaron los elementos de flora utilizando el método de barrido florístico, herborizando y siguiendo técnicas

Balsas river, in the southern part of the state of Puebla, within the sub-region known as Mixteca Poblana, in a territory of approximately 1,668.74 km² that includes the municipalities of Acatlán de Osorio, Ahuehuetitla, Chila de las Flores, Guadalupe Santana, Petlalcingo, Piaxtla, San Miguel Ixtlán, San Pablo Anicano, Tecamatlán and San Pedro Yeloixtlahuaca; the corresponding geographical coordinates are 17° 53' and 18° 21' latitude north and 97° 46' and 98° 22' longitude west. According to Cuanalo *et al.* (1989), it is found within the south-sierra land province, in the Acatlán sub-region, characterized as a complex zone of sedimentary, igneous and highly folded metamorphic materials. The predominant soils are leptosols, regosols, and cambisols, characterized by a lytic phase. Fluvisols are also present with gravid phase in the banks of some rivers (Diakite, 1978; Ortiz *et al.*, 1994). The origin of the soils is principally from the abundance of schists, limestone, sandstone and shale soils.

The area forms part of the Balsas River hydrological region, within the Atoyac river basin. It has a great number of intermittent rivers which in the rainy season form a wide network which feeds the Acatlán, Petlalcingo and Mixteco rivers, which are permanent and join the Atoyac river to form the Balsas river (INEGI, 1987). With respect to climate, it is found in region 8, denominated Balsas river and Valles de Oaxaca river basin (Vidal, 2005), predominating, according to García (2004), the Aw₀(w) type, which corresponds to a warm sub-humid climate with rains in summer, with a quotient of rainfall/temperature lower than 43.2, and a winter rainfall of less than 5%. In the most unfavorable zones the climate is Bs₁(h)w(w), very warm semidry, where vegetation is less dense, with presence of xerophytic elements. Above 1,600 m the climate is semi-warm sub-humid A(C)w₀(w), sub-humid semi-warm.

Methodology

To classify the plant cover existing in the study area, wide range reconnaissance was made, recognizing the vegetation types considering the attributes of physiognomy, structure and phenology according to González (2004), thus constructing a transect physiognomic profile. Then, within each one of the above mentioned vegetation units, sampling sites were located in which the floral elements were inventoried, using the method of floristic scan, herborizing and following ordinary techniques, for their later identification (Lot and Chiang, 1986). A complete set of this collection is found in the Herbarium CHAP, and duplicates were sent to the herbariums MEXU and UAMIZ. Similarly, in these sites quantitative ecological samplings were made within the tree stratum in plots of 10 x 10 m, having counted the number of individuals of each species, as well as registering the values of diameter and height. With these data the absolute values of density, dominance and frequency were calculated, as well as the relative values and the importance value (Krebs, 1999; Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974; Ramírez, 2006). The

ordinarias, para su posterior identificación (Lot y Chiang, 1986). Un juego completo de esta colección se encuentra en el Herbario CHAP, y se enviaron duplicados a los herbarios MEXU y UAMIZ. De igual manera, en estos sitios se hicieron muestreos ecológicos cuantitativos dentro del estrato arbóreo en parcelas de 10 x 10 m, habiéndose contado el número de individuos de cada especie, además de registrar los valores de diámetro y altura. Con estos datos se calcularon los valores absolutos de la densidad, dominancia y frecuencia, así como los valores relativos y el valor de importancia (Krebs, 1999; Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Ramírez, 2006). La denominación de asociaciones vegetales se efectuó tomando en cuenta los valores de importancia obtenidos en el muestreo ecológico cuantitativo y su composición florística, siendo más detallada la información a este nivel jerárquico debido a que ésta es la unidad básica en la aplicación de gestión de recursos naturales. En comunidades vegetales representativas se obtuvo una muestra de suelo en los primeros 30 cm de profundidad, determinando en laboratorio las propiedades físicas: color en seco, color en húmedo, textura y densidad aparente, y las propiedades químicas: pH, contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, así como su fertilidad en contenido de nitrógeno total, fósforo y potasio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flora

La lista florística incluye un total de 360 especies que representan a 225 géneros pertenecientes a 77 familias (Apéndice 1). Las familias más ricas en especies de la flora del sur de la Mixteca Poblana son Mimosaceae (35), Fabaceae (30), Asteraceae (27), Poaceae (21), Burseraceae (17), Rubiaceae (14), Cactaceae (14), Euphorbiaceae (12), Anacardiaceae (11), Caesalpiniaceae (11) y Malpighiaceae (11). La mayoría de estas familias son las que presentan la mayor riqueza genérica: Fabaceae (18), Asteraceae (17), Poaceae (17), Cactaceae (11), Mimosaceae (9), Rubiaceae (8), Euphorbiaceae (8), Anacardiaceae (7), Caesalpiniaceae (7) y Malpighiaceae (6). Las tres familias que conforman el grupo de las leguminosas abarcan en conjunto 76 especies y 34 géneros. Entre los géneros que destacan por su riqueza específica están *Bursera* (17), *Acacia* (12), *Mimosa* (8), *Calliandra* (5), *Randia* (5) y *Lantana* (5).

El conocimiento florístico de la Mixteca Poblana es escaso; los registros iniciales mejor documentados se encuentran en Miranda (1942, 1943), y los más recientes corresponden a Guízar y Sánchez (1991), Guízar y Moreno (2000). Contribuciones taxonómicas importantes se están haciendo a través de estudiar la cuenca del Balsas, debiendo para ello mencionar a Fernández *et al.* (1998), Guerrero *et al.* (2002), Pagaza y Fernández (2005) y Rodríguez *et al.* (2005). El área de estudio la ubica Rzedowski (1978) en la provincia florística Depresión del Balsas dentro de la

denominación de plant associations was made taking into account the importance values obtained in the quantitative ecological sampling and their floristic composition, being more detailed the information at this hierarchic level due to the fact that it is the basic unit in the application of the use of natural resources. In representative plant communities a soil sample was obtained in the first 30 cm of depth, determining in the laboratory the physical properties; dry color, wet color, texture and apparent density, and the chemical properties: pH, content of organic matter and cationic exchange capacity, as well as its fertility in total nitrogen content, phosphorus and potassium.

RESULTS AND DISCUSSION

Flora

The floristic list includes a total of 360 species that represent 225 genera belonging to 77 families (Appendix 1). The families richest in species of the flora of the southern Mixteca Poblana are Mimosaceae (35), Fabaceae (30), Asteraceae (27), Poaceae (21), Burseraceae (17), Rubiaceae (14), Cactaceae (14), Euphorbiaceae (12), Anacardiaceae (11), Caesalpiniaceae (11) and Malpighiaceae (11). Most of these families are those that present the greatest generic wealth: Fabaceae (18), Asteraceae (17), Poaceae (17), Cactaceae (11), Mimosaceae (9), Rubiaceae (8), Euphorbiaceae (8), Anacardiaceae (7), Caesalpiniaceae (7) and Malpighiaceae (6). The three families that comprise the group of the legumes include 76 species and 34 genera. Among the genera that stand out for their specific richness are *Bursera* (17), *Acacia* (12), *Mimosa* (8), *Calliandra* (5), *Randia* (5) and *Lantana* (5).

Floristic knowledge of the Mixteca Poblana is scant: the best documented initial records are found in Miranda (1942, 1943), and the most recent correspond to Guízar and Sánchez (1991), and Guízar and Moreno (2000). Important taxonomic contributions are being made through the study of the Balsas basin, by Fernández *et al.* (1998), Guerrero *et al.* (2002), Pagaza and Fernández (2005) and Rodríguez *et al.* (2005). The study area was located by Rzedowski (1978) in the floristic province Balsas Depression within the Caribbean Region and an area transitional with the province Valle de Tehuacán-Cuicatlán of the Mexican Xerophytic Region, recognizing as endemic elements *Acacia bilimekii*, *Bucida wigginsiana*, *Bursera vejarvazquezii*, *B. xochipalensis*, *Caesalpinia hintonii*, *Chlorophora mollis*, *Fouquieria ochoteranae*, *Lonchocarpus andrieuxii*, *Lysiloma tergemina*, *Mimosa mollis*, *Pachycereus grandis* and *Styphnolobium burseroides*. García *et al.* (1994) indicate the presence of 163 taxa endemic in the fanerogamic flora of the High Mixteca, corresponding to 34 families and 92 genera, marking a phyto-geographic boundary between this area and the southern portion of the Mixteca Poblana, all of which is due to the geology of the High Mixteca, whose

Región Caribeña y un área transicional con la provincia Valle de Tehuacán-Cuicatlán de la Región Xerofítica Mexicana, reconociéndose como elementos endémicos *Acacia bilimekii*, *Bucida wigginsiana*, *Bursera vejarvazquezii*, *B. xochipalensis*, *Caesalpinia hintonii*, *Chlorophora mollis*, *Fouquieria ochoterenae*, *Lonchocarpus andrieuxii*, *Lysiloma tergemina*, *Mimosa mollis*, *Pachycereus grandis* y *Styphnolobium burseroides*. García *et al.* (1994) señalan la presencia de 163 taxa endémicos en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, correspondiendo a 34 familias y 92 géneros, marcando un límite fitogeográfico entre esta área y la porción sur de la Mixteca poblana, todo ello debido a la geología de la primera cuyas rocas tienen edades que fluctúan del Precámbrico al Reciente y a la abrupta topografía con altitudes por encima de los 2,000 m, lo que contrasta con la denominada Mixteca Baja, estableciéndose un límite natural para una cantidad de plantas de la Altiplanicie mexicana y la Depresión del Balsas.

El género *Bursera* muestra una marcada diversidad al registrarse 17 especies, si se toma en cuenta que el estado de Puebla posee 28 especies y el estado de Morelos 17 especies, éste último con una buena representatividad del bosque tropical bajo caducifolio (Rzedowski, 2005). El elemento xerofítico es manifiesto, encontrándose una estrecha afinidad con la provincia florística Valle de Tehuacán-Cuicatlán; los representantes más notables son: *Agave potatorum*, *Beaucarnea gracilis*, *Bursera aptera*, *Ceiba parvifolia*, *Chlorophora mollis*, *Dasyllirion lucidum*, *Escontria chiotilla*, *Euphorbia rossiana*, *Gymnosperma glutinosum*, *Pachycereus grandis*, *Pachycereus weberi*, *Parkinsonia praecox*, *Plocosperma buxifolium*, *Pseudosmodingium multifolium* y *Yucca periculosa*. Los elementos de afinidad boreal se presentan aunque no de manera significativa, sin embargo llama la atención su adaptación a un clima cálido seco y menores elevaciones dentro de un territorio de menor latitud; entre los representantes son de mencionar: *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Populus mexicana* ssp. *mexicana*, *Quercus castanea*, *Q. glaucoides*, *Q. magnoliifolia* y *Salix humboldtiana*.

En un análisis de la diversidad florística del bosque tropical bajo caducifolio efectuado para veinte sitios de muestreo en México por Trejo (2005) se demuestra que el recambio de especies es muy alto, implicando composiciones florísticas, a nivel de especie, muy distintas entre los sitios, lo que supone procesos de diversificación local y alta diversidad beta. Este distintivo de composición florística es manifiesto en la Mixteca Poblana al establecer comparativos entre regiones distantes como el sur de Sinaloa (González *et al.*, 1996), la costa de Jalisco (Lott, 1985) y el Istmo de Tehuantepec (Pérez *et al.*, 2001).

Vegetación

La cubierta vegetal del área que hemos delimitado como resultante de las variadas condiciones topográficas, ofrece un mosaico de tipos de vegetación como se

rocks have ages that fluctuate from the Precambrian to the Recent era and to the abrupt topography with altitudes of over 2,000 m, which contrasts with the so called Low Mixteca, establishing a natural boundary for a number of plants of the Mexican High Plateau and the Balsas Depression.

The genus *Bursera* presents a marked diversity registering 17 species, if it is considered that the state of Puebla has 28 species and the state of Morelos 17 species, the latter with a good representation of the low deciduous tropical forest (Rzedowski, 2005). The xerophytic element is manifested, having a close affinity with the floristic province Valle de Tehuacán-Cuicatlán; the most notable representatives are: *Agave potatorum*, *Beaucarnea gracilis*, *Bursera aptera*, *Ceiba parvifolia*, *Chlorophora mollis*, *Dasyllirion lucidum*, *Escontria chiotilla*, *Euphorbia rossiana*, *Gymnosperma glutinosum*, *Pachycereus grandis*, *Pachycereus weberi*, *Parkinsonia praecox*, *Plocosperma buxifolium*, *Pseudosmodingium multifolium* and *Yucca periculosa*. The elements of boreal affinity are present although not significant. However, it is interesting to note their adaptation to a dry warm climate and lower elevations within a territory of lower latitude; included among the representative species are: *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Populus mexicana* ssp. *mexicana*, *Quercus castanea*, *Q. glaucoides*, *Q. magnoliifolia* and *Salix humboldtiana*.

In an analysis of the floristic diversity of the low deciduous tropical forest carried out for twenty sampling sites in Mexico by Trejo (2005), it is shown that the exchange of species is very high, implying floristic compositions, at the species level, very different among the sites, which assumes processes of local diversification and high beta diversity. This distinction of floristic composition is manifested in the Mixteca Poblana when comparisons are made among distant regions such as the south of Sinaloa (González *et al.*, 1996), the coast of Jalisco (Lott, 1985) and the Isthmus of Tehuantepec (Pérez *et al.*, 2001).

Vegetation

The vegetation of the area that we have defined due to the varied topographical conditions, offers a mosaic of vegetation types, as is shown in the transect profile (Figure 1), recognizing the following: low tropical deciduous forest, palm land, tropical oak forest, gallery forest and *Juniperus* forest. A description is given of these forest types, with their corresponding plant associations defined by their floristic elements.

Low tropical deciduous forest

This type of forest constitutes the predominant type of vegetation within the study area. Rzedowski (1978) mentions that it includes forests pertaining to warm regions and dominated by tree species; they are dense communities;

muestra en el perfil de transecto elaborado (Figura 1), reconociéndose los siguientes: bosque tropical bajo caducifolio, bosque bajo palmatifoliado, bosque tropical bajo de durifolios, bosque mediano perennifolio ripario y bosque templado bajo de escuamifolios. A continuación se describen éstos, con sus correspondientes asociaciones vegetales definidas por sus elementos florísticos.

the dominant elements have heights that range from 5-15 m (frequently between 8-12 m), the trees that comprise it form a ceiling of uniform height, with the possible existence of an additional floor of isolated eminences, thin trunks and with a poor conformation, generally branching at low height, with a wealth of species and a phenological trait of leaf caducity marked by the seasonability of the rains.

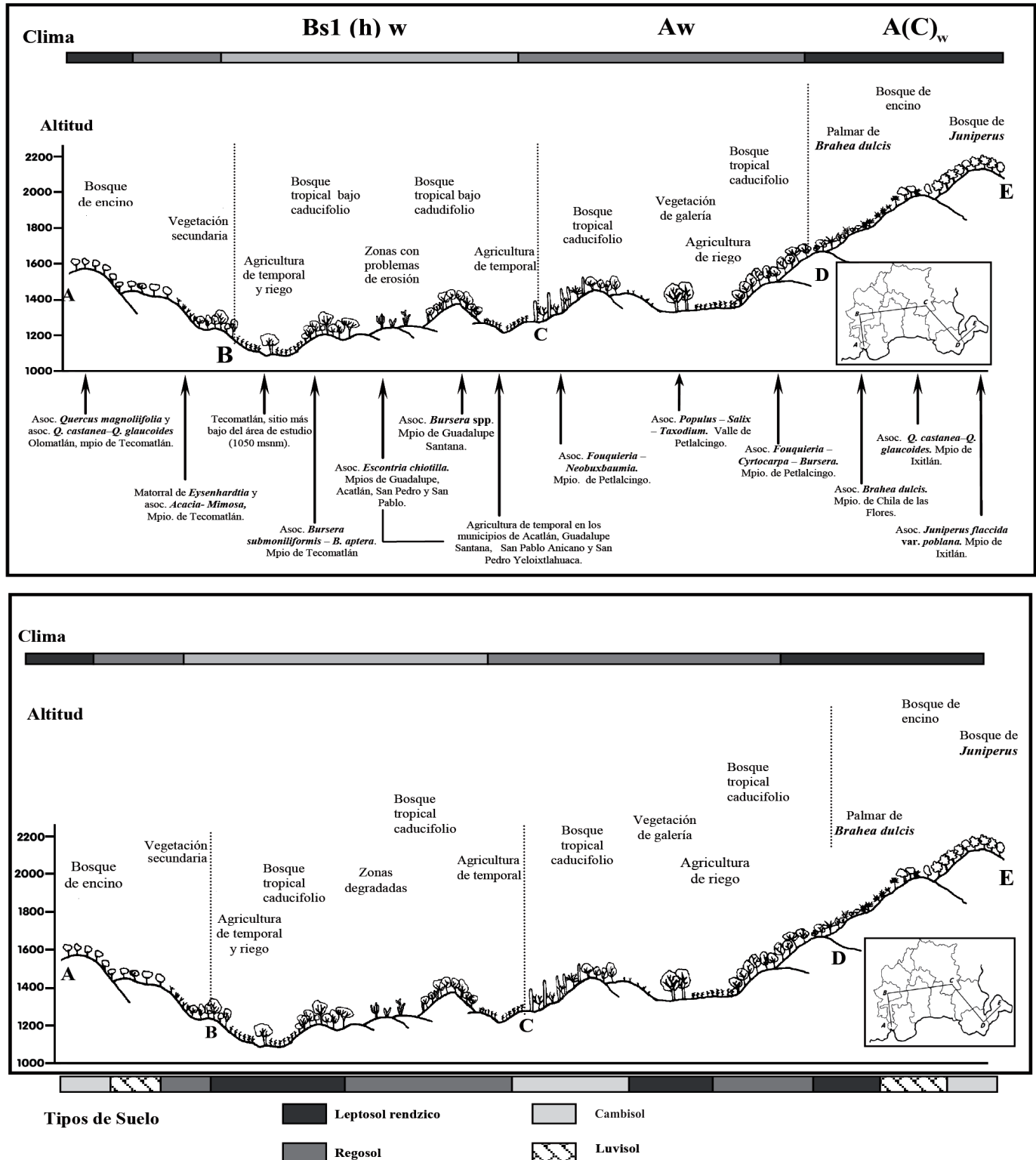


FIGURA. 1. Esquema fisonómico de transecto del extremo meridional de la Mixteca poblana. Parte de la zona sudoeste del área de estudio (Olomatlán), al extremo este en San Miguel Ixitlán.

Bosque tropical bajo caducifolio

Constituye el tipo de vegetación predominante dentro del área de estudio. Rzedowski (1978) señala que comprende bosques propios de regiones cálidas y dominados por especies arbóreas; son comunidades densas; los elementos dominantes tienen alturas que oscilan entre 5-15 m (frecuentemente entre 8-12 m), los árboles que lo constituyen forman un techo de altura uniforme, pudiendo existir un piso adicional de eminencias aisladas, tallos delgados y con una mala conformación, ramificando por lo general a baja altura, con una riqueza de especies y un rasgo fenológico de caducidad de hojas marcado por la estacionalidad de las lluvias. Dentro del área de estudio fue posible distinguir las asociaciones que se describen a continuación.

Asociación *Bursera morelensis*. Se le observa en laderas próximas al río Mixteco, 1.5 km al sur de la población de Chiltepec perteneciente al municipio de Guadalupe Santana. Cubre laderas de exposición norte, con pendientes del 60 % y una altitud media de 1,110 m. El estrato arbóreo es muy diverso en especies, registrándose en el muestreo un total de 29; destacando en el dosel superior *Bursera morelensis*, *Conzattia multiflora*, *Ziziphus amole* y *Jacaratia mexicana* con alturas de 6.5 a 9 m; en el dosel inferior se observan *Acacia coulteri*, *Amphipterygium adstringens*, *Cyrtocarpa procera*, *Bursera aptera*, *B. discolor*, *B. grandifolia*, *B. lancifolia*, *B. linanoe*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Comocladia engleriana*, *Erythrina flabelliformis*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Guaiacum coulteri*, *Malpighia mexicana*, *Ruprechtia fusca*, *Plumeria rubra*, *Tabebuia palmeri* y *Thevetia peruviana*; además de las cactáceas columnares *Pachycereus weberii* y *Stenocereus stellatus*, no obstante ser sitios de mayor humedad. Asimismo, la especie parásita *Phoradendron oliverianum* y la epífita *Tillandsia achyrostachys*.

El estrato arbustivo de 1.5 a 3 m de altura se distingue por la presencia de *Adelia barbinervis*, *Acacia angustissima*, *A. macilenta*, *Hippocratea acapulcensis*, *Mimosa polyantha*, *Pereskiaopsis rotundifolia*, *Pithecellobium acatlense* y *Randia thurberi*.

Asociación *Bursera aptera-Lysiloma divaricata*. Esta unidad de vegetación es una de las más representativas de este tipo de vegetación. Se le estudió dentro de tres localidades, una de ellas cercana al cauce del río Mixteco, en las partes de los cerros, 1.5 km al sur del poblado Chiltepec, en el municipio de Guadalupe Santana; la segunda en la localidad ubicada 1 km al sur del poblado El Papayo, sobre el tramo de la carretera Izúcar de Matamoros-Acatlán en el municipio de Ahuehuetitla, y la tercera a 3.5 km al noreste de Tecamatlán en una altitud de 1,250 m, exposición sudeste y las pendientes variando entre 25 y 60 %.

El sustrato geológico está formado por rocas metamórficas de los tipos cuarcitas (derivadas de

Within the study area it was possible to distinguish the associations that are described below.

Association *Bursera morelensis*. It is observed on slopes adjacent to the Mixteco river, 1.5 km south of the town of Chiltepec pertaining to the municipality of Guadalupe Santana. It covers slopes with a northern exposure, with slopes of 60 % and a mean altitude of 1,110 m. The tree stratum is very diverse in species, with a total of 29 species registered in the sampling; predominating in the upper canopy *Bursera morelensis*, *Conzattia multiflora*, *Ziziphus amole* and *Jacaratia mexicana* with heights of 6.5 to 9 m; in the lower canopy *Acacia coulteri*, *Amphipterygium adstringens*, *Cyrtocarpa procera*, *Bursera aptera*, *B. discolor*, *B. grandifolia*, *B. lancifolia*, *B. linanoe*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Comocladia engleriana*, *Erythrina flabelliformis*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Guaiacum coulteri*, *Malpighia mexicana*, *Ruprechtia fusca*, *Plumeria rubra*, *Tabebuia palmeri* and *Thevetia peruviana*; in addition to the columnar cactuses *Pachycereus weberii* and *Stenocereus stellatus*, despite being sites of higher humidity. Similarly, the parasitic species *Phoradendron oliverianum* and the epiphyte *Tillandsia achyrostachys* are found.

The shrub stratum of 1.5 to 3 m of height is distinguished by the presence of *Adelia barbinervis*, *Acacia angustissima*, *A. macilenta*, *Hippocratea acapulcensis*, *Mimosa polyantha*, *Pereskiaopsis rotundifolia*, *Pithecellobium acatlense* and *Randia thurberi*.

Association *Bursera aptera-Lysiloma divaricata*. This vegetation unit is one of the most representative of this type. It was studied within the three localities, one of them near the flow of the Mixteco river, in the parts of the hills, 1.5 km south of the town of Chiltepec, in the municipality of Guadalupe Santana; the second in the locality found 1 km south of the town of El Papayo, on the section of the Izúcar de Matamoros-Acatlán highway in the municipality of Ahuehuetitla, and the third at 3.5 km northeast of Tecamatlán at an altitude of 1,250 m, southeast exposure and slopes varying from 25 to 60 %.

The geological substrate is formed by metamorphic rocks of the quartzites, (derived from quartz sandstone), mica schist with iron oxides that present a high degree of weathering and calcareous mud. The soil is shallow (15 to 25 cm), with silty texture, yellowish brown in color (5/4 10YR), when dry and dark brown when wet (3/4 7.5YR), with a slightly acid pH (6.3), rich in organic matter (4.02 %), moderately rich in total nitrogen (0.206 %), with medium content of phosphorus (8.91 mg·kg⁻¹), extremely rich in potassium (132 mg·kg⁻¹) and with low cationic exchange capacity (12.30 Cmol(+)·kg⁻¹). It has an apparent density of 1.43 g·cm⁻³ and a real density of 2.59 g·cm⁻³.

The tree stratum reaches an average height of 6 m, and is of a widely diverse floristic composition, having registered in the ecological samplings a total of

areniscas cuarzosas), esquistos micáceos con óxidos de hierro que presentan un alto grado de intemperización y lodos calcáreos. El suelo es poco profundo (de 15 a 25 cm), con textura franca, de color marrón amarillento (5/4 10YR), en seco y marrón oscuro en húmedo (3/4 7.5YR), con un pH ligeramente ácido (6.3), rico en contenido de materia orgánica (4.02 %), medianamente rico en contenido de nitrógeno total (0.206 %), con contenido medio de fósforo ($8.91 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), extremadamente rico en contenido de potasio ($132 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) y con una baja capacidad de intercambio catiónico ($12.30 \text{ Cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$). Tiene una densidad aparente de $1.43 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y una densidad real de $2.59 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

El estrato arbóreo alcanza una altura promedio de 6 m, es de una composición florística muy diversa, habiéndose registrado en los muestreos ecológicos un total de 32 especies. Destacan por su valor de importancia las siguientes: *Acacia coulteri*, *Acacia macilenta*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera aptera*, *B. bicolor*, *Bursera longipes*, *Bursera submoniliformis*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Haematoxylum brasiletto*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lonchocarpus eriophyllus*, *Lysiloma divaricata*, *Plumeria rubra*, *Randia thurberi* y *Tabebuia palmeri*.

El estrato arbustivo es más denso en las exposiciones oeste, y está constituido por *Aeschynomene compacta*, *Bouvardia cordifolia*, *Bunchosia lanceolata*, *Caesalpinia hintoni*, *Calopogonium caeruleum*, *Cordia globosa*, *Coutarea latiflora*, *Iresine calea*, *Otoppapus epalaceus*, *Randia thurberi*, *R. echinocarpa*, *Schoepfia schreberi*, *Stemmadenia mollis*, *Tournefortia densiflora* y *Vernonia salicifolia* y *Willardia parviflora*.

En el estrato herbáceo destacan: *Aristida adscensionis*, *Bidens pilosa*, *Bouteloua filiformis*, *Carlowrightia* sp., *Cenchrus echinatus*, *Commelina coelestis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Graptopetalum mexicanum*, *Oxalis corniculata*, *Setaria grisebachii* y *Simsia amplexicaulis*. Entre las trepadoras se observan *Calycobolus nutans*, *Canavalia acuminata*, *Heteropteris beecheyana* y *Serjania cardiospermoides*.

Asociación *Bursera submoniliformis*-*Bursera linanoe*. Esta variante del bosque tropical caducifolio se observó de manera reducida en el municipio de Tecamatlán, en un sitio ubicado a 1.5 km al este del Instituto Tecnológico Núm. 32 de la cabecera municipal. Se caracteriza por ser una ladera con exposición oeste, pendiente del 45 %, suelo somero y pedregoso, con una altitud de 1,170 msnm.

El estrato arbóreo superior de 4 a 6 m de altura se compone de las especies *Bursera aptera*, *B. linanoe*, *B. submoniliformis*, *Ceiba parvifolia* y *Cyrtocarpa procera*. En el estrato inferior con alturas de 2 a 4 m de altura se observan los árboles y arbustos siguientes: *Diphysa*

32 species. The following species are outstanding for their importance value: *Acacia coulteri*, *Acacia macilenta*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera aptera*, *B. bicolor*, *Bursera longipes*, *Bursera submoniliformis*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Haematoxylum brasiletto*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lonchocarpus eriophyllus*, *Lysiloma divaricata*, *Plumeria rubra*, *Randia thurberi* and *Tabebuia palmeri*.

The shrub stratum is denser in the western exposures, and is comprised of *Aeschynomene compacta*, *Bouvardia cordifolia*, *Bunchosia lanceolata*, *Caesalpinia hintoni*, *Calopogonium caeruleum*, *Cordia globosa*, *Coutarea latiflora*, *Iresine calea*, *Otoppapus epalaceus*, *Randia thurberi*, *R. echinocarpa*, *Schoepfia schreberi*, *Stemmadenia mollis*, *Tournefortia densiflora*, *Vernonia salicifolia* and *Willardia parviflora*.

In the herbaceous stratum the following species are present: *Aristida adscensionis*, *Bidens pilosa*, *Bouteloua filiformis*, *Carlowrightia* sp., *Cenchrus echinatus*, *Commelina coelestis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Graptopetalum mexicanum*, *Oxalis corniculata*, *Setaria grisebachii* and *Simsia amplexicaulis*. Among the climbing plants the following species are observed: *Calycobolus nutans*, *Canavalia acuminata*, *Heteropteris beecheyana* and *Serjania cardiospermoides*.

Association *Bursera submoniliformis*-*Bursera linanoe*. This variant of the tropical deciduous forest was observed in a reduced manner in the municipality of Tecamatlán, in a site located 1.5 km from the Instituto Tecnológico Núm. 32 of the municipal seat. It is characterized for being a slope with a western exposure, slope of 45 %, shallow and rocky soil, with an altitude of 1,170 masl.

The upper tree stratum of 4 to 6 m height is comprised of the species *Bursera aptera*, *B. linanoe*, *B. submoniliformis*, *Ceiba parvifolia* and *Cyrtocarpa procera*.

In the lower stratum with heights of 2 to 4 m height the following trees and shrubs are observed: *Diphysa spinosa*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Haematoxylum brasiletto*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lantana macropoda*, *Lysiloma tergemina*, *Plumeria rubra* f. *acutifolia* and *Randia thurberi*. In addition, the following cactaceae are found: *Opuntia* sp., *Pachycereus grandis*, *P. pringlei* and *Stenocereus stellatus*.

The dominance of *Bursera submoniliformis* and *B. linanoe* is very broad, given that together they possess close to 69 % of the relative dominance. This is a very well defined association in the tree stratum, its composition is homogeneous, which is why it was not included in the association *Bursera morelensis*, and also the site presents less humidity, the floristic composition is very poor and the cover is lower.

spinosa, *Euphorbia schlechtendalii*, *Haematoxylum brasiletto*, *Ipomoea wolcottiana*, *Lantana macropoda*, *Lysiloma tergemina*, *Plumeria rubra f. acutifolia* y *Randia thurberi*. Además de las cactáceas: *Opuntia* sp., *Pachycereus grandis*, *P. pringlei* y *Stenocereus stellatus*.

La dominancia de *Bursera submoniliformis* y *B. linanoe* es muy amplia, pues entre ambas poseen cerca del 69 % de la dominancia relativa. Esta es una asociación muy bien definida en el estrato arbóreo, su composición es homogénea, razón por la que no se incluyó en la asociación *Bursera morelensis*, además de que el sitio tiene una menor humedad, la composición florística es muy pobre y la cobertura más baja.

Asociación *Bursera submoniliformis*-*B. aptera*. En la parte oeste del área de estudio se encuentra una zona muy bien conservada, con abundante cobertura vegetal, formando un macizo que se extiende de norte a sur desde Piaxtla hasta Tecamatlán por una alineación de cerros. El sitio de muestreo representativo de la asociación se ubicó 4 km al sudeste de Piaxtla, a un lado del camino que va a San José Tetla.

Las características ambientales corresponden a una ladera con exposición sudoeste, de 40 a 70 % de pendiente, a una altitud de 1,150 m. El suelo es un luvisol, con una profundidad de más de 50 cm; se observa de color marrón rojizo en seco (4/4 2.5YR), y marrón rojizo oscuro (3/4 2.5YR) cuando está húmedo, textura franco-arcillo-arenosa, densidad real de 2.52 g·cm⁻³, densidad aparente de 1.28 g·cm⁻³, pH alcalino (7.9), extremadamente rico en materia orgánica (10.03 %), muy rico en contenido de nitrógeno total (0.501 %), no se detectó contenido en fósforo, extremadamente rico en potasio (148 mg·kg⁻¹) y baja capacidad de intercambio catiónico (12.30 Cmol(+)-kg⁻¹). La asociación presenta dos estratos bien definidos. En el estrato superior, las especies dominantes son *Bursera submoniliformis* y *B. aptera*, que en conjunto suman el 38.5 % del valor de importancia total; la altura media se encuentra entre 3.5 y 5 m. Otras especies frecuentes son: *Amphipterygium adstringens*, *Bursera galeottiana*, *B. longipes*, *B. morelensis*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Haematoxylum brasiletto*, *Lysiloma tergemina*, *Pachycereus weberi*, *Plumeria rubra f. acutifolia*, *Pseudosmodium multifolium*, *P. perniciosum* y *Stenocereus stellatus*. El estrato arbustivo es denso, pero accesible, pues en general sobrepasa los 2.5 m de altura; las principales especies son *Acacia cochliacantha*, *Eysenhardtia polystachya* y *Wimmeria microphylla*. Con menos frecuencia se observan *Agave* sp., *Calliandra conferta*, *Mimosa lacerata*, *Opuntia* sp., *Pithecellobium acatlense*, *Randia thurberi* y *Senna wislizenii* var. *pringlei*. En el estrato herbáceo son abundantes *Rhynchelytrum repens* y *Lantana hirta*.

Asociación *Bursera submoniliformis*-*B. aptera*. In the western part of the study area a very well conserved zone is found, with abundant plant cover, forming a mass that extends from north to south from Piaxtla to Tecamatlán along an alignment of hills. The sampling site representative of the association was located 4 km to the southeast of Piaxtla, to one side of the road to San José Tetla.

The environmental characteristics correspond to a slope with southeast exposure, 40 to 70 % slope, at an altitude of 1,150 m. The soil is a luvisol, with a depth of more than 50 cm; it presents a reddish brown color when dry (4/4 2.5YR), and dark reddish brown (3/4 2.5YR) when wet, sandy clay loam texture, real density of 2.52 g·cm⁻³, apparent density of 1.28 g·cm⁻³, alkaline pH (7.9), extremely rich in organic matter (10.03 %), very rich in total nitrogen content (0.501 %); no phosphorus content was detected, extremely rich in potassium (148 mg·kg⁻¹) and low cationic exchange capacity (12.30 Cmol(+)-kg⁻¹). The association presents two well defined strata. In the upper stratum, the dominant species are *Bursera submoniliformis* and *B. aptera*, which together sum 38.5 % of the total importance value; the mean height is found between 3.5 and 5 m. Other frequent species are: *Amphipterygium adstringens*, *Bursera galeottiana*, *B. longipes*, *B. morelensis*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba aesculifolia*, *C. parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Haematoxylum brasiletto*, *Lysiloma tergemina*, *Pachycereus weberi*, *Plumeria rubra f. acutifolia*, *Pseudosmodium multifolium*, *P. perniciosum* and *Stenocereus stellatus*. The shrub stratum is dense, but accessible, in general over 2.5 m height; the principal species are *Acacia cochliacantha*, *Eysenhardtia polystachya* and *Wimmeria microphylla*. Observed with less frequency are *Agave* sp., *Calliandra conferta*, *Mimosa lacerata*, *Opuntia* sp., *Pithecellobium acatlense*, *Randia thurberi* and *Senna wislizenii* var. *pringlei*. In the herbaceous stratum there is an abundant presence of *Rhynchelytrum repens* and *Lantana hirta*.

Asociación *Fouquieria ochoterena*-*Cyrtocarpa procera*. All along the highway from Acatlán to Petlalcingo, the presence of *Fouquieria ochoterena* is observed in association with different tree species. The representative site was located 6 km before the town of Petlalcingo, to the west of the hill Yucu Chicui, over a well conserved area.

The area has a northwest exposure, an altitude of 1,440 m, over shallow soils with limestone outcroppings; it is a typical rendzic leptosol soil, which is almost completely black or dark brown when dry (3/2 7.5YR), and black when wet (2/1 10UR), with little more than 20 cm depth, loamy texture, real density of 2.29 g·cm⁻³, apparent density of 1.14 g·cm⁻³, alkaline pH (7.6), rich in organic matter (12 %), low phosphorus content (6.81 mg·kg⁻¹), extremely rich in potassium (380 mg·kg⁻¹) and high cationic exchange capacity (39.85 Cmol(+)-kg⁻¹).

Asociación *Fouquieria ochoterena*-*Cyrtocarpa procera*. A lo largo del tramo de carretera que va de Acatlán a Petlalcingo, se puede apreciar la presencia de *Fouquieria ochoterena* en asociación con diferentes especies arbóreas. El sitio representativo se localizó 6 km antes del poblado de Petlalcingo, al oeste del cerro Yucu Chicui, sobre un área bien conservada.

El terreno tiene una exposición noroeste, una altitud de 1,440 m, sobre suelos someros con afloramientos de calizas; es un típico suelo leptosol rendzico, que se observa casi completamente negro o marrón oscuro en seco (3/2 7.5YR), y negro cuando está húmedo (2/1 10UR) con poco más de 20 cm de profundidad, textura franca, densidad real de 2.29 g·cm⁻³, densidad aparente de 1.14 g·cm⁻³, pH alcalino (7.6), rico en materia orgánica (12 %), muy rico en contenido de nitrógeno total (0.641 %), bajo contenido en fósforo (6.81 mg·kg⁻¹), extremadamente rico en potasio (380 mg·kg⁻¹) y alta capacidad de intercambio catiónico (39.85 Cmol(+)-kg⁻¹).

En esta asociación se observan cuatro estratos. El estrato superior está formado por árboles de 5 a 10 m de altura, destacando como las especies más abundantes *Acacia coulteri*, *Bursera morelensis*, *B. galeottiana*, *B. longipes*, *B. xochipalensis*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Conzattia multiflora* y *Forchhammeria macrocarpa*. Además de la presencia de *Neobuxbaumia mezcalaensis*, la principal cactácea en la asociación, aunque con un bajo valor de importancia (1.67) pero notable por su forma columnar en la fisonomía de la asociación.

El segundo estrato está formado por árboles bajos de 3.5 a 5 m de altura. Las principales especies son: *Actinocheita filicina*, *Bursera aptera*, *B. bonetti*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *B. submoniliformis*, *Celtis pallida*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Furcraea macdougalli*, *Hintonia standleyana* y *Pseudosmodingium multifolium*.

El tercer estrato incluye arbustos de 2 a 3.5 m de altura que alcanzan a cubrir las superficies entre los árboles de los estratos superiores. Las principales especies observadas son: *Acacia cochliacantha*, *Adelia barbinervis*, *Bourreria andrieuxii*, *Brongniartia alamosana*, *Coursetia caribaea*, *Cnidocolus rostratus*, *Exostema caribaeum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Flaveria angustifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, *Helietta lucida*, *Lonchocarpus andrieuxii*, *Mimosa biuncifera*, *M. mollis*, *M. polyantha* y *Senna wislizenii* var. *pringlei*.

El cuarto estrato está formado por una serie de arbustos que cubren casi el total de la superficie, tanto debajo de los estratos anteriores como en los pocos lugares desprovistos de árboles o arbustos mayores; lo conforman plantas herbáceas y arbustivas de 0.5 a 1.5 m de altura, de las especies *Calliandra eriophylla*, *C. grandiflora*, *Croton*

Four strata are observed in this association. The upper stratum is formed by trees of 5 to 10 m height, the most abundant species being *Acacia coulteri*, *Bursera morelensis*, *B. galeottiana*, *B. longipes*, *B. xochipalensis*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba aesculifolia*, *Conzattia multiflora* and *Forchhammeria macrocarpa*. There is also the presence of *Neobuxbaumia mezcalaensis*, the principal cactus in the association, although with a low importance value (1.67), but notable in its columnar form in the physiognomy of the association.

The second stratum is formed by low trees of 3.5 to 5 m height. The principal species are: *Actinocheita filicina*, *Bursera aptera*, *B. bonetti*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *B. submoniliformis*, *Celtis pallida*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Furcraea macdougalli*, *Hintonia standleyana* and *Pseudosmodingium multifolium*.

The third stratum includes shrubs of 2 to 3.5 m height that cover the surfaces among the trees of the upper strata. The principal species observed are: *Acacia cochliacantha*, *Adelia barbinervis*, *Bourreria andrieuxii*, *Brongniartia alamosana*, *Coursetia caribaea*, *Cnidocolus rostratus*, *Exostema caribaeum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Flaveria angustifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, *Helietta lucida*, *Lonchocarpus andrieuxii*, *Mimosa biuncifera*, *M. mollis*, *M. polyantha* and *Senna wislizenii* var. *pringlei*.

The fourth stratum is formed by a series of shrubs that cover nearly the entire surface, both below the previous strata and in the few places lacking trees or larger shrubs; it is comprised of herbaceous plants and shrubs of 0.5 to 1.5 m height, of the species *Calliandra eriophylla*, *C. grandiflora*, *Croton* sp., *Echinopterys eglandulosa*, *Erythroxyton compactum*, *Harpalyce loeseriana*, *Heliotropium calcicola*, *Jacobinia mexicana*, *Lantana camara*, *L. hirta*, *Mascagnia seleriana*, *Schaefferia stenophylla* and *Verbesina serrata*; grasses such as *Chloris virgata*, *Rhynchelytrum repens*, *Setaria grisebachii* and *Tripsacum dactyloides*.

Association *Fouquieria ochoterena*-*Neobuxbaumia mezcalaensis*. This association is outstanding for its characteristic physiognomy displayed by the columnar cactuses; it is found to the north of the Yucu-chicui hill, next to the eastern side of the highway section Acatlán-Huajuapán, 6 km before arriving to Petlalcingo. The exposure of the site is south-southwest, with a slope between 5 and 20 %, with soils of a limestone origin. The geological substrate is composed of sandstone (sedimentary), with superficial layers of calcareous tufa and abundance of small quartzite fragments of 0.5 to 2.5 cm in length. There are also extensive outcroppings of gypsum, characterized by horizontal laminas of gypsum crystals in the horizontal surface. The higher solubility of gypsum causes its accumulation to appear more rapidly than that of calcic carbon. Therefore, in these outcroppings or in their vicinity gypseous horizons appear due to the

sp., *Echynopterys eglandulosa*, *Erythroxyton compactum*, *Harpalyce loeseriana*, *Heliotropium calcicola*, *Jacobinia mexicana*, *Lantana camara*, *L. hirta*, *Mascagnia seleriana*, *Schaefferia stenophylla* y *Verbesina serrata*; gramíneas como *Chloris virgata*, *Rhynchelytrum repens*, *Setaria grisebachii* y *Tripsacum dactyloides*.

Asociación *Fouquieria ochoteranae-Neobuxbaumia mezcalaensis*. Esta asociación destaca por su característica fisonomía mostrada por las cactáceas columnares; se le encuentra al norte del cerro Yucu-chicui, contigua al este del tramo de la carretera Acatlán-Huajuapán, 6 km antes de llegar a Petlalcingo. La exposición del sitio es sur-sudoeste, con una pendiente de entre 5 y 20 %, con suelos de origen calizo. El sustrato geológico está compuesto por areniscas (sedimentarias), con placas superficiales de toba calcárea y abundancia de pequeños fragmentos de cuarcitas de 0.5 a 2.5 cm de largo. Se presentan, además, extensos afloramientos de yeso, caracterizados por láminas horizontales de cristales de yeso entre el horizonte superficial. La mayor solubilidad del yeso hace que su acumulación se manifieste más rápidamente que la del carbono cálcico. Por ello, en estos afloramientos o en sus proximidades aparecen horizontes gípsicos por efecto del lavado vertical o lateral y posterior precipitación de dicho constituyente que, a veces, es tan intensa que adquiere una acusada cementación. El suelo presenta un color en seco blanco rosado (8/2 7.5 YR) y en mojado marrón claro (6/4 7.5 YR), es de textura franco limosa, pH alcalino (7.8), extremadamente pobre en contenido de materia orgánica (0.53 %), pobre contenido de nitrógeno total (0.057 %), mediano contenido de potasio (52 mg·kg⁻¹), no reporta contenido de fósforo y tiene una capacidad de intercambio catiónico baja (7.87 cmol(+)-kg⁻¹). La densidad aparente es de 1.28 g·cm⁻³.

El estrato arbóreo se encuentra dominado por *Fouquieria ochoteranae*, seguido por la presencia notable de *Neobuxbaumia mezcalaensis*, emergiendo con una altura de hasta 10 m; se asocian a las anteriores *Acacia bilimekii*, *Bourreria andrieuxii*, *Bursera aptera*, *B. morelensis*, *B. schlechtendalii*, *Erythroxyton compactum*, *Exostema caribaeum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forchhammeria macrocarpa*, *Haematoxylum brasiletto*, *Helietta lucida*, *Jacquinia pungens*, *Justicia hians*, *Mascagnia mexicana*, *Mimosa mollis* y *Schaefferia stenophylla*. En el estrato arbustivo destaca la presencia de *Agave angustifolia*, *Euphorbia rossiana*, *Heliotropium calcicola*, *Lippia graveolens*, *H. canescens*, *Mascagnia seleriana*, *Rhus mollis* y *Waltheria pringlei*.

Asociación *Escontria chiotilla-Stenocereus stellatus*. Esta asociación es común encontrarla en los municipios de Acatlán, San Pablo Anicano y San Pedro Yeloixtlahuaca, donde se presentan las condiciones de mayor aridez del bosque tropical caducifolio, particularmente en las laderas más pronunciadas de los cerros, donde los suelos son muy someros y aflora el sustrato geológico, compuesto

effect of vertical or lateral washing and later precipitation of this element, which at times is so intense that it acquires a firm cementation. The soil presents a pinkish white color when dry (8/2 7.5 YR) and light brown when wet (6/4 7.5 YR), has loamy silt texture, alkaline pH (7.8), is extremely poor in organic matter content (0.53 %), poor total nitrogen content (0.057 %), medium content of potassium (52 mg·kg⁻¹), reports no phosphorus content and has a low cationic exchange capacity (7.87 cmol(+)-kg⁻¹). The apparent density is 1.28 g·cm⁻³.

The tree stratum is dominated by *Fouquieria ochoteranae*, followed by the notable presence of *Neobuxbaumia mezcalaensis*, emerging with a height of up to 10 m; associated with the above are *Acacia bilimekii*, *Bourreria andrieuxii*, *Bursera aptera*, *B. morelensis*, *B. schlechtendalii*, *Erythroxyton compactum*, *Exostema caribaeum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forchhammeria macrocarpa*, *Haematoxylum brasiletto*, *Helietta lucida*, *Jacquinia pungens*, *Justicia hians*, *Mascagnia mexicana*, *Mimosa mollis* and *Schaefferia stenophylla*. Prominent in the shrub stratum are *Agave angustifolia*, *Euphorbia rossiana*, *Heliotropium calcicola*, *Lippia graveolens*, *H. canescens*, *Mascagnia seleriana*, *Rhus mollis* and *Waltheria pringlei*.

Association *Escontria chiotilla-Stenocereus stellatus*. It is common to find this association in the municipalities of Acatlán, San Pablo Anicano and San Pedro Yeloixtlahuaca, which present the most arid conditions of the tropical deciduous forest, particularly on the steepest hill slopes, where the soils are very shallow with outcroppings of the geological substrate, generally comprised of metamorphic rocks.

A representative sampling site is located 2.5 km south of the town of El Tecomate, at the limits of the municipalities of Acatlán and San Pedro Yeloixtlahuaca. The geological substrate is mainly comprised of schists and quartzites; the soil is a litosol, of just a few centimeters depth with rock outcroppings on the surface. It is found on a slope with southwestern exposure, with a slope of between 20 and 40 %, at an altitude of 1,200 m. The vegetation is very open, spacing among the species can be between 1 and 6 meters, and sometimes more; the average height is between 2.5 and 3.5 m (can reach 4.5 m) for the cactus species and less than 2 m for the shrubs. The most abundant species is *Escontria chiotilla*, which has an importance value of 36.4 %, followed by *Stenocereus stellatus*. Both species represent 60 % of the total importance value of the vegetation, according to the quantitative sampling, and along with other cactuses such as *Pachycereus weberii*, *Stenocereus griseus* and *Opuntia velutina*; shrub species such as *Coursetia caribaea*, *Ipomoea wolcottiana*, *Neopringlea integrifolia*, *Pithecellobium acatlense* and *Zanthoxylum liebmanianum*, confer to the vegetation typical physiognomy of a xerophylic scrubland. One species that can stand out in height is *Acacia coulteri*, which may be 5 or

generalmente por rocas metamórficas.

Un sitio representativo de muestreo se localizó 2.5 km al sur del poblado El Tecomate, en el límite de los municipios de Acatlán y San Pedro Yeloixtlahuaca. El sustrato geológico está compuesto principalmente por esquistos y cuarcitas; el suelo es un litosol, de apenas unos centímetros de profundidad con la roca aflorando en la superficie. Se encuentra en una ladera con exposición sudoeste, con una pendiente de entre 20 y 40 %, a una altitud de 1,200 m. La vegetación se presenta muy abierta, el espaciamiento entre las especies puede ser de entre 1 y 6 metros, y en ocasiones mayor; la altura promedio está entre 2.5 y 3.5 m (pudiendo llegar hasta 4.5 m) para las especies de cactáceas y menor a 2 m para las arbustivas. La especie más abundante es *Escontria chiotilla*, que alcanza un valor de importancia de 36.4 %, seguida por *Stenocereus stellatus*. Ambas especies representan el 60 % del valor de importancia total de la vegetación, de acuerdo con el muestreo cuantitativo, y junto con otras cactáceas como *Pachycereus weberii*, *Stenocereus griseus* y *Opuntia velutina*; especies arbustivas como *Coursetia caribaea*, *Ipomoea wolcottiana*, *Neopringlea integrifolia*, *Pithecellobium acatlense* y *Zanthoxylum liebmanianum* le confieren a la vegetación una fisonomía típica de un matorral xerófilo. Una especie que llega a sobresalir en altura es *Acacia coulteri*, que llega a medir hasta 5 o 6 m. Se presentan además otras especies arbóreas como *Bursera aptera*, *B. discolor*, *Guaiacum coulteri* y *Parkinsonia praecox*, pero con un pobre desarrollo que no les permite superar los 3 m de altura.

Bosque bajo palmatifoliado

Este tipo de vegetación se representa dentro del área de estudio por la asociación de *Brahea dulcis* sobre un sustrato geológico de rocas calizas; en el municipio de Chila de las Flores se ubicó un sitio de muestreo, 4 km al norte del poblado Yucunduchi, próximo a la carretera Acatlán-Huajuapán, en ladera con exposición este, 25 % de pendiente y una altitud de 1,840 m. La presencia de la palma puede ser en dominancia completa o bien mezclada en algunas asociaciones del bosque tropical bajo caducifolio, bosque templado bajo de escuamifolios y bosque tropical bajo de durifolios.

El tipo de suelo más frecuentemente encontrado es el leptosol rendzico, formado de la intemperización de las rocas calizas; es de textura franco arcillo arenosa, de color marrón oscuro, densidad aparente de 1.13 g·cm⁻³, pH alcalino (8.2), extremadamente rico en materia orgánica (4.92 %), pobre en contenido de nitrógeno total (35 mg·kg⁻¹), bajo contenido de fósforo, así como de potasio (254 mg·kg⁻¹), y alta capacidad de intercambio catiónico (30.92). Sobre los materiales calizos se produce una alteración lenta de la roca, liberándose el cemento calizo y el residuo silicatado, el primero de los cuales

6 m in height. There is also presence of other tree species such as *Bursera aptera*, *B. discolor*, *Guaiacum coulteri* and *Parkinsonia praecox*, but with poor development that does not permit growth of more than 3 m in height.

LOWLAND PALM FOREST

This type of vegetation is represented within the study area by the association of *Brahea dulcis* over a geological substrate of limestone rocks; a sampling site is located in the municipality of Chila de las Flores, 4 km north of the town of Yucunduchi, next to the Acatlán-Huajuapán highway, on a slope with eastern exposure, 25 % slope and an altitude of 1,840 m. The presence of palm can be in complete dominance or mixed in some associations of the low tropical deciduous forest, low temperate *Juniperus* and tropical oak forest.

The most frequently found soil type is the rendzic leptosol, formed by the weathering of limestone; it is of sandy clay loam texture, dark brown in color, apparent density of 1.13 g·cm⁻³, alkaline pH (8.2), extremely rich in organic matter (4.92 %), poor in total nitrogen content (35 mg·kg⁻¹), low phosphorus content, as well as of potassium (254 mg·kg⁻¹) and high cationic exchange capacity (30.92). A slow alteration of the rock is produced over the limestone materials, releasing the limestone cement and the silicate residue, the first of which becomes soluble, becoming lost laterally or translocating within the same profile, and the silicate residue is incorporated into the soil and is mixed with the organic matter, forming part of the incipient soil. In the low areas there are red soils (Luvisols) with an ancient origin, resulting from more humid climatic conditions. The palm is considered to be vegetation typical of limestone soils, but in this case equal distribution was observed in both types of soil.

Physiognomically, these communities are recognized as a dense forest with palms of no more than two meters in height, although some individuals of high trunks may be as high as 4 m. The palms are generally found in groups, surrounded by a great amount of shrub species, whose average height is not over 3 m, these species are: *Acacia bilimekii*, *Bauhinia angulata*, *Calliandra hirsuta*, *Coutaportla ghiesbreghtiana*, *Dodonaea viscosa*, *Echinopterys eglandulosa*, *Fraxinus purpusii*, *Helietta lucida*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa aculiaticarpa*, *Montanoa salicifolia*, *Neopringlea integrifolia*, *Ptelea trifoliata*, *Rhus mollis*, *Senna andrieuxii*, *S. holwayana*, *Solanum mitlense*, *Viguiera sphaerocephala*, *Wimmeria microphylla* and *Zanthoxylum arborescens*. Also outstanding are species such as *Agave angustifolia*, *Dasylyrion lucidum* and *Nolina parviflora*. The shrub stratum is no more than 3 m in height. Prominent among the tree species are *Actinocheita filicina*, *Celtis caudata*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Pistacia mexicana*, *Quercus glaucoides*, *Quercus magnoliifolia*, *Styphnolobium*

se solubiliza perdiéndose lateralmente o translocándose dentro del propio perfil y el residuo silicatado se incorpora al suelo y se mezcla con la materia orgánica formando parte del incipiente suelo. En las partes bajas se presentan suelos rojos (Luvisoles) con un origen antiguo, resultado de condiciones climáticas más húmedas. Se considera al palmar como una vegetación típica de suelos calizos, pero en este caso se observó igual distribución en ambos tipos de suelo.

Fisonómicamente, se reconoce a estas comunidades por ser un bosque denso con una altura de las palmas que no sobrepasa los dos metros, aunque algunos individuos de tallos altos pueden presentar hasta 4 m. Las palmas se encuentran generalmente en grupos, rodeados por una gran cantidad de especies arbustivas, cuya altura promedio no sobrepasa los 3 m, estas especies son: *Acacia bilimekii*, *Bauhinia angulata*, *Calliandra hirsuta*, *Coutaportia ghiesbreghtiana*, *Dodonaea viscosa*, *Echinopterys eglandulosa*, *Fraxinus purpusii*, *Helieta lucida*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa aculiaticarpa*, *Montanoa salicifolia*, *Neopringlea integrifolia*, *Ptelea trifoliata*, *Rhus mollis*, *Senna andrieuxii*, *S. holwayana*, *Solanum mitlense*, *Viguiera sphaerocephala*, *Wimmeria microphylla* y *Zanthoxylum arborescens*. También destacan especies como *Agave angustifolia*, *Dasylyrion lucidum* y *Nolina parviflora*. El estrato arbustivo no sobrepasa los 3 m de altura. Entre las especies arbóreas destacan *Actinocheita filicina*, *Celtis caudata*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Pistacia mexicana*, *Quercus glaucooides*, *Quercus magnoliifolia*, *Styphnolobium burseroides* y *Zanthoxylum arborescens*.

En el estrato herbáceo las especies abundantes son: *Baccharis sordescens*, *Cestrum oblongifolium*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Dalea leucosericea*, *Lantana camara*, *Lippia oxacana*, *Loeselia glandulosa*, *Otoppapus epalaceus*, *Piqueria trinervia*, *Ruellia nudiflora*, *Salvia lasiantha* y *Turnera diffusa*. También se presentan algunas trepadoras como *Clematis dioica* y *Metastelma angustifolium*. En los encinos, y en otras especies arbóreas de las partes más húmedas, se presentan muérdagos como *Phoradendron brachystachium*, *P. velutinum* y *Psittacanthus calyculatus*.

Bosque tropical bajo de durifolios

Los también denominados encinares o bosques de *Quercus*, son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México con clima templado, aunque, como lo señala atinadamente Rzedowski (1978), suelen encontrarse en condiciones ecológicas de zonas semiáridas, tropicales y subtropicales denotando una diversidad florística y fisonómica. Este tipo de vegetación se encuentra en las partes montañosas del área de estudio, constituido por árboles bajos, de tallo robusto y tortuoso, caducifolios y de hojas coriáceas. Se reconocieron tres asociaciones que a continuación se mencionan.

burseroides and *Zanthoxylum arborescens*.

Tropical oak forest

Also known as oak or *Quercus* forests, they are plant communities characteristic of the mountainous zones of Mexico with temperate climate, although, as Rzedowski (1978) accurately points out, they are found under ecological conditions of semiarid, tropical and subtropical zones denoting a floristic and physiognomic diversity. This type of vegetation is found in the mountainous parts of the study area, comprised of low trees, of robust and twisted trunk, with deciduous and leathery leaves. Three associations are recognized which are mentioned below.

Association *Quercus glaucooides*. There exist small portions in which this species is found to be dominant in the upper portions of the hills in the southern Mixteca Poblana, within an altitude range of 1,300 to 1,550 m. In the municipality of Ahuehuetitla, 1 km south of the town of El Papayo, on the Tehuitzingo-Acatlán highway, one of these populations is found on a hillside with northern exposure; the soil is shallow, of metamorphic origin (quartzite and schists) and slightly rocky. It is comprised of low trees of 3 to 5 m height, thick trunks of 30 to 50 cm diameter, twisted, with ample spacing of up to 10 m. Among the few associated tree species are *Lysiloma divaricata* and *Mimosa benthamii*. In the herbaceous stratum a field of *Rhynchelytrum repens* stands out. Another population corresponding to this association was observed in the municipality of San Pablo Anicano, 5 km west of the town of Francisco González Bocanegra, on a hillside with northern exposure.

Association *Quercus glaucooides*-*Q. castanea*. A better representation of these oak forests is found in the municipality of Tecamatlán, with a sampling site located 3 km west of the town of Olomatlán, within an altitude range of 1,400 to 1,600 masl. The geological substrate is comprised of sandstone and limonites, formed by lithified silt and clay with iron oxides, with different degrees of hardness, which gives the soil a stony aspect on the surface.

The physiognomy of the oak stand is very homogeneous, with trees between 4 and 6 m height, and dense and very rounded crowns; although clear differences are observed between the two species, given that *Quercus glaucooides* presents twisted trees, with stems that are not straight beyond 1.5 m from the base. On the other hand, the individuals of *Quercus castanea* are a little more slender, with diameters of 30 to 40 cm, straighter stems, although trees that are branched close to the base are observed. Associated with these two species are the following tree species: *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma acapulcensis*, *Mimosa benthamii*, *Pseudosmodium perniciosum* and *Ziziphus amole*. In the herbaceous stratum the following species are observed: *Cenchrus echinatus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Lantana hirta*, *Rhynchelytrum repens* and

Asociación *Quercus glaucooides*. Existen pequeñas porciones en las que esta especie se encuentra de manera dominante en las partes elevadas de los cerros del sur de la Mixteca poblana, dentro de un rango altitudinal de 1,300 a 1,550 m. En el municipio de Ahuehuetitla, 1 km al sur del poblado El Papayo, sobre el tramo de la carretera Tehuiztzingo-Acatlán, se encontró una de estas poblaciones sobre una ladera con exposición norte; allí el suelo es poco profundo, de origen metamórfico (cuarcitas y esquistos) y con pedregosidad muy ligera. Se constituye por árboles bajos de 3 a 5 m de altura, tallos gruesos de 30 a 50 cm de diámetro, retorcidos y tortuosos, con un amplio espaciamiento de hasta 10 m. Entre las pocas especies arbóreas asociadas se encuentran *Lysiloma divaricata* y *Mimosa benthamii*. En el estrato herbáceo destaca un pastizal de *Rhynchelytrum repens*. Otra población correspondiente a esta asociación se observó en el municipio de San Pablo Anicano, 5 km al oeste del poblado Francisco González Bocanegra, en una ladera con exposición norte.

Asociación *Quercus glaucooides*-*Q. castanea*. Una mejor representación de estos bosques de encino se encuentra en el municipio de Tecamatlán, localizándose un sitio de muestreo 3 km al oeste del poblado de Olomatlán, dentro de un rango altitudinal de 1,400 a 1,600 m. El sustrato geológico está compuesto por areniscas y limonitas, formadas por limos y arcillas litificadas con óxidos de hierro, con diferentes grados de endurecimiento, lo que le da al suelo un aspecto pedregoso en la superficie.

La fisonomía del encinar es muy homogénea, con árboles de entre 4 y 6 m de altura, y copas densas muy redondeadas; aunque se observan claras diferencias entre ambas especies, dado que *Quercus glaucooides* presenta árboles retorcidos, con fustes que no son rectos en más de 1.5 m a partir de la base. Por su parte, los individuos de *Quercus castanea* son un poco más esbeltos, con diámetros de 30 a 40 cm, fustes más rectos, no obstante que con frecuencia se observan los ramificados desde cerca de la base. Asociadas a estas dos especies se presentan las arbóreas siguientes: *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma divaricata* y *Mimosa benthamii*, *Pseudosmodium perniciosum* y *Ziziphus amole*. En el estrato herbáceo se observan *Cenchrus echinatus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Lantana hirta*, *Rhynchelytrum repens* y *Selaginella lepidophylla*. En el municipio de San Miguel Ixtilán se encuentra una comunidad vegetal semejante, en laderas con exposición oeste, sobre suelos de origen metamórfico enriquecidos con abundante materia orgánica. A partir de los 2,000 m, la especie más abundante es *Quercus castanea*, que está conformada por árboles de 4.5 a 7 m de altura, copas redondeadas y amplias, y que llegan a desarrollar un fuste casi recto hasta los primeros tres metros. La cobertura puede llegar hasta el 100 %, formándose un dosel que sombrea completamente el piso del bosque.

Selaginella lepidophylla. In the municipality of San Miguel Ixtilán a similar plant community is found, on slopes with a western exposure, in soils with a metamorphic origin enriched with abundant organic matter. After 2,000 m, the most abundant species is *Quercus castanea*, which is comprised of trees of 4.5 to 7 m height, rounded and ample crowns, which develop a stem that is almost straight in the first three meters. The cover may be up to 100%, forming a canopy that completely shadows the forest floor. The principal associated species are: *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pistacia mexicana* and *Pseudosmodium multifolium*, along with the presence of *Bursera copallifera*, *B. galeottiana*, *B. submoniliformis*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma divaricata* and *Thevetia thevetioides*.

Association *Quercus magnoliifolia*. The presence of this plant association is very reduced within the study area; it is located 4 km southwest of the town of Olomatlán, pertaining to the municipality of Tecamatlán, at an altitude range of 1,500 to 1,600 m, within broad ravines on hillsides, with northern and northeastern exposures.

The geological substrate is mainly comprised of weathered sandstone observed as a compact and hardened soil. The soils present a very acid pH (5.2), light brownish gray when dry (6/2 10 YR), and dark brown when wet (3/3 10 YR), with sandy-loam texture, rich in organic matter (3.88 %) and moderately rich in total nitrogen content (0.193 %), medium phosphorus content (10.05 mg·kg⁻¹), rich in potassium (104 mg·kg⁻¹), and low cationic exchange capacity (5.41 Cmol(+)·kg⁻¹). In the upper part of the soil there is a thick layer of mulch of 3 to 4 cm depth, formed by the fallen leaves. The geological substrate mainly includes weathered sandstone which is observed as a compact and hardened soil.

The oak stand is comprised of a single stratum of trees of between 4 and 5 m height; very few individuals of other species are associated, principally *Quercus castanea*, *Quercus glaucooides*, *Lysiloma divaricata* and very scant presence of other species such as *Acacia farnesiana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena esculenta* and *Pithecellobium acatlense*. A constant shade is formed under the canopy due to a cover density of between 85 and 100 %.

Gallery forest

This name is applied for the tree groupings that developed along more or less permanent water currents. From the physiognomic and structural viewpoint it is a very heterogenic group, and includes trees of perennial or partially deciduous leaves. Their height varies between 6 and almost 26 m, and the trees may be thickly formed or widely spaced or with irregular distribution (Rzedowski, 1978). This type of vegetation provides a very pleasant

Las principales especies asociadas son *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pistacia mexicana* y *Pseudosmodingium multifolium*, además de la presencia de *Bursera copallifera*, *B. galeottiana*, *B. submoniliformis*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma divaricata* y *Thevetia thevetioides*.

Asociación *Quercus magnoliifolia*. La presencia de esta asociación vegetal es muy reducida dentro del área de estudio; se le localiza 4 km al sudoeste del poblado de Omatlán, perteneciente al municipio de Tecamatlán, en un rango altitudinal de 1,500 a 1,600 m, dentro de cañadas amplias en cerros, con exposiciones norte y noreste.

El sustrato geológico comprende principalmente areniscas intemperizadas que se aprecian como un suelo compacto y endurecido. Los suelos presentan un pH muy ácido (5.2), color en seco gris marrón claro (6/2 10 YR), y marrón oscuro en húmedo (3/3 10 YR), textura areno-francosa, ricos en materia orgánica (3.88 %) y medianamente ricos en contenido de nitrógeno total (0.193 %), contenido medio de fósforo (10.05 mg·kg⁻¹), rico en contenido de potasio (104 mg·kg⁻¹), baja capacidad de intercambio catiónico (5.41 Cmol(+)·kg⁻¹). En la parte superior del suelo se presenta una capa gruesa de mantillo de 3 a 4 cm de profundidad, formada por la hojarasca que cae de los árboles. El sustrato geológico comprende principalmente areniscas intemperizadas que se aprecian como un suelo compacto y endurecido.

El encinar se compone de un solo estrato de árboles de entre 4 y 5 m de altura; se asocian muy pocos individuos de otras especies, principalmente de *Quercus castanea*, *Quercus glaucooides*, *Lysiloma divaricata* y muy escasamente otras especies como *Acacia farnesiana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena esculenta* y *Pithecellobium acatlense*. Bajo el dosel se forma una sombra constante dada por una densidad de cobertura de entre 85 y 100 %.

Bosque mediano perennifolio ripario

Con este nombre se conoce a las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, pues comprende árboles de hoja perenne o parcialmente decidua. Su altura varía entre 6 y hasta cerca de 26 m, y puede formar una gran espesura o estar constituido por árboles muy espaciados o irregularmente distribuidos (Rzedowski, 1978). Este tipo de vegetación da al paisaje un ambiente muy agradable, ya que rompe con la monotonía de la vegetación semiárida más allá del cauce del río Petlalcingo, además de que éste proporciona agua para riego y la vegetación protege las parcelas agrícolas.

Asociación *Populus-Salix-Taxodium*. Esta asociación

landscape, given that it breaks with the monotony of the semiarid vegetation beyond the channel of the Petlalcingo river, which provides water for irrigation and the vegetation protects the agricultural plots.

Association *Populus-Salix-Taxodium*. This association is found on the banks of the Petlalcingo river, with a sampling site located in the Nochebuena section of the San Isidro barrio in the vicinity of the town of Petlalcingo, at an altitude of 1,380 m and a slope of less than 5 %. Large trees can be observed with heights that can be over 24 m and diameters of more than 2 m, predominantly between 1 and 1.5 m; they form very dense and continuous alignments, along the river or in the small channels alongside the river in the valley. In some sections of the river *Populus mexicana* ssp. *mexicana* is found, along with *Salix humboldtiana*, and in other sections *Taxodium mucronatum* is dominant and is associated with the willow. Also notable in the first stratum is *Sideroxylon palmeri*, which reaches heights of up to 18 m and diameters of 1 m or more. Under the upper canopy, among the wettest adjacent channels, there is a series of trees of 3.5 to 8 m height, including *Annona cherimola*, *Casimiroa edulis*, *Celtis caudata*, *C. pallida*, *Ficus cotinifolia*, *Ipomoea arborescens*, *Persea americana* and *Psidium guajava*.

Beneath the tree canopy are some herbaceous and shrub species such as *Cissus sicyoides*, *Cirsium raphilepis*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Datura wrightii*, *Lantana achyranthifolia*, *Montanoa grandiflora*, *M. tomentosa*, *Nissolia fruticosa* and *Serjania racemosa*.

In the high areas of the municipality of San Miguel Ixitlán, at an altitude of between 1,800 and 2,000 m, within the network of tributaries that feed the Petlalcingo river at the edge of temporal streams and following the course of the ravines, *Populus mexicana* ssp. *mexicana*, *Salix humboldtiana* and *Taxodium mucronatum* are observed in the upper stratum. Below this stratum are *Acacia bilimekii* var. *robusta*, *Annona cherimola*, *Casimiroa edulis*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Lysiloma acapulcensis*, *Psidium guajava*, *Sideroxylon palmeri* and *Thevetia peruviana*.

In the Mixteco river, between the towns of Ilamacingo and Tecamatlán, it is possible to find an association similar in physiognomy, but with a more reduced floristic composition, formed by *Salix humboldtiana* and *Taxodium mucronatum* as principal components. Occasionally reedbeds of *Arundo donax* are formed in the low stratum.

Juniperus forest

Rzedowski (1978) defines the *Juniperus* forest as physiognomically evergreen, with a structure that ranges from shrubs of 50 cm height to forests of 15 m, more frequently of 2 to 6 m; they are characterized for being open communities, with the presence of well developed

se encuentra en las márgenes del río Petlalcingo, ubicándose un sitio de muestreo en el paraje Nochebuena del barrio de San Isidro en las cercanías a la población de Petlalcingo, en una altitud de 1,380 m y una pendiente menor al 5 %. Allí se pueden observar grandes árboles con alturas que pueden ser superiores a los 24 m y diámetros hasta de más de 2 m, predominando entre 1 y 1.5 m; forman alineaciones continuas muy densas, ya sea a lo largo del río o en los pequeños canales que se encuentran a un lado de éste en el valle. En algunas secciones del río se encuentra *Populus mexicana* ssp. *mexicana* junto con *Salix humboldtiana*, y en otras es el *Taxodium mucronatum* el que domina y se asocia con el sauce. También es notable en el primer estrato *Sideroxylon palmeri*, que alcanza alturas de hasta 18 m y diámetros de 1 m o más. Bajo el dosel superior, entre los canales aledaños más húmedos, se encuentra una serie de árboles de 3.5 a 8 m de altura, siendo éstos: *Annona cherimola*, *Casimiroa edulis*, *Celtis caudata*, *C. pallida*, *Ficus cotinifolia*, *Ipomoea arborescens*, *Persea americana* y *Psidium guajava*.

Bajo el dosel de los árboles se encuentran algunas especies herbáceas y arbustivas como: *Cissus sicyoides*, *Cirsium raphilepis*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Datura wrightii*, *Lantana achyranthifolia*, *Montanoa grandiflora*, *M. tomentosa*, *Nissolia fruticosa* y *Serjania racemosa*.

En las partes altas del municipio de San Miguel Ixitlán, a una altitud entre 1,800 y 2,000 m, dentro de la red de tributarios que alimentan al río Petlalcingo, a la orilla de arroyos temporales y siguiendo el curso de las cañadas, se observan *Populus mexicana* ssp. *mexicana*, *Salix humboldtiana* y *Taxodium mucronatum* en el estrato superior. Bajo éste aparecen *Acacia bilimekii* var. *robusta*, *Annona cherimola*, *Casimiroa edulis*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Lysiloma acapulcensis*, *Psidium guajava*, *Sideroxylon palmeri* y *Thevetia peruviana*.

En el río Mixteco, entre los poblados de Llamacingo y Tecamatlán, es posible encontrar una asociación semejante en su fisonomía, pero con una composición florística más reducida, formada por *Salix humboldtiana* y *Taxodium mucronatum* como principales componentes. En ocasiones pueden formarse carrizales de *Arundo donax* en el estrato bajo.

Bosque templado bajo de escumifolios

Rzedowski (1978) al referirse al bosque o matorral de *Juniperus* lo define fisonómicamente como siempre verde, con una estructura desde matorrales de 50 cm de alto hasta bosques de 15 m, más frecuentemente de 2 a 6 m; se caracterizan por ser comunidades abiertas, con presencia de estratos arbustivo y herbáceo bien desarrollados; las trepadoras y epifitas suelen ser escasas, y la composición florística de estos bosques y matorrales varía mucho de una región a otra. Dentro del área de

shrub and herbaceous species; the climbing species and epiphytes tend to be scarce, and the floristic composition of these forests and shrublands varies greatly from one region to another. Within the study area there is a recognized presence of *Juniperus flaccida* var. *poblana* comprising the plant community present in the zone of highest elevation within the area that is included in this research project.

Association *Juniperus flaccida*. The species that gives the name to this association can appear in the palm land of *Brahea dulcis* and in the low tropical oak forest its category of companion, while its climax expression occurs in the municipality of San Miguel Ixitlán at an altitude of 1,850 m, on rocky slopes of shallow soil. In the samplings carried out, this species presents the highest importance values, followed by *Quercus glaucoides*, *Pseudosmodingium perniciosum* and *Pistacia mexicana*; other elements present are *Brongniartia* sp., *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *Cnidocolos rostratus*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Fraxinus purpusii*, *Lysiloma acapulcensis*, *Mimosa goldmanii*, *Plumeria rubra*, *Quercus castanea* and *Yucca periculosa*.

The herbaceous stratum is formed by *Lantana camara*, *Salvia lasiantha*, *S. regla*, *S. leptostachyus*, *Sclerocarpus uniserialis* and by the grasses *Andropogon perforatum*, *Aristida wrightii*, *Eragrostis intermedia* and *Muhlenbergia robusta*.

The plant cover existing until now in the study zone manifests a predominance of the low tropical oak forest, climatic climax type of vegetation, resulting from a combination of variables that permit the plant communities to express themselves with a structure of low height; the marked seasonability of the rains has a preponderant influence on the phenology of this vegetation. Another notable aspect is that these plant communities establish themselves preferably on hillsides with pronounced to moderate inclines, resulting in shallow soils, and rock outcroppings of rock are observed as a generality. From the climax expression of this type of vegetation, it can be concluded that the environmental heterogeneity related to differences in geological substrate, insolation, exposure, slope and soil accumulation (Trejo, 2005), along with the phyto-geographic history manifested in the regional floristic composition, permits us to recognize seven plant associations within this plant formation in the southern portion of the Mixteca Poblana.

The presence of the palm lands and the gallery forests should be explained more through local factors that influence their presence; thus the geological substrate and water currents, respectively, are determinant for their location within the territory under study. This is not the case of the oak forests and the *Juniperus* forest, which added to the altitudinal and edaphic factor, the historic factor must be fundamental in explaining the cause of their presence

estudio se reconoce la presencia de *Juniperus flaccida* var. *poblana* constituyendo la asociación que se describe a continuación, siendo la comunidad vegetal presente en la zona de mayor elevación dentro del área que comprende este proyecto de investigación.

Asociación *Juniperus flaccida*. La especie que da el nombre a esta asociación puede aparecer en el palmar de *Brahea dulcis* y en el bosque tropical bajo de durifolios en su categoría de acompañante, en tanto que su expresión clímax ocurre en el municipio de San Miguel Ixtilán a una altitud de 1,850 m, sobre laderas rocosas y de suelo somero. En los muestreos efectuados, esta especie presenta los más altos valores de importancia, seguida por *Quercus glaucoides*, *Pseudosmodium perniciosum* y *Pistacia mexicana*; otros elementos presentes son *Brongniartia* sp., *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *Cnidioscolus rostratus*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Fraxinus purpusii*, *Lysiloma acapulcensis*, *Mimosa goldmanii*, *Plumeria rubra*, *Quercus castanea* y *Yucca periculosa*.

El estrato herbáceo está formado por *Lantana camara*, *Salvia lasiantha*, *S. regla*, *S. leptostachyus*, *Sclerocarpus uniserialis* y por las gramíneas *Andropogon perforatum*, *Aristida wrightii*, *Eragrostis intermedia* y *Muhlenbergia robusta*.

La cubierta vegetal hasta ahora existente en la zona de estudio manifiesta una predominancia del bosque tropical bajo caducifolio, tipo de vegetación clímax climático, resultado de una combinación de variables que permite a las comunidades vegetales expresarse con una estructura de baja altura; la marcada estacionalidad de las lluvias influye preponderantemente en la fenología de esta vegetación. Otro aspecto notable es que estas comunidades vegetales se asientan preferentemente en laderas de cerros con pendientes de fuertes a moderadas, resultando con ello que los suelos sean someros y se observe el afloramiento de rocas como una generalidad. A la expresión clímax climática de este tipo de vegetación, se puede concluir que la heterogeneidad ambiental relacionada con diferencias en sustrato geológico, insolación, exposición, pendiente y acumulación de suelo (Trejo, 2005), además de la historia fitogeográfica manifiesta en la composición florística regional, permite que en el sur de la Mixteca Poblana podamos reconocer siete asociaciones vegetales dentro de esta formación vegetal.

La presencia de los palmares y los bosques de galería debe explicarse más a través de factores locales que influyen en su presencia; así, el sustrato geológico y las corrientes de agua, respectivamente, son determinantes para su ubicación dentro del territorio en estudio. No así el caso de los encinares y el bosque de *Juniperus*, donde además del factor altitudinal y edáfico, el factor histórico debe ser fundamental para explicar la causa de su presencia en este territorio de carácter continental.

in this territory of continental character.

The plant communities play a primordial role in their ethno-botanical relationship, because they provide satisfactions to the inhabitants of the southern portion of Puebla; among the principal benefits derived from the low tropical deciduous forest are the following: grazing of goats and cattle, extraction of firewood, elaboration of agricultural instruments and construction materials of rural dwellings; the collection of fruits and of some medicinal plants is only carried out domestically. With respect to the palms, the principal use is the elaboration of diverse types of hats, along with other products such as mats, rope and fans. The stem of the palm is even used to form walls in the homes of the farmers, and if kept from getting wet, it can last without becoming eaten by insects, like the hardest woods. It is presently being used in the manufacture of crafts such as individual placemats, shoulder bags and paper holders, among other articles. It has also been used in live fences and in religious celebrations.

The deterioration of ecosystems in the Mixteca region is very notorious, observed in an accelerated soil erosion, loss of biodiversity, fragmentation of the ecosystems, depletion of the groundwater and consequently a deterioration in the quality of life of its inhabitants, due to the lack of the natural resources appropriate for the development of the productive activities, motivating high immigration rates. A similar problem is described by Rzedowski and Calderón (1987) in the Bajío region, a territory of approximately 20,000 km², which is estimated to have lost over 95 % of its original vegetation, mainly comprised of tropical deciduous forest and having derived predominantly to a shrub vegetation which has come to be known as "subtropical shrubland". The counteraction of these adverse factors demands a strategic planning in the use and conservation of the regional vegetation, therefore it is convenient to establish spaces for discussion and communication in which the inhabitants can exchange their own ideas and explanations of the functioning of the natural systems.

CONCLUSIONS

The floristic wealth of the southern portion of the Mixteca Poblana is outstanding, due to the predominant presence of the low tropical deciduous forest, type of climatic climax vegetation that presents a diversity of plant associations as a product of the environmental heterogeneity related to differences in the geological substrate, insolation, exposure, slope, and soil accumulation. The azonal plant communities are present as a result of the influence of the edaphic factor, water currents and historical causes that combine with diverse environmental factors. The reduction of the plant cover establishes the need to find viable options to counteract the gradual destruction of the ecosystems., and thus re-establish the productive activities in the lands with forest vocation in this region of the country.

Las comunidades vegetales desempeñan un papel primordial en su relación etnobotánica, debido a que proporcionan satisfactores a los pobladores del sur de Puebla; entre los principales a mencionar derivados del bosque tropical bajo caducifolio deben destacarse: el pastoreo de ganado caprino y vacuno, extracción de leña, elaboración de instrumentos agrícolas y materiales para construcción de viviendas rurales; la recolección de frutos y de algunas plantas medicinales se realiza sólo de forma doméstica. De los palmares, el principal uso es la confección de diversos tipos de sombreros, además de que se elaboran otros productos como petates, mecates y sopladores. Incluso, el fuste de la palma es usado para formar paredes de las casas de los campesinos, y cuidando que no se moje puede durar sin apolillarse tanto como las maderas más duras que se conocen. Actualmente se comienza a utilizar en la elaboración de artesanías como manteles individuales, morrales y papeleros, entre otros. También se ha llegado a usar en cercos vivos y en celebraciones religiosas.

El deterioro de los ecosistemas en la región Mixteca es muy notorio, apreciándose una erosión acelerada de los suelos, la pérdida de la biodiversidad, la fragmentación de ecosistemas, el abatimiento del nivel de los mantos acuíferos y por consecuencia una disminución de la calidad de vida de sus pobladores al no existir los recursos naturales apropiados para el desarrollo de las actividades productivas motivando altas tasas de migración; problemática similar señalan Rzedowski y Calderón (1987) sobre la región del Bajío, un territorio de aproximadamente 20,000 km², el cual se estima ha perdido más del 95 % de su vegetación original, constituida principalmente de bosque tropical caducifolio y habiendo derivado predominantemente a una vegetación arbustiva que se ha dado en denominar "matorral subtropical". Contrarrestar estos factores adversos obliga a una planeación estratégica en el uso y conservación de la vegetación regional, por lo que resulta conveniente establecer espacios de discusión y comunicación donde los pobladores puedan intercambiar sus propias ideas y explicaciones del funcionamiento de los sistemas naturales.

CONCLUSIONES

Es notable la riqueza florística de la porción sur de la Mixteca Poblana debido a la presencia predominante del bosque tropical bajo caducifolio, tipo de vegetación clima climático que muestra una diversidad de asociaciones vegetales como producto de la heterogeneidad ambiental relacionada con diferencias en sustrato geológico, insolación, exposición, pendiente y acumulación de suelo. Las comunidades vegetales de tipo azonal están presentes como resultado de la influencia del factor edáfico, las corrientes de agua y causas de orden histórico que se conjugan con diversos factores ambientales. La disminución de la cubierta vegetal establece un imperativo de encontrar

ACKNOWLEDGEMENTS

The present investigation was partially financed through project 160204 of the Programa de Recursos Genéticos y Cultivos Alternativos of the Universidad Autónoma Chapingo, and forms part of the doctoral thesis of the first author in the Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas of the Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

End of English Version

opciones viables para contrarrestar la paulatina destrucción de los ecosistemas, y con ello restablecer las actividades productivas en los terrenos de vocación forestal en esta región del país.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado parcialmente a través del proyecto 160204 del Programa de Recursos Genéticos y Cultivos Alternativos de la Universidad Autónoma Chapingo, y forma parte de la tesis doctoral del primer autor en el Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad-Iztapalapa.

LITERATURA CITADA

- Blanco Andray, A.; Martínez Ramírez, S.; Sánchez Palomares, O.; Rubio Sánchez, A.; Cisneros Cisneros, C.; Pedro Santos, E.C.; Morales Luis, R.; Sustaita Rivera, F. 2001. Aplicación de un modelo de balances hídricos en la cuenca alta del río Mixteco (Oaxaca). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax. 250 p.
- Cuanalo de la Cerda, H.; Ojeda Trejo, E.; Santos O., A.; Ortiz Solorio, C.A. 1989. Provincias, regiones y subregiones terrestres de México. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx.
- Diakite, L. 1978. Evaluación del área de influencia del Plan Chiauhtla, estado de Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx. 252 p.
- Fernández Nava, R.; Rodríguez Jiménez, C.; Arreguín Sánchez, M.L.; Rodríguez Jiménez, A. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 9: 1-151.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ª. ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 90 p.
- García-Mendoza, A.; P. Tenorio Lezama; J. Reyes Santiago. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botánica Mexicana* 27: 53-73.
- González Embarcadero, A.; E. Guízar Nolazco; A. Díaz Osorno. 1996. Composición botánica del bosque tropical caducifolio en el municipio de Concordia, Sinaloa. *In: Desarrollo sostenible de los agroecosistemas del sur de Sinaloa. Informe II (1994-1995)*. Editores A. López Herrera y O. Palacios Velarde. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx.

pp. 135-170.

- González Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. 2ª ed. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT. México, D.F. 82 p.
- Guerrero Ruiz, M.I.; Fernández Nava, R.; Arreguín Sánchez, M.L. 2002. La familia Celastraceae en la cuenca del río Balsas, México. Polibotánica 14: 1-50.
- Guízar Nolazco, E.; Granados Sánchez, D. 1996. Ecología de la vegetación secundaria del suroeste de Puebla. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales 2(1): 53-59.
- Guízar Nolazco, E.; Sánchez Vélez, A.. 1991. Guía para el reconocimiento de los árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 208 p.
- Guízar Nolazco, E.; Moreno Macías, E. 2000. La vegetación del municipio de Jolalpan, Mixteca Poblana. Bol Téc. No. 31. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 59 p.
- INEGI. 1987. Síntesis geográfica, nomenclátor y anexo cartográfico del estado de Puebla. México, D.F. 56 p.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. 2ª. Ed. Addison-Welsey Educational Publishers. Menlo Park, Calif. 620 p.
- Lot, A.; F. Chiang 1986. Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México, D.F. 142 p.
- Lott, E.J. 1985. Listados florísticos de México. III. La Estación de Biología de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. 47 p.
- Miranda, F. 1942. Estudios sobre la vegetación de México III. Notas generales sobre la vegetación del suroeste del estado de Puebla, especialmente en la zona de Itzocan de Matamoros. Anales del Instituto de Biología México 13: 417-450.
- Miranda, F. 1943. Estudios sobre la vegetación de México IV. Algunas características de la flora y de la vegetación de la zona de Acatlán, Puebla. Anales del Instituto de Biología México 14: 407-421.
- Mueller-Dombois, D.; H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.
- Ortiz Solorio, C.A.; Pájaro Huertas, D.; Gutiérrez Castorena, M.C. 1994. Introducción a la leyenda del mapa mundial de suelos FAO/UNESCO, version 1998. Cuaderno de Edafología 20. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 40 p.
- Pagaza Calderón, E.M.; Fernández Nava, R. 2005. La familia Combretaceae en la Cuenca del río Balsas, México. Polibotánica 19: 117-153.
- Pérez-García, E.A.; J. Meave; C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. Acta Botánica Mexicana 56: 19-88.
- Ramírez González, A. 2006. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 271 p.
- Rodríguez Jiménez, C.; Fernández Nava, R.; Arreguín Sánchez, M.L.; Rodríguez Jiménez, A. 2005. Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México. Polibotánica 20: 73-99.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México, D.F. 432 p.
- Rzedowski, J. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). Acta Botánica Mexicana 70: 85-111.
- Rzedowski, J.; G. Calderón de Rzedowski. 1987. El bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. TRACE 12: 12-21.
- Solano Hernández, L. 1997. Estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, distrito de Huajuapán de León, Oaxaca, México. Polibotánica 5: 37-75.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones Geográficas. Boletín Instituto de Geografía. Número especial 4: 95-110.
- Trejo, I.; Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. Biodiversity and Conservation 11: 2063-2084.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. pp. 111-122. In: Sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza, España.
- Vidal Zepeda, R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 210 p.

APÉNDICE 1

Lista florística preliminar del sur de la Mixteca poblana, correspondiente a las muestras recolectadas en los sitios de muestreo de vegetación. Las familias están arregladas alfabéticamente.

PTERIDOPHYTA

Polypodiaceae

Notholaena sinuata (Lag.) Kaulf.

Pellaea seemannii Hook

Selaginellaceae

Selaginella lepidophylla Hook. & Grev.

CONIFEROPHYTA

Cupressaceae

Juniperus flaccida Schtdl. var. *poblana*

Taxodium mucronatum Tenore

DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA

CLASE MAGNOLIOPSIDA

Acanthaceae

Carlowrightia sp.

Jacobinia mexicana Seem.

Justicia hians Brandegee

Ruellia nudiflora (Engelm & Gray) Urb.

Amaranthaceae

Iresine calea (Ibañez) Standley

Iresine nigra Uline & W.L. Bray

Anacardiaceae

Actinocheita filicina (DC.) Barkley

Comocladia engleriana Loes.

Cyrtocarpa procera H.B.K.

Pistacia mexicana Kunth

Pseudosmodingium multifolium Rose

Pseudosmodingium perniciosum (H.B.K.) Engl.

Rhus chondroloma Standl. subsp. *huajuapansensis*

Young

Rhus mollis H.B.K.

Rhus pachyrrachys Hemsl.

Rhus radicans L.

Spondias purpurea L.

Annonaceae

Annona cherimola Mill.

Apocynaceae

Plumeria rubra L. f. *acutifolia* (Ait.) Wood.

Rauwolfia heterophylla R. & S.

Stemmadenia mollis Benth.

Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum.

Thevetia thevetioides (Kunth) Schumann

Tonduzia longifolia (A.DC.) Woodson

Asteraceae

Baccharis sordescens DC.

Bidens pilosa L.

Calea jamaicensis (L.) L.

Calea ternifolia Kunth var. *ternifolia*

Cirsium rhapilepis (Hemsl.) Petrak

Eupatorium calophyllum (Greenm.) Rob.

Eupatorium espinosarum A. Gray

Eupatorium hebes Robinson

Eupatorium tomentellum Schrad.

Flaveria angustifolia (Cav.) Pers.

Gymnosperma glutinosa (Spreng.) Less.

Montanoa frutescens Mairet

Montanoa grandiflora DC.

Montanoa salicifolia (DC.) Sch. Bip.

Montanoa tomentosa Cerv.

Otopappus epaleaceus Hemsl.

Parthenium fruticosum Less.

Piqueria trinervia Cav.

Porophyllum nutans Rob. & Greenm.

Sclerocarpus uniserialis (Hook.) Benth. & Hook.

Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.

Verbesina gracilepis Rob.

Verbesina perymenioides Sch. Bip.

Verbesina serrata Cav.

Vernonia salicifolia (DC.) Sch. Bip.

Viguiera cordata (Hook. & Arn.) D'Arcy

Viguiera sphaerocephala (DC.) Hemsl.

Aristolochiaceae

Aristolochia sericea Benth.

Asclepiadaceae

Cryptostegia grandiflora (Roxb.) R. Br.

Marsdenia lanata (P.G. Wilson) Stevens

Marsdenia mexicana Decne.

Metastelma angustifolium Turcz.

Berberidaceae

Berberis gracilis var. *madrensis* Marroquín

Berberis pallida Hartw.

Bignoniaceae

Astianthus viminalis (H.B.K.) Baill.

Crescentia alata H.B. & K.

Tabebuia palmeri Rose

Tecoma stans (L.) Juss. ex H.B.K.

Bombacaceae

Ceiba parvifolia Rose

Ceiba aesculifolia (H.B.K.) Britt. & Baker

Boraginaceae

Bourreria andrieuxii (A. DC.) Hemsl.

Bourreria spathulata (Miers.) Hemsl.

Cordia cylindrostachya Ruiz & Pav.

Cordia globosa (Jacq.) H.B.K.

Ehretia tinifolia L.

Heliotropium calcicola Fern.

Heliotropium canescens DC.

Tournefortia densiflora Mart. & Gal

Burseraceae

Bursera aptera Ramírez

Bursera bicolor (Willd. ex Schltdl.) Engl.

Bursera bonetti Rzed.

Bursera copallifera (DC.) Bullock

Bursera discolor Rzed.

Bursera fagaroides (H.B.K.) Engl.

Bursera galeottiana Engl.

Bursera glabrifolia (H.B.K.) Engl.

Bursera grandifolia (Schltdl.) Engl.

Bursera lancifolia (Schltdl.) Engl.

Bursera linanoe (La Llave) Rzed., Calderón & Medina

Bursera longipes (Rose) Standl.

Bursera mirandae Toledo

Bursera morelensis Ramírez

Bursera schlechtendalii Engl.

Bursera submoniliformis Engl.

Bursera xochipalensis Rzed.

Cactaceae

Cephalocereus chrysacanthus (Weber) Britt. et Rose

Escontria chiotilla (F.A.C. Weber) Rose

Ferocactus sp.

Hylocereus undatus (Haworth) Britton et Rose

Mammillaria huajuapanaensis Bravo

Mammillaria karwinskiana Mart.

Neobuxbaumia mezcalaensis (H. Brav.-Holl.) Backeb.

Opuntia decumbens Salm-Dyck

Opuntia pilifera F.A.C. Weber

Opuntia velutina F.A.C. Weber

Pachycereus weberi (J.M. Coult.) Backeb.

Pachycereus grandis Rose

Pereskiaopsis rotundifolia (DC.) Britton & Rose.

Stenocereus griseus (Haworth) Buxbaum

Stenocereus stellatus (Pfeiff.) Riccob.

Caesalpiniaceae

Bauhinia unguolata L.

Bauhinia lunarioides A. Gray

Caesalpinia hintonii Sandw.

Cassia occidentalis L.

Conzattia multiflora (Rob.) Standl.

Haematoxylum brasiletto Karst.

Senna andrieuxii (Benth.) Irwin & Barneby

Senna holwayana (Rose) Irwin & Barneby

Senna skinneri Benth.

Senna wislizeni var. *pringlei* (Rose) Irwin & Barneby

Parkinsonia praecox (R. & P.) Harms

Capparaceae

Capparis incana H.B.K.

Forchhammeria macrocarpa Standley

Caricaceae

Jacaratia mexicana A.DC.

Celastraceae

Schaefferia pilosa Standley

Schaefferia stenophylla Standley

Wimmeria microphylla Radlk.

Chrysobalanaceae

Licania arborea Seeman

Combretaceae

Bucida wigginsiana Miranda

Convolvulaceae

Calycobolus nutans (Mart. et Gal.) Austin

Ipomoea arborescens (H.B.K.) G. Don

Ipomoea murucoides Roem. & Schult.

Ipomoea wolcottiana Rose

Crassulaceae

Graptopetalum mexicanum Matuda

Cucurbitaceae

Apodanthera buraearii (Cogn.) M.C.

Erythroxylaceae

Erythroxylon compactum Rose

Euphorbiaceae

Adelia barbinervis Schl.

Cnidocolus rostratus Lund. ssp. *glabratus* Brechnon

Croton incanus H.B.K.

Croton ciliato-glanduliferus Ort.

Croton flavescens Greenm.

Croton morifolius Willd.

Euphorbia rossiana Pax

Euphorbia schlechtendalii Boiss.

Jatropha andrieuxii Muell. Arg.

Pedilanthus bracteatus (Jacq.) Boiss.

Sapium appendiculatum (Muell. Arg.) Pax & Hoffm.

Sebastiania pavoniana Muell. Arg.

Fabaceae

Aeschynomene compacta Rose

Brongniartia alamosana Rydb.

Brongniartia lupinoides (H.B.K.) Standley

Brongniartia sousae O. Dorado

Brongniartia vicioides Mart. & Gal.

Calopogonium caeruleum (Benth.) Hemsl.

Canavalia acuminata Rose

Coursetia caribaea (Jacq.) Lavin

Coursetia glandulosa A. Gray

Cracca sericea A. Gray

Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.

Dalea leptostachya DC.

Dalea leucosericea (Rydb.) Standley

Desmodium orbiculare Schl.

Diphysa floribunda Peyr.

Diphysa minutifolia Rose

Diphysa spinosa Rydb.

Erythrina montana Rose & Standley

Erythrina flabelliformis Kearney

Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg.

Harpalyce macrostachya Harms.

Harpalyce beseleriana Taceb.

Indigofera suffruticosa Mill.

Lonchocarpus andrieuxii M. Sousa

Lonchocarpus caudatus Pittier

Lonchocarpus eriophyllus Benth.

Lonchocarpus hermannii M. Sousa

Nissolia fruticosa Jacq. var. *fruticosa*

Piscidia grandifolia var. *gentry* Rudd.

Styphnolobium burseroides M. Sousa, Rudd & Medrano

Willardia parviflora Rose

Fagaceae

Quercus castanea Née

Quercus glaucooides Mart. & Gal.

Quercus magnoliifolia Née

Flacourtiaceae

Casearia tremula (Griseb.) Wright

Xylosma sp.

Fouquieriaceae

Fouquieria ochoteranae Miranda

Julianiaceae

Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.

Hernandiaceae

Gyrocarpus mocinoi Espejo

Hippocrataceae

Hippocratea acapulcensis H.B.K.

Hippocratea celastrina H.B.K.

Krameriaceae

Krameria cytisoides Cav.

Lamiaceae

Salvia leptostachyus Benth.

Salvia lasiantha Benth.

Salvia regla Cav.

Loganiaceae

Plocosperma buxifolium Benth.

Loranthaceae

Phoradendron brachystachyum DC. Nutt.

Phoradendron velutinum Nutt.

Phoradendron oliverianum Trel.

Psittacanthus calyculatus (DC.) G. Don

Lythraceae

Cuphea appendiculata Benth.

Malpighiaceae

Bunchosia canescens (Ait.) D.C.

Bunchosia lanceolata Turcz.

Bunchosia palmeri S. Wats.

Byrsonima crassifolia (L.) Kunth.

Echynopterys eglandulosa (Adr. Juss.) Small

Heteropteris beecheyana A. Juss.

Malpighia glabra L.

Malpighia mexicana A. Juss.

Mascagnia macroptera (Moc. & Sessé) Nied

Mascagnia dipholiphylla (Small) Bullock

Mascagnia seleriana Loes.

Malvaceae

Gossypium aridum (Rose & Standl. ex Rose) Skovst.

Meliaceae

Cedrela salvadorensis Standley

Trichilia americana (Sessé & Moc.) Penn.

Swietenia humilis Zucc.

Mimosaceae

Acacia riparioides (Britt. & Rose) Standley

Acacia angustissima (Miller) Kuntze

Acacia berlandieri Benth.

Acacia bilimekii J.F. Macbr.

Acacia cochliacantha H. & B. ex Willd.

Acacia coulteri Benth.

Acacia farnesiana Willd.

Acacia macilenta Rose

Acacia pennatula (Schld. & Cham.) Benth.

Acacia picachensis Brand.

Acacia polyantha Benth.

Acacia riparia H.B.K.

Calliandra eriophylla Benth.

Calliandra conferta Benth.

Calliandra eryophylla Benth.

Calliandra grandiflora H.B.K.

Calliandra hirsuta (G. Don) Benth.

Leucaena esculenta (Moc. et Sessé ex A.DC.) Benth. subsp. *esculenta*

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. subsp. *glabrata* (Rose) S. Zárate

Lysiloma acapulcensis (Kunth) Benth.

Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbride

Lysiloma tergeminata Benth.

Microlobius foetidus (Jacq.) M. Sousa et G. Andrade

Mimosa aculeaticarpa Ort.

Mimosa filipes (Britt. & Rose)

Mimosa benthami Mcbride

Mimosa biuncifera Benth.

Mimosa goldmanii B.L. Rob.

Mimosa lacerata Rose

Mimosa mollis Benth.

Mimosa polyantha Benth.

Piptadenia viridifolia (Kunth) Benth.

Pithecellobium acatlense Benth.

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.

Prosopis laevigata (H. & B. ex Willd.) M. C. Johnst.

Moraceae

Chlorophora mollis Fern.

Ficus cotinifolia Kunth

Ficus goldmanii Humb. & Bonpl. ex Willd.

Ficus mexicana Miq.

Ficus petiolaris Kunth.

- Myrtaceae
Psidium guajava L.
- Nyctaginaceae
Pisonia aculeata L.
- Olacaceae
Schoepfia schreberi Gmel.
- Oleaceae
Forestiera angustifolia Torr.
Fraxinus purpusii Brand.
- Oxalidaceae
Oxalis corniculata L.
- Phytolaccaceae
Phytolacca icosandra L.
- Polemoniaceae
Loeselia glandulosa (Cav.) G. Don
- Polygonaceae
Ruprechtia fusca Fern.
Coccoloba acapulcensis Standley
- Ranunculaceae
Clematis dioica L.
- Rhamnaceae
Colubrina greggi Wats.
Colubrina triflora Brong.
Karwinskia mollis Schl.
Ziziphus amole (Sessé & Moc.) M. C. Johnst.
- Rosaceae
Amelanchier denticulata (Kunth) Koch var. *denticulata*
- Rubiaceae
Bouvardia longiflora (Cav.) H.B.K.
Bouvardia cordiflora DC.
Bouvardia chrysantha Martins.
Coutaportia ghiesbreghtiana (Baill.) Urb.
Coutarea latiflora Moc. & Sessé
Chomelia barbata Standley
Exostema caribaeum (Jacq.) Roem. & Schultes
Hintonia latiflora (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock
Hintonia standleyana Bullock
Randia aculeata L.
Randia armata (S. W.) DC.
Randia capitata DC.
Randia echinocarpa Sessé & Moc. ex DC.
Randia thurberi S. Wats.
- Rutaceae
Casimiroa edulis Llave & Lex.
Helietta lucida Brandegees
Ptelea trifoliata L.
Zanthoxylum aguilarii Standl & Steyererm.
Zanthoxylum arborescens Rose
Zanthoxylum liebmannianum (Engler) P. Wilson
- Zanthoxylum purpusii* T. S. Brand.
- Salicaceae
Populus mexicana Wesm. subsp. *mexicana*
Salix humboldtiana Willd.
- Sapindaceae
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.
Sapindus saponaria L.
Serjania cardiospermoides Schl. et Cham.
Serjania racemosa Schuman
Serjania schiedeana Schldtl.
Thouinia villosa DC.
- Sapotaceae
Mastichodendron capiri (A.DC.) Cronquist
Sideroxylon palmeri (Rose) Pennington
Sideroxylon tepicense (Standl.) T.D. Penn.
- Schrophulariaceae
Russelia coccinea (L.) Wettst.
- Solanaceae
Cestrum oblongifolium Schl.
Datura wrightii Regel
Nicotiana glauca Graham
Solanum nudum H.B.K.
Solanum amazonium Ker
Solanum mitlense Dunal
- Sterculiaceae
Guazuma ulmifolia Lam.
Waltheria pringlei Rose & Standley
- Theophrastaceae
Jacquinia pungens A. Gray
- Tiliaceae
Heliocarpus terebinthinaceus (D.C.) Hochr.
Heliocarpus tomentosus Turcz.
- Turneraceae
Turnera diffusa Willd.
- Ulmaceae
Celtis caudata Planch.
Celtis iguanea (Jacq.) Sarg.
Celtis pallida Torr.
- Verbenaceae
Lantana achyranthifolia Desf.
Lantana macropoda Torr.
Lantana camara L.
Lantana hirta Graham.
Lantana velutina Mart. & Gal.
Lippia graveolens H.B.K.
Lippia oaxacana Rob. & Greenm.
Vitex mollis H.B.K.
- Vitaceae
Cissus sicyoides L.

Zygophyllaceae

Guaiaacum coulteri A. Gray**MAGNOLIOPHYTA****LILIOPSIDA**

Agavaceae

Agave angustifolia Haw.*Agave marmorata* Roezl.*Agave potatorum* Zucc.*Furcraea macdougalli* Matuda*Yucca periculosa* Baker

Arecaceae

Brahea dulcis (Kunth) Mart.

Bromeliaceae

Hechtia pringlei Rob. & Greenm.*Hechtia stenopetala* Klotz.*Hechtia podantha* Mez.*Tillandsia achyrostachys* E. Morr. var. *stenolepis* L. B. Sm.

Commelinaceae

Commelina coelestis Willd.

Nolinaceae

Beaucarnea gracilis Lem.*Dasyilirion acrotriche* (Schiede) Zucc.*Dasyilirion lucidum* Rose*Nolina parviflora* (H.B.K.) Hemsley

Poaceae

Andropogon perforatum Trin.*Aristida adscensionis* (L.) Kuntze*Aristida schiedeana* Trin. & Rupr.*Aristida wrighti* Nash*Arundo donax* L.*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.*Bouteloua filiformis* (Fourn.) Griffiths*Cenchrus ciliaris* L.*Cenchrus echinatus* L.*Chloris virgata* Swallen*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.*Eragrostis intermedia* A. Hitchc.*Leptoloma regnatum* (Schult.) Chase.*Muhlenbergia robusta* (Fourn.) A. Hitchc.*Paspalum plicatum* Mich.*Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubbard*Setaria grisebachii* Fourn.*Setaria liebmannii* Fourn*Sorghum bicolor* (L.) Moench*Tripsacum dactyloides* (L.) L.