

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



LA VEGETACIÓN DE LA MIXTECA

T E S I S

Que para obtener el grado de:
Doctor en Ciencias Biológicas y de la Salud

P R E S E N T A:

ENRIQUE GUIZAR NOLAZCO

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Diódoro Granados Sánchez

Asesor: Dr. Rafael Ángel del Sagrado Corazón Ortega Paczka

Asesor: Dr. José Alejandro Zavala Hurtado

Mayo 2011

“El Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana pertenece al Padrón de Posgrados de Calidad del CONACyT y además cuenta con apoyo del mismo Consejo, con el convenio PFP-20-93”

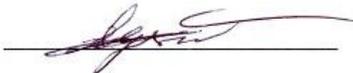
EL JURADO DESIGNADO POR LAS DIVISIONES DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE
LA SALUD DE LAS UNIDADES CUAJIMALPA, IZTAPALAPA Y XOCHIMILCO
APROBÓ LA TESIS QUE PRESENTÓ

ENRIQUE GUÍZAR NOLAZCO

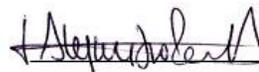
EL DÍA 3 DE MAYO DE 2011

JURADO

TUTOR: DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ



ASESOR: DR. JOSÉ ALEJANDRO ZAVALA HURTADO



ASESOR: DR. RAFAEL ÁNGEL DEL SAGRADO CORAZÓN
ORTEGA PACZKA



SINODAL: DR. ARTURO SÁNCHEZ GONZÁLEZ



SINODAL: DR. MARIO ADOLFO ESPEJO SERNA



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana por la oportunidad de formar parte de su programa de posgrado y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme una beca para la realización de mis estudios.

Al Dr. Diódoro Granados Sánchez, por permitirme el honor de dirigir este trabajo, por la dedicación y el esfuerzo invertido. Al Dr. José A. Zavala Hurtado, al Dr. Rafael Ortega Paczka, al Dr. Arturo Sánchez González y al Dr. Mario Adolfo Espejo Serna, por sus valiosas observaciones y orientaciones que enriquecieron este trabajo.

A los miembros de la Comisión del Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud de las Unidades Iztapalapa y Xochimilco por su apoyo y facilidades para realizar todas las gestiones que requerí como estudiante de posgrado.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por las facilidades para desarrollar las actividades de investigación y el tiempo otorgado para concluir la.

Al Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo, por colaborar en la integración de este informe, a pesar de sus múltiples actividades como investigador.

A los presidentes de comisariados de bienes comunales y ejidales; los guías de campo y a todas aquellas personas que me dieron cobijo en sus hogares durante los recorridos por la región de estudio.

Al Biól. Andrés G. Miranda Moreno, por su valioso apoyo en el trabajo de campo y el procesamiento de la información en gabinete.

A Miguel A. Sánchez Vázquez y Arturo Cantarell González del Herbario CHAP por su valiosa colaboración para concluir este trabajo de investigación.

A Gisela Morgado González, Azucena Rendón Pérez e Iván Jhesu Velázquez Castro, estudiantes de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, por su colaboración en la integración del documento de tesis. Al igual que Luis E. Guízar Guerrero, por su apoyo en la captura de la versión inicial de esta tesis.

A mi esposa Myrna Leonor Martínez Hernández, por su comprensión y apoyo en todo lo que estuvo de su parte para ver culminada esta meta tan importante en mi formación como investigador.

DEDICATORIA

A Sesbania Guízar Guerrero

1981- 2002

In Memoriam

RESUMEN

La región Mixteca como se delimita en este estudio, comprende el sur del estado de Puebla y el noroeste del estado de Oaxaca. Ubicada entre la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Juárez, se caracteriza por una gran diversidad de ambientes ecológicos, como resultado de su fisiografía particular; el intervalo altitudinal varía de los 1 000 a 2 400 m en un transecto desde la cuenca alta del Balsas a las montañas del Escudo Mixteco, lo que permite diferenciar dos subregiones: Mixteca Baja y Mixteca Alta. El objetivo planteado en la presente investigación fue el de clasificar y describir los tipos de vegetación y asociaciones presentes en la región, a fin de establecer su relación con los factores ambientales que los determinan. Se procedió al análisis de los estudios de vegetación efectuados en la región para hacer una integración de la información existente, la cual se conjuntó con muestreos de campo en los diferentes tipos de vegetación obteniendo su distribución, composición florística, rasgos fisonómicos, estructura, condiciones ambientales y estimación de los parámetros ecológico-cuantitativos y valor de importancia de los componentes del estrato arbóreo. Se presenta una clasificación de la vegetación de la Mixteca conforme a lo planteado por González (2004) en la que se reconocen 30 tipos de vegetación que divididos en zonas climáticas se distribuyen de la manera siguiente: 4 para la zona de trópico seco, 11 para la zona templada y 15 para la zona árida. Se elaboró un mapa escala 1: 1,000,000 de vegetación y uso del suelo de la región; los tipos de vegetación corresponden a los posibles de cartografiar de acuerdo con la escala utilizada, la información presentada fue verificada en campo. Se señalan para cada tipo de vegetación las características relevantes para su reconocimiento en campo, mencionando para cada uno de los niveles de integración el nivel inmediato inferior de asociación vegetal atendiendo a su composición florística, además de incluir su distribución, condiciones ambientales e información sinecológica. Los tipos de vegetación más notables por su extensión y relevancia fisonómica son los siguientes: bosque tropical bajo caducifolio y bosque tropical bajo de durifolios en la Mixteca Baja; en la zona montañosa de la Mixteca Alta son de importancia el bosque templado mediano de aciculifolios, el bosque templado mediano de aciculidurifolios, el bosque templado mediano de durifolios y el bosque templado mediano palmatifoliado; en la zona árida de la porción noreste de la región resaltan por su importancia el bosque bajo crasicaule espinoso, el bosque bajo rosetófilo durifolio y el matorral mediano rosetófilo. Se

definen comunidades primarias determinadas por factores ambientales que influyen en su presencia como el clima, la latitud, su rango altitudinal y la ubicación fisiográfica. Además, se distinguen comunidades vegetales de tipo azonal cuya presencia está determinada por corrientes de agua o por las características del suelo. La cobertura vegetal de la región Mixteca ha disminuido drásticamente, en cambio los terrenos con notables grados de erosión se han incrementado en los últimos cien años, lo que obliga a plantear opciones viables para restaurar y conservar estos remanentes de vegetación.

Palabras clave: Región Mixteca, Oaxaca, Puebla, clasificación de vegetación, fitogeografía.

ABSTRACT

The Mixteca region, as delimited for the present work, includes the south of Puebla state and the northwest of Oaxaca state. Localized between the Sierra Madre del Sur and the Sierra de Juárez, the Mixteca is characterized for a high diversity of ecological environments, as result of its particular physiography. The altitude range varies from 1 000 to 2 400 m, following a transect from the high Balsas basin to the Escudo Mixteco mountains. This allows the differentiation of two subregions: low Mixteca and high Mixteca. The objective of this work was to classify and to describe the vegetation types and associations present in the region, in order to establish the relationship with the environmental factors that determine them. Was performed an analysis of the studies of vegetation available for the region to make an integration of the existing information. Also were carried out field samplings in the different vegetation types to obtain their distribution, floristic composition, physiognomy, structure, environmental conditions and the estimation of the quantitative ecological parameters and importance value for the components of the tree layer. Is presented a classification of the vegetation of the Mixteca according to González (2004), in which are recognized 30 types of vegetation. Dividing such vegetation types according to their climatic zones, four result distributed into the seasonal tropic, 11 for the temperate zone and 15 for the cold zone. Was

elaborated a map of vegetation and use of soil (scale 1:1,000,000) for the region; the types of vegetation correspond to those that is possible to represent at the utilized scale. The information was verified in field. For each type of vegetation are referred the relevant characteristics to be recognized in field, mentioning for each one of the integration levels the previous lower level of vegetation association according to its floristic composition. Also were included their range, environmental conditions and sinecologic information. The most important types of vegetation, according to their extension and physiognomic relevance were: low tropical deciduous forest and hard leaf low tropical deciduous forest, at the low Mixteca; in the montane zone of the high Mixteca are important the medium temperate conifer forest, the conifer and hardleaf medium temperate forest, the hard leaf medium temperate forest and the palm leaf temperate medium forest; at the northeastern arid zone are important the thorny low forest, the rosetofilous hard leaf low forest and the rosetofilous medium shrubland. The primary communities are determined by environmental factors such as climate, latitude, altitudinal range and fisiographic ubication. Also are distinguished azonal plant communitites whose presence is determined by water currents or by the soil characteristics. The plant cover has been drastically reduced in the Mixteca, and the lands with noticeable levels of erosion have increased along the last 100 years. Such panorama makes crucial to establish viable options to restore and conserve this vegetation remnants.

Keywords: Mixteca region, Oaxaca, Puebla, classification of vegetation, fitogeography.

CONTENIDO

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
Objetivo general	5
Objetivos particulares	5
3. REVISIÓN DE LITERATURA	7
3.1. El concepto de comunidad	10
3.2. Estructura de la vegetación	11
3.3. Descripción y clasificación de la vegetación	11
3.4. Estudios de vegetación en México	12
3.5. Antecedentes de estudios en la Mixteca	12
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	17
4.1 Delimitación del área de estudio	17
4.2. Fisiografía	18
4.2.1. Ubicación	18
4.2.2. Geología	19
4.2.3 Topografía	22
4.2.4. Clima	24
4.2.5. Suelos	29
4.2.6. Hidrología	35
5. MÉTODO	38
5.1. Revisión de estudios efectuados	38
5.2. Reconocimiento general de la región	38
5.3. Selección de sitios de muestreo	38
5.4. Clasificación y nomenclatura de los tipos de la vegetación	39
5.5. Recolección de ejemplares e inventario florístico	41
5.6. Muestreo ecológico de la vegetación	43
5.7. Perfiles de vegetación	43
5.8. Muestreo de suelos	44
5.9. Mapa de vegetación	44
6. RESULTADOS	45
6.1. Clasificación de la vegetación	45
6.2. Zonas tropicales	45
6.2.1. Bosque tropical bajo caducifolio	45
6.2.1.1. Asociación <i>Neobuxbaumia mezcalaensis-Bursera</i>	49

	<i>submoniliformis</i>	
6.2.1.2.	Asociación <i>Bursera morelensis</i> - <i>Bursera bonetii</i>	49
6.2.1.3.	Asociación <i>Bursera bipinnata</i> - <i>Pseudosmodium perniciosum</i>	52
6.2.1.4.	Asociación <i>Haematoxylon brasiletto</i> - <i>Lysiloma divaricata</i>	54
6.2.1.5.	Asociación <i>Escontria chiotilla</i> - <i>Stenocereus stellatus</i>	57
6.2.1.6.	Asociación <i>Bursera aptera</i> - <i>Lysiloma divaricata</i>	59
6.2.1.7.	Asociación <i>Bursera submoniliformis</i> – <i>Bursera linanoe</i>	62
6.2.1.8.	Asociación <i>Bursera submoniliformis</i> – <i>Bursera aptera</i>	64
6.2.1.9.	Asociación <i>Fouquieria ochoteranae</i> – <i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	65
6.2.1.10.	Asociación <i>Willardia parviflora</i> - <i>Amphipterygium adstringens</i>	68
6.2.1.11.	Asociación <i>Actinocheita filicina</i> - <i>Lonchocarpus caudatus</i>	69
6.2.1.12.	Vegetación sucesional del bosque tropical bajo caducifolio	70
6.2.2.	Bosque tropical bajo de durifolios	72
6.2.2.1.	Asociación <i>Quercus glaucoides</i>	78
6.2.2.2.	Asociación <i>Quercus glaucoides</i> – <i>Brogniartia mortonii</i>	80
6.2.2.3.	Asociación <i>Quercus glaucoides</i> - <i>Quercus castanea</i>	82
6.2.3.	Bosque tropical bajo palmatifoliado	82
6.2.3.1.	Asociación de <i>Brahea dulcis</i>	83
6.2.4.	Bosque mediano perennifolio ripario	92
6.2.4.1.	Asociación <i>Populus-Salix-Taxodium</i>	93
6.3.	Zonas templadas	98
6.3.1.	Bosque templado mediano de linearifolios	98
6.3.1.1.	Asociación <i>Abies hickelii</i> var. <i>oaxacana</i>	98
6.3.2.	Bosque templado mediano de aciculifolios	99
6.3.2.1.	Consociación <i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>apulcensis</i>	100
6.3.2.2.	Asociación <i>Pinus pringlei</i>	102
6.3.2.3.	Asociación <i>Pinus pseudostrobus</i>	103
6.3.3.	Bosque templado mediano de aciculidurifolios	104
6.3.3.1.	Asociación <i>Pinus teocote</i> – <i>Quercus crassifolia</i>	104
6.3.3.2.	Asociación <i>Pinus lawsonii</i> – <i>Quercus urbanii</i>	107
6.3.3.3.	Asociación <i>Pinus leiophylla</i> – <i>Quercus laeta</i>	107
6.3.3.4.	Asociación <i>Pinus pringlei</i> – <i>Quercus elliptica</i>	108
6.3.4.	Bosque templado mediano de durifolios	109
6.3.4.1.	Asociación de <i>Quercus crassifolia</i> - <i>Arbutus xalapensis</i>	109
6.3.5.	Bosque templado mediano de escumifolios	111
6.3.5.1.	Consociación <i>Cupressus lusitanica</i>	111
6.3.6.	Bosque templado mediano palmatifoliado	112
6.3.6.1.	Asociación <i>Brahea nitida</i>	112
6.3.7.	Bosque templado mediano ripario	116

6.3.7.1.	Asociación <i>Alnus acuminata</i> – <i>Salix bonplandiana</i>	116
6.3.7.2.	Asociación <i>Taxodium mucronatum</i> - <i>Alnus acuminata</i>	117
6.3.8.	Bosque templado bajo de durifolios	119
6.3.8.1.	Asociación <i>Quercus magnoliifolia</i> - <i>Brahea dulcis</i>	119
6.3.9.	Bosque templado bajo de duriaciculifolios	122
6.3.9.1.	Asociación <i>Quercus affinis</i> – <i>Pinus pseudostrabus</i> var. <i>apulcensis</i>	122
6.3.10.	Bosque templado bajo de escumifolios	123
6.3.10.1.	Asociación <i>Juniperus flaccida</i>	124
6.3.11.	Bosque templado bajo caducifolio de durifolios	127
6.3.11.1.	Asociación <i>Quercus segoviensis</i>	127
6.3.11.2.	Asociación <i>Quercus laeta</i> – <i>Brahea nitida</i>	128
6.4.	Zonas áridas y semiáridas	132
6.4.1.	Bosque bajo crasicaule espinoso	132
6.4.1.1.	Asociación <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	133
6.4.1.2.	Asociación de <i>Neobuxbaumia tetetzo</i> – <i>Cephalocereus columna-trajani</i>	135
6.4.1.3.	Asociación <i>Cephalocereus columna</i> – <i>trajani</i>	135
6.4.1.4.	Asociación <i>Stenocereus stellatus</i>	136
6.4.1.5.	Asociación <i>Neobuxbamia mezcalaensis</i>	136
6.4.1.6.	Asociación <i>Neobuxbamia mezcalaensis</i> – <i>Yucca periculosa</i>	137
6.4.2.	Bosque bajo rosetófilo durifolio	138
6.4.2.1.	Asociación <i>Yucca periculosa</i>	138
6.4.3.	Matorral alto esclerófilo perennifolio	140
6.4.3.1.	Asociación <i>Arctostaphylos polifolia</i> – <i>Juniperus flaccida</i>	140
6.4.4.	Matorral alto inerme parvifolio	141
6.4.4.1.	Asociación <i>Rhus chondroloma</i> – <i>Lindleyella mespiloides</i>	141
6.4.5.	Matorral alto subinerme	143
6.4.5.1.	Asociación <i>Mimosa aculeaticarpa</i> – <i>Vauquelinia australis</i>	143
6.4.6.	Matorral mediano espinoso	144
6.4.6.1.	Asociación <i>Mimosa luisana</i>	144
6.4.7.	Matorral mediano subinerme	144
6.4.7.1.	Asociación <i>Dodonaea viscosa</i>	145
6.4.7.2.	Asociación <i>Lippia graveolens</i>	145
6.4.8.	Matorral mediano rosetófilo	146
6.4.8.1.	Asociación <i>Dasyilirion lucidum</i>	146
6.4.9.	Matorral bajo inerme	148
6.4.9.1.	Asociación <i>Ephedra compacta</i>	148
6.4.9.2.	Asociación <i>Gymnosperma glutinosum</i>	149
6.4.10.	Matorral bajo esclerófilo perennifolio	149
6.4.10.1.	Asociación <i>Quercus microphylla</i>	150

6.4.11. Pastizal cespitoso	150
6.4.11.1. Asociación <i>Bouteloua chondrosioides</i>	151
6.4.12. Pastizal amacollado	151
6.4.12.1. Asociación <i>Aristida glauca</i>	152
6.4.13. Pastizal con arbustos	152
6.4.13.1. Asociación <i>Aristida glauca</i> – <i>Salvia thymoides</i>	153
6.4.14. Matorral alto calcícola	153
6.4.14.1. Asociación <i>Garrya ovata</i> – <i>Lindleyella mespilioides</i>	154
6.4.15. Matorral bajo calcícola	155
6.4.15.1. Asociación <i>Salvia candicans</i>	155
6.4.15.2. Asociación <i>Salvia thymoides</i>	155
7. DISCUSIÓN	159
7.1 Clasificación de la vegetación	159
7.2 El conocimiento regional de la vegetación	163
7.3 Determinismo ecológico de los tipos de vegetación	165
7.4 Conservación y deterioro de la vegetación en la Mixteca	168
8. CONCLUSIONES	171
LITERATURA CITADA	172
Apéndice 1. Relación de municipios de los estados de Puebla y Oaxaca	184
Apéndice 2. Lista florística preliminar de la región Mixteca	188

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Unidades de suelos predominantes en la Mixteca Poblana-Oaxaqueña (INEGI, 1988) Pag. 34
- Cuadro 2.** Características de las formas de vida y de la vegetación para describir y denominar la fisonomía, estructura y fenología de las comunidades vegetales (Dansereau, 1975; Miranda y Hernández X., 1963). Pag.41
- Cuadro 3.** Clasificación de la vegetación en la región Mixteca, basada en los niveles de integración propuestos por González (2004). Pag. 46
- Cuadro 4.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Neobuxbaumia mezcalaensi-Bursera submoniliformis* municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla. Pag. 50
- Cuadro 5.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera morelensis-B. bonetii* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 51
- Cuadro 6.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Bursera morelensis-B.bonetii* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 51
- Cuadro 7.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera bipinnata- Pseudosmodingium perniciosum* en el municipio de Teotlalco, Puebla. Pag. 55
- Cuadro 8.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Bursera bipinnata - Pseudosmodingium perniciosum* en el municipio de Teotlalco, Puebla. Pag. 55
- Cuadro 9.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Haematoxylum brasiletto-Lysiloma divaricata* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 56
- Cuadro 10.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Haematoxylum brasiletto - Lysiloma divaricata* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 56
- Cuadro 11.** Parámetros estructurales de la asociación *Escontria chiotilla- Stenocereus stellatus* en el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla. Pag. 58
- Cuadro 12.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Escontria chiotilla-Ipomoea arborescens* del municipio Acatlán de Osorio, Puebla. Pag. 59
- Cuadro 13.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera aptera-Lysiloma divaricata* en Guadalupe Santana, Puebla. Pag. 61
- Cuadro 14.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera submoniliformis-Bursera linanoae* en Tecamatlán, Puebla. Pag. 63
- Cuadro 15.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera submoniliformis-Bursera aptera* en Piaxtla, Puebla. Pag. 65
- Cuadro 16.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Fouquieria ochoterena- Neobuxbaumia mezcalaensis* en Petlalcingo, Puebla. Pag. 67
- Cuadro 17.** Parámetros estructurales de la asociación *Willardia parviflora- Amphipterygium adstringens* en el ejido Las Casitas, Izúcar de Matamoros, Puebla. Pag. 69
- Cuadro 18.** Parámetros estructurales de la asociación *Actinocheita filicina-Lonchocarpus caudatus* en Izúcar de Matamoros, Puebla. Pag. 70

- Cuadro 19.** Parámetros ecológicos de una comunidad vegetal sucesional de *Acacia cochliacantha* en el municipio de San Pablo Anicano, Puebla. Pag. 73
- Cuadro 20.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides* en la localidad de Zacacuautla, municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 76
- Cuadro 21.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 78
- Cuadro 22.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus glaucoides* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 78
- Cuadro 23.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides* – *Brogniartia mertonii* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 80
- Cuadro 24.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus glaucoides* – *Brogniartia mertonii* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 80
- Cuadro 25.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides*-*Quercus castanea* en el municipio de Tecamatlán, Puebla. Pag. 81
- Cuadro 26.** Ubicación y superficie que ocupan los palmares de *Brahea dulcis* en el suroeste de Puebla (Ríos, 1993). Pag.84
- Cuadro 27.** Parámetros estructurales del estrato arbustivo del palmar de *Brahea dulcis* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 87
- Cuadro 28.** Análisis físicos y químicos de suelo del estrato arbustivo del palmar de *Brahea dulcis* en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 87
- Cuadro 29.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación de *Brahea dulcis* en Chila de las Flores, Puebla. Pag. 89
- Cuadro 30.** Análisis físicos y químicos del suelo de la asociación *Brahea dulcis* en Chila de las Flores, Puebla. Pag. 90
- Cuadro 31.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Abies hickelii* var. *oaxacana* en el municipio de San Esteban Atatlauca, Oaxaca. Pag. 99
- Cuadro 32.** Resultados de los análisis físicos y químicos del suelo en la consociación *Pinus pseudostrabus* var. *apulcensis* en San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. Pag. 102
- Cuadro 33.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación de *Pinus pringlei* en San Martín del Estado, municipio de Silacayoapan, distrito de Silacayoapan, Oaxaca. Pag. 103
- Cuadro 34.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Pinus pseudostrabus* en San Esteban Atatlauca, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Pag. 103
- Cuadro 35.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Pinus teocote* – *Quercus crassifolia* en Minas Llano Verde, municipio de San Jerónimo Sosola, Oaxaca. Pag. 106
- Cuadro 36.** Resultados de los análisis físicos y químicos del suelo de la asociación *Pinus teocote-Quercus crassifolia* en Minas Llano Verde, municipio de San Jerónimo Sosola, Oaxaca. Pag. 106
- Cuadro 37.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Pinus teocote-Quercus crassifolia* en el municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. Pag. 106

- Cuadro 38.** Parámetros estructurales de la asociación *Quercus crassifolia-Arbutus xalapensis* en San Pedro Tidaá, municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. Pag. 110
- Cuadro 39.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus crassifolia-Arbutus xalapensis* en San Pedro Tidaá, municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. Pag. 111
- Cuadro 40.** Descripción de un perfil de suelo correspondiente a la unidad Regosol, subunidad Regosol calcárico sobre un palmar de *Brahea nitida* en los terrenos del ejido Santa Ana Teloxtoc, Puebla. Pag. 114
- Cuadro 41.** Análisis físicos y químicos de suelo del palmar de *Brahea nitida* en los terrenos del ejido Santa Ana Teloxtoc, Puebla. Pag. 115
- Cuadro 42.** Análisis físicos y químicos de suelo en una comunidad de *Taxodium mucronatum* en el río Numi, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca (Flores y Manzanero, 1985). Pag. 117
- Cuadro 43.** Análisis físicos y químicos de suelo en diferentes sitios de la asociación *Taxodium mucronatum- Alnus acuminata* en el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca (Salas, 1990). Pag. 118
- Cuadro 44.** Análisis físicos y químicos de suelo correspondiente a la asociación *Quercus magnoliifolia-Brahea dulcis* en el municipio Magdalena Jaltepec, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. Pag. 120
- Cuadro 45.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus magnoliifolia- Brahea dulcis*, en el municipio de San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca. Pag. 121
- Cuadro 46.** Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus magnoliifolia- Brahea dulcis* en el municipio San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca. Pag. 121
- Cuadro 47.** Análisis físicos y químicos de suelo en la asociación *Juniperus flaccida* de la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca (García, 1983). Pag. 125
- Cuadro.48.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Juniperus flaccida* var. *poblana* en San Miguel Ixtlán, Puebla. Pag. 126
- Cuadro 49.** Parámetros estructurales del estrato superior de la asociación *Yucca periculosa* en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla. Pag. 139

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** La región Mixteca Poblana-Oaxaqueña y la delimitación del área de estudio. Con base en la conjunción de las propuestas de Moguel (1979), del Gobierno del Estado de Oaxaca (1984), del Gobierno del Estado de Puebla (1993), Acevedo (1995) y Dalgren (1990). Pag. 20
- Figura 2.** Climadiagramas del grupo I. Templado con verano largo (con base en datos tomados de García, 1970). Pag. 30
- Figura 3.** Climadiagramas del grupo I. Semicálido (con base en datos tomados de García, 1970). Pag. 31
- Figura 4.** Climadiagramas del grupo III. Templado con verano cálido. (con base en datos tomados de García, 1970). Pag. 32
- Figura 5.** Mapa de vegetación y uso del suelo en la región Mixteca Poblano-Oaxaqueña. Pag. 47
- Figura 6.** Perfil semirrealista de la asociación *Bursera aptera* – *Lysiloma divaricata* en el municipio de Santa Ana, Puebla. Pag. 62
- Figura 7.** Perfil semirrealista de la asociación *Fouquieria ochoterenae* – *Neobuxbaumia mezcalaensis* en el municipio de Petlalcingo Puebla. Pag. 68
- Figura 8.** Perfil semirrealista de la asociación *Brahea dulcis* en el municipio de Chila de las Flores, Puebla. Pag. 92
- Figura 9.** Perfil semirrealista de la asociación *Populus mexicana* – *Salix humboldtiana* en el municipio de Petlalcingo, Puebla. Pag. 94
- Figura 10.** Vista panorámica del bosque tropical bajo caducifolio en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 96
- Figura 11.** Vista interior del bosque tropical caducifolio en el municipio de Petlalcingo, Puebla. Pag. 96
- Figura 12.** Bosque mediano perennifolio ripario en las márgenes del río Mixteco, Tecamatlán, Puebla. Pag. 97
- Figura 13.** Bosque tropical bajo de durifolios en el municipio de Jolalpan, Puebla. Pag. 97
- Figura 14.** Bosque templado mediano de linearifolios en el municipio de San Esteban Atatlauca, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Pag. 130
- Figura 15.** Bosque templado mediano de aciculifolios en el municipio de Silacayoapan, Distrito de Silacayoapan, Oaxaca. Pag. 130
- Figura 16.** Bosque templado bajo de durifolios en el municipio de San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca. Pag. 131
- Figura 17.** Bosque templado mediano palmatifoliado en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla. Pag. 131
- Figura 18.** Bosque bajo crasicaule espinoso en el Valle Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Pag. 157
- Figura 19.** Bosque bajo crasicaule espinoso en lomeríos abiertos, Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Pag. 157
- Figura 20.** Bosque bajo crasicaule espinoso en Tepexi de Rodríguez, Puebla. Pag. 158
- Figura 21.** Bosque bajo rosetófilo durifolio en Tepexi de Rodríguez, Puebla. Pag. 158

1.-INTRODUCCIÓN

La cubierta vegetal de un determinado territorio es de gran importancia debido al aporte de beneficios hacia sus pobladores, en lo que se refiere a materias primas y otros productos utilitarios. De igual forma adquiere un gran valor en el balance hídrico de las cuencas hidrográficas, la prevención de inundaciones, la captura de carbono de la atmósfera y el control del avance en la erosión del suelo.

Es importante tener información actualizada acerca de la gran variedad de agrupaciones vegetales y de su estado de conservación porque los estudios de vegetación constituyen herramientas fundamentales en la planeación territorial sobre el uso y manejo de los recursos naturales.

La región Mixteca es el territorio tradicional de los mixtecos, también se encuentran allí otros grupos étnicos: amuzgos, triquis, ixcatecos, popolocas, chocholtecos, nahuas, negros, mestizos y también los tacuates. Los antiguos pobladores la dividieron en tres partes: Mixteca Alta, Mixteca Baja y Mixteca de la Costa; división sostenida parcialmente durante la Colonia y actualmente vigente desde un enfoque etnológico. El área de estudio como se delimita en la presente investigación comprende el sur del estado de Puebla y el noroeste de Oaxaca.

Sus antiguos pobladores se preocuparon por la conservación de la naturaleza, el respeto y admiración hacia montañas, ríos, cuevas y llanos fecundos, además del mantenimiento de un complejo agrícola en el que destaca la invención y ampliación de un sistema de agua y suelos representado por las terrazas *coo-yuu* o lama bordo (Spores, 2008). Sin embargo, con la

llegada de los conquistadores españoles, la actividad económica, particularmente en la Mixteca Alta, dejó de ser exclusivamente agrícola para convertirse en agropecuaria con la introducción del ganado ovino y caprino, y aunado al abandono de las prácticas agrícolas tradicionales en terrenos de ladera se fue presentando gradualmente hasta la primera mitad del siglo XX un deterioro acelerado en la cobertura de su tapiz vegetal, manifiesto en terrenos erosionados, pérdida de la biodiversidad, disminución de áreas boscosas y reducción de los volúmenes de escorrentías en ríos y arroyos que drenan al interior de la región (García, 1996). En el estudio presentado por Narváez (1991), dentro de un área estimada de 1 548 597 ha, se establece que para la Mixteca Oaxaqueña el 2 % de la superficie presenta erosión ligera, el 39 % moderada, el 46 % alta y el 13 % muy alta; indicando que actualmente en más del 90 % de la región se presenta erosión en altos niveles, afectando la producción agrícola.

En la región Mixteca se registra considerable emigración rural lo que se asocia al fenómeno de la erosión y a la pérdida de la calidad productiva de los suelos. Dicha emigración está en función del nivel de deterioro productivo y ecológico de la zona. En áreas de deterioro alto el éxodo es definitivo, mientras que en las de deterioro bajo, la migración es temporal. Diversos estudios se han llevado a cabo para entender este fenómeno migratorio (Alcalá, 1994; Gómez, 1990; Méndez, 1985; Schutlz, 2002), así como la búsqueda de opciones para mejorar la oferta de actividades productivas y calidad de vida de sus pobladores (Rocha y Allende, 2006; Rodríguez *et al.*, 2004).

Ante escenarios como los señalados en párrafos anteriores, en 1996 la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca creó los Programas de Desarrollo Regional Sustentable

(PRODERS) con el fin de garantizar un uso más racional de los recursos naturales, lo cual permitiese transitar hacia la sustentabilidad, mejorando la calidad de vida de los mexicanos y fortaleciendo una economía productiva. Para el logro de este propósito se seleccionaron 35 regiones que representasen la diversidad ecológica del país, que tuviesen reservas o áreas protegidas con potencialidad de uso de recursos biológicos, que existiesen experiencias de organización y participación social altas, y como cuarto criterio, que existiese un acuerdo con los gobiernos de los estados e instituciones del Gobierno Federal para la elección de la región (Alarcón y Moctezuma, 1997).

La Mixteca Poblana-Oaxaqueña fue incluida en los PRODERS a partir de 1997, obteniéndose como parte del desarrollo de sus trabajos, un estudio de PRODERS regional (Ponce *et al.*, 1997) y los comunitarios en seis comunidades piloto de ambas entidades. El autor de la presente investigación tuvo la oportunidad de participar en los trabajos de campo de los estudios antes señalados, lo que le permitió darse cuenta de la existencia de una información fragmentada e incompleta en lo que se refiere al conocimiento de la vegetación en la región. Lo que se confirmó por las contribuciones de Torres (2004) y García (2004) quienes señalaron que al menos 50 % del estado de Oaxaca necesita ser estudiado florísticamente y que los estudios taxonómicos deben ser abordados con urgencia ante la destrucción de los ecosistemas y la consecuente desaparición de especies. Con base en lo expuesto se considera que la notable escasez o ausencia de información florística en determinadas regiones del estado, se hace necesaria la realización de estudios detallados, tanto de composición florística como de distribución y estructura de la vegetación.

Lo anterior generó la idea de llevar a cabo un estudio de carácter exploratorio y descriptivo (Hernández *et al.*, 1998) sobre la cubierta vegetal que aún cubre la región Mixteca, basado en trabajo de campo y la incorporación de resultados obtenidos por otros investigadores que han estudiado la vegetación dentro de la región. Así mismo, la propuesta de González (2004) ofrecía la oportunidad de aplicar a una región la clasificación y nomenclatura de su cobertura vegetal en el nivel jerárquico de tipos de vegetación. Dado entonces, este trabajo de investigación se orienta a conocer en un estudio de gran visión, la clasificación de la vegetación y el estado actual de conservación en que se encuentra ésta, todo ello con el fin de sentar las bases para posteriores estudios detallados a nivel comunitario, planteamiento metodológico tendiente a ligar el conocimiento de la vegetación con la gestión de los recursos naturales, lo que constituye uno de los retos actuales de la ecología y particularmente en la Mixteca que es una de las regiones más frágiles del país.

2. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

La necesidad de tener un conocimiento actualizado de la vegetación existente en la región Mixteca llevó a plantear los objetivos siguientes:

Objetivo general

Clasificar y describir los tipos de vegetación y asociaciones vegetales presentes en el territorio de la Mixteca y establecer su relación con los factores ambientales que se considera los determinan; integrando en un documento los conocimientos de la región así reunidos dentro de una clasificación y nomenclatura específica.

Objetivos particulares

- a) Plantear una propuesta de clasificación y nomenclatura de la vegetación regional que permita contar con un sistema uniforme, jerárquico y consistente.
- b) Reconocer los diferentes tipos de vegetación definidos por la fisionomía, estructura y fenología de las comunidades vegetales.
- c) Elaborar un mapa de vegetación de los tipos de vegetación factibles de ser cartografiados.
- d) Diferenciar las asociaciones vegetales con base en los elementos florísticos que las constituyen, así como con la información sinecológica disponible de cada comunidad vegetal.

En el desarrollo de la presente investigación se formularon las preguntas que se exponen a continuación, de forma tal que se plantearon los problemas a resolver y las actividades que habrían de llevarse a cabo durante la ejecución de ésta.

1. ¿El conocimiento de la vegetación de la Mixteca se puede establecer como bien documentado?
2. ¿Los técnicos, organismos de gestión ambiental y los diferentes niveles de gobierno disponen de un documento integrador sobre el estudio de la vegetación a escala regional?
3. ¿La clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales presentada en los estudios de vegetación llevados a cabo dentro de la región muestran consistencia y homogeneidad para diferenciarlas?
4. ¿En la clasificación de la vegetación de la región la unidad tipo de vegetación como nivel de integración, será adecuada y suficiente para llevar a cabo proyectos y trabajos de gestión ambiental?
5. ¿Es necesario establecer qué factores ambientales se relacionan más estrechamente con las diferentes unidades de vegetación?
6. ¿Es posible establecer el nivel de conservación y grado de deterioro de la cubierta vegetal en la Mixteca de manera cualitativa?

3. REVISIÓN DE LITERATURA

La fitosociología es el estudio de la composición, desarrollo, distribución geográfica y las relaciones que se establecen entre los factores ambientales y las comunidades vegetales (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Comprende un gran número de ramas de la Biología. Braun-Blanquet (1979), el iniciador de la fitosociología en el centro de Europa citó los siguientes cinco cometidos de esta ciencia: sinsistemática, sinecología, sindinámica, sincorología y sincronología.

Resulta conveniente señalar que la fitosociología se desarrolló por separado de la fitogeografía y la geobotánica. Estas ciencias ya habían estudiado a las comunidades vegetales y su relación con las condiciones de sitio; esto, sin embargo, más desde el punto de vista fisonómico o fitoclimático. La fitosociología se desarrolló cuando las especies individuales dentro de las comunidades vegetales se determinaron cuantitativamente y cuando la subsecuente disposición en tablas permitió comparaciones objetivas (Jahn, 1982).

A pesar de las grandes diferencias de desarrollo en los diferentes países, es posible distinguir tres etapas: (i) la etapa de colecta y descripción, (ii) la etapa de las investigaciones concernientes a la relación con los factores del ambiente y (iii) la etapa de la visión sinóptica de las comunidades vegetales como ecosistemas. En países con poco desarrollo de la fitosociología, ésta se encuentra todavía en la primera de las etapas

El número de unidades vegetales fue inicialmente pequeño y su sistemática relativamente clara y fácilmente recordada. Su aplicación sólo fue practicada en pocos países, tal es el caso de Finlandia (Jahn, 1982).

En Finlandia, la fitosociología tiene aplicaciones múltiples en la dasonomía. En este país, A.K. Cajander desarrolló en 1909 la teoría de los tipos forestales y su escuela. A pesar de que la vegetación está determinada por los factores climáticos y edáficos del sitio, es una buena indicadora de la calidad del sitio como un todo, y, consecuentemente, el nombre del tipo de vegetación puede ser utilizado para denotar el sitio correspondiente. Los tipos forestales son utilizados como clases de sitio en silvicultura, manejo forestal, impuestos forestales e inventarios forestales nacionales. Las tablas de producción finlandesas también están basadas en los tipos forestales como clases de sitio (Mikola, 1982).

Blydenstein (1969) señala que los levantamientos de vegetación pueden tener dos finalidades principales: como expresión integrada del ambiente en lo que respecta al desarrollo de las plantas y por su valor intrínseco como recurso, para lo cual suelen ocuparse de la vegetación natural.

Una vez tomada la decisión de que es preciso estudiar la vegetación natural teniendo en cuenta su valor intrínseco como recurso natural, hay que establecer los usos a que puede destinarse este recurso y sus problemas de producción, a fin de dar una finalidad específica al estudio de la vegetación. La utilidad de un estudio de vegetación aumenta cuando se reúne más información, más también aumentan los costos. Es preciso llegar a alguna especie de

compromiso entre las demandas inmediatas de información útil y las posibles necesidades a largo plazo. La cuestión gira en torno a lo que se considera como “información útil”. Para cumplir con los requisitos de “utilidad” es preciso recordar que los estudios de vegetación no son un fin en sí mismos, sino que se hacen con el objeto de reunir información que sirva de base para formular recomendaciones (Blydenstein, 1969).

Al efectuarse un estudio de vegetación debe tenerse presente su finalidad, y formularse preguntas del tipo de las siguientes: ¿Es este tipo de vegetación suficientemente importante para enumerarlo como unidad independiente? ¿Acaso la vegetación que hay en un sitio es mera variante de una comunidad vegetal existente o es preciso establecer un nuevo tipo? ¿Es este lugar representativo de una zona grande? A veces, lo que se sabe de la región a estudiar es tan poco, que la pregunta que interesa es la siguiente: ¿De que recursos de vegetación se dispone? En este nivel de levantamiento exploratorio de baja intensidad, de ordinario la vegetación es sólo parte de un levantamiento de recursos más general, y la información reunida sirve de guía para la planificación del desarrollo en gran escala. Los datos sobre la vegetación natural deben ser suficientes para tomar decisiones sobre sus posibilidades en relación con otros recursos descubiertos y sobre su prioridad en el plan general de desarrollo (Blydenstein, 1969).

Los estudios de vegetación constituyen una herramienta significativa para la planeación económica y ecológica del desarrollo de una región dada, siendo comunes dentro de los países desarrollados los cuales tienen a su disposición los recursos económicos y la infraestructura científica para la realización de este tipo de trabajos. Los problemas actuales de nuestro país relacionados con la pérdida de la biodiversidad debido a las altas tasas de deforestación hacen

impostergable la elaboración de estudios regionales que permitan conocer con mayor detalle la vegetación todavía existente.

Al estudiar la cubierta vegetal de una región se contribuye a la infraestructura teórica necesaria para la planeación del desarrollo regional. Entre los beneficios esperados sobresalen: base para el inventario de recursos no sólo a nivel de inventario florístico sino de manera que detecte las relaciones entre ambiente y vegetación; base para la planeación del uso actual y/o potencial del suelo, lo que involucra tanto la evaluación del impacto real y potencial que la prácticas agrícolas y ganaderas pudiesen tener, como la planeación de investigación en los campos agropecuario y forestal; base para la localización de reserva de la biósfera, áreas de conservación, parques nacionales, entre otros, sin olvidar el valor ecológico intrínseco que este tipo de investigaciones posee.

3.1. El concepto de comunidad

La comunidad vegetal puede ser definida como la colección de especies vegetales que crecen juntas en una localidad particular, que muestran una asociación o afinidad definida entre ellas (Kent y Coker, 1992).

Las comunidades incluyen las interacciones entre los organismos y están caracterizadas por un número de propiedades únicas incluidas en la estructura y la función (Ricklefs y Miller, 2000).

La comunidad posee un conjunto de atributos que hacen referencia a su nivel de integración (Krebs, 1985): diversidad de especies, estructura y formas de crecimiento, predominio, abundancia relativa y estructura trófica.

3.2. Estructura de la vegetación

La estructura de una comunidad vegetal, hace referencia a la estructura física y biológica; la estructura biológica abarca la composición y abundancia de las especies; los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de una comunidad dependen de la estructura física (Krebs, 1985).

El número de especies llamado riqueza de especies, el tipo de especies presente, su abundancia relativa, las características físicas de la vegetación y las relaciones tróficas e interacciones entre las poblaciones en la comunidad son atributos de la estructura de la comunidad. Asimismo, el flujo de energía y otras propiedades de la comunidad como la resiliencia a la perturbación y productividad son componentes funcionales (Ricklefs y Miller, 2000).

Otro aspecto importante dentro de la estructura de una comunidad es la estructura vertical o estratificación, en donde la disposición vertical en capas, se vincula con la disminución de la cantidad de luz hacia los estratos inferiores.

3.3. Descripción y clasificación de la vegetación

La clasificación y la ordenación son métodos importantes para estructurar los datos de las comunidades como una forma de conocer la distribución de las especies; en donde las comunidades están organizadas y relacionadas funcionalmente como grupos de especies interdependientes entre sí.

La clasificación inicia con la suposición de que las comunidades constituyen entidades relativamente discretas. Produce grupos de comunidades relacionadas, mediante un proceso conceptualmente similar al de la clasificación taxonómica. En la clasificación, las

comunidades que presentan una composición de especies similar son agrupadas en subconjuntos y éstos cuando son similares, en una serie de conjuntos. En cada división, que se basa únicamente en la composición de especies, existe una diferencia significativa de las condiciones ambientales y se indican los factores más importantes (Begon y Townsend, 1988). La asociación es la unidad básica de clasificación, que se obtiene a partir de numerosos inventarios en varios sitios, las especies con una constancia media se usan para definir las asociaciones; no se toman en cuenta las especies que aparecen en todos los lugares; ni aquellas que aparecen sólo en algunos inventarios; por lo tanto, se toma en cuenta la fidelidad de una especie para definir la asociación y ésta última está limitada a un cierto tipo de comunidad.

3.4. Estudios de vegetación en México

Los estudios de vegetación con carácter regional en nuestro país resultan ser pocos en la actualidad, destacan por cubrir amplias extensiones territoriales los siguientes: Miranda (1975) describió los tipos de vegetación de Chiapas; Rzedowski (1961) sobre la vegetación del estado de San Luis Potosí; Rzedowski y McVaugh (1966) quienes describieron la vegetación de Nueva Galicia, Sarukhán (1968) estudió la sinecología de los bosques de *Terminalia amazonia*; Puig (1991) realizó un estudio ecológico de la vegetación de la Huasteca y Labat (1995) la vegetación del noroeste de Michoacán.

3.5. Antecedentes de estudios en la Mixteca

La vegetación de la Mixteca se puede considerar medianamente conocida, teniendo entre sus precursores a Conzatti (1926), quién hizo observaciones generales de la vegetación, ubicando

al Distrito de Teposcolula dentro de la Subregión Templado Superior o Mixteco-Cuicateca, perteneciente a su vez a la región templada (1200-2000 msnm). Bravo (1954) menciona someramente las comunidades vegetales donde crecen las cactáceas de la región. Entre otras asociaciones cita palmares, encinares, matorrales espinosos, vegetación de la vega de los ríos y formaciones de especies arrosetadas.

Los primeros estudios en la Mixteca Poblana los realizó Miranda (1942, 1943, 1947) al efectuar observaciones en la zona de Izúcar de Matamoros donde se expone una clasificación de la vegetación señalando las principales asociaciones, describe su fisonomía y composición florística, además de relacionarlas con los factores ambientales. De las proximidades de Acatlán describe los rangos generales de la vegetación y sus componentes florísticos, incluye también una lista de elementos xerofíticos, cuya procedencia en gran parte es la zona árida poblano-oaxaqueña. Estudios más recientes sobre la vegetación de esta porción sur de Puebla fueron efectuados por Castañeda (2000) y Guízar *et al.*(2010) reconociéndose cinco tipos de vegetación y 13 asociaciones vegetales.

En el municipio de Jolalpan, Guízar y Moreno (2000) describen las comunidades vegetales y las alternativas en la apropiación de los recursos naturales, además de incluir una lista florística y los usos locales de las plantas. En este mismo municipio García y Razo (1991) seleccionaron diez asociaciones vegetales en diferentes sustratos geológicos, cinco en roca sedimentaria y cinco en roca ígnea, con el objeto de caracterizar desde el punto de vista florístico, ecológico y estructural a cada una de ellas. Con base en la información obtenida, se reconoce la importancia de las especies que integran cada asociación y se mencionan aquellas que se desarrollan únicamente en un tipo de sustrato (especies indicadoras) o en el que

alcanzan su mejor desarrollo. Rivera (2002) en el municipio de Izúcar de Matamoros estableció una delimitación de la cobertura vegetal del ejido Las Casitas utilizando fotografías aéreas y basándose en criterios fisiográficos, reconociendo siete unidades de vegetación, dos primarias y cinco secundarias.

En lo que se refiere a la vegetación secundaria, Guízar (1995) y Guízar y Granados (1996) estudian las cubateras de *Acacia cochliacantha* seleccionando parcelas agrícolas abandonadas por los productores de la región correspondiente a estadios sucesionales de los intervalos siguientes: 1-5; 6-10; 11-15; 16-20; 21-25 y > 26 años. Los resultados permiten establecer que *Acacia cochliacantha* es una especie oportunista e invasora cuya dominancia se presenta durante un lapso promedio de 20 años, siendo sustituida en forma paulatina por elementos primarios del bosque tropical caducifolio.

En la Mixteca Oaxaqueña se tienen algunos estudios de vegetación que abarcan un ámbito más local, sin contemplar amplios territorios que permitan visualizar una tipología diversificada de ésta. El primer estudio de vegetación en la Mixteca Alta es el efectuado por Cruz y Rzedowski (1980) en la cuenca del río Tepelmeme, una de las cabeceras occidentales del río Papaloapan con una extensión de aproximadamente 260 km²; describiendo 17 comunidades vegetales y su distribución se indica sobre un mapa a escala 1:20 000. En la discusión sobre los aspectos dinámicos de la vegetación se considera que los bosques de *Quercus*, los matorrales espinoso y calcícola mixto, así como el pastizal de *Bouteloua chondrosioides* constituyen comunidades maduras, mientras que todas las demás asociaciones son de tipo secundario. Un estudio posterior es el de Cruz (1988) quién realizó su estudio en Tiltepec, distrito de Nochixtlán en donde estableció áreas de exclusión dentro de comunidades vegetales de pastizal, pastizal-

Dodonaea viscosa y pastizal-*Dalea* logrando incrementar como efecto del tiempo de exclusión el número de especies de arbustos. Por su parte, Flores y Manzanero (1985) estudiaron la vegetación y su relación con el medio abiótico en los municipios de Santiago Nundichi y una porción del sur del municipio de San Juan Numi, distrito de Tlaxiaco; reconocieron nueve asociaciones vegetales llegando a la conclusión que éstas son el resultado tanto de factores abióticos como bióticos, sin dejar de considerar los efectos humanos que las modifican e incluso las cambian de tal forma que se convierten en nuevas asociaciones. Miranda (2003) en el municipio de Santiago Chazumba estudia la influencia del suelo en el establecimiento y distribución de la vegetación, reconoce tres tipos de vegetación.

Dentro de la vegetación correspondiente a la Mixteca Baja, en el municipio de San Juan Mixtepec del distrito de Juxtlahuaca, Salas (1990) y Reyes (1994) efectúan estudios florísticos y fitogeográficos. También en esta parte de La Mixteca, Solano (1997) llevó a cabo un estudio florístico y la descripción de la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, distrito de Huajuapán; reconoce seis tipos de vegetación y cita 502 especies dentro de 304 géneros y 93 familias de plantas vasculares, dentro de las cuales destaca 14 especies endémicas dentro de la Mixteca. En un estudio sobre el conocimiento de los flujos hídricos en la cuenca alta del río Mixteco, Blanco y Martínez (2001) definen la cobertura vegetal de la cuenca con base a puntos de muestreo en donde se estiman los parámetros ecológicos de las unidades de vegetación al igual que la superficie empleada con otros propósitos (agrícola, embalse, urbano).

En la porción árida de la región Mixteca se han efectuado algunos estudios relacionados con la vegetación. Ledezma (1979) estudia la ecología de la vegetación en Caltepec y Zapotitlán;

Zavala (1982) efectúa un estudio ecológico en Zapotitlán de las Salinas; García (1991) estudia la dinámica del paisaje en la distribución de la vegetación en la cuenca del río Zapotitlán; Osorio *et al.* (1996) describen la vegetación del Valle de Zapotitlán; Franco (2006) establece un transecto del Valle de Tehuacán a la Mixteca Alta en el que clasifica y ordena las cinco asociaciones vegetales encontradas. Un estudio integrador sobre la descripción y clasificación de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán lo efectuaron Valiente *et al.* (2000).

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Delimitación del área de estudio

El concepto de región es histórico, político, el cual se modifica por circunstancias de tiempo y lugar, el cual supone un planteamiento previo de problemas a partir de teorías y conceptos “transregionales”; en Biología se encuentra estrechamente relacionado al nicho ecológico y al de ecosistema, lo que obliga a analizar los procesos y combinaciones por los que un conjunto más o menos heterógeno de seres vivientes coexiste y se adapta en un territorio (De la Peña, 1991).

George (1980) establece que:.. “una región constituye sobre la tierra un espacio preciso pero no inmutable, inscrito en un marco natural dado, y que responde a tres características esenciales: los vínculos existentes entre sus habitantes, su organización en torno a un centro dotado de una cierta autonomía, y su integración funcional en una economía global. Es el resultado de una asociación de factores activos y pasivos de intensidades variables, cuya dinámica propia se encuentra en el origen de los equilibrios internos y de la proyección espacial”.

El enfoque actual establece que el desarrollo regional sustentable integra los atributos propios del desarrollo económico, el desarrollo social y la preservación y uso adecuado del ambiente, además de agregar los problemas específicos de la planeación territorial (Ferreira, 2005), por lo que la región de estudio debe ser comprendida en cada una de sus partes.

En la delimitación de la Mixteca se han adoptado posiciones diversas a lo largo de diferentes épocas. Como muestra de ello se tiene lo expresado por Moguel (1979) al revisar la regionalización de la Mixteca Oaxaqueña: **1.** Si se considera como región étnica, sus linderos

llegan hasta la Costa, y por lo mismo no rebasan los límites de Cuicatlán y Teotitlán al Noreste, por ser esta parte dominio de otras culturas, pero sí desborda los de Juxtlahuaca, Teposcolula y Nochixtlán, porque los mixtecos habitan hasta Jamiltepec y Juquila. **2.** Si se estima como unidad orogénica, se dificulta la fijación de límites, toda vez que la Sierra Madre del Sur se desprende del macizo montañoso en cuyo conjunto se hace casi imposible la demarcación.

Debido a lo anterior, resulta más conveniente conjugar los elementos étnicos, geográficos e históricos para eliminar la parcialidad de los diferentes enfoques. Con este propósito se procedió a la revisión de diferentes fuentes bibliográficas entre las que se habrá de señalar a Moguel (1979), Gobierno del estado de Puebla (1993), Gobierno del estado de Oaxaca (1984), Acevedo (1995) y Dahlgren (1990), planteándose para cada una de las entidades que constituyen La Mixteca la delimitación de ésta señalando los municipios que habrán de considerarse en esta investigación.

Con la delimitación antes planteada La Mixteca comprende la siguiente extensión territorial:

Mixteca	Oaxaqueña	_____	16 333.10 km ²
Mixteca	Poblana	_____	8 147.94 km ²
		T O T A L	24 481.04 km ²

4.2. Fisiografía

4.2.1. Ubicación

La Mixteca es una región muy extensa que se localiza entre los 97° y los 98°30' de longitud oeste y los 15°45' y los 18°15' de latitud norte. Esta región está en la confluencia de la Sierra

Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca, lo que hace de su territorio una zona predominantemente montañosa en la que solamente se localizan pequeños valles transversales, numerosas cañadas y algunas planicies costeras. La Mixteca Baja es una zona en la que predominan los lomeríos, con altitudes que van de los 1200 a los 1700 m, mientras que la Mixteca Alta presenta elevaciones que van de entre 1700 a 2300 m, aunque hay picos que superan los 2500 m. Las sierras más importantes dentro de la Mixteca son: la de Tamazulapan, la de Nochixtlán y la de Peñoles en la zona oriental; la de Coicoyán al poniente y la de Tlaxiaco en el centro (fig. 1).

4.2.2. Geología.

En la región central Oaxaca y las áreas adyacentes al Sur de Puebla, se puede encontrar una importante secuencia Mesozoica sedimentaria que data del Jurásico Inferior. Estos afloramientos se encuentran limitados por varios complejos metamórficos que se localizan en esta región del país.

Al Noreste se presentan rocas metamórficas del Complejo Acatlán del Paleozoico Inferior, y sobre estas descansan rocas sedimentarias del Jurásico y Cretácico, así como algunas unidades no metamorfizadas del Paleozoico. Al Oeste y Sur, los afloramientos no sedimentarios mesozoicos están limitados por el Complejo Xalapa, los cuales están constituidos por gneises, migmatitas y esquistos de biotita con metamorfismo de facies de anfibolita.

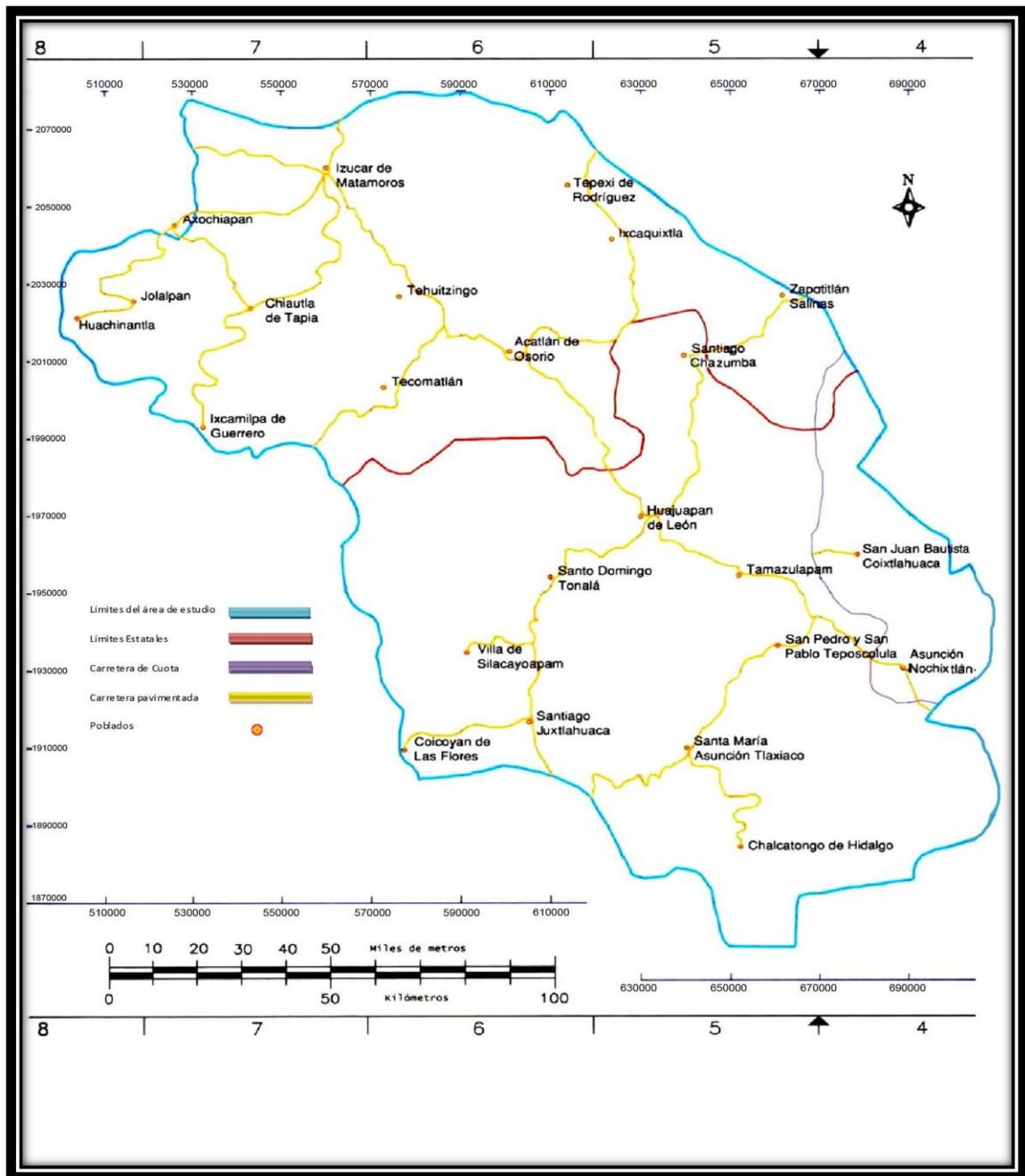


Figura 1. La región Mixteca Poblana-Oaxaqueña y la delimitación del área de estudio. Con base en la conjunción de las propuestas de Moguel (1979), del Gobierno del Estado de Oaxaca (1984), del Gobierno del Estado de Puebla (1993), Acevedo (1995) y Dalgren (1990).

La región Sureste de Puebla y la Mixteca Oaxaqueña subyacida por los complejos Acatlán y Oaxaqueño, presenta afloramientos extensos de unidades sedimentarias del mesozoico que se encuentran dispuestos en pliegues de orientación Nor-Noreste.

Sobre el Complejo Acatlán se pueden encontrar secuencias de rocas detríticas y calcáreas con fósiles del Pensilvánico y Pérmico localizadas en el área de Olinalá; afloramientos que contienen plantas fósiles del Pensilvánico al Sur-Oeste de Tehuacán; y además agrupaciones de rocas sedimentarias del Paleozoico Superior en Mixtepec, Oaxaca y Tuxtepeque, Puebla.

Sobre el Complejo Oaxaqueño se encuentran también los antes mencionados afloramientos de plantas fósiles, además de coberturas de fósiles de trilobites del Cámbrico – Ordovícico (secuencia marina conocida como Formación Tinú) y formaciones compuestas por una gran extensión de materiales clásticos del Mississipico, Pensilvánico y Pérmico.

La cuenca Tlaxiaco está conformada por una secuencia mesozoica de sedimentos detríticos provenientes de la Formación Rosario y por horizontes de carbón que se desarrollaron en el Jurásico Inferior y Medio. (INEGI-UNAM 1990).

La región que abarca la parte de la cuenca del Balsas drenada por los ríos Mixteco y Acateco se caracteriza por los extensos afloramientos de rocas metamórficas de diferentes tipos que conforman un complejo cuya edad corresponde al Paleozoico Inferior (INEGI, 1984).

Esta unidad metamórfica fue denominada en un principio como esquistos Acatlán y recientemente se elevó esta unidad al rango de complejo, argumentando su variedad litológica y estructural y se dividió en dos subgrupos: el subgrupo Petlalcingo y el subgrupo Acateco. (INEGI, 1984).

El subgrupo Petlalcingo está conformado por diversos materiales geológicos entre los que se encuentran la migmatita magdalena, los esquistos de biotita, la cuarcita, el metagabro

diferenciado, los esquistos pelíticos, psamíticos, de talco y calcáreos, el metapedernal y algunas rocas manganésíferas.

El subgrupo Acateco está constituido por esquistos verdes, anfibolitas, metagabros, eclogitas, serpentinas, milonitas, metareniscas, pelitas, semipelitas, metacalizas, metaconglomerados, esquistos pelíticos, rocas graníticas, cuarcitas y rocas eclogíticas. (INEGI, 1984).

4.2.3 Topografía

La región Mixteca se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y Tierras Altas de Oaxaca y sierras plegadas del Noroeste.

Se caracteriza por ser un terreno predominantemente montañoso burdamente dividido por los valles de los ríos Grande y Atoyac, de tal forma que la Sierra Mixteca queda en la porción occidental, aunque existen algunos valles intermontanos en donde se encuentran poblaciones como Huajuapán, Tlaxiaco, Tamazulapán y Nochixtlán.

Las mayores elevaciones se encuentran al sur de Tlaxiaco, en el lugar conocido como “Cerro Piedra de Olla” con 3350 msnm en la porción occidental de San Pedro Tidaá en el lugar conocido como Cerro Negro con 3250 msnm ambos en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

Las partes de menor altitud se localizan a lo largo de los ríos Mixteco, Papalutla, Nexapa y Atoyac en el estado de Puebla así como en sus límites con Guerrero.

Para la Mixteca Baja Oaxaqueña, la altitud promedio oscila alrededor de los 1300-1800 m y se localizan en las inmediaciones de los ríos como Salado con 1500 m al poniente de Tamazulapán hasta Santo Domingo Tonalá, Río Hondo al Este de Chalcatongo con 1300 m y el Río Mixteco al Norte de Huajuapán con 1800 m.

En la Mixteca Poblana las altitudes cercanas a los 1500 m se localizan al Norte de Acatlán de Osorio y Este de Izúcar de Matamoros. Para el resto de la zona, la altitud predominante oscila alrededor de los 2000 m con picos de 2500 m.

En la altitud correspondiente a los 2000 m se encuentran localidades como San Juan Ixcaquixtla y Tepexi de Rodríguez, Santiago Acatepec y Caltepec al Norte de la zona de estudio con picos de alrededor de los 2500 m como cerro El Pajarito en Santa Ana Teloxtoc y cerro Colorado en San Lucas Teletitlán.

En la Mixteca Alta Oaxaqueña la altitud promedio oscila en 2000 m desde el área de San Pedro y San Pablo Tequixtepec y Zapoquila al Norte de Huajuapán con picos de 2500 m como la comunidad de Tlacuilotepec y cerro El Chicamole al Este de Zapoquila, alrededor de los 2000 m se encuentran las localidades de Chilapa de Díaz, San Miguel Tequixtepec al Poniente de Nochixtlán y parte Sur de Santiago Yosondúa.

Una pequeña porción al norte se encuentra dentro de la provincia fisiográfica planicie neovolcánica y el resto en la provincia Sierra Madre del Sur, subprovincias Cuenca Balsas-Mezcala y Tierras Altas de Oaxaca.

Por su génesis el área se encuentra constituida por relieves de montañas y sierras plegadas. Entre las sierras plegadas se tienen las estribaciones de las montañas que se localizan entre Huajuapán y Tamazulapán.

Por la disección del relieve podría ser que algunas corrientes fueran antecedentes de la geomorfología actual o bien procesos cársticos que son los responsables de esta geomorfología, los cuales también han labrado colinas en gran parte del área y las corrientes por igual han labrado montañas y cerros mostrando signos de este tipo de erosión, así mismo han originado valles y cañones al pie de las sierras debido a el paso de pequeños abanicos

aluviales; se notan en parte escarpes de capas resistentes debidos a la erosión diferencial, el intemperismo es conspicuo en la unidad de granito en la cual se aprecia exfoliación concéntrica y paisaje uniforme. Por lo que el área se encuentra en una etapa de madurez con clima en partes subhúmedo y en otras semiárido.

4.2.4. Clima

Dada la heterogeneidad de la fisiografía y la influencia de altitud y latitud, en la Mixteca, se presentan tres grupos climáticos de los cuatro existentes en México, de los cuales predominan tres, de acuerdo a la carta de climas de CETENAL (1970), García (1970), INEGI (1988) y que se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. Para el caso de la región de la Mixteca se mencionan los siguientes tipos climáticos:

Climas cálidos y semicálidos

(A) C (wo'') (w) a (i') g: semicálido subhúmedo, temperatura media anual entre 18° y 22°C con lluvias en verano y sequía en invierno, porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor a 43.2 y presencia de canícula; poca oscilación (5° - 7°C), el mes más caliente ocurre antes de junio.

Este tipo de clima se presenta en el área de Chazumba y Huajuapán y al este de Nochixtlán en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

(A) C (w₁') (w) big: semicálido subhúmedo, temperatura media anual entre 18° y 22°C con lluvias en verano y sequía en invierno, presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Intermedio en cuanto a grado de humedad con un cociente P/T entre 43.2 y 55.0;

verano fresco largo con temperatura media del mes más cálido entre 6.5° y 22°C, isotermal y el mes más caliente se presenta antes de junio.

Este tipo de clima se presenta principalmente al poniente de Tlaxiaco, Silacayoapan, Sur de Santiago Juxtlahuaca en la Mixteca Oaxaqueña llegando a una porción al norte de Metlatonoc en la Mixteca Guerrerense.

A (c) w_o (w): semicálido, temperatura media anual entre 18° y 22°C con lluvias en verano y sequía en invierno, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Los más secos de los subhúmedos con un cociente P/T menor de 43.2.

Se presenta principalmente en la Mixteca Guerrerense al Este y Norte de Tlalixtaquilla y Sur de Tlapa de Comonfort llegando hasta el este y norte de Silacayoapan en la Mixteca Oaxaqueña y en una pequeña porción al norte de Chiautla de Tapia en la Mixteca Poblana.

A (C) w (w_o) i' g: semicálido, temperatura media anual entre 18° y 22°C. Los más secos de los subhúmedos con un cociente P/T menor de 43.2 oscilación entre 5 y 7°C y el mes más caliente se presenta antes de junio. Se presenta en toda la porción Oriental y Sur de Tlapa de Comonfort en la Mixteca Guerrerense.

A (C) w₂ (w) aig: semicálido, temperatura media anual entre 18° y 22°C. Los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P/T mayor a 55.3 verano cálido con temperatura media del mes más cálido mayor a 22°C, oscilación menor a 5°C y el mes más caliente ocurre antes de junio.

Se presenta principalmente en la Mixteca Oaxaqueña en las comunidades de San Juan Tamazola, San Bartolomé Yucuañe, llegando al sur de Magdalena Jaltepec, Yutanduchi de Guerrero y al norte de Santa Catarina Cuanana.

A w₀' (w) (i') g: cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 22°C con lluvias de verano y sequía en invierno, porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor 43.2, poca oscilación y el mes más caliente ocurre antes de junio. Se presenta principalmente en la Mixteca Poblana en el área de Izúcar de Matamoros, Chiautla de Tapia y Jolalpan.

A w₁ (w) big: cálido intermedio en cuanto a grado de humedad con un cociente P/T entre 43.2 y 55.3 verano fresco largo, con temperatura media del mes más cálido entre 6.5° y 22°C, isotermal y el mes más caliente se presenta antes de junio. Se presenta desde Mariscala hasta el sur de Santo Domingo Tonalá en Oaxaca y al norte de Tepexi de Rodríguez en Puebla.

Climas templados

C (w₁) (w): templado subhúmedo, temperatura anual 12-18°C con lluvias en verano y sequía en invierno menor a 5, intermedios en cuanto a grado de humedad con un cociente P/T entre 43.2 y 55.0; se presenta en una pequeña porción al Oriente de Tepexi de Rodríguez en la Mixteca Poblana.

C (w₀) (w) b (i') g: templado subhúmedo con lluvias en verano y sequía en invierno, porcentaje de lluvia invernal menor a 5, los más secos de los subhúmedos con un cociente P/T menor a 43.2 con poca oscilación y el mes más caliente se presenta antes de junio. Se presenta desde el este de Huajuapán de León hasta el Poniente y Norte de Coixtlahuaca en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

C (w'i) (w) bi'g: templado subhúmedo con temperatura media entre 12° y 18°C con lluvias de verano y sequía en invierno, presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor a 5, intermedio en cuanto a grado de humedad con un cociente P/T entre 43.2 y 55.0 verano fresco largo, con temperatura media del mes más cálido entre 6.5° y 22°C con poca oscilación y el mes más caliente es antes de junio. Se presenta principalmente en el área de Tlaxiaco llegando al sur de Nochixtlán y una pequeña porción al Este de Coixtlahuaca en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

C (w₂") (w) bi'g: templado subhúmedo con temperatura media entre 12°-18°C con lluvias en verano y sequía en invierno, presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor a 5, los más húmedos de los subhúmedos con un cociente P/T mayor de 55.0 verano fresco con temperatura media del mes más cálido entre 6.5° y 22°C, con poca oscilación y el mes más caliente ocurre antes de junio.

Se presenta principalmente al Sur y Este de Tlaxiaco en la Mixteca Alta Oaxaqueña.

Climas secos

BS_o hw (w): semiseco semicálido con invierno fresco, temperatura media mayor de 18°C y temperatura del mes más frío menor a 18°C, régimen de lluvias en verano, porcentaje de lluvias invernal respecto al total anual menor a 5, Se presenta en una pequeña porción al este de Zapotitlán de las Salinas en la Mixteca Poblana.

BS₁ hw (w): semiseco semicálido con invierno fresco, temperatura media anual mayor a 18°C y temperatura del mes más frío menor a 18°C con régimen de lluvias en verano, porcentaje de

lluvias invernal, respecto al total anual menor a 5, se presenta en un área muy pequeña al norte de Santiago Apoala límites con el valle de Tehuacán-Cuicatlán.

BS₁ (h¹) w (w): semiseco muy cálido con temperatura media mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C, régimen de lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto al total anual menor a 5, se presenta en áreas muy pequeñas al Norte de Santa Catarina Cuanana en la Mixteca Oaxaqueña y Oeste de Acatlán de Osorio y Sur de Tehuiztingo en la Mixteca Poblana.

BS₁ (h') w (w) ig: semiseco muy cálido con temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C, régimen de lluvias en verano, porcentaje de lluvia invernal respecto al total anual menor a 5, isotermal y el mes más caliente ocurre antes de junio. Se presenta en la porción este de Acatlán de Osorio principalmente.

BS₁ h' (h) w (w): semiseco semicálido con temperatura media anual entre 18° y 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal respecto al total anual menor a 5.

Bs₁ kw (w): semiseco templado con verano cálido, temperatura media entre 12°-18°C y temperatura del mes más frío entre -3° y 18°C y temperatura del mes más cálido mayor a 18°C, régimen de lluvias en verano y porcentaje de lluvia invernal, respecto al total anual menor a 5, se presenta en el área de Coixtlahuaca en la Mixteca Oaxaqueña y al Este de Chazumba ya en la Mixteca Poblana.

Bs₁ kw'' (w) (i') g: semiseco templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°- 18°C, temperatura del mes más cálido mayor de 18°C, régimen de lluvias en verano con presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal respecto al total anual menor a 5, con poca oscilación y el mes más caliente se presenta ante de

junio. Se presenta al centro y este del distrito de Nochixtlán parte Sur de Santo Domingo Nuxaa, Coicoyán de las Flores en la Mixteca Oaxaqueña llegando al oeste ya en la Mixteca Guerrerense al norte y noroeste de Metlatonoc.

Bso hw” (w) (e) g: semicálido con invierno fresco, temperatura media mayor a 18°C y temperatura del mes más frío menor a 18°C con régimen de lluvias en verano y presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal respecto al total anual menor de 5, con oscilación anual de la temperatura media mensual extremosa (oscilación 7° y 14°C) y el mes más caliente se presenta antes de junio.

4.2.5. Suelos

La región Mixteca define sus tipos de suelos por su fisiografía y geología, y en menor medida por su clima, lo que hace que las mixtecas oaxaqueña y poblana sean un tanto uniformes en cuanto a unidades de suelos se refiere. De acuerdo a la versión 1988 de la leyenda original del mapa mundial de suelos FAO/UNESCO, para la Mixteca se registran ocho unidades de suelos dominantes que se describen a continuación:

Regosoles (RG). Suelos que provienen de materiales no consolidados, excluyendo a materiales de texturas gruesas o que muestran propiedades flúvicas.

Leptosoles (LP). Suelos limitados en profundidad por roca dura continua o material calcáreo con más de 40% de CaCO_3 equivalente o una capa cementada continua dentro de los primeros 30 cm, o que tienen menos de 20% de tierra fina dentro de los primeros 75 cm.

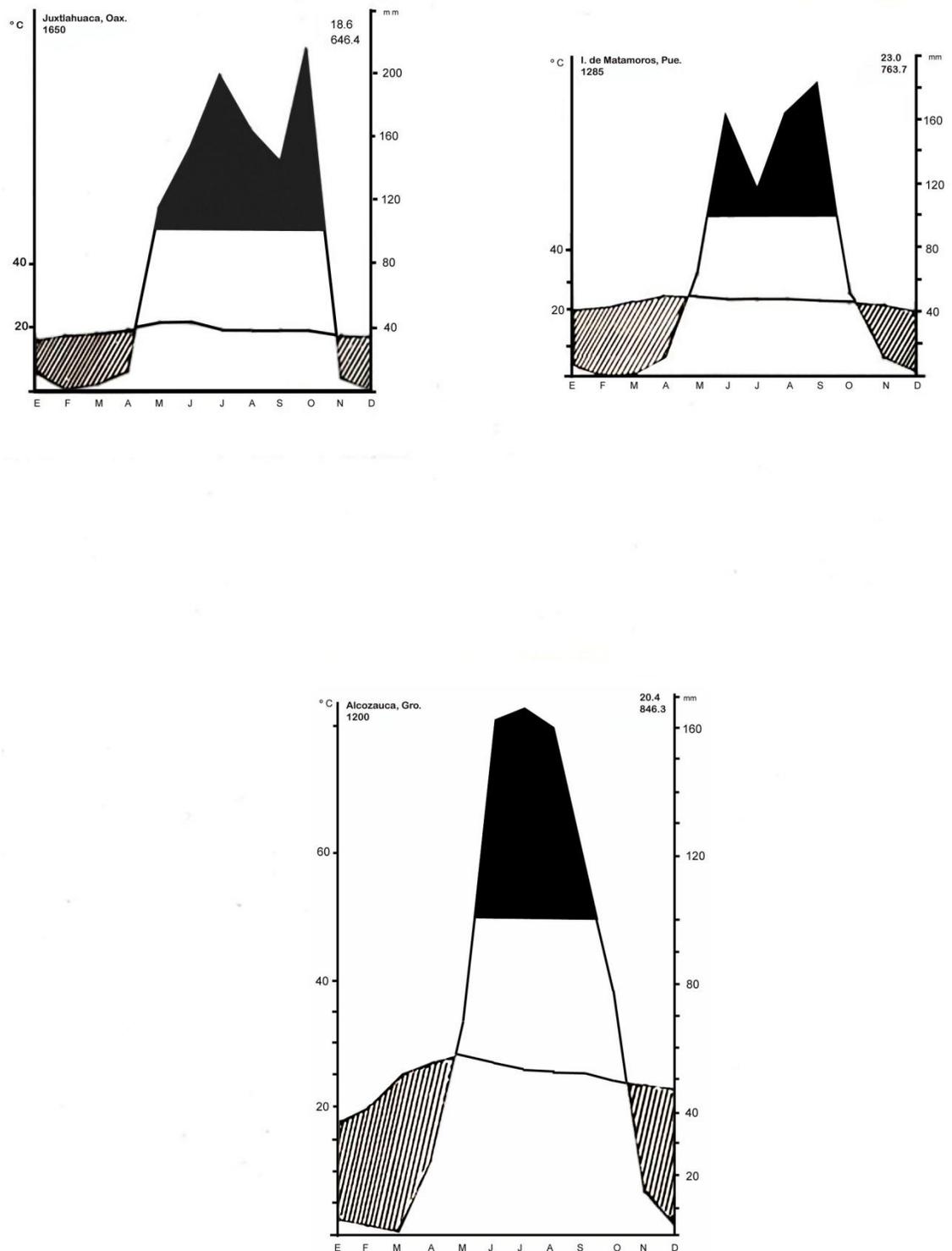


Fig. 2. Climadiagramas del grupo I. Templado con verano largo (con base en datos tomados de Garcia, 1970).

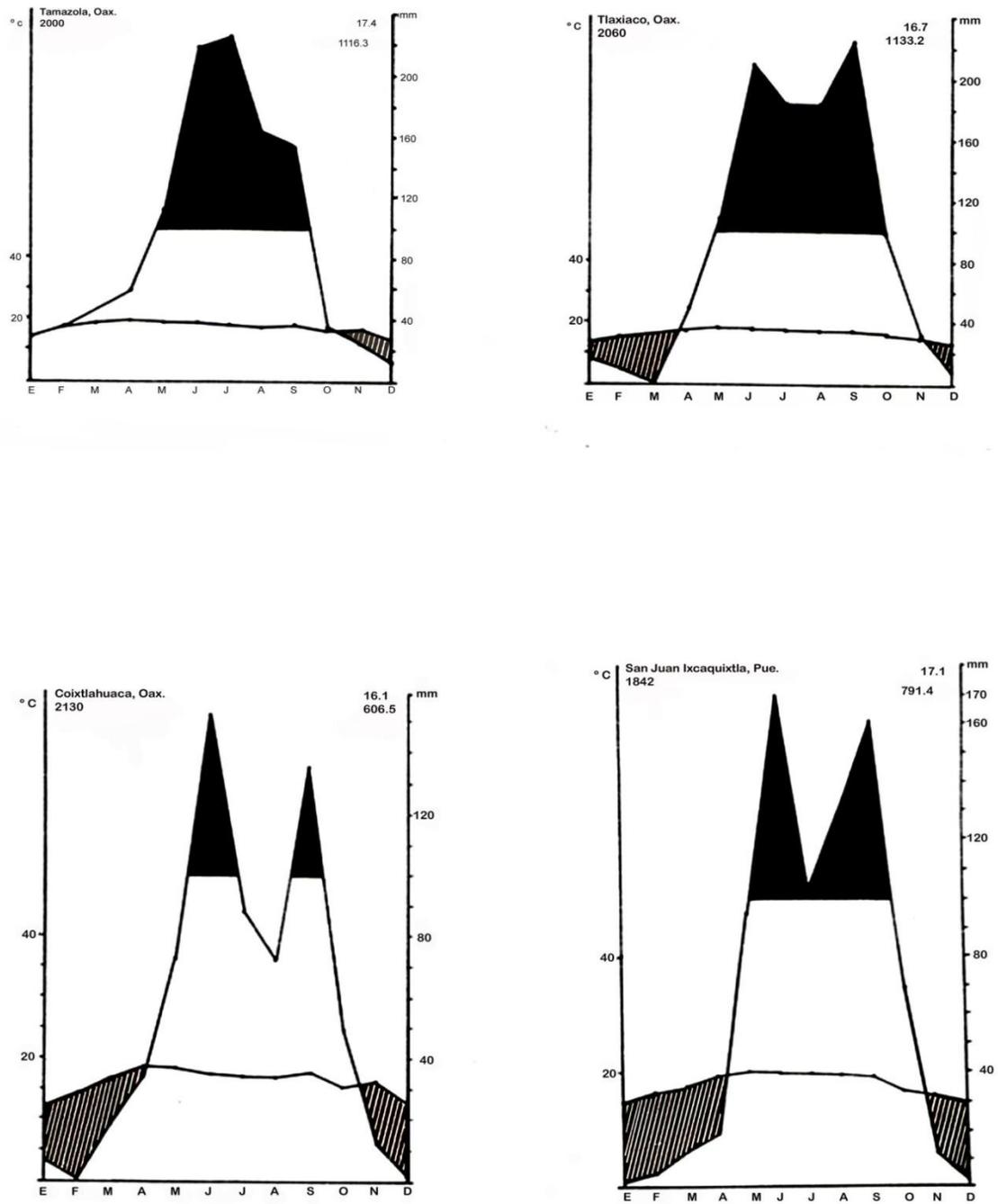


Fig. 3. Climadiagramas del grupo I. Semicálido (con base en datos tomados de García, 1970).

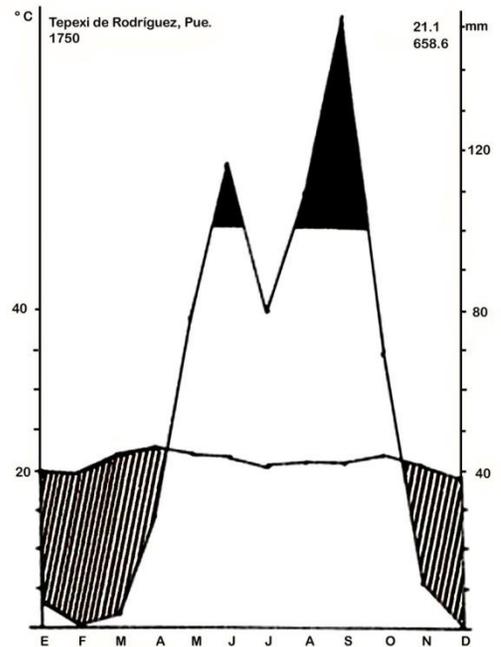
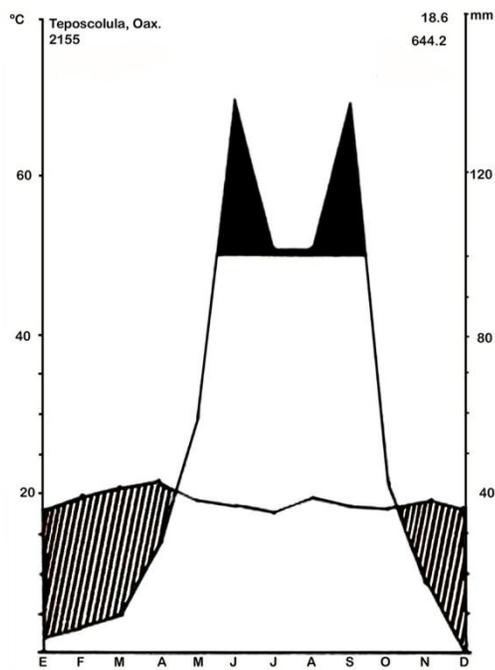
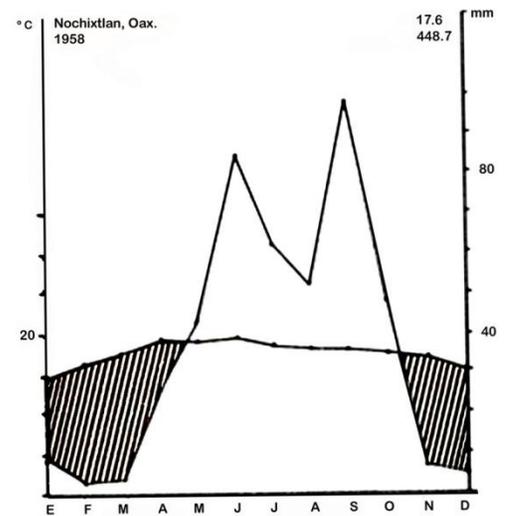
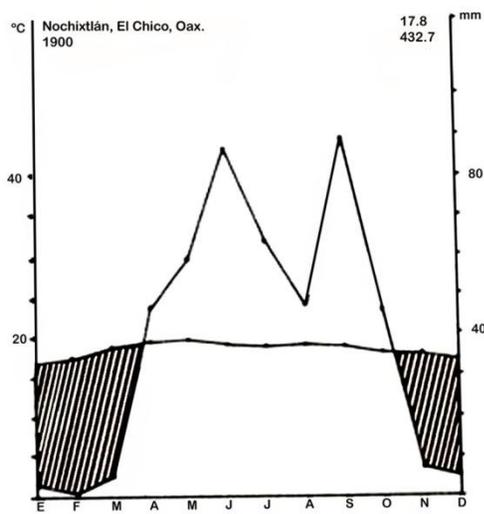


Fig.4. Climadiagramas del grupo III. Templado con verano cálido. (con base en datos tomados de García, 1970).

Faeozem (PH). Suelos que tienen un horizonte A mólico y no presentan un horizonte cálcico, gypico o concentraciones de caliza suave pulverulenta, tiene una saturación de bases del 50% o más hasta los 125 cm de profundidad, generalmente carecen de las características de diagnóstico de los vertisoles, nitosoles, planosoles o andosoles de propiedades sálicas y de propiedades gléyicas dentro de los 50 cm; en ciertos casos, pueden carecen de granos de limo y cuarzo no revertidos sobre las superficies estructurales de los peds.

Vertisol (VR). Suelo que contiene 30% o más de arcilla en los primeros 50 cm, muestra grietas al menos de 1 cm de ancho y 50 cm de profundidad en la época de sequía, siempre que estén sujetos a riego. Tienen una o más de las siguientes características: gilgai, facetas de presión y estructuras poliédricas entre 25 a 100 cm de profundidad.

Cambisol (CM). Suelos que tienen un horizonte B cámbico y los horizontes A que pueden presentar tienen menos del 50% de saturación de bases, carecen de propiedades sálicas de las características de diagnóstico de los vertisoles o andosoles y de propiedades gléyicas dentro de los 50 cm.

Fluvisol (FL). Suelos con propiedades flúvicas y no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico, un A úmbrico o un H hístico o un horizonte sulfúrico o material sulfúrico dentro de los 125 cm de profundidad. Son suelos que se desarrollan de depósitos aluviales.

Kastañozem (KS). Suelos con un horizonte cálcico o gypico o concentraciones de caliza suave pulverulenta dentro de los primeros 125 cm; carecen de las características de diagnóstico de los vertisoles, planosoles o andosoles de propiedades sálicas y de propiedades gléyicas dentro de los 50 cm de la superficie cuando no esté un horizonte árgico.

Luvisoles (L). Suelos que tienen un horizonte B árgico, con una capacidad de intercambio catiónica mayor o igual a $24 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$ de arcilla y una saturación de bases del 50% o más a través

del horizonte E álbico inmediatamente encima de un horizonte poco permeable, del patrón de distribución de la arcilla y de las lengüetas, que son diagnóstico de planosoles, nitosoles y podzoluvisoles. (Ortíz *et al.* 1994).

La superficie que ocupa cada uno de estas unidades de suelo, de manera individual o cuando es parte mayoritaria de una combinación, se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Unidades de suelos predominantes en la Mixteca Poblana-Oaxaqueña (INEGI, 1988)

Unidad	No. de hectáreas
Oaxaqueña	
Leptosoles	537932.83
Regosoles	480572.45
Cambisoles	91608.02
Phaeozems	88604.12
Vertisoles	26959.59
Kastañozems	25820.31
Luvisol	2226.58
7 unidades	1, 253 723.90 hectáreas
Unidad	No. de hectáreas
Poblana	
Regosoles	443708.8
Leptosoles	340287.74
Phaeozems	89606.30
Vertisoles	69960.95
Cambisoles	14765.60
Fluvisoles	7648.43
Kastañozems	5520.83
Luvisol	1145.83
8 unidades	972 644.48 hectáreas

4.2.6 Hidrología

Esta zona abarca parte de las regiones hidrológicas RH18 denominada Balsas, RH28 denominada Papaloapan y una pequeña porción al Sur que pertenece a la RH20 Costa Chica – Río Verde que vierte sus aguas al Pacífico.

En la región, la red de drenaje es de mediana densidad, se encuentra bien integrada a excepción de algunas corrientes que se infiltran al pie de las sierras. El patrón de drenaje, generalmente, es dendrítico y subparalelo, las principales corrientes son de regiones perennes, entre las que destacan El Salado-Mixteco, Hondo-Grande, Río Grande-Salado y Atoyac.

La región hidrológica a la que pertenece la mayor parte de la zona de estudio es la RH18, que pertenece a la vertiente del Pacífico. Esta región es una de las más importantes del país porque representa la extensa cuenca del río Balsas-Mezcala-Atoyac, una de las principales corrientes de México debido al enorme caudal que transporta, pues tan sólo el río Mixteco que es uno de sus principales afluentes en la porción oaxaqueña tiene una captación de 8933 km² y un recorrido de 142 km.

Entre las principales corrientes de esta región hidrológica destacan el río Atoyac, que se forma en los límites del estado de México y Puebla y que en su recorrido se une a los ríos Huehuetlán y el río Mixteco, en el estado de Puebla se une con los ríos Acatlán y Petlalcingo y al final del área recibe las aguas de los ríos Nexapa y Tlapaneco en el estado de Guerrero.

Como subcuencas del río Balsas se tienen los ríos Atoyac-Tehuizingo, Mixteco y Acatlán.

Para el río Balsas-Mezcala tiene como subcuencas a los ríos Balsas-San Juan Tetelcingo, Balsas-Santo Tomás Chiautla, Tetlanapa, Pachumeco, Tepecoacuilco y Tlapaneco con sus afluentes Atlamayac, Coicoyán y Salado y el río Grande Amacuzac (INEGI, 1988).

La región hidrológica RH20 localizada en la región Sur de la zona de estudio también drena hacia el Océano Pacífico.

En la porción oriental del área de estudio se encuentra localizada parte de la región hidrológica RH28 Papaloapan, donde los ríos Salado y Santo Domingo que incluye también las partes altas del afluente del río Atoyac drenan al río Papaloapan y descargan sus aguas en el Golfo de México.

En la zona existen algunas presas entre las que destacan la presa San Felipe ubicada al este de Izúcar de Matamoros, Tierra y Libertad Cayehuacán ubicada sobre el río Grande en los límites con el estado de Morelos y le siguen las presas Boqueroncito y presa Peña Colorada, todas en la Mixteca Poblana.

En la Mixteca Oaxaqueña la única presa se encuentra en San Francisco Yosocuta al Sur de Huajuapán construidas en 1968 por la Comisión del Río Balsas, que sirve para regar parcelas que se encuentran a lo largo del río Mixteco.

De acuerdo a datos publicados por INEGI (1988), de manera general el coeficiente de escurrimiento superficial de la precipitación anual para la mayor parte de la zona oscila entre 5-10% y 10-20% principalmente y sólo en muy pequeñas áreas se tienen escurrimientos de 0-5% o bien el extremo que es mayor a 30%.

Los mantos acuíferos son explotados por pozos y norias, la calidad del agua es buena y es agua dulce, que se usa principalmente en el sector agrícola y doméstico, que se manifiesta en las galerías filtrantes. Las zonas de riego de mayor importancia localizadas en el área son: para la Mixteca Poblana el área de Izúcar de Matamoros, el área de Acatlán de Osorio y el área de San Juan Ixcaquixtla.

En la Mixteca Oaxaqueña las principales áreas de riego se encuentran en la región de Huajuapán con la presa Yosocuta que riega al Cañón de Tonalá y las riveras del río Mixteco seguido de pequeñas unidades en la zona de Tlaxiaco, Nochixtlán y Teposcolula entre las más importantes.

La permeabilidad estimada para la mayor parte del área de estudio es baja debido a la presencia de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias y la permeabilidad máxima se registra en los suelos aluviales constituidos por clásticos sueltos como limos, arenas y escasamente grava (INEGI, 1988).

5. MÉTODO

5.1 Revisión de estudios efectuados

Se procedió a una revisión exhaustiva de la literatura científica con el propósito de conocer el estado actual de los estudios de vegetación efectuados dentro de la región Mixteca. Para ello, se hizo la consulta de documentos en bibliotecas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Autónoma Chapingo y Universidad Autónoma Metropolitana. En revistas científicas de reconocido prestigio de igual forma se procedió a su consulta para la búsqueda de contribuciones relacionadas con la temática.

La presente investigación es parte de la integración de una serie de trabajos de tesis de licenciatura que se realizaron en la región de estudio bajo la dirección del autor, particularmente en la Mixteca Baja, los trabajos corresponden a Castañeda (2000), García y Razo (1991) y Rivera (2002). Así como los trabajos realizados por el autor y que se encuentran en la literatura citada.

5.2. Reconocimiento general de la región

Se planearon rutas de reconocimiento dentro de la región siguiendo las principales carreteras que la atraviesan a fin de localizar las principales formaciones vegetales. Esta visión general permitió ir precisando la delimitación del área de estudio y diferenciando las áreas de fácil acceso con respecto a las de mayor inaccesibilidad.

5.3. Selección de sitios de muestreo

Teniendo como referencia la delimitación del área de estudio, se procedió a seleccionar las localidades con vegetación primaria y la presencia de tipos de vegetación claramente

diferenciados. Estableciendo una separación entre comunidades vegetales de carácter primario y aquéllas que son resultado de las actividades del hombre como cambio del uso del suelo, tala inmoderada, sobrepastoreo, incendios forestales y abandono de terrenos ocupados con cultivos agrícolas. En esta investigación se estudiaron las comunidades primarias, no ocupándose de las de carácter secundario a excepción de la vegetación sucesional de *Acacia cochliacantha* que se deriva del abandono de tierras de cultivo en la Mixteca Baja.

Los sitios de muestreo seleccionados tuvieron un carácter permanente durante el período que duró el proyecto de investigación, todo ello con el propósito de poder efectuar la toma de información florística y ecológica dentro de las diferentes épocas del año. Dentro del proceso de selección de los sitios se tuvo el apoyo fundamental de personas conocedoras de los terrenos ejidales y comunales de la Mixteca a fin de lograr la búsqueda de zonas con gran diversidad de unidades de vegetación.

5.4. Clasificación y nomenclatura de los tipos de vegetación

Existen diferentes propuestas para la clasificación de los tipos de vegetación de México, una revisión y discusión de éstas lo ha hecho de manera detallada Rzedowski (1978), apreciándose una heterogeneidad de criterios en el número de tipos y la nomenclatura utilizada en cada una de las clasificaciones. Debido al estado actual en el uso de las clasificaciones empleadas para definir los tipos de vegetación del país, se procedió en este trabajo de investigación a adoptar la propuesta presentada por González (2004) por considerar que reúne y sintetiza las experiencias que fundamentan un sistema uniforme, jerárquico y consistente.

La unidad mayor que se utiliza para clasificar las comunidades vegetales de la región es el bioma, definido por la fisonomía de las comunidades, la cual está dada por las formas de vida o biotipos dominantes. Reconociéndose los bosques, dominados por árboles o arborescentes, plantas leñosas con un tronco bien definido, generalmente de más de 4 m de alto; los matorrales, dominados por arbustos, plantas leñosas de 0.5 a 5 m de alto, ramificando desde la base; los herbazales, dominados por plantas herbáceas, con dos formas principales de crecimiento: graminoides y “forbias” (del inglés *forb*, castellanizado a forbia por el sistema UNESCO), para referirse a plantas herbáceas, no gramíneas ni graminoides.

El otro nivel de integración son las series de formaciones, es decir, el agrupamiento de los tipos de vegetación, ecológicamente relacionados entre sí por algún gradiente ambiental (por ejemplo, por un gradiente climático-altitudinal en un área montañosa). El siguiente nivel lo constituyen los tipos de vegetación, definidos por la fisonomía, estructura y fenología, además de las características de las formas de vida y de la vegetación como se muestra en el Cuadro 2, por ejemplo, bosque tropical bajo caducifolio.

El nivel de asociación se define con base a la información florística y sin ecológica disponible para las comunidades vegetales en estudio, se denominan tomando en cuenta las dos o tres especies con mayor presencia en la comunidad vegetal. Un tipo de vegetación puede tener un número indeterminado de asociaciones en función de la diversidad ambiental existente en una zona climática. Finalmente, una consociación se refiere a aquella comunidad en la que el estrato dominante está constituido por una sola especie (por ejemplo, consociación *Cupressus lusitanica*).

5.5. Recolección de ejemplares e inventario florístico

El conocimiento de los elementos florísticos, como parte fundamental para el posterior estudio ecológico de la vegetación se hizo mediante la aplicación del método de barrido florístico dentro de los sitios seleccionados.

Cuadro 2. Características de las formas de vida y de la vegetación para describir y denominar la fisonomía, estructura y fenología de las comunidades vegetales (Dansereau, 1957; Miranda y Hernández X., 1963).

1. Forma de vida	b) Mediano Árbol: 15 a 30 m Matorral: 1 a 2 m Herbácea 0.5 a 2 m.
a) Árbol	
b) Arbusto (o mata)	
c) Hierba	
d) Liana o trepadora	c) Bajo Árbol: 4 a 15 m Matorral: 1 m Herbácea: menor de 0.5 m
2. Función	
a) Siempre verde o perennifolia (más del 75 hasta el 100% de las especies dominantes conservan el follaje).	4. Textura y consistencia de hojas y tallos
b) Subperennifolia (25% a 50% de las especies caducifolias).	a) Pergaminosa
c) Subcaducifolia 50% a 75% de las especies caducifolias).	b) Suave
d) Caducifolia (más de 75% de las especies caducifolias).	c) Membranosa
	e) Esclerófila, coriácea o durifolia
	f) Tallo carnoso o crasicaule
	g) Hoja carnosa o crasifolia
	h) Inerme
	i) Espinosa
3. Tamaño de las formas de vida	5. Cobertura
a) Alto Árbol: 30 m o más Matorral: 2 a 4 m Herbácea: más de 2 m	a) Muy compacta (mayor de 200 %)
	b) Compacta o continua (de 100 a 200 %)
	c) Abierta o discontinua (de 50 a 90 %)
	d) Dispersa (de 5 a 50 %)
	e) Muy dispersa o desierta (menos de 5%)

La determinación taxonómica de las muestras herborizadas se llevo a cabo en el Herbario CHAP de la Universidad Autónoma Chapingo mediante la utilización de floras regionales, monografías y manuales de reconocimiento florístico relacionados con la flora existente dentro del área de estudio. El cotejo del material se hizo en los herbarios de la Ciudad de México, particularmente en el UAMIZ, MEXU y ENCB.

Se elaboraron listas parciales para cada una de las agrupaciones vegetales; con la información obtenida en las diferentes agrupaciones vegetales se procedió a elaborar una lista florística preliminar de la Mixteca que se presenta en el apéndice 2. Se consultaron listados florísticos regionales, catálogos de grupos taxonómicos y en internet se consultó la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden y Unibio de la Universidad Nacional Autónoma de México. La lista de especies de angiospermas está arreglada con base en el sistema de familias propuesto por Cronquist (1981). Los nombres de las autoridades de las especies siguen las abreviaturas compiladas por Villaseñor (2001)

El material herborizado producto de los muestreos florísticos se repartió de la manera siguiente: un juego completo se encuentra depositado en el Herbario CHAP de la Universidad Autónoma Chapingo; duplicados se encuentran en el Herbario UAMIZ de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y Herbario Nacional MEXU del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

5.6. Muestreo ecológico de la vegetación

En los sitios de muestreo seleccionados se delimitaron cuadros de 10 x 10 m para el estrato arbóreo, con un tamaño de muestreo de 10 a 15 cuadros en función de la diversidad de especies encontrada en cada una de las comunidades vegetales. Con la información obtenida se procedió a utilizar las fórmulas correspondientes para calcular los valores relativos de densidad, frecuencia, dominancia y valor de importancia. Este último valor se calculó de acuerdo con Curtis y McIntosh (1951).

De cada comunidad vegetal se seleccionaron los árboles con los valores de importancia más altos para determinar la asociación de especies dominantes que representan un tipo de vegetación y asociación vegetal.

5.7. Perfiles de vegetación

Se considera que la estratificación vertical, es decir, la distribución diferencial de los individuos con respecto a la altura, es un hecho característico de la vegetación, sobre todo en bosques tropicales (Richards 1952, citado por Kershaw, 1973). Además, se ha señalado que el reconocimiento de los estratos responde a una realidad ecológica, de manera que lo más conveniente es comparar la importancia de las especies considerando a los árboles que ocupan el mismo estrato, ya que son los que están sometidos a presiones de competencia similares (Sarukhán, 1968).

Davis y Richards (1933) elaboraron perfiles de vegetación para detectar la existencia y número de estratos. Los perfiles se trazan con datos de vegetación obtenidos en parcelas largas y angostas, donde se miden y mapean los árboles con precisión. Este método de carácter cualitativo permite sin embargo formar una buena imagen visual de la comunidad. Con este propósito se trazaron rectángulos de 50 x 10 m en comunidades vegetales representativas de cada una de las formaciones vegetales.

5.8. Muestreo de suelos

Para el estudio de suelos se tomaron muestras en la capa superficial del piso forestal en cada unidad de vegetación. Las muestras fueron procesadas en laboratorio en donde se determinó el pH, porcentaje de materia orgánica, contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, porcentaje de arena, limo, arcilla y clase estructural.

5.9 Mapa de vegetación

El mapa de vegetación y uso del suelo de la región, se elaboró a partir de las cartas de INEGI, escala 1:250,000 claves E14-5, 6, 8, 9 y 12 con las correspondientes verificaciones de campo del autor empleando la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) y el elipsoide CLARKE 1866. En este mapa se registran los tipos de vegetación posibles de cartografiar de acuerdo con la escala empleada, motivo por el cual las unidades de vegetación con menor superficie en la región no se encuentran representadas.

6. RESULTADOS

6.1. Clasificación de la vegetación

La clasificación de la vegetación de la Mixteca se presenta dividida por zonas climáticas, reconociéndose 30 tipos de vegetación, distribuidos de la manera siguiente: cuatro para las zonas tropicales; once para las zonas templadas y quince para las zonas áridas y semiáridas (Cuadro 4).

En la Figura 5 se presenta el mapa de vegetación y uso del suelo de la región Mixteca, representando su distribución para los tipos de vegetación factibles de cartografiar en función a la escala utilizada.

6.2. Zonas tropicales

6.2.1. Bosque tropical bajo caducifolio

Esta formación vegetal también se le conoce con la denominación de selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963) presentándose en la zona climática de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5. El sustrato geológico pueden ser rocas calizas o ígneas lo que definirá la variación de los suelos en que se desarrolla, los que se caracterizan por ser someros y pedregosos, bien drenados, pH de ácido a ligeramente alcalino, pobres o ricos en materia orgánica, de colores claros u oscuros, rojizos, amarillentos, grisáceos, cafés o negros. La presencia de esta vegetación corresponde por lo general a terrenos de laderas escarpadas y cerriles.

Sus rasgos fisonómicos en estado natural corresponden a una comunidad densa, su altura oscila generalmente entre 5 y 15 m, más frecuentemente entre 8 y 12 m; los árboles que lo constituyen forman comúnmente un techo de altura uniforme, aunque puede haber un piso

Cuadro 3. Clasificación de la vegetación en la región Mixteca, basada en los niveles de integración propuestos por González (2004).

<p>I. ZONAS TROPICALES</p> <p>A. Vegetación zonal Bioma: Bosques tropicales Series de formaciones: Bosques tropicales secos. Tipos de vegetación: Bosque tropical bajo caducifolio Bosque tropical bajo de durifolios</p> <p>B. Vegetación azonal Bioma: Bosques tropicales Series de formaciones: Bosques tropicales perennifolios Tipos de vegetación: Bosque tropical bajo palmatifoliado Bosque mediano perennifolio ripario</p> <p>II. ZONAS TEMPLADAS</p> <p>A. Vegetación Zonal Bioma: Bosque templado Series de formaciones: Bosques templados perennifolios Tipos de vegetación: Bosque templado mediano de linearifolios Bosque templado mediano de aciculifolios Bosque templado mediano de durifolios Bosque templado mediano de aciculidurifolios Bosque templado mediano de escuamifolios Bosque templado mediano palmatifoliado Bosque templado bajo de escuamifolios Bosque templado bajo de durifolios Series de formaciones: Bosques templados caducifolios Tipos de vegetación: Bosque templado bajo caducifolio de durifolios Bosque templado bajo de duriaciculifolios</p> <p>B. Vegetación azonal Bioma: Bosque templado Series de formaciones: Bosques templados perennifolios Tipos de vegetación: Bosque templado mediano ripario</p>	<p>III. ZONAS ÁRIDAS SEMIÁRIDAS Y</p> <p>A. Vegetación zonal Bioma: Bosques áridos Series de formaciones: Bosques xerófilos Tipos de vegetación: Bosque bajo crasicale espinoso Bosque bajo rosetófilo durifolio Bioma: Matorrales Series de formaciones: matorrales xerófilos Tipos de vegetación: Matorral alto esclerófilo perennifolio Matorral alto inerme parvifolio Matorral alto subinerme Matorral mediano espinoso Matorral mediano subinerme Matorral mediano rosetófilo Matorral bajo inerme Matorral bajo inerme parvifolio Bioma: Herbazales Serie de formaciones: pastizales xerófilos Tipos de vegetación: Pastizal cespitoso Pastizal amacollado Pastizal con arbustos</p> <p>B. Vegetación azonal Bioma: Matorrales Series de formaciones: matorrales edáficos Tipos de vegetación: Matorral alto calcícola Matorral bajo calcícola.</p>
--	--

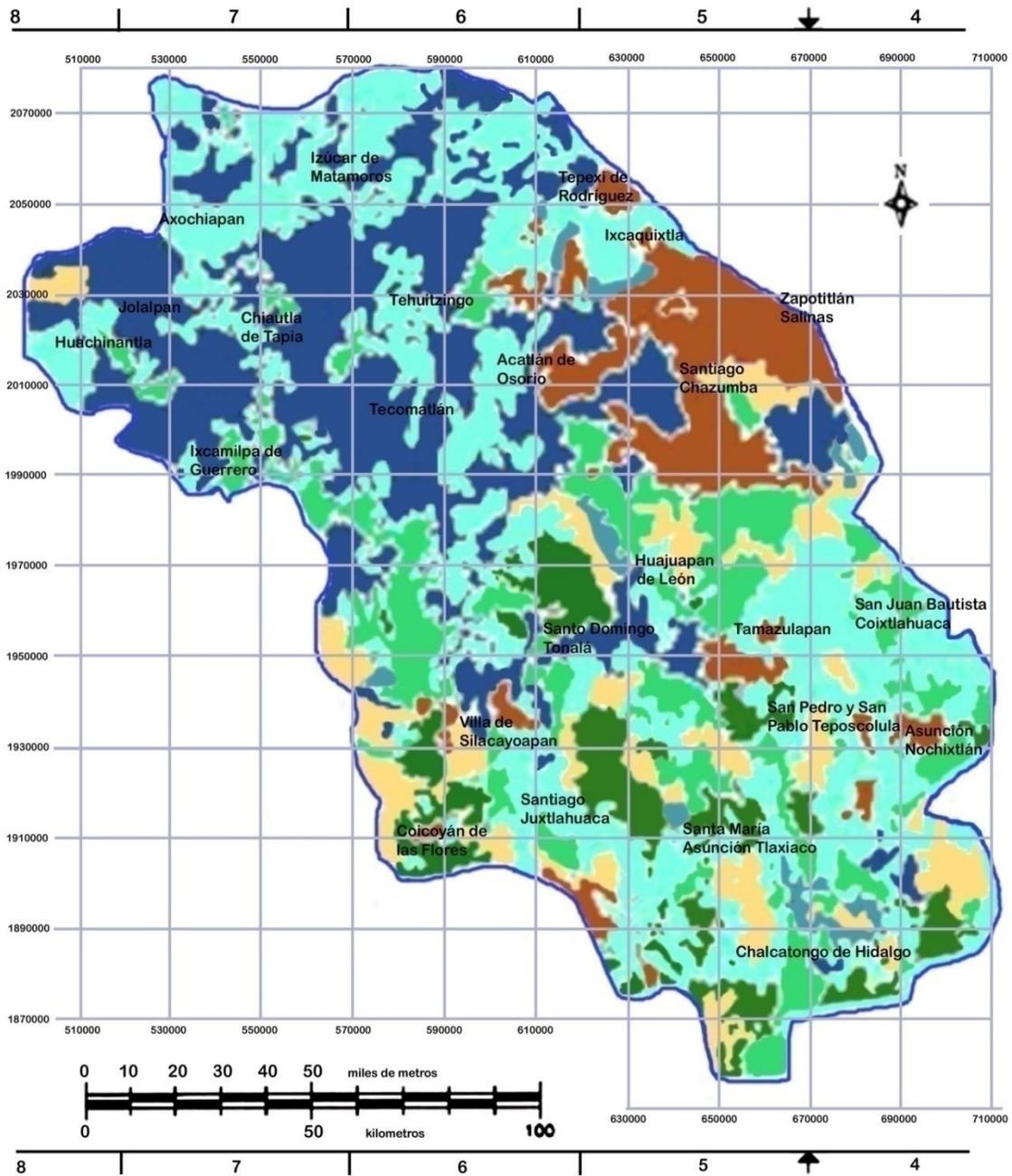


Fig. 5 Mapa de vegetación y uso del suelo en la región Mixteca Poblano-Oaxaqueña.

Escala 1:1,000,000
 Fecha Marzo 2011

- Simbología**
- Matorral xerófilo
 - Agricultura de temporal
 - Bosque de durifolios
 - Bosque de aciculifolios
 - Bosque palmatifoliado
 - Vegetación secundaria
 - Bosque tropical bajo caducifolio

adicional de eminencias aisladas. Las copas de las especies del estrato dominante son convexas o planas y su anchura a menudo iguala o aventaja la altura de la planta, lo que proporciona a los árboles un porte muy característico. El diámetro de los troncos por lo general no sobrepasa los 50 cm, éstos con frecuencia son retorcidos y se ramifican a baja altura o casi desde la base, de tal manera que el tronco principal pierde su individualidad muy pronto. Muchas especies tienen cortezas de colores llamativos y superficie brillante, exfoliándose continuamente sus partes externas. La característica más sobresaliente de esta formación vegetal lo constituye la pérdida de sus hojas durante un período de 5 a 8 meses (Rzedowski, 1978).

Por el carácter estacional de las lluvias, las cuales se presentan desde principios de junio a fines de septiembre, durante este período este tipo de vegetación se encuentra en su máxima expresión de desarrollo y presencia de follaje. En tanto que al término de la temporada de lluvias (principios de octubre) la vegetación presente en las laderas presenta tonalidades muy diversas que van desde verde claro, amarillas rojizas a verde oscuras según la fenología de cada especie.

Una primera aproximación a su clasificación en la cuenca alta del Balsas la efectuó el Dr. Faustino Miranda al señalar las asociaciones primarias que pueden ser observadas en esta zona (Miranda, 1941). En un estudio posterior efectuado en la Mixteca Poblana, se demuestra la importancia del sustrato geológico en el determinismo de las asociaciones vegetales (García y Razo, 1991).

La diversidad de condiciones ambientales en que se desarrolla este tipo de vegetación dentro de la Mixteca Baja, permite observar una gran cantidad de asociaciones vegetales. A

continuación se señalan algunas de las registradas en la literatura y las observadas en el presente estudio con base en el trabajo desarrollado en campo.

6.2.1.1. Asociación *Neobuxbaumia mezcalaensis* – *Bursera submoniliformis*

Esta asociación se observa en el paraje la Poza de Malpaso, cercano a Los Amates en el municipio de Izúcar de Matamoros, estado de Puebla en una altitud de 1240 m, localmente los pobladores conocen a esta vegetación como “gigantera” por la predominancia de *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Cuadro 8) al alcanzar los valores más altos de densidad, dominancia, frecuencia e importancia. A su vez, nos permite considerar a esta unidad de vegetación con una diversidad florística notable, no obstante que *Neobuxbaumia mezcalaensis* determina la estructura y fisonomía dentro de esta comunidad vegetal.

6.2.1.2. Asociación *Bursera morelensis*-*Bursera bonetii*

Esta asociación vegetal es señalada por García y Razo (1991), la ubican frente al cerro “Cuachoco” al suroeste de San Pedro Las Palmas, municipio de Jolalpan, estado de Puebla, a una altitud de 1380 m en ladera con pendiente de 60% exposición sureste, con sustrato geológico de origen sedimentario de rocas calizas con fragmentos de caliche dispersos, sobre

Cuadro 4. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Neobuxbaumia mezcalaensi-Bursera submoniliformis* municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	% de valor de importancia (V.I. / 3)
1	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	70.97	97.82	15.62	61.47
2	<i>Bursera submoniliformis</i>	5.65	0.77	9.37	5.26
3	<i>Bursera longipes</i>	2.42	0.30	9.37	4.03
4	<i>Bursera aptera</i>	2.42	0.30	9.37	4.03
5	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	2.42	0.06	6.25	2.91
6	<i>Cedrela salvadorensis</i>	1.61	0.21	6.25	2.69
7	<i>Ceiba parvifolia</i>	1.61	0.16	6.25	2.67
8	<i>Acacia cochliacantha</i>	0.81	0.01	3.2	1.34
9	<i>Mimosa mollis</i>	1.61	0.05	6.25	2.64
10	<i>Haematoxylum brasiliensis</i>	0.81	0.05	3.2	1.35
11	<i>Mabea occidentalis</i>	1.61	0.04	6.25	2.63
12	“quina delgada”	0.81	0.01	3.2	1.34
13	<i>Gliricidia sepium</i>	4.84	0.09	3.2	2.71
14	<i>Manihot</i> sp.	0.81	0.06	3.12	1.33
15	<i>Lysiloma tergemina</i>	0.81	0.03	3.12	1.32
16	<i>Wimmeria microphylla</i>	0.81	0.03	3.12	1.32
17	“aclina negra”	0.81	0.01	3.12	1.31
	TOTAL	100.83	100.00	100.26	100.35

un suelo de tipo Rendol de color café grisáceo con profundidad media que reacciona fuertemente al ácido clorhídrico y una textura que corresponde a franca; pH fuertemente alcalino, pobre en materia orgánica, bajo en nitrógeno y en fósforo y alta en potasio y presenta minerales como: calcita, olivino, vidrio volcánico, piroxeno, cuarzo y feldespatos. El estrato arbóreo esta constituido por especies como: *Actinocheita filicina*, *Bourreria andrieuxii*, *Bursera bolivarii*, *B. bonetii*, *B. longipes*, *B. morelensis*, *B. submoniliformis*, *B. vejarvazquezii*, *Ceiba aesculifolia*, *Forchhameria macrocarpa*, *Hauya elegans*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma divaricata*, *Plumeria rubra* f. *acutifolia* y *Wimmeria pubescens* (cuadro

6). Esta asociación tiene una altura promedio de 8 m, destacando en el piso superior *Actinocheita filicina*, *Bursera vejar-vazquezii*, *B. morelensis* y *B. bolivarii*.

Cuadro 5. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera morelensis*-*B. bonetii* en el municipio de Jolalpan, Puebla..

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia
1	<i>Bursera morelensis</i>	29.4	28.5	19.1	25.66
2	<i>Bursera bonetii</i>	13.2	13.0	14.7	13.63
3	<i>Bursera bolivarii</i>	14.8	11.2	10.4	12.13
4	<i>Actinocheita filicina</i>	8.8	14.5	8.6	10.63
5	<i>Bursera submoniliformis</i>	7.3	7.6	10.4	8.43
6	<i>Bursera vejar-vazquezii</i>	5.9	8.6	8.6	7.70
7	<i>Bursera longipes</i>	4.4	8.0	6.5	6.30
8	<i>Bauhinia macranthera</i>	2.9	1.7	4.3	2.96
9	<i>Hauya elegans</i>	2.9	1.3	4.3	2.83
10	<i>Plumeria rubra</i>	2.9	0.4	4.3	2.53
11	<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.9	1.8	2.2	2.30
12	<i>Bursera lancifolia</i>	1.5	2.0	2.2	1.90
13	<i>Forchhammeria macrocarpa</i>	1.5	1.2	2.2	1.63
14	<i>Bourreria andrieuxii</i>	1.5	0.4	2.2	1.36
	TOTAL	99.9	100.2	100.0	99.99

Cuadro 6. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Bursera morelensis*-*B. bonetii* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

Profundidad (cm)	Color	Pedregosidad	Reacción al HCL	Textura			Clase textural
				Arena%	Limo %	Arcilla%	
0-20	Café grisáceo	Media	Fuerte	29.0	45.4	25.6	Franco
Profundidad (cm)	pH 1:2	M.O. %	N.T. %	P (ppm)	K (ppm)	MINERALOGÍA	
0-20	8.4	Escasa	0.52	1.0	159	Calcita, olivino, vidrio volcánico, piroxeno, cuarzo y feldespatos.	

En el estrato arbustivo se encuentran especies como: *Acacia sororia*, *A. subangulata*, *Ayenia mollis*, *Carlowrightia californica*, *Cordia cylindrostachya*, *Cnidoscolus angustidens*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Phyllostachys aurea*, *Karwinskia umbellata*, *Mimosa langlassei*, *Perymenium mendezii*, *Ruellia cupheoides*, *Salvia breviflora*, *Senna gregii*, *Stachytarpheta velutina*, *Tetramerium glandulosum*, *Tonduzia aff. longifolia*, *Viguiera sphaerocephala* y en el estrato herbáceo las especies presentes son: *Calycobolus nutans*, *Cuphea wrightii* var. *wrightii*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea leptotoma*, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium aff. gracile*, *Nemastylis aff. sylvestris*, *Paederia ciliata*, *Porophyllum ruderales*, *Sclerocarpus uniserealis*, *Turnera diffusa*, *Thalictrum pubigerum* y *Zinnia peruviana*, entre otras.

6.2.1.3. Asociación *Bursera bipinnata*- *Pseudosmodium perniciosum*

La comunidad vegetal en que se reconoce esta asociación se encuentra a una altitud de 1440 m en el paraje conocido como “Mata del Carrizo” en San Miguel Ixtlilco en el municipio de Teotlalco, estado de Puebla; sobre un sustrato geológico de origen ígneo y suelos someros de coloración que va de oscuro a negro, con densidad aparente media y una textura franco arcillosa; pH ligeramente ácido, extremadamente rico en materia orgánica, y una alta capacidad de intercambio catiónico.

El estrato arbóreo está constituido por los elementos florísticos siguientes: *Amphipterygium adstringens*, *Bombax ellipticum*, *Bursera bicolor*, *B. bipinnata*, *B. copallifera*, *B. diversifolia*, *B. fagaroides*, *B. glabrifolia*, *B. odorata*, *Casearia corymbosa*, *Cassia aff. nicaraguesis*, *Cordia curassavica*, *C. diversifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus cotinifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Lysiloma acapulcensis*, *Malpighia mexicana*,

Pseudosmodingium perniciosum, *Senna skinneri*, *Thevetia peruviana*, *Trichilia americana*, *T. hirta*, *Vitex mollis*, *V. pyramidata*, *Zanthoxylum culantrillo*, *Z. fagara*.

El estrato arbustivo manifiesta una predominancia de *Euphorbia schlechtendalii* (istomeca), además de la presencia de los elementos siguientes: *Agave angustifolia*, *Guardiola mexicana*, *Hechtia* aff. *guatemalensis*, *Lantana frutilla*, *Montanoa speciosa*, *Randia tetraacantha* y *Salvia rhyacophila*.

En el estrato herbáceo se observan los elementos florísticos que se señalan a continuación: *Anemia hirsuta*, *Bidens pilosa*, *Cassia obtusifolia*, *C. uniflora*, *Cenchrus brownei*, *Cnidioscolus angustidens*, *Commelina diffusa*, *Cuphea itzocanensis*, *Cyperus huarmensis*, *Chamaecrista flexuosa*, *Dalea brachystachys*, *D. humilis*, *Desmodium procumbens*, *Digitaria sanguinalis*, *Elvira biflora*, *E. parviflora*, *Euphorbia hirta*, *Evolvulus alsinoides*, *Gomphrena decumbens*, *Melampodium americana*, *Mimosa* aff. *pudica*, *M. skinneri*, *Mitracarpus villosus*, *Oplismenus burmanii*, *Paspalum convexum*, *Pellaea seemanii*, *Salvia* aff. *riparia*, *S. polystachya*, *Selaginella lepidophylla*, *Sida* aff. *glabra*, *Sida rhombifolia*, *Tagetes lucida*, *Tridax coronopifolia*, *T. procumbens*, *Tripogandra amplexicaule*. Entre las epifitas y hemiparásitas posibles de observar se encuentran *Tillandsia schiedeana*, *Clematis dioica*, *Marsdenia edulis*, *Otopappus epalaceus*, *Gaudichaudia albida* y *Psittacanthus* aff. *auriculatus*.

Como resultado del muestreo ecológico y según se observa en el cuadro 8 fueron encontradas un total de 29 especies arbóreas, lo cual confirma la diversidad florística de este bosque, siendo las especies de mayor densidad las siguientes: *Euphorbia schlechtendalii*, *Bursera bipinnata* y *Pseudosmodingium perniciosum*. Las especies con mayor dominancia resultaron *Bursera bipinnata*, *Pseudosmodingium perniciosum* y *Lysiloma acapulcensis*. Combinando los parámetros de densidad, dominancia y frecuencia relativa en el valor de importancia es posible

señalar entre las notorias a *Bursera bipinnata*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Lysiloma acapulcensis*, *Vitex pyramidata* y *Bursera copallifera*.

En esta asociación vegetal se hacen importantes aprovechamientos de resina de copal para su venta en los mercados de la región sur del estado de Puebla. Un dato interesante de mencionar es que al establecer los cuadros de muestreo ecológico se observó una total ausencia de regeneración de *Bursera bipinnata* (copal santo) en el piso forestal, a diferencia de otras especies como *Euphorbia schlechtendalii* y *Zanthoxylum fagara*.

6.2.1.4. Asociación *Haematoxylon brasiletto*-*Lysiloma divaricata*

Esta asociación vegetal la registran García y Razo (1991) en el paraje “Los Cuachichiles” al suroeste de San Pedro Las Palmas, municipio de Jolalpan, estado de Puebla, en una altitud de 1160 m sobre sustrato geológico de roca ígnea extrusiva andesita y suelo profundo, pedregoso, que no reacciona al ácido clorhídrico, con textura franco arcillosa, pH neutro con abundante materia orgánica, bajo en nitrógeno y en fósforo, alto en potasio y presenta minerales como: piroxeno, apatita, cuarzo, magnetita (a nivel de trazas), biotita y moscovita.

El estrato arbóreo presenta como especie dominante a *Haematoxylum brasiletto*, con especies asociadas *Amphipterygium adstringens*, *Bauhinia macranthera*, *Bursera bipinnata*, *B. copallifera*, *Ceiba aesculifolia*, *Cochlospermum vitifolium*, *Fraxinus purpusi*, *Lonchocarpus caudatus*, *Lysiloma divaricata*, *L. tergemina* y *Pachycereus grandis* (Cuadro 10). Esta asociación es de baja altura alcanzando un promedio de 4 a 6 m.

El estrato arbustivo está compuesto por especies como: *Carlowrightia californica*, *Eupatorium monanthum*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Indigofera platycarpa*, *Lantana hirta*, *L. hispida*, *Mimosa langacei*, *Montanoa speciosa*, *Senecio bombycopholis*, *Stachytarpheta velutina*, *Tecoma*

Cuadro 7. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera bipinnata*-*Pseudosmodingium perniciosum* en el municipio de Teotlalco, Puebla.

No	Especie	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (%)
1	<i>Bursera bipinnata</i>	14.57	17.68	13.17	15.14
2	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	13.25	15.53	10.78	13.19
3	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	20.53	5.87	10.78	12.39
4	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	5.30	7.34	4.79	5.81
5	<i>Vitex pyramidata</i>	3.97	6.89	3.59	4.81
6	<i>Bursera copallifera</i>	3.31	4.95	5.99	4.75
7	<i>Bursera jorullensis</i>	3.97	6.51	2.40	4.29
8	<i>Acacia pennatula</i>	3.97	1.62	7.18	4.26
9	<i>Bursera odorata</i>	2.65	6.19	3.59	4.14
10	<i>Zanthoxylum culantrillo</i>	5.96	1.71	3.59	3.75
11	<i>Sapium macrocarpum</i>	2.65	4.87	3.59	3.70
12	<i>Bursera bicolor</i>	1.99	3.98	3.59	3.19
13	<i>Trichilia hirta</i>	3.31	1.46	4.79	3.19
14	<i>Cordia diversifolia</i>	1.33	2.75	2.40	2.16
15	<i>Trichilia americana</i>	1.33	3.06	1.20	1.86
16	<i>Bursera glabrifolia</i>	1.33	1.70	2.40	1.81
17	<i>Cassia</i> aff. <i>nicaraguensis</i>	1.99	1.83	1.20	1.67
18	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1.33	1.08	1.82	1.41
19	<i>Malpighia mexicana</i>	1.33	0.47	2.40	1.40
20	<i>Celtis caudata</i>	0.66	1.22	1.20	1.03
21	<i>Plumeria rubra</i>	0.66	0.91	1.20	0.92
22	<i>Thevetia thevetioides</i>	0.66	0.73	1.20	0.86
23	<i>Bursera jorullensis</i>	0.66	0.65	1.20	0.84
24	<i>Opuntia</i> sp.	0.66	0.57	1.20	0.81
25	Leguminosae	0.66	0.12	1.20	0.66
26	<i>Dodonaea viscosa</i>	0.66	0.12	1.20	0.66
27	<i>Casearia corymbosa</i>	0.66	0.12	1.20	0.66
28	<i>Cordia curassavica</i>	0.66	0.08	1.20	0.63
	TOTAL	100.01	100	100.05	99.99

Cuadro 8. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Bursera bipinnata*-*Pseudosmodingium perniciosum* en el municipio de Teotlalco, Puebla.

Color	Dap g/cm ³	Arena %	Textura		Clase textural	pH 1:2	MO %	CIC cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	CC 3 atm	Pmp 15 atm
			Limo %	Arcilla %						
Oscuro y negro	1.16	30.88	36.72	32.4	Migajón arcilloso	6.61	7.09	37.99	34.07	18.68

stans y *Thevetia ovata* y en el estrato herbáceo se encuentran especies como: *Bidens pilosa*, *Cardiospermum halicacabum*, *Commelina erecta*, *Cnidoscolus angustidens*, *Gaudichaudia albida*, *Ipomoea conzattii*, *I. leptotoma*, *Melampodium gracile*, *Porophyllum ruderale*, *Pseuderanthemum praecox*, *Sanvitalia procumbens* y *Tithonia tubaeformis*.

Cuadro 9. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Haematoxylum brasiletto-Lysiloma divaricata* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	45.5	45.4	34.6	41.83
2	<i>Lysiloma divaricata</i>	17.6	12.3	18.5	16.13
3	<i>Amphipterygium adstringens</i>	13.2	10.8	16.1	13.36
4	<i>Bursera bipinnata</i>	7.3	5.8	9.4	7.50
5	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1.5	15.0	2.4	6.30
6	<i>Bursera copallifera</i>	5.9	2.6	7.1	5.20
7	<i>Lonchocarpus caudatus</i>	4.4	5.5	4.7	4.86
8	<i>Bauhinia macranthera</i>	3.0	2.2	4.7	3.30
9	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1.5	0.5	2.4	4.40
	TOTAL	100.0	100.1	99.9	102.88

Cuadro 10. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Haematoxylum brasiletto-Lysiloma divaricata* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

Profundidad (cm)	Color	Pedregosidad		Reacción al HCL		Textura			Clase textural
						Arena%	Limo %	Arcilla%	
Profundo	—	Abundante		No		27.1	44.0	28.9	Franco-arcilloso
Profundidad (cm)	pH 1:2	M.O. %	N.T. %	P (ppm)	K (ppm)	MINERALOGÍA			
—	7.2	Abundante	0.58	4	220	Piroxeno, apatita, cuarzo, magnetita (a nivel de trazas) biotita y moscovita.			

6.2.1.5. Asociación *Escontria chiotilla*-*Stenocereus stellatus*

Esta asociación vegetal la registran Castañeda (2000) y Guízar *et al.* (2010) en los municipios de Acatlán, San Pablo Anicano y San Pedro Yeloixtlahuaca en el sur del estado de Puebla, en las condiciones de mayor aridez del bosque tropical bajo caducifolio, particularmente en las laderas más pronunciadas de los cerros, donde los suelos son muy someros y aflora el sustrato geológico, compuesto 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 1200 m. La vegetación se presenta muy dispersa, 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* (Cuadro 12) 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 ó 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.

En el ejido de Las Nieves-Tecomate y cercano a la ciudad de Acatlán de Osorio se levantó un muestreo ecológico en una asociación de quiotillas (Cuadro 13) con la característica de ser fuertemente alterado por la presencia de hatos de ganado cabrío y el impacto de los productores por la obtención de leña y frutos silvestres. No obstante lo anterior, esta asociación es representativa de las condiciones climáticas que predominan en el extremo meridional de la Mixteca Poblana. Los resultados del muestreo mencionado permiten reconocer la presencia notable de *Escontria chiotilla* seguido por *Ipomoea arborescens* y *Opuntia* sp., mismas que le imprimen la fisonomía a esta asociación, además de encontrar como elemento arbóreo sobresaliente a la especie *Acacia coulteri*.

Cuadro 11. Parámetros estructurales de la asociación *Escontria chiotilla*- *Stenocereus stellatus* en el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla.

No .	Especie	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (%)
1	<i>Escontria chiotilla</i>	43.93	42.45	22.95	36.44
2	<i>Stenocereus stellatus</i>	20.56	32.11	21.31	24.66
3	<i>Opuntia</i> sp.	7.48	2.98	9.84	6.76
4	<i>Zanthoxylum liebmanianum</i>	4.67	3.00	8.20	5.29
5	<i>Pachycereus weberii</i>	2.80	5.62	4.92	4.45
6	<i>Neopringlea integrifolia</i>	3.74	2.73	6.56	4.34
7	<i>Guaiacum coulteri</i>	2.80	1.99	4.92	3.24
8	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3.74	0.65	4.92	3.10
9	<i>Cercidium praecox</i>	1.87	2.63	3.28	2.59
10	<i>Bursera aptera</i>	1.87	1.78	3.28	2.31
11	<i>Bursera discolor</i>	0.93	1.30	1.64	1.29
12	<i>Coursetia caribaea</i>	1.87	0.32	1.64	1.28
13	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i>	0.93	1.05	1.64	1.21
14	<i>Mimosa polyantha</i>	0.93	0.53	1.64	1.04
15	<i>Acacia coulteri</i>	0.93	0.47	1.64	1.01
16	<i>Pithecellobium acatlense</i>	0.93	0.38	1.64	0.98
	Total	100	100	100	100

Cuadro 12. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Escontria chiotilla-Ipomoea arborescens* del municipio Acatlán de Osorio, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de importancia (%)
1	<i>Escontria chiotilla</i>	55.70	44.73	25.0	41.80
2	<i>Ipomoea arborescens</i>	16.46	21.40	18.75	18.87
3	<i>Opuntia</i> sp.	7.59	8.51	15.63	10.57
4	<i>Acacia coulteri</i>	3.80	10.25	9.38	7.81
5	<i>Bursera linanoe</i>	2.53	4.38	6.25	4.38
6	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i>	3.80	2.93	6.25	4.32
7	Fabaceae 4074	3.80	1.92	6.25	3.99
8	<i>Bursera copallifera</i>	1.27	3.42	3.13	2.60
9	<i>Bunchosia lanceolata</i>	2.53	1.49	3.13	2.38
10	<i>Zanthoxylum purpusii</i>	1.27	0.58	3.13	1.66
11	<i>Acacia farnesiana</i>	1.27	0.38	3.13	1.59
	TOTAL	100.02	99.99	100.03	99.97

6.2.1.6. Asociación *Bursera aptera-Lysiloma divaricata*

Esta unidad de vegetación es una de las más representativas de este tipo de vegetación. Castañeda (2000) y Guízar *et al.* (2010) la registran en tres localidades, una de ellas en la cercanía 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 Tecomatlán en una altitud de 1250 msnm, exposición sudeste y las pendientes variando entre 25 y 60 %. Miranda (2003) registra para los municipios de Chazumba y Cosoltepec del estado de Puebla una unidad de vegetación con dominancia de *Lysiloma divaricata*, pero diferenciándose en los componentes florísticos.

El sustrato geológico está formado por rocas metamórficas de los tipos cuarcitas (derivadas de 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 mg kg⁻¹), extremadamente rico en contenido de potasio (132 mg kg⁻¹) y con una baja capacidad de intercambio catiónico (12.30 Cmol(+) kg⁻¹). Tiene una densidad aparente de 1.43 g cm⁻³ y una densidad real de 2.59 g 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. Destacando por su valor de importancia las siguientes: *Acacia coulteri*, *Acacia macilenta*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera aptera*, *B. bicolor*, *B. longipes*, *B. 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 exposición Oeste, 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*, *Vernonia salicifolia* y *Willardia parviflora*.

En el estrato herbáceo destacan: *Aristida adscensionis*, *Bidens pilosa*, *Bouteloua filiformis*, *Carlwrightia* 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*.

Cuadro 13. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera aptera-Lysiloma divaricata* en Guadalupe Santana, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Bursera aptera</i>	11.17	32.93	9.28	17.79
2	<i>Lysiloma divaricata</i>	11.17	9.69	8.25	9.70
3	<i>Amphipterygium adstringens</i>	11.7	9.48	5.15	8.78
4	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	7.45	4.53	6.19	6.05
5	<i>Bursera submoniliformis</i>	3.72	9.22	5.15	6.03
6	<i>Acacia macilenta</i>	8.51	1.06	6.19	5.25
7	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i>	5.32	4.12	6.19	5.21
8	<i>Ceiba parvifolia</i>	4.26	3.4	5.15	4.27
9	<i>Bursera longipes</i>	2.13	5.68	3.09	3.63
10	<i>Ceiba aesculifolia</i>	3.19	2.75	4.12	3.36
11	<i>Randia thurberi</i>	4.26	0.58	5.15	3.33
12	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3.72	2.01	3.09	2.94
13	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	3.19	1.17	3.09	2.48
14	<i>Bursera bicolor</i>	1.6	2.57	3.09	2.42
15	<i>Lantana aff. macropoda</i>	2.66	0.39	4.12	2.39
16	<i>Senna wislizenii</i> var. <i>pringlei</i>	3.72	0.29	3.09	2.37
17	<i>Mimosa aculiaticarpa</i>	3.19	0.21	3.09	2.17
18	<i>Plumeria rubra</i>	1.6	2.65	2.06	2.10
19	<i>Bursera linanoe</i>	1.06	3.08	2.06	2.07
20	<i>Casearia tremula</i>	1.06	2.47	2.06	1.86
21	<i>Pachycereus marginatus</i>	1.06	0.99	2.06	1.37
22	<i>Malpighia mexicana</i>	1.06	0.31	2.06	1.14
23	<i>Coursetia</i> sp.	1.06	0.03	2.06	1.05
24	<i>Diphysa spinosa</i>	0.53	0.21	1.03	0.59
25	<i>Ruprechtia fusca</i>	0.53	0.15	1.03	0.57
26	<i>Acacia cochliacantha</i>	0.53	0.02	1.03	0.53
27	<i>Annona cherimola</i>	0.53	0.01	1.03	0.52
	Total	100	100	100	100

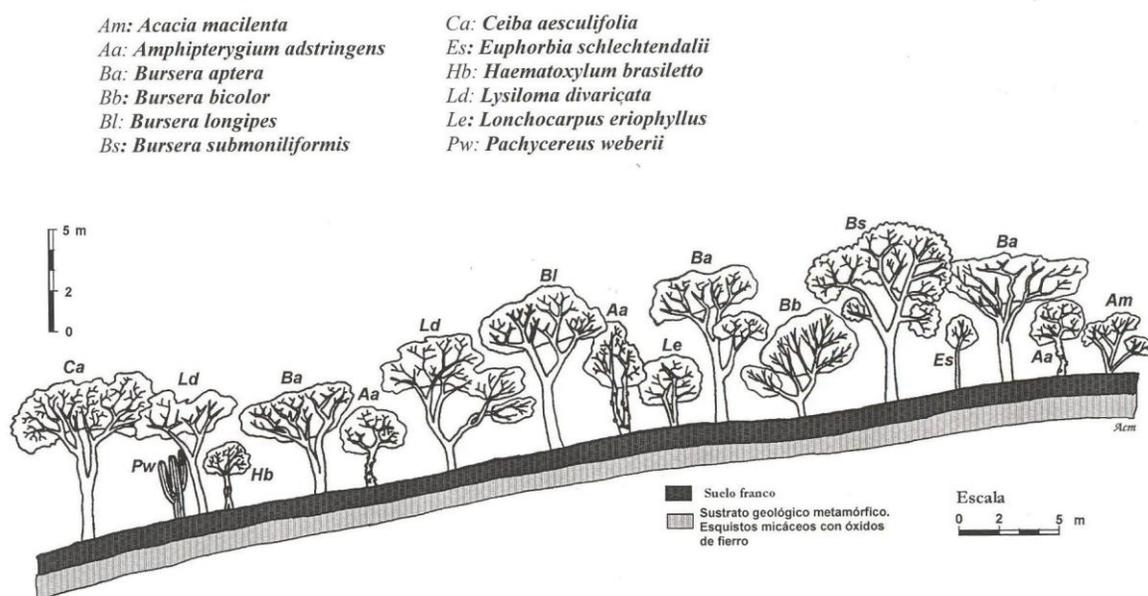


Figura 6. Perfil semirrealista de la asociación *Bursera aptera* – *Lysiloma divaricata* en el municipio de Santana, Puebla.

6.2.1.7. Asociación *Bursera submoniliformis* – *Bursera linanoe*

Esta variante del bosque tropical bajo caducifolio fue registrada por Castañeda (2000) y Guízar *et al.* (2010), señalando que se presenta de manera reducida en el municipio de Tecamatlán, estado de Puebla, en un sitio ubicado a 1.5 km al Este del Instituto Tecnológico No. 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 1170 m.

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 spinosa*, *Euphorbia schlehtendalii*, *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 elevada, 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 presenta poca humedad, la composición florística es muy pobre y la cobertura baja.

Cuadro 14. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera submoniliformis*-*Bursera linanoe* en Tecamatlán, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Bursera submoniliformis</i>	16.67	42.86	12.5	24.01
2	<i>Bursera linanoe</i>	7.78	20.59	10.42	12.93
3	<i>Mimosa aculiaticarpa</i>	18.89	4.02	12.5	11.80
4	<i>Acacia macilenta</i>	13.33	3.94	8.33	8.54
5	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	8.89	7.47	8.33	8.23
6	<i>Bursera aptera</i>	6.67	4.56	10.42	7.21
7	<i>Lantana</i> aff. <i>macropoda</i>	7.78	0.62	6.25	4.88
8	<i>Plumeria rubra</i> f. <i>acutifolia</i>	4.44	2.21	6.25	4.30
9	<i>Randia thurberi</i>	5.56	0.87	6.25	4.22
10	<i>Ceiba parvifolia</i>	1.11	6.12	2.08	3.10
11	418 (no identificada)	2.22	0.72	4.17	2.37
12	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	1.11	2.02	2.08	1.74
13	<i>Opuntia</i> sp.	1.11	1.73	2.08	1.64
14	<i>Stenocereus stellatus</i>	1.11	1.01	2.08	1.40
15	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1.11	0.6	2.08	1.26
16	<i>Lysiloma tergemina</i>	1.11	0.38	2.08	1.19
17	<i>Acacia cochliacantha</i>	1.11	0.3	2.08	1.16
	Total	100	100	100	100

6.2.1.8. Asociación *Bursera submoniliformis* – *Bursera aptera*

Esta asociación la reconocen Castañeda (2000) y Guízar *et al.* (2010) en la parte oeste de la Mixteca Poblana, dentro de una zona muy bien conservada, con abundante cobertura vegetal, formando un macizo que se extiende de norte a sur desde Piaxtla hasta Tecomatlán por una alineación de cerros. El sitio de muestreo representativo de la asociación se ubicó 4 km al sureste de Piaxtla, a un lado del camino que va a San José Tetla.

Las características ambientales corresponden a una ladera con exposición suroeste, de 40 a 70 % de pendiente, a una altitud de 1150 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 weberii*, *Plumeria rubra* y *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*.

Cuadro 15. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Bursera submoniliformis*-*Bursera aptera* en Piaxtla, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Bursera submoniliformis</i>	17.95	37.27	11.9	22.37
2	<i>Busera aptera</i>	15.38	18.83	14.29	16.17
3	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	12.82	1.93	9.52	8.09
4	<i>Wimmeria microphylla</i>	11.54	3.67	7.14	7.45
5	<i>Acacia cochliacantha</i>	6.41	4.37	9.52	6.77
6	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	3.85	5.21	4.76	4.61
7	<i>Bursera galeottiana</i>	5.13	3.77	4.76	4.55
8	<i>Agave</i> sp.	5.13	5.44	2.38	4.32
9	<i>Mimosa lacerata</i>	3.85	1.24	4.76	3.28
10	<i>Ceiba parvifolia</i>	1.28	4.73	2.38	2.80
11	<i>Opuntia</i> sp.	2.56	0.99	4.76	2.77
12	<i>Bursera copallifera</i>	1.28	2.66	2.38	2.11
13	<i>Bursera morelensis</i>	1.28	2.66	2.38	2.11
14	<i>Ceiba aesculifolia</i>	1.28	2.66	2.38	2.11
15	<i>Calliandra conferta</i>	1.28	2.22	2.38	1.96
16	<i>Randia thurberi</i>	2.56	0.09	2.38	1.68
17	<i>Amphipterygium adstringens</i>	1.28	1.02	2.38	1.56
18	<i>Pachycereus weberii</i>	1.28	0.73	2.38	1.46
19	<i>Senna wislizenii</i> var. <i>pringlei</i>	1.28	0.39	2.38	1.35
20	<i>Fouquieria ochoterena</i>	1.28	0.07	2.38	1.25
21	<i>Pithecellobium acatlense</i>	1.28	0.05	2.38	1.24
	Total	100	100	100	100

6.2.1.9. Asociación *Fouquieria ochoterena* – *Neobuxbaumia mezcalaensis*

Esta asociación destaca por su fisonomía característica, definida por 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 suroeste, 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 marrón claro (6/4 7.5 YR) cuando húmedo, 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 se encontró 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 ochoterenae*, 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*, *Erythroxylon 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*.

Cuadro 16. Parámetros ecstructurales del estrato arbóreo de la asociación *Fouquieria ochoterena*- *Neobuxbaumia mezcalaensis* en Petlalcingo, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Fouquieria ochoterena</i>	26.77	36.76	10.64	24.72
2	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	4.72	30.35	6.38	13.82
3	<i>Justicia hians</i>	16.54	0.53	10.64	9.23
4	<i>Mimosa mollis</i>	11.81	0.74	8.51	7.02
5	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	8.66	1.54	8.51	6.24
6	<i>Acacia bilimekii</i>	3.94	6.72	6.38	5.68
7	<i>Jacquinia macrocarpa</i> subsp. <i>pungens</i>	4.72	7.94	4.26	5.64
8	<i>Mascagnia mexicana</i>	3.94	1.18	8.51	4.54
9	<i>Exostema caribaeum</i>	3.15	1.99	6.38	3.84
10	<i>Schaefferia stenophylla</i>	5.51	0.34	4.26	3.37
11	<i>Bursera morelensis</i>	0.79	7.07	2.13	3.33
12	<i>Erythroxylon compactum</i>	1.57	0.4	4.26	2.08
13	<i>Heliotropium canescens</i>	1.57	0.07	4.26	1.97
14	<i>Forchhammeria macrocarpa</i>	0.79	1.77	2.13	1.56
15	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	1.57	0.45	2.13	1.38
16	<i>Bourreria andrieuxi</i>	0.79	1.03	2.13	1.32
17	<i>Bursera aptera</i>	0.79	0.88	2.13	1.27
18	<i>Bursera schlechtendalii</i>	0.79	0.1	2.13	1.00
19	<i>Senna wislizenii</i> . var. <i>pringlei</i>	0.79	0.1	2.13	1.00
20	<i>Casimiroa</i> aff. <i>pubescens</i>	0.79	0.06	2.13	0.99
	Total	100	100	100	100

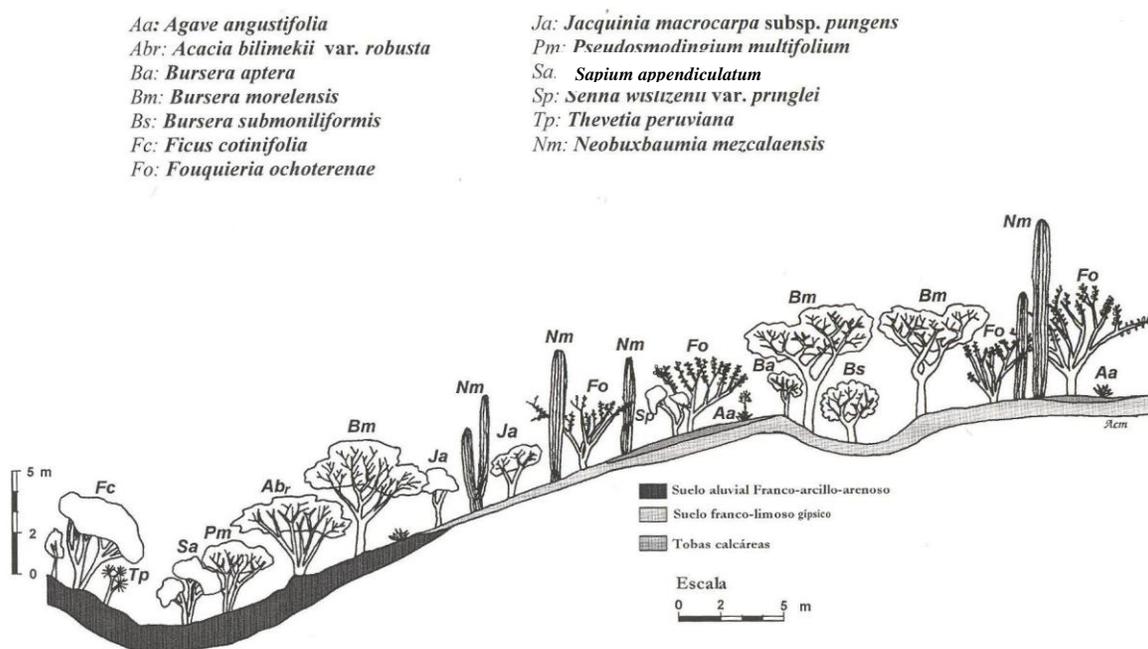


Figura 7. Perfil semirrealista de la asociación *Fouquieria ochoterena* – *Neobuxbaumia mezcalaensis* en el municipio de Petlalcingo Puebla.

6.2.1.10. Asociación *Willardia parviflora*- *Amphipterygium adstringens*

Esta asociación vegetal la reconoce Rivera (2002) en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla; comprende una superficie de 43.5 ha dentro del ejido Las Casitas, estructuralmente es una comunidad con un estrato alto dentro de un intervalo de 9 y 12 m de altura, mostrando un dosel cerrado. En el estrato arbóreo sobresalen por sus valores de importancia *Willardia parviflora*, *Amphipterygium adstringens*, *Thevetia thevetioides*, *Plumeria rubra*, *Spondias purpurea* y *Ceiba parvifolia*. Como se muestra en el Cuadro 18 es una comunidad diversa en lo que corresponde a presencia de especies arbóreas, resaltando *Amphipterygium adstringens* (cuachalalate) de importancia como especie forestal no maderable.

Cuadro 17. Parámetros estructurales de la asociación *Willardia parviflora*- *Amphipterygium adstringens* en el ejido Las Casitas, Izúcar de Matamoros, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I
1	<i>Willardia parviflora</i>	26.15	9.8	21.72	19.22
2	<i>Amphipterygium adstringens</i>	17.44	9.8	27.7	18.31
3	<i>Thevetia thevetioides</i>	6.67	7.84	11.12	8.54
4	<i>Plumeria rubra</i>	7.69	9.8	4.21	7.23
5	<i>Spondias purpurea</i>	5.64	9.8	3.37	6.27
6	<i>Ceiba parvifolia</i>	3.08	3.92	6.56	4.52
7	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	4.1	3.92	4.47	4.16
8	<i>Pachycereus weberi</i>	2.56	5.88	3.62	4.02
9	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	5.64	3.92	2.36	3.97
10	<i>Chlorophora mollis</i>	4.62	5.88	1.42	3.97
11	<i>Crataeva tapia</i>	2.56	3.92	3.52	3.33
12	<i>Acacia cochliacantha</i>	4.1	3.92	0.78	2.93
13	<i>Acacia pennatula</i>	2.56	3.92	1.47	2.65
14	<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	2.05	3.92	1.24	2.40
15	<i>Bunchosia lanceolata</i>	1.02	3.92	0.93	1.95
16	<i>Bursera lancifolia</i>	1.03	1.97	2.32	1.77
17	<i>Bursera linanoe</i>	1.03	1.97	1.38	1.46
18	<i>Bursera vejar-vazquezii</i>	0.52	1.97	1.06	1.18
19	<i>Swietenia humilis</i>	1.03	1.97	0.43	1.14
20	<i>Opuntia</i> sp.	0.51	1.96	0.32	0.93
	Total	100	100	100	100

6.2.1.11. Asociación *Actinocheita filicina*-*Lonchocarpus caudatus*

La asociación vegetal de referencia la reconoce Rivera (2002) en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla; su cobertura es amplia en el ejido Las Casitas con una superficie de 350.8 ha sobre un sustrato geológico de Regosol Calcárico. Estructuralmente se reconoce un estrato alto con una altura entre 8 y 10 m, es una comunidad con dosel ligeramente abierto y sus elementos distribuidos homogéneamente sobre pendientes pronunciadas. En el Cuadro 19 se observa que en la composición florística del estrato arbóreo destacan *Actinocheita filicina*, *Lonchocarpus caudatus*, *Ipomoea arborescens*, *Ceiba parvifolia* y *Conzattia multiflora*.

Cuadro 18. Parámetros estructurales de la asociación *Actinocheita filicina-Lonchocarpus caudatus* en Izúcar de Matamoros, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	I.V.I.
1	<i>Actinocheita filicina</i>	29.30	8.34	30.58	22.74
2	<i>Lonchocarpus caudatus</i>	19.44	6.95	21.44	15.94
3	<i>Ipomoea arborescens</i>	14.60	8.34	11.54	11.49
4	<i>Ceiba parvifolia</i>	4.65	6.95	5.26	5.62
5	<i>Conzattia multiflora</i>	3.07	8.34	4.23	5.21
6	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	5.40	8.34	1.42	5.05
7	<i>Leucaena esculenta</i>	4.60	5.56	4.54	4.90
8	<i>Plumeria rubra</i>	2.62	5.56	3.26	3.91
9	<i>Pachycereus weberi</i>	2.02	4.17	2.38	2.86
10	<i>Bursera linanoe</i>	1.97	4.17	1.32	2.49
11	<i>Prosopis laevigata</i>	1.54	4.17	1.62	2.44
12	<i>Ruprechtia fusca</i>	1.54	4.17	1.16	2.29
13	<i>Piptadenia viridiflora</i>	1.26	2.78	2.54	2.19
14	<i>Sapindus saponaria</i>	1.03	2.78	2.10	1.97
15	<i>Opuntia sp.</i>	0.36	4.17	0.98	1.84
16	<i>Comocladia engleriana</i>	2.05	1.39	1.23	1.56
17	<i>Salix humboldtiana</i>	1.16	1.39	2.10	1.55
18	<i>Bursera morelensis</i>	0.56	2.78	0.64	1.33
19	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.30	2.78	0.34	1.14
20	<i>Celtis caudata</i>	0.31	2.78	0.22	1.10
21	<i>Mabea occidentalis</i>	1.02	1.39	0.25	0.89
22	<i>Mimosa benthami</i>	0.87	1.39	0.26	0.84
23	<i>Crateva tapia</i>	0.33	1.39	0.59	0.77
	Total	100	100	100	100

6.2.1.12. Vegetación sucesional del bosque tropical bajo caducifolio

Este tipo de vegetación al ser eliminado como resultado del cambio de uso de suelo con la apertura de parcelas agrícolas y su posterior abandono, origina una vegetación secundaria con dominancia de *Acacia cochliacantha* que los lugareños conocen como “cubateras”; en estudios realizados en el suroeste de Puebla (Guízar, 1995; Guízar y Granados, 1996)) se encontró que la vegetación secundaria juega un papel cuya función dentro del ecosistema es recuperar la condición original del bosque y evitar la erosión, pero también esta especie en particular tiene

importancia para las comunidades rurales, pues se le considera una planta de usos múltiples tanto para leña de buena calidad como forraje para el ganado, además de ser muy palatable. En el estudio de referencia se concluye que esta especie alcanza su dominancia en un lapso de 20 años siendo sustituida en forma paulatina por elementos primarios del bosque tropical caducifolio después de 30 años, siempre y cuando exista perturbación antropogénica.

La composición florística en las cubateras está integrada básicamente por especies arbustivas de entre 2 y 3 m de alto, como *Acacia cochliacantha*, *A. farnesiana*, *Caesalpinia pulcherrima* y *Gliricidia sepium*. La mayor diversidad florística la constituye el estrato herbáceo, principalmente en la época de lluvias, entre las especies destacan: *Acalypha erubescens*, *A. hintonii*, *Amaranthus hybridus*, *Anoda cristata*, *Aristida adscensionis*, *A. hintonii*, *Ayenia mollis*, *Barroetia setosa*, *Bidens pilosa*, *Bouteloua triana*, *Cenchrus brownii*, *C. echinatus*, *Cissus sicyoides*, *Commelina erecta*, *Crotalaria lupulina*, *C. pumila*, *Cyperus hermafroditus*, *Chamaecrista*.

nictitans, *Chloris virgata*, *Dalea leporina*, *Desmodium procumbens*, *Dicliptera hankeana*, *Elvira biflora*, *Elythraria imbricata*, *E. squamosa*, *Eragrostis cilianensis*, *E. mexicana*, *E. spectabilis*, *Euphorbia heterophylla*, *E. hirta*, *E. hypericifolia*, *E. hyssopifolia*, *E. indivisa*, *E. subreniformis*, *Evolvulus alsinoides*, *Florestina pedata*, *Gaudichaudia albida*, *Gomphrena decumbens*, *G. nitida*, *Herissantia crispa*, *Hyptis suaveolens*, *H. subulatum*, *Indigofera cuernavacana*, *Ipomoea leptotoma*, *I. nil*, *Kallstroemia maxima*, *Lagascea mollis*, *Lantana achyranthifolia*, *Leptorheo filiformis*, *Manettia reclinata*, *Marsdenia edulis*, *M. lanata*, *Martynia annua*, *Melampodium divaricatum*, *Mentzelia hispida*, *Milleria quinqueflora*, *Mithracarpus villosus*, *Mentzelia hispida*, *Nissola fruticosa*, *Oplismenus burmannii*, *Otopappus epalaceus*, *Pachyrhizus erosus*, *Panicum ghiesbreghtii*, *Paspalum licatum*, *Pectis hankeana*, *Pennisetum setosum*, *Poa annua*, *Porophyllum ruderale*, *Portulaca oleracea*, *Proboscidea fragans*, *Richardsonia scabra*, *Sacrostema panosum*, *Salvia rhyacophyla*, *Sanvitalia procumbens*, *Sclerocarpum papposum*,

Senna obtusifolia, *S. uniflora*, *Serjania schiedeana*, *Setaria geniculata*, *S. grisebachii*, *S. macrostachya*, *Sida acuta*, *S. procumbens*, *S. rhombifolia*, *Simsia foetida*, *Spermacoe podocephala*, *Starchytarpheta velutina*, *Tithonia tubaeformis*, *Tragocerus schiedeanaum*, *Tridax coronopifolia*, *T. procumbens* y *Zornia diphylla*. Castañeda (2000) refiere una comunidad vegetal con siete años de abandono en San Pablo Anicano, Puebla (Cuadro 19), en una ladera con exposición sudeste, con 20 % de pendiente y un suelo de tipo Regosol sobre esquistos, en una altitud de 1250 m. Se observa la predominancia de *Acacia cochliacantha* con un valor de importancia cercano al 48 %, seguido por *Mimosa lacerata*, *Senna wislizenii* var. *pringlei*, *Eysenhardtia polystachya* y *Mimosa aculiaticarpa* que forman un estrato denso uniforme de entre 1.5 y 2.5 m de altura. Otras especies comunes son *Haematoxylum brasiletto*, *Eysenhardtia polystachya*, *Lantana* aff. *macropoda* y *Lonchocarpus eriophyllus*. La presencia de *Escontria chiotilla* y *Pachycereus weberii* por su tamaño superior a 2.5 m de altura hace suponer que se encontraban originalmente antes del abandono del terreno. Este mismo autor señala la presencia de una comunidad vegetal sucesional de *Mimosa aculiaticarpa*-*Acacia macilentata* observada en el municipio de Tecamatlán, Puebla en una ladera con exposición oeste, a 1100 msnm, con 45 % de pendiente y suelo somero muy pedregoso y rocas metamórficas.

6.2.2. Bosque tropical bajo de durifolios

Este tipo de vegetación se le reconoce también con la denominación de 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.

En el área de estudio se le encuentra dentro de la Mixteca Baja en un rango altitudinal de los 1350 a los 1660 m en las partes montañosas de la cuenca alta del Balsas, sobre sustratos geológicos preferentemente ígneos, aunque algunas comunidades vegetales se encuentran en sedimentarios. El tipo climático corresponde al $Aw_0''(w)(i')$ g cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 22°C con lluvias de verano y sequía en invierno, porcentaje de lluvia invernal menor de 5; los más secos de los subhúmedos. Fisonómicamente se encuentra constituido por árboles bajos de 6-8 m de altura, tallo robusto y tortuoso, caducifolios y de hojas coriáceas, son comunidades abiertas con los árboles a un distanciamiento promedio de 3.5 m; en su composición florística se asocian a los árboles de *Quercus*, elementos del bosque tropical bajo caducifolio. Se reconocieron tres asociaciones que a continuación se mencionan.

Cuadro 19. Parámetros estructurales de una comunidad vegetal sucesional de *Acacia cochliacantha* en el municipio de San Pablo Anicano, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Acacia cochliacantha</i>	60.5	60.5	22.73	47.91
2	<i>Mimosa lacerata</i>	8.4	8.4	18.18	11.66
3	<i>Senna wizlizenii</i> var. <i>pringlei</i>	6.72	6.72	11.36	8.27
4	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	5.04	5.04	9.09	6.39
5	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3.36	3.36	9.09	5.27
6	<i>Mimosa aculiaticarpa</i>	4.2	4.2	4.55	4.32
7	<i>Randia thurberii</i>	2.52	2.52	6.82	3.95
8	<i>Diphysa spinosa</i>	1.68	1.68	4.55	2.64
9	<i>Escontria chiotilla</i>	1.68	1.68	4.55	2.64
10	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2.52	2.52	2.27	2.44
11	<i>Lantana</i> aff. <i>macropoda</i>	1.68	1.68	2.27	1.88
12	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i>	0.84	0.84	2.27	1.32
13	<i>Pachycereus weberii</i>	0.84	0.84	2.27	1.32
	Total	100	100	100	100

6.2.2.1. Asociación *Quercus glaucooides*

El bosque de *Quercus glaucooides* se distribuye dentro de un rango altitudinal que va de los 1350 a los 1660 m, ocupando las partes altas y montañosas de la cuenca alta del Balsas. Su presencia es posible observarla en los municipios de Jolalpan, Teotlalco, Izúcar de Matamoros, Tehuitzingo y Tecomatlán en la Mixteca Poblana; en la Mixteca Oaxaqueña es posible observarlo en Chazumba, Cosoltepec, Huajuapán, Ixpantepec Nieves y Silacayoapan, entre otros. Pertenecen al grupo de encinos de regiones cálidas intertropicales, siendo además de las pocas especies que crecen en estado natural bajo condiciones que presentan un período bastante largo de déficit hídrico, el cual puede alcanzar hasta 9 meses. Se desarrolla preferentemente en laderas de exposición N y NO y en barrancas protegidas; el sustrato geológico se encuentra formado por rocas volcánicas grandes de tipo riolita; las pendientes van de 15-100% con suelos poco profundos y pedregosos.

Los suelos son de textura franco-limosa, franco-arenosa, arenoso-franco y franco, lo cual es indicador de que tienen en general un buen drenaje debido a un alto porcentaje de arena en todos los casos. El pH varía de 5.2 a 7.4, de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica varía de 0.73% a 9.25%, bajo esta consideración los suelos de los bosques de encino de la región son minerales ya que contienen menos del 20% de materia orgánica. La variación que se observa desde muy pobre hasta muy rico se atribuye esencialmente al diferente grado de pendiente en los terrenos.

En la composición florística del bosque de *Quercus* suelen presentarse otras especies arbóreas como *Quercus castanea* y *Quercus glaucooides*, además de *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Dodonaea viscosa*, *Ipomoea arborescens* y la palma *Brahea dulcis*.

En el estrato arbustivo se pueden observar *Agave angustifolia*, *Byrsonima crassifolia*, *Calliandra houstoniana*, *Cordia curassavica*, *Dalea leporina*, *Euphorbia schlechtendalii*, *Lantana hispida*, *Mandevilla foliosa* y *Harpalyce arborescens*.

El estrato herbáceo es muy diversificado durante la época de lluvias debiendo mencionar entre las más notorias a *Aristida hintoni*, *Bidens pillosa*, *Calea zacatechichi*, *Cenchrus echinatus*, *Commelina erecta*, *Cuphea itzacanensis*, *Dahlia coccinea*, *Dalea leporina*, *Dorstenia drakeana*, *Festuca amplissima*, *Hechtia glomerata*, *Heteropogon contortus*, *Hyptis suaveolens*, *Lantana camara*, *Notholaena aurea*, *Paspalum convexum*, *Porophyllum ruderale*, *Salvia polystachya*, *Stevia ovata*, *Tagetes erecta*, *T. lucida*, *Zinnia elegans* y *Zornia diphylla*.

El bosque de encino con frecuencia se encuentra en transición con el bosque tropical bajo caducifolio, llegando a mezclarse en ocasiones en forma muy marcada con individuos de éste. Así, se llegan a observar asociaciones de *Quercus glaucoides*-*Pseudosmodingium perniciosum* y *Q. glaucoides*-*Bursera* spp. En este sentido la causa de la convivencia de *Q. glaucoides* con individuos de especies características del bosque tropical, se puede atribuir a una condición de resistencia a la sequía y las posibilidades de las plantas para combatir o evitar la sequedad del hábitat, que se manifiesta claramente mediante la defoliación, aún cuando *Q. glaucoides* tiende a una semicaducidad dado que es muy corto el tiempo en que permanece sin follaje; por otra parte, otro rasgo que distingue a esta especie de encino como a las otras especies, es la posesión de hojas membranosas para evitar desecamiento.

En el cuadro 20, que corresponde a una comunidad vegetal del municipio de Jolalpan, sobre un sustrato de riolitas y tobas riolíticas de origen ígneo, se observa que la distribución de las frecuencias es desigual, la riqueza de especies es elevada y sin embargo, sólo *Q. glaucoides* llega a conformar casi la totalidad de la comunidad. Por su parte, la especie *Pseudosmodingium perniciosum* aparece en segundo lugar con un valor de 21.2 como frecuencia relativa. La

densidad y dominancia relativas son muy altas para *Q. glaucoides* y queda de manifiesto el hecho de que se observan 4 individuos por cada 100 metros cuadrados, mientras que las otras especies llegan a estar presentes apenas en un número de 6 por cada 1000 m². Con respecto al valor de importancia la especie dominante, presenta un valor de 69.02; muy por arriba de las otras especies.

Cuadro 20. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides* en la localidad de Zacacuautla, municipio de Jolalpan, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia
1	<i>Quercus glaucoides</i>	73.5	81.44	52.12	69.02
2	<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	11.5	10.30	20.27	14.02
3	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3.0	0.61	5.31	2.97
4	<i>Bursera bipinnata</i>	3.5	1.99	5.38	3.62
5	<i>Bursera bicolor</i>	3.0	2.07	10.04	5.03
6	<i>Bursera lancifolia</i>	0.5	0.76	1.06	0.77
7	<i>Vitex mollis</i>	1.0	0.92	1.12	1.01
8	<i>Vitex pyramidata</i>	0.5	0.15	1.06	0.57
9	<i>Comocladia engleriana</i>	0.5	0.70	1.06	0.75
10	<i>Lonchocarpus caudatus</i>	0.5	0.30	1.06	0.62
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.5	0.58	1.06	0.71
12	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.0	0.23	1.06	0.76
13	<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.5	0.10	0.06	0.22
14	<i>Opuntia spp.</i>	0.5	0.49	0.06	0.35
	TOTAL	100.0	100.64	100.72	100.42

Una variante de esta asociación la registra García y Razo (1991), al noroeste del poblado de San Pedro Las Palmas en el paraje conocido como Las Cruces, con exposición noreste y una pendiente de 40%, sobre material geológico de origen ígneo de rocas andesíticas con cantos rodados, angulosos y redondos. Suelos tipo Haplustol de color gris, someros de textura franca; pH neutro, contenido de materia orgánica regular, bajo en nitrógeno, medio en fósforo y alto en potasio, con presencia de minerales como: moscovita, galena, magnetita, cuarzo, feldespatos, pirrotita y prostita (a nivel de trazas). Como resultado del muestreo ecológico cuantitativo en el

estrato arbóreo (Cuadro 21), la especie dominante es *Quercus glaucooides* con un valor de importancia de 51.73 %, asociada con *Bursera bicolor*, *B. bipinnata*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *Ipomoea* sp., *Lysiloma acapulcensis*, *Mimosa benthamii*, *Pseudosmodingium perniciosum* y *Vitex pyramidata*.

En el estrato arbustivo se encuentran: *Agave* aff. *atrovirens*, *Baccharis sordescens*, *Calea zacatechichi*, *Eysenhardtia polystachya*, *Loeselia mexicana*, *Mimosa chaetocarpa*, *Randia echinocarpa* y *Vernonia salicifolia* y en el estrato herbáceo dominan especies como: *Baccharis* aff. *trinervia*, *Cosmos sulphureus*, *Dorstenia drakeana*, *Eupatorium brevipes*, *Euphorbia heterophylla*, *Heteropteris beecheyani*, *Ipomoea conzattii*, *Loeselia glandulosa*, *Muhlenbergia robusta*, *Serjania schiedeana* y *Turnera ulmifolia*.

Guízar *et al.* (2010) señalan la presencia de esta asociación en el sur del estado de Puebla, una comunidad vegetal en el municipio de Ahuehuetitla, 1 km al sur del poblado El Papayo, sobre el tramo de la carretera Tehuiztzingo-Acatlán sobre una ladera con exposición norte; el suelo es poco profundo, de origen metamórfico (cuarcitas y esquistos), con pedregosidad muy ligera. Se constituye por árboles bajos de 3 a 5 m de altura, de 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 comunidad vegetal 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.

Cuadro 21. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Quercus glaucoides</i>	53.00	65.24	36.96	51.73
2	<i>Vitex pyramidata</i>	6.96	14.46	10.87	10.76
3	<i>Mimosa bentharii</i>	11.02	5.51	15.21	10.58
4	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	7.93	6.80	13.04	09.25
5	<i>Bursera glabrifolia</i>	6.96	2.57	8.70	06.07
6	<i>Bursera bipinnata</i>	5.03	2.43	6.52	04.66
7	<i>Ipomoea sp.</i>	3.00	1.72	4.35	03.02
8	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3.96	0.90	2.17	02.34
9	<i>Bursera bicolor</i>	0.96	0.35	2.17	01.16
	TOTAL	98.82	99.98	99.99	99.57

Cuadro 22. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus glaucoides* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

Profundidad (cm)	Color	Pedregosidad				Reacción al HCL	Textura			Clase textural
		Arena%	Limo %	Arcilla%						
0-18	Gris					—	51.1	34.0	14.9	Franco
Profundidad (cm)	pH 1:2	M.O. %	N.T. %	P (ppm)	K (ppm)	MINERALOGÍA				
0-18	7.2	Regular	0.35	5	205	Moscovita, galeana, magnetita, cuarzo, feldespatos, pirrotita y prostita (a nivel de trazas).				

6.2.2.1. Asociación *Quercus glaucoides* – *Brogniartia mortonii*

García y Razo (1991), reconocen esta asociación presente en el paraje La Tigra, parte noroeste de San Pedro Las Palmas en el municipio de Jolalpan, estado de Puebla, en una altitud de 1281 m, en ladera con exposición norte y 60 % de pendiente, en sustrato geológico de origen sedimentario

de rocas calizas con caliche y fragmentos de brecha oligomítica y vetas de cristales de calcita. El suelo es de tipo Rendol de color negro que reacciona fuertemente con el ácido clorhídrico y textura franco-arcillosa; pH alcalino con regular contenido de materia orgánica, bajo en nitrógeno y en fósforo, alto en potasio y presenta minerales como: piroxeno, olivino, tridimita, calcita, magnetita (a nivel de trazas) y ortoclasa y plagioclasa.

En el Cuadro 23 se observa que el estrato arbóreo está representado por especies como: *Acacia cochliacantha*, *Brogniartia mortonii*, *Bursera bonetii*, *B. longipes*, *B. morelensis*, *B. submoniliformis*, *Fraxinus purpusi*, *Hauya elegans*, *Ipomoea* sp., *Lysiloma divaricata*, *Pseudosmodium perniciosum* y *Quercus glaucoides*.

En el estrato arbustivo se encuentran *Acacia rosei*, *Agave angustifolia*, *Ageratum corymbosum*, *Brahea dulcis*, *Caesalpinia platyloba*, *Calea zacatechichi*, *Cordia cylindrostachya*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Phyllostachys aurea*, *Eupatorium tomentellum*, *Hyrranostephium microcephalum*, *Karwinskia umbellata*, *Lantana achyranthifolia*, *Mimosa chaetocarpa*, *Neopringlea viscosa*, *Physodium dubium*, *Rhus terebintifolia*, *Salvia breviflora*, *Stachytarpheta velutina* y *Vernonia salicifolia*. La presencia de la palma *Brahea dulcis* en este estrato es muy notable pues alcanza un valor de importancia de 30.65 %, el más alto por encima de otros once elementos florísticos.

El estrato herbáceo lo constituyen especies como: *Bidens pilosa*, *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Calopogonium caeruleum*, *Calycolobus nutans*, *Dalea herythrorrhiza*, *Dorstenia drakeana*, *Euphorbia heterophylla*, *Lantana achyranthifolia*, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium gracile*, *Phoradendron* sp., *Polygala rivinifolia*, *Porophyllum ruderale*, *Russelia coccinea*, *Sanvitalia procumbens*, *Serjania triquetra*, *Tithonia tubaeformis* y *Turnera diffusa*.

Cuadro 23. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucooides* – *Brogniartia mertonii* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Quercus glaucooides</i>	37.5	48.8	17.4	34.54
2	<i>Brogniartia mertonii</i>	14.1	4.0	27.3	15.12
3	<i>Hauya elegans</i>	7.8	15.3	7.5	10.19
4	<i>Fraxinus purpusii</i>	7.8	9.5	5.1	7.46
5	<i>Bursera morelensis</i>	6.3	2.1	7.5	5.29
6	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	4.7	5.3	9.9	6.62
7	<i>Ipomoea</i> sp.	4.7	2.4	2.4	3.16
8	<i>Acacia cochliacantha</i>	4.7	2.3	5.1	4.03
9	<i>Bursera bonetii</i>	3.1	2.9	5.1	3.69
10	<i>Lysiloma divaricata</i>	4.7	1.0	5.1	3.59
11	<i>Bursera submoniliformis</i>	3.1	5.0	5.1	4.39
12	<i>Bursera longipes</i>	1.6	1.6	2.4	1.86
	TOTAL	100.1	100.2	99.9	100.0

Cuadro 24. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus glaucooides* – *Brogniartia mertonii* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

Profundidad (cm)	Color	Pedregosidad	Reacción al HCL	Textura			Clase textural
				Arena	Limo %	Arcilla%	
0-8	Negro	Poca	Fuerte	42.2	29.5	28.3	
Profundidad (cm)	pH 1:2	M.O. %	N.T. %	P (ppm)	K (ppm)	MINERALOGÍA	
0-8	8.2	Regular	0.02	2.0	182	Piroxeno, olivino, tridimita, calcita, apatita, magnetita (a nivel de trazas) ortoclasa y plagioclasa.	

6.2.2.2. Asociación *Quercus glaucooides* - *Q. castanea*

Guízar *et al.* (2010) señalan que una buena representación de esta asociación vegetal se encuentra en el municipio de Tecamatlán, estado de Puebla, localizándose un sitio de muestreo 3 km al

oeste del poblado de Olomatlán, dentro de un intervalo de 1400 a 1600 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 glaucoides* 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.

En el Cuadro 25 se observa la predominancia en el estrato arbóreo de las dos especies de *Quercus*, con valores de importancia menores se asocian a éstas *Mimosa benthamii*, *Eysenhardtia polystachya*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma acapulcensis* y *Ziziphus amole*. En el estrato herbáceo se registran *Cenchrus echinatus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Lantana hirta*, *Rhynchelytrum repens* y *Selaginella lepidophylla*.

Cuadro, 25 Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus glaucoides-Quercus castanea* en el municipio de Tecamatlán, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Quercus glaucoides</i>	53.01	55.92	33.33	47.42
2	<i>Quercus castanea</i>	25.3	30.29	22.22	25.94
3	<i>Mimosa benthamii</i>	8.43	2.56	11.11	7.37
4	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	4.82	1.29	11.11	5.74
5	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	2.41	4.42	5.56	4.13
6	<i>Leucaena esculenta</i>	2.41	2.52	5.56	3.50
7	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	2.41	1.42	5.56	3.13
8	<i>Ziziphus amole</i>	1.2	1.58	5.56	2.78
	Total	100	100	100	100

En el municipio de San Miguel Ixitlán 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 2000 msnm, la especie más abundante es *Quercus castanea*, que está conformada por árboles de 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 100 % formándose un dosel que sombrea completamente el piso del bosque. Las principales especies asociadas son *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Lysiloma acapulcensis*, *Pistacia mexicana*, y *Pseudosmodium multifolium*, además de la presencia de *Bursera copallifera*, *B. galeottiana*, *B. submoniliformis*, *Leucaena esculenta*, *Lysiloma divaricata* y *Thevetia thevetioides*.

6.2.3. Bosque tropical bajo palmatifoliado

Esta formación vegetal se caracteriza por la predominancia de especies pertenecientes a la familia Arecaceae. Rzedowski (1978) señala que desde el punto de vista ecológico y florístico se trata de un agregado de unidades no del todo análogas. En muchos casos son comunidades determinadas por características de suelo; otras veces, puede observarse que los palmares prosperan en función de incendios periódicos u otro tipo de disturbio al que está sometida la vegetación; aparentemente en ninguna parte de México representan una comunidad madura.

Convencionalmente, y usando una vez más el criterio fisonómico, cabe subdividir los palmares en dos subtipos: los dominados por especies con hojas en forma de abanico y los caracterizados por especies con hojas pinnadas (Miranda y Hernández, 1963).

En la Mixteca se presenta únicamente el primer tipo de palmares representados por las especies del género *Brahea*, formando dos tipos de comunidades que son claramente diferenciadas. Por una parte las de *B. dulcis*, cubriendo la casi totalidad del territorio ocupado por este tipo de

vegetación y en menor proporción, se tiene el palmar de *B. nitida* ocupando una parte pequeña en el noreste de la Mixteca Poblana. La especie *Brahea dulcis* tiene una distribución altitudinal amplia, por lo que se le puede encontrar tanto en la Mixteca Baja como en la Mixteca Alta, en este estudio a la asociación vegetal que representa se incluyó en el grupo de comunidades vegetales de la zona tropical

6.2.3.1. Asociación de *Brahea dulcis*

La presencia de este tipo de palmar en la región Mixteca se le ubica entre 1290 y 1980 m. cubriendo la mayor parte del área de estudio pero a manera de manchones o porciones de territorio muy bien localizados. Dentro de la Mixteca Poblana, Ríos (1993) establece tres áreas compactas o lo que se podría denominar como palmares con poblaciones puras, teniendo algunos elementos neotropicales. En el cuadro 26 se señalan las áreas de referencia, además de la estimación de las superficies que cubren; a lo señalado para Puebla habrá que agregar los palmares de Chila de las Flores mencionados por Miranda (1943) y Guízar *et al.* (2010); además, de los presentes al sur de San Vicente Coyotepec, municipio de San Vicente Coyotepec, Puebla, en el extremo noreste de la región.

En el caso de la Mixteca Oaxaqueña, Velasco (1994) señala la presencia de dos fajas de distribución importantes: el primero que se localiza al NO de Huajuapán comprendiendo Silacayoapilla, Zapotitlán y Ayuquílilla; el segundo localizado al SE del estado y al SO de Nochixtlán y parte del SE de Tlaxiaco, comprende poblaciones como Xindihui, Yutanduchi, Jaltepec, San Juan Teita, Tijaltepec, Tlacotepec y Yucuañe. En la parte SO del estado se encuentran palmares localizados en Tlapancingo, San Martín Peras, Silacayoapan, Calihuala, Tamazola, Tonalá y San Marcos Arteaga.

Cuadro 26. Ubicación y superficie que ocupan los palmares de *Brahea dulcis* en el suroeste de Puebla (Ríos, 1993).

Área	Superficie de palmar (ha)	Comunidades	Municipios
No. 1	3, 200	Tochimilzingo y Molocoyan San Francisco Jalapexco y Teopantlán Santa María Xoyatla San Miguel Ayotla	Tochimilzingo Teopantlán Tepeojuma Xochiltepec
No. 2	1, 800	Santa Mónica y Santa María Cohetzala Xochitepec Ayoxuxtla de Zapata	Cohetzala Jolalpan Huehuetlan Chico
No. 3	160	Paraje El Palmar del ejido Abelardo L. Rodríguez	I. de Matamoros

La forma de crecimiento de este tipo de palma llamó la atención de Miranda (1942) al diferenciar *Brahea dulcis* f. *typica* de *B. dulcis* f. *humilis*, de acuerdo a la presencia o ausencia de tallo principal desarrollado. Sobre el particular, Castillo (1993) establece que tal diferenciación no existe; más bien esto se debe a que la forma *typica* es una palma adulta y la forma *humilis* es una palma en estado juvenil, por lo que no tiene aún la capacidad de formar estructuras reproductivas sexualmente. De acuerdo al conocimiento práctico de los tejedores de palma, el tallo crece por sobre la superficie del suelo después de los cinco años de vida. Por otra parte, en lugares sobreaprovechados o perturbados por agentes dañinos como el fuego, desmontes, vientos, entre otras causas, aumenta considerablemente la proporción de palmas sin tallo aéreo, a causa de la reproducción vegetativa a partir del tallo principal o de lo que quedó de él. Por el contrario, en lugares poco alterados, la forma de reproducción típica de la palma es sexual a partir de semillas generadas de inflorescencias que se desarrollan siempre en el tallo principal. En consecuencia, se

puede decir que las formas biológicas señaladas por Miranda, no son tales, sino que se trata de la misma especie de *B. dulcis* con diferentes estadios de desarrollo.

Fisionómicamente, este palmar es de 2 a 8 m de alto, el tallo de las palmas es simple, los individuos jóvenes no lo desarrollan, y no se hace notable sino hasta después de cinco años. El tallo es de tipo decumbente; sin embargo, es posible encontrar palmas con tallos que son, si no totalmente verticales, sí lo suficiente como para considerarlos erectos; el diámetro de la base oscila entre 15 y 30 cm. Estos palmares se encuentran en forma de grandes manchones o matorrales separados uno de otro, compuestos de una palma principal (con tallo desarrollado), rodeado de palmas secundarias (sin tallo desarrollado), cuyo número es variable de acuerdo a la edad de la principal y al grado de perturbación del lugar. Esta forma de crecimiento obedece a que la palma principal o primaria es un individuo adulto que ha originado por reproducción vegetativa a partir de su tallo una gran cantidad de palmas hijas, por lo que se le reconoce a aquella como individuo maduro y a estas últimas como jóvenes.

En el paraje La Tigra, cercano a San Pedro Las Palmas, municipio de Jolalpan en la Mixteca Poblana, García y Razo (1991) describen un palmar ubicado a una altitud de 1292 m con exposición noreste y pendiente de 30%. El sustrato geológico es de roca caliza, afloran grandes extensiones de caliche, de color beige y la estratificación es en forma masiva. El suelo es de tipo Rendol, muy somero, de color negro, con abundancia de piedras pequeñas y una profundidad de 13 cm; el pH es alcalino, pobre en materia orgánica, bajo en nitrógeno y en fósforo y alto en potasio. La clase textural corresponde a franco-arcilloso. El análisis mineralógico del suelo presentó los siguientes componentes: obsidiana, olivino, cuarzo, horblenda, apatita, magnetita, vidrio volcánico, tridimita y feldespatos.

En el cuadro 27 se registran los parámetros ecológicos obtenidos al efectuar un muestreo ecológico en el paraje de referencia. De estos resultados se concluye que la especie más

abundante es la palma *Brahea dulcis*, la cual alcanza un valor de importancia de 52.49 ; mientras que las demás especies que se registran en el muestreo poseen valores inferiores. Escasamente se observan especies de porte arbóreo como *Acacia bilimekii* y *Mimosa benthamii*.

En el estrato herbáceo se encuentran *Ageratum houstonianum*, *Aristida adscensionis*, *Cnidocolus angustidens*, *Dalea greggii*, *Dorstenia drakeana*, *Lantana achyranthifolia*, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium gracile*, *Polygala rivinifolia*, *Sanvitalia procumbens*, *Setaria grisebachii*, *Simsia sanguinea*, *Tithonia tubaeformis* y *Tridax coronopifolia*.

Guízar *et al.* (2010) registran esta asociación en el municipio de Chila de las Flores, 4 km al norte del poblado Yucunduchi, próximo a la carretera Acatlán-Huajuapán, sobre sustrato de rocas calizas, en ladera con exposición este, 25 % de pendiente y una altitud de 1840 m. La presencia de la palma en esta parte de Mixteca 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 por 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 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.

Cuadro 27. Parámetros estructurales del estrato arbustivo del palmar de *Brahea dulcis* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia
1	<i>Brahea dulcis</i>	68.58	70.47	18.42	52.49
2	<i>Eupatorium callophyllum</i>	8.76	7.87	12.12	9.58
3	<i>Cordia curassavica</i>	6.04	5.62	15.15	8.93
4	<i>Stachytarpheta velutina</i>	4.53	3.37	12.12	6.67
5	<i>Waltheria americana</i>	3.32	4.49	6.06	4.62
6	<i>Verbesina abscondita</i>	1.51	1.12	6.06	2.89
7	<i>Lantana hirta</i>	1.81	1.12	6.06	2.99
8	<i>Rhus terebinthifolia</i>	0.91	1.12	6.06	2.69
9	<i>Mimosa chaetocarpa</i>	0.91	1.12	6.06	2.69
10	<i>Salvia breviflora</i>	2.11	2.25	3.03	2.46
11	<i>Neopringlea viscosa</i>	0.91	1.12	3.03	1.68
12	<i>Croton ciliato-glanduliferus</i>	0.30	0.22	3.03	1.18
13	<i>Vernonia salicifolia</i>	0.30	0.22	3.03	1.18
	TOTAL	99.99	100.10	100.20	100.05

Cuadro 28. Análisis físicos y químicos de suelo del estrato arbustivo del palmar de *Brahea dulcis* en el municipio de Jolalpan, Puebla.

Profundidad (cm)	Color	Pedregosidad	Reacción al HCL	Textura			Clase textural
				Arena%	Limo %	Arcilla%	
0-8	Negro	Pequeñas y abundantes	Fuerte	38.2	29.5	32.3	Franco arcilloso
Profundidad (cm)	pH 1:2	M.O. %	N.T. %	P (ppm)	K (ppm)	MINERALOGÍA	
0-8	8.2	Escasa	0.83	3	136	Obsidiana, olivino, cuarzo, horblenda, apatita, magnetita, vidrio volcanico, tridimita y feldespatos.	

Fisonómicamente, se reconoce a estas comunidad como un matorral denso con una altura de las palmas que no sobrepasa los dos metros, aunque algunos individuos de tallos altos pueden alcanzar 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*, *Dodonaea viscosa*, *Echinopterys eglandulosa*, *Fraxinus purpusii*, *Helietta lucida*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa aculiaticarpa*, *Montanoa salicifolia*, *Neopringlea integrifolia*, *Portlandia mexicana*, *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 (Cuadro 33) destacan *Dodonaea viscosa*, *Quercus glaucoides*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Montanoa salicifolia*, *Fraxinus purpusii* y *Helietta lucida*, entre otras.

En el estrato herbáceo las especies más abundantes son: *Baccharis sordescens*, *Cestrum oblongifolium*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Dalea leucosericea*, *Lantana camara*, *Lippia oaxacana*, *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*.

En un palmar de la Mixteca Oaxaqueña localizado en el municipio de Ixpantepec Nieves, distrito de Silacayoapan, Ponce *et al.* (1997) describen la presencia de un palmar en una loma de pendiente uniforme que fluctúa entre 25 a 30%. El material parental corresponde a una roca

caliza tipo dolomita que es rica en calcio y magnesio; mismo que al liberarse de la roca son elementos que las plantas aprovechan para nutrición.

La composición florística de este tipo de palmar puede ser manifiesta únicamente en el estrato superior por la palma, sin embargo, se observa en amplias extensiones mezclada con elementos neotropicales correspondientes al bosque tropical caducifolio entre los que sobresalen: *Acacia bilimekii*, *Ipomoea wolcottiana*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Mimosa benthamii*, *Ptelea trifoliata*, *Piscidia grandifolia* var. *gentryi* y *Yucca periculosa*.

Cuadro 29. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación de *Brahea dulcis* en Chila de las Flores, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Brahea dulcis</i>	21.35	58.69	13.16	31.07
2	<i>Dodonaea viscosa</i>	11.24	00.91	10.53	7.56
3	<i>Quercus glaucooides</i>	2.25	13.86	2.63	6.25
4	<i>Juniperus flaccida</i> var. <i>poblana</i>	3.37	10.57	3.95	5.96
5	<i>Montanoa salicifolia</i>	7.87	00.49	9.21	5.85
6	<i>Fraxinus purpusii</i>	6.74	01.2	7.89	5.28
7	<i>Helietta lucida</i>	4.49	0.83	5.26	3.53
8	<i>Senna holwayana</i>	4.49	0.38	5.26	3.38
9	<i>Krameria cytisoides</i>	3.37	0.39	3.95	2.57
10	<i>Neopringlea integrifolia</i>	3.37	0.39	3.95	2.57
11	<i>Mimosa aculiaticarpa</i>	3.37	0.24	3.95	2.52
12	<i>Bauhinia angulata</i>	3.37	0.18	3.95	2.50
13	<i>Echinopterys eglandulosa</i>	3.37	0.15	3.95	2.49
14	<i>Quercus magnoliifolia</i>	1.12	4.73	1.32	2.39
15	<i>Viguiera sphaerocephala</i>	3.37	0.35	2.63	2.12
16	<i>Calliandra hirsuta</i>	3.37	0.25	2.63	2.08
17	<i>Actinocheita filicina</i>	2.25	0.6	2.63	1.83
18	<i>Rhus mollis</i>	2.25	0.47	2.63	1.78
19	<i>Pistacia mexicana</i>	1.12	2.86	1.32	1.77
20	<i>Wimmeria microphylla</i>	1.12	0.89	2.63	1.55
21	<i>Zanthoxylum arborescens</i>	2.25	1.08	1.32	1.55
22	<i>Acacia bilimekii</i>	1.12	0.23	1.32	0.89
23	<i>Portlandia mexicana</i>	1.12	0.13	1.32	0.86
24	<i>Senna andrieuxii</i>	1.12	0.06	1.32	0.83
25	<i>Karwinskia mollis</i>	1.12	0.06	1.32	0.83
	Total	100	100	100	100

Cuadro 30. Análisis físicos y químicos del suelo de la asociación *Brahea dulcis* en Chila de las Flores, Puebla.

Profundidad (cm)	Dap g/cm ³	DR g/cm ³	Color		Textura			Clase textural
			En seco	En húmedo	Arena %	Limo %	Arcilla %	
0-30	1.25	2.20	2/0 2.5 Y negro	2/0 7.5 YR negro	24	11	65	arcilloso
Profundidad (cm)	pH		MO	NT	P	K	CIC	
0-30	7.52		12.71	0.63	_____	180	76.75	

El estrato arbustivo se encuentra representado por las especies siguientes: *Acalypha phleoides*, *Agave angustifolia*, *Amelanchier denticulata*, *Brahea dulcis*, *Brickellia veronicifolia*, *Brongniartia argentea*, *Calliandra hirsuta*, *Cordia curassavica*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Dodonaea viscosa*, *Eupatorium callophyllum*, *Galphimia glauca*, *Gymnosperma glutinosa*, *Karwinskia umbellata*, *Lantana hirta*, *L. hispida*, *L. velutina*, *Lasianthaea helianthoides*, *Machaonia lindeniana*, *Mimosa chaetocarpa*, *Neopringlea viscosa*, *Otopappus epalaceus*, *Pithecellobium elasticophyllum*, *Polygala berbeyana*, *Polygala rivinifolia*, *Ptelea trifoliata*, *Rhus pachyrrhachis*, *Rhus terebintifolia*, *Ruellia nudiflora*, *Salvia breviflora*, *Salvia riparia*, *Sessilanthera heliantha*, *Solanum lanceolatum*, *Stachytarpheta velutina*, *Tecoma stans*, *Tridax coronopifolia*, *Turnera diffusa*, *Verbesina abscondita*, *Vernonia salicifolia*, *Waltheria americana*, *Zanthoxylum liebmannianum*.

El estrato herbáceo presenta especies anuales que aparecen durante la temporada de lluvias, lo que se traduce en una alta diversidad florística. Destacan las especies siguientes: *Acalypha phleoides*, *Ageratum houstonianum*, *Aristida adscencionis*, *Brassica campestris*, *Cnidocolus angustidens*, *Cuphea wrightii* var. *wrightii*, *Dalea greggii*, *Dorstenia drakeana*, *Echeandia pringlei*, *Echites microcalix*, *Euphorbia peplus*, *Gomphrena decumbens*, *Haplophyton cenerium*, *Hybanthus verbenaceus*, *Kallstroemia maxima*, *Lantana achyranthifolia*, *Linum*

pringlei, *Loeselia glandulosa*, *Melampodium gracile*, *Polygala barbeyana*, *Polygala rivinifolia*, *Ruellia nudiflora*, *Sanvitalia procumbens*, *Sessilanthera heliantha*, *Setaria grisebachii*, *Simsia sanguinea*, *Tithonia tubaeformis* y *Tridax coronopifolia*.

En el paraje Loma Prieta al sur de San Vicente Coyotepec, en el presente estudio se observó un palmar de *Brahea dulcis* acompañado de *Yucca periculosa*, sobre terrenos casi planos sobre sustrato geológico de origen sedimentario de calizas y suelos poco profundos, compactos, con micro y macroagregados, presencia de raíces finas escasas, densidad aparente y densidad real media, coloración negra y textura arcillosa; pH alcalino, extremadamente rico en materia orgánica y en nitrógeno, alto contenido en potasio y una capacidad de intercambio catiónico muy alta.

En esta comunidad además de *B. dulcis* predominan especies arbustivas y herbáceas anuales que abundan en época de lluvias entre las que se encuentran *Cordia curassavica*, *Brickellia veronicifolia*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Melampodium gracile*, *Florestina pedata*, *Sclerocarpus uniserialis*, *Dyssodia papposa*, *Martynia annua*, *Spermacoe podocephala*, *Gomphrena decumbens*, *Anoda cristata*, *Crusea diversifolia*, *Dichondra argentea*, *Polygala barbeyana*, *Crotalaria pumila*, *Bouteloua triaena*, *Ipomoea purpurea*, *Aristida adscensionis*, *Bouchea prismatica* y algunas trepadoras como *Ipomoea* sp. y *Echinopepon coulteri*.

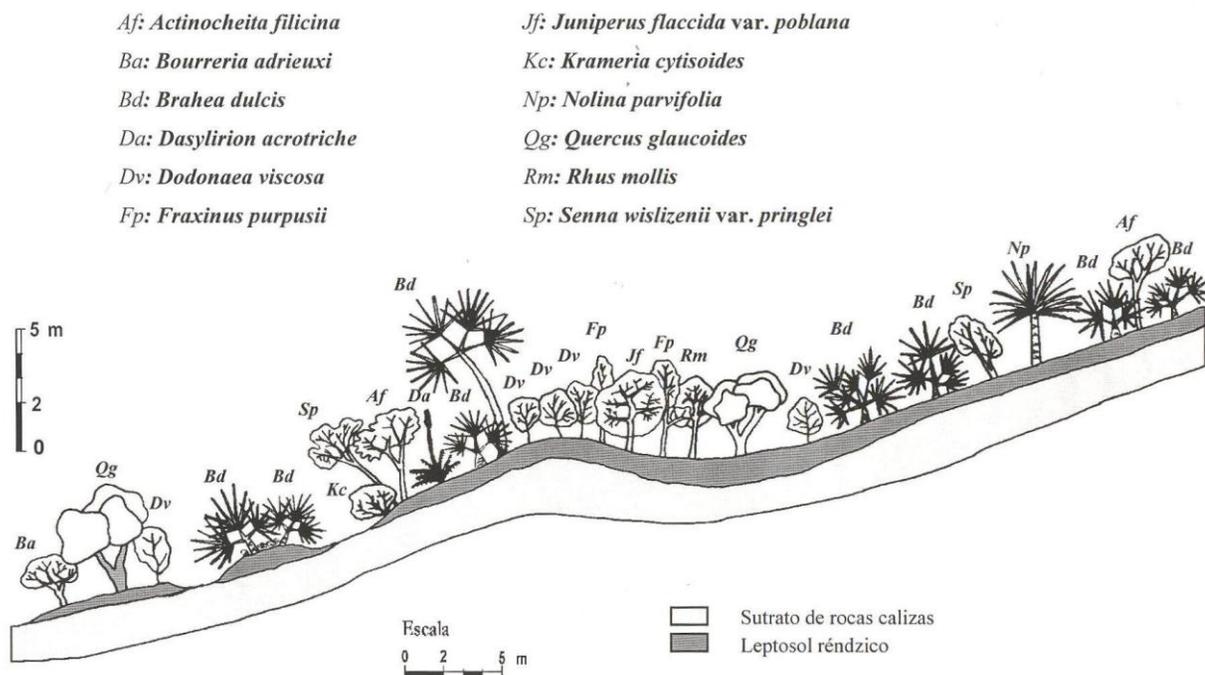


Figura 8. Perfil semirrealista de la asociación *Brahea dulcis* en el municipio de Chila de las Flores, Puebla.

6.2.4. 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.

Cruz y Rzedowski (1980) consideran que esta comunidad vegetal se restringe a los fondos de las barrancas y arroyos principales de la cuenca del Río Tepelmeme, en el estrato arbóreo se

encuentran especies como: *Alnus acuminata* spp. *glabrata*, *Fraxinus uhdei* y *Salix* sp.; en algunos sitios puede llegar a observarse un estrato arbustivo formado por: *Senecio salignus*, *Mimosa biuncifera*, en ocasiones *Arundo donax* y *Eysenhardtia polystachya*. En sitios con mayor humedad pueden encontrarse *Typha angustifolia* y *Eleocharis* sp., entre otras.

6.2.4.1. Asociación *Populus-Salix-Taxodium*

Esta asociación se le 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, a una altitud de 1380 m y una pendiente menor de 5 %. Esta asociación está constituida por árboles grandes con alturas que pueden ser superiores a los 24 m y diámetros de hasta más de 2 m, predominando los de 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 (Fig. 9). En algunas secciones del río se encuentra *Populus mexicana* ssp. *mexicana* junto con *Salix humboldtiana*, y en otras domina *Taxodium mucronatum* 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*.

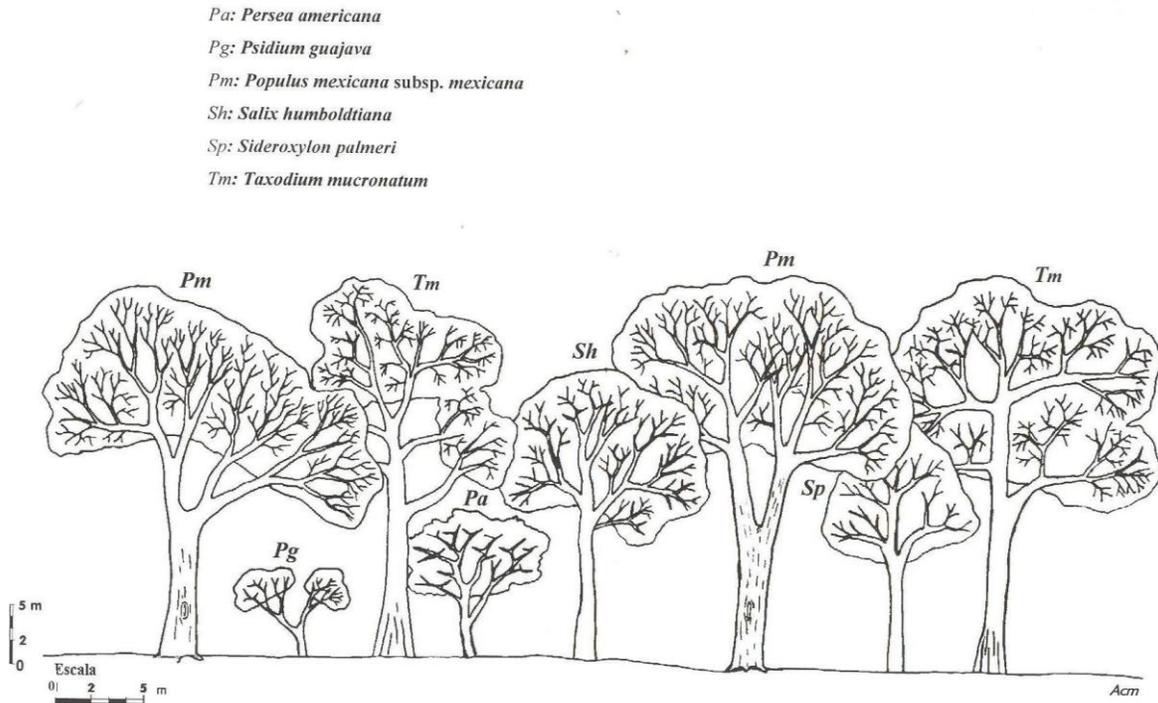


Figura 9. Perfil semirrealista de la asociación *Populus mexicana* – *Salix humboldtiana* en el municipio de Petlalcingo, Puebla

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 de 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 el dosel 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 Ilamacingo y Tecomatlán, 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.



Fig. 10. Vista panorámica del bosque tropical bajo caducifolio en el municipio de Jolalpan, Puebla.



Fig. 11. Vista interior del bosque tropical bajo caducifolio en el municipio de Patlalcingo, Puebla.



Fig. 12. Bosque mediano perennifolio ripario en las márgenes del río Mixteco Tecamatlán, Puebla.



Fig. 13. Bosque tropical bajo de durifolios en el municipio de Jolalpan, Puebla.

6.3. Zonas templadas

6.3.1. Bosque templado mediano de linearifolios

Este tipo de vegetación corresponde a los bosques de *Abies* existentes en México, su distribución es en extremo dispersa y localizada, confinada a sitios de alta montaña, por lo común entre 2 400 y 3 600 m de altitud; en la mayor parte de los casos estas comunidades vegetales se presentan en forma de manchones aislados, muchas veces restringidos a un cerro, a una ladera o a una cañada. Su extensión en el país representa apenas 0.16 % de su territorio (Flores *et al.*, 1971).

Fisionómicamente es una comunidad arbórea con los elementos dominantes de 20 y 40 m de alto, las copas de los árboles presentan de ordinario un contorno triangular y se ramifican desde niveles relativamente bajos; en condiciones naturales suele ser denso, lo que crea condiciones de penumbra a niveles inferiores y el desarrollo de los estratos arbustivo y herbáceo puede ser bastante limitado. Los componentes arbóreos dominantes son perennifolios y de hojas lineares. Las epifitas se limitan por lo común a líquenes y musgos, pudiendo en ocasiones ser muy abundantes; las trepadoras son en general escasas.

En la Mixteca Alta Oaxaqueña se encontró un manchón correspondiente a este tipo de vegetación que se describe a continuación.

6.3.1.1. Asociación *Abies hickelii* var. *oaxacana*

Esta asociación se encontró de manera restringida en el cerro Ndubayosotusáa, 8 km al suroeste de la cabecera municipal de San Esteban Atatlauca y en colindancia con el municipio de Santo Tomás Ocotepec, a una altitud de 3160 m y exposiciones suroeste y noroeste.

La estructura del arbolado tiene un promedio de 28 m de alto, con elementos sobresalientes de hasta 32 m, en los que sobresalen los individuos de *Abies* (Cuadro 31); el estrato arbustivo de 1.5 a 4 m de alto es denso por la presencia de plantas del género *Senecio*. En el interior del bosque no hay regeneración de las especies arbóreas. La presencia de *Pinus ayacahuite* es escasa. Esta masa forestal no se encuentra bajo aprovechamiento comercial. La especie parásita *Arceuthobium globosum* es frecuente en árboles de *Pinus pseudostrobus* y *Abies hickelii* var. *oaxacana*.

Cuadro 31. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Abies hickelii* var. *oaxacana* en el municipio de San Esteban Atlatlauca, Oaxaca.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Abies hickelii</i> var. <i>oaxacana</i>	96.42	90.95	80	89.12
2	<i>Pinus pseudostrobus</i>	3.57	9.05	20	10.87
	TOTAL	99.99	99.99	100	100

6.3.2. Bosque templado mediano de aciculifolios

Este tipo de vegetación corresponde a lo que se conoce como pinares, se les encuentra en un intervalo ecológico amplio, en lo que se refiere a las características de los suelos y a las condiciones climáticas; su rango altitudinal es de 300 a 4 000 m, estando su área de distribución por lo general en correspondencia a las principales cadenas montañosas del país.

Son comunidades representadas por árboles del género *Pinus* que en su madurez fisiológica alcanzan alturas de 20 a 30 m de alto, una forma del tronco recto, monopódica, ramificación típica en verticilos, suelen poseer una poda natural lo que deja ver un fuste limpio y la presencia de una copa más o menos hemisférica característica; hojas aciculares o en forma de aguja,

perennes. La densidad de los bosques es variable, desde cerrados hasta más comúnmente abiertos y con buena penetración de luz hasta el sotobosque.

En la zona montañosa de la región Mixteca suele encontrarse este tipo de vegetación y con esta denominación cuando la presencia de los pinos es ampliamente dominante sobre otras especies arbóreas. A continuación se señalan las asociaciones registradas en el área de estudio.

6.3.2.1. Consociación *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*

Esta asociación la registró García (1983) en las montañas al sureste de San Andrés Lagunas y al norte de Guadalupe Tixá en el Distrito de Teposcolula, Oaxaca, dentro de un rango altitudinal de 2 270 a 2 400 m; se presenta en sitios protegidos, de topografía ondulada o semiplana de las montañas, sobre un sustrato geológico derivado de calizas y de origen ígneo, sobre suelos someros y pedregosos, con una coloración que va de café claro a café rojizo y una textura que va de franco a arcilloso, pH de neutro a alcalino, rico en materia orgánica, contenido medio y alto en calcio y bajo en fósforo.

Se constituye en una comunidad abierta o moderadamente abierta, con la predominancia de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*, con alturas de entre 12 y 15 m, de fuste delgado, limpio y una copa en el tercio superior; otras especies arbóreas presentes de manera poco frecuente son *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Arbutus xalapensis* y *Cedrela oaxacensis* que no rebasan los 8 m de alto. El estrato arbustivo es escaso y está formado por especies aisladas de 2-3 m de alto entre las cuales se encuentran: *Acacia schaffneri*, *Amelanchier denticulata*, *Cercocarpus fothergilloides*, *Dodonaea viscosa*, *Comarostaphylis polifolia*, *Baccharis heterophylla*, *Brahea dulcis*, *Ceanothus coeruleus*, *C. gregii*, *Garrya ovata*, *Mimosa lacerata*, *Rhus standleyi*, *R. virens* subsp. *purpusii* y *Vauquelinia australis*. El estrato herbáceo está compuesto por especies como:

Baccharis ramulosa, *Bouvardia longiflora*, *Eragrostis ciliaris*, *Ranunculus pilosus*, *Salvia fruticulosa*, *S. scorodoniifolia*, *Polygala obscura*, *Salvia thykoides*, *S. villosa*, *Satureja macrostema*, *Setaria geniculata*, *Solanum lanceolatum*, *Valeriana laciniosa*, *Astragalus micranthus*, *Bouteloua radicata*, *Plantago linearis* var. *oaxacana*, *Polygala pterocarya*, *Pseuderanthemum praecox*, *Relbunium microphyllum*, *Rhynchosia senna*, *Sisyrinchium angustifolium*, *S. bracteatum*, *Spiranthes graminea*, *S. speciosa*, *Stenandrium dulce*, además se presentan algunas especies de plantas crasas como *Agave potatorum*, *Ferocactus recurvus*, *Mammillaria collina*, *M. conspicua*, *M. martinezii*, *Coryphanta radians* var. *pseudoradians* y *Sedum liebmannianum* y como epífitas destacan *Pleopeltis macrocarpa* var. *interjecta* y *Tillandsia usneoides*.

En la sierra de Tidaá, cercano a la población de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, se encontró en la base de este sistema montañoso, una comunidad de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* en una altitud de 2 430 m, sobre un sustrato geológico de origen sedimentario y suelos medianamente profundos, arenosos con macroagregados, raíces finas y medias abundantes, friable de poca consistencia, densidad aparente media, color café muy pálido a gris claro y textura franca; pH alcalino, pobre en materia orgánica, medio en nitrógeno, bajo en fósforo, alto en potasio y una capacidad de intercambio catiónico alta.

Esta comunidad presenta como especie dominante a *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* con presencia en el estrato arbustivo de *Arctostaphylos pungens*.

Cuadro 32. Resultados de los análisis físicos y químicos del suelo en la consociación *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* en San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca.

Profundidad	Dap g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
		En seco	En húmedo				
0-30 cm	1.16	10 YR 8/2 café muy pálido	10 YR 7/2 gris claro	36.72	46.0	17.28	Franca
Profundidad	PH 1:2	MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	CIC C mol (+) kg ⁻¹	
0-30 cm	8.29	1.13	21	3.27	2.14	23.32	

6.3.2.2. Asociación *Pinus pringlei*

Una comunidad vegetal representativa de esta asociación se observó en Rancho Ndute nduzo, ubicado a 2 km al noreste de San Esteban Atlatlauca, municipio San Esteban Atlatlauca en el distrito de Tlaxiaco, en una altitud de 2 620 m y exposiciones sur, sureste y suroeste. El arbolado tiene una altura promedio de 18 m, muy ramificado. El sotobosque no posee un estrato herbáceo y arbustivo, con sólo la presencia de un mantillo superficial de ocochal o acículas de pino.

En el paraje Tres Barrancas, terrenos comunales de San Martín del Estado, municipio de Silacayoapan, distrito de Silacayoapan, Oaxaca se registró una comunidad vegetal de *Pinus pringlei* teniendo un valor de importancia alto (Cuadro 33); creciendo a una altitud de 1 900 m, en una ladera de exposición noreste y 10 % de pendiente.

En el estrato arbóreo se encontraron *Agarista mexicana* var. *pinetorum*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus acutifolia* y *Quercus crassifolia*. En el estrato arbustivo se presentó *Comarostaphylis polifolia*. En el estrato herbáceo se registraron *Bouvardia* aff. *scabrida*, *Brongniartia intermedia*, *Cheilanthes pyramidalis*, *Euphorbia* spp., *Milla biflora*, *Oxalis alpina*, *Salvia* aff. *Hyptoides*, y sobre árboles de *Quercus*, la especie parásita *Struthanthus* aff. *orbicularis*.

Cuadro 33. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación de *Pinus pringlei* en San Martín del Estado, municipio de Silacayoapan, distrito de Silacayoapan, Oaxaca.

Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	V.I
<i>Pinus pringlei</i>	60.87	74.07	55.56	63.50
<i>Quercus crassifolia</i>	34.78	25.39	33.33	31.17
<i>Juniperus flaccida</i>	4.35	0.54	11.11	5.33
Total	100	100	100	100

6.3.2.3. Asociación *Pinus pseudostrobus*

Esta asociación vegetal se observó en Rancho Ndute nduzo, 2 km al noreste de San Esteban Atatlauca, municipio San Esteban Atatlauca, distrito de Tlaxiaco, Oaxaca; en una altitud de 2 640 m y exposición noroeste. Los árboles dominantes de *Pinus pseudostrobus* (Cuadro 34) tienen una altura de hasta 30 m y se asocian con individuos de *Pinus teocote*. No existe estrato arbustivo definido ni evidencia de regeneración de las especies arbóreas.

Los elementos arbustivos y herbáceos que se registraron en el muestreo son los siguientes: *Acourtia* aff. *turbinana*, *Cheilanthes pyramidalis*, *Erigeron* sp., *Eupatorium muelleri*, *Monnina ciliolata*, *Passiflora exudans*, *Penstemon campanulatus*, *Pteridium aquilinum*, *Salvia elegans*, *S. lavanduloides*, *Stevia hirsuta*, *Stipa constricta* y *Verbesina* aff. *lindenii*.

Cuadro 34. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Pinus pseudostrobus* en San Esteban Atatlauca, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca.

Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	V.I.
<i>Pinus teocote</i>	17.86	4.94	16.67	13.15
<i>Pinus pseudostrobus</i>	78.57	94.84	66.67	80.02
<i>Juniperus flaccida</i>	3.57	0.23	16.67	6.82
Total	100	100	100	100

6.3.3. Bosque templado mediano de aciculidurifolios

Este tipo de vegetación es muy común en las regiones montañosas de México, constituye una mezcla de elementos del género *Pinus* y *Quercus*, donde la predominancia la tiene el primer género y en la asociación pueden presentarse una o más especies de encinos. En su estructura sobresalen los árboles perennifolios de pino con sus copas de forma hemisférica y sus hojas aciculares, que contrastan con las hojas anchas de los encinos. Flores *et al.* (1971) señalan una distribución muy amplia con una superficie estimada de 269 449.60 km².

6.3.3.1. Asociación *Pinus teocote* – *Quercus crassifolia*

En la comunidad de Minas Llano Verde, municipio de San Jerónimo Sosola, Distrito de ETLA, Oaxaca, se encontró esta asociación, en el paraje conocido como “Mogote del Angel” a una altitud de 2180 m. Aunque se localiza en el límite del área de estudio, se procedió a su registro debido a que es representativa de las montañas del distrito de Nochixtlán.

Esta comunidad vegetal se encuentra en laderas y lomeríos, entre los límites de la Mixteca y los Valles Centrales, sobre un sustrato geológico de origen metamórfico de esquistos, con suelos jóvenes, someros y delgados, arenosos, con macroagregados, motes blancos, con hojarasca sin descomponer, raíces medias y finas abundantes, con una densidad aparente media, coloración de amarillento oscuro a gris muy oscuro y una textura que corresponde a franco-arenosa; pH ligeramente ácido, muy pobre en materia orgánica, medio en nitrógeno, bajo en fósforo, pobre en potasio y una capacidad de intercambio catiónico que corresponde a baja. De manera general son suelos con buen drenaje.

De acuerdo al muestreo ecológico (Cuadro 35), las especies dominantes en el estrato arbóreo son *Pinus teocote*, *Quercus crassifolia*, *Q. magnoliifolia* y *Arbutus xalapensis*; presencia escasa de *Quercus mexicana* y *Juniperus flaccida*. En el estrato arbustivo se encuentran especies como: *Acacia pennatula*, *Arctostaphylos pungens* y algunas herbáceas como *Phlebodium aureum*, *Cirsium* sp. y parásitas como *Psitacanthus* aff. *ramiflorus* y *Phoradendron reichenbachianum*, además resalta la presencia de epífitas como *Tillandsia usneoides* y *Tillandsia calothyrsus*, y una cactácea colgante *Aporocactus conzattii*.

Esta asociación también se registró en una franja de la base del cerro Zaha Dagna (“pie de mi hijo”), en la parte sur de la comunidad de San Pedro Tidaá, municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca, en una altitud de 2 440 m, en laderas con pendientes pronunciadas, orientación norte, en un sustrato geológico de origen sedimentario y suelos poco desarrollados, con raíces finas y medias abundantes; abundante materia orgánica sin descomponer, una densidad aparente alta, una coloración café pálido y una textura correspondiente a franco arenosa; pH muy ácido, pobre en materia orgánica, medio en nitrógeno, bajo en fósforo, extremadamente rico en potasio y una capacidad de intercambio catiónico baja; resalta la presencia de motes blancos; estos suelos presentan buen drenaje.

La especie dominante es *Pinus teocote* con individuos de hasta 16 m de alto, muy ramificados y como especies acompañantes en el estrato arbóreo se encuentran *Pinus pseudostrobus*, *Quercus magnoliifolia* y *Q. acutifolia*. En el estrato arbustivo destaca la presencia de *Amelanchier denticulata*, *Comarostaphylos polifolia*, *Baccharis heterophylla* y *Arctostaphylos pungens*.

Cuadro 35. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Pinus teocote* – *Quercus crassifolia* en Minas Llano Verde, municipio de San Jerónimo Sosola, Oaxaca.

No.	Especie	Densidad Relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Pinus teocote</i>	54.76	74.77	48.85	57.46
2	<i>Quercus crassifolia</i>	26.19	7.49	28.56	20.74
3	<i>Quercus magnoliifolia</i>	16.67	13.77	21.42	17.28
4	<i>Arbutus xalapensis</i>	2.38	3.98	7.14	4.50
	TOTAL	100	104.25	105.97	99.98

Cuadro 36. Resultados de los análisis físicos y químicos del suelo de la asociación *Pinus teocote-Quercus crassifolia* en Minas Llano Verde, municipio de San Jerónimo Sosola, Oaxaca.

Profundidad (cm)	Dap g/cm ³	DR g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
			En seco	En humedo				
0-30			10YR 4/1 café amarillent o obscuro	10YR 3/1 gris muy obscuro	80.72	14.0	5.28	Franca – arenosa
Profundidad (cm)	PH 1:2	MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	CIC C mol (+) kg ⁻¹		
0-30	6.51	0.50	28	7.56	68	8.11		

Cuadro 37. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Pinus teocote-Quercus crassifolia* en el municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca.

Profundidad	Dap g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
		En seco	En humedo				
0-30 cm	1.47	10 YR 7/3 café muy pálido	10 YR 7/4 café muy pálido	62.72	18.56	18.72	Franca arenosa
Profundidad	PH 1:2	MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	CIC C mol (+) kg ⁻¹	
0-30 cm	5.29	1.51	35	6.40	152	5.07	

6.3.3.2. Asociación *Pinus lawsonii* – *Quercus urbanii*

Esta asociación la registra Reyes (1993) en el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juchitán, Oaxaca en un rango altitudinal de 1 760 a 2 250 m; en un sustrato geológico de rocas metamórficas del Paleozoico que afloran visiblemente en el sitio; los suelos son someros pertenecientes al tipo Litosol y Luvisol Crómico, de textura limosa y de coloración roja, muy susceptibles a la erosión. El clima corresponde a un (A)C(W'') (W) big, semicálido, el más cálido de los templados sin presencia de heladas.

El estrato arbóreo es de una altura de 6 a 20 m, estando constituida por las especies *Pinus lawsonii*, *Pinus pringlei*, *Arbutus xalapensis*, *Comarostaphylis polifolia*, *Quercus castanea*, *Quercus peduncularis* y *Q. glaucooides*. En el estrato arbustivo se presentan *Calliandra hirsuta*, *Archibaccharis hirtella* y *Eupatorium bellidifolium*. El estrato herbáceo está compuesto por *Ainea conzatti*, *Cyperus* sp., *Schizachyrium brevifolium*, *S. tenerum* y *Tephrosia pringlei*.

6.3.3.3. Asociación *Pinus leiophylla* – *Quercus laeta*

Reyes (1993) menciona esta asociación vegetal para el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juchitán, Oaxaca, dentro de un intervalo altitudinal de 2 000 a 2 600 m, sobre rocas metamórficas del Jurásico Superior de tipo sedimentario; el suelo es un Regosol Eútrico con una coloración amarillo-negruzca. El clima es un C(w'') (w) big, templado subhúmedo con lluvias en verano y vientos dominantes también en el verano que soplan de sur a norte.

El estrato arbóreo varía de 10 a 30 m de altura, estando constituido por las especies *Pinus leiophylla*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus*, *P. devoniana*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, *Quercus laeta*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Alnus jorullensis* subsp. *lutea*, *A.*

acuminata subsp. *glabrata* y *Arbutus xalapensis*. En el estrato arbustivo se encuentran *Quercus frutex*, *Eupatorium areolare*, *Comarostaphylis spinulosa*, *Crataegus mexicana*, *Cestrum anagyris* y *Salvia* spp. El estrato herbáceo está constituido por *Erythrina horrida*, *Salvia cinnabarina*, *S. polystachya*, *S. lavanduloides*, *Muhlenbergia emersleyi*, *Evolvulus prostratus*, *Begonia pedata*, *Cuphea cyanea*, *Psacalium amplifolium*, *Echeandia oaxacana* y *Gnaphalium oxyphyllum*. Cabe señalar la presencia de *Conopholis alpina*, especie parásita de las raíces de los encinos.

6.3.3.4. Asociación *Pinus pringlei* – *Quercus elliptica*

Reyes (1993) señala la presencia de esta asociación en el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca en un rango altitudinal de 2250 a 2430 m, sobre un sustrato geológico de rocas sedimentarias de lutita-arenisca del Jurásico Inferior; los suelos son someros pertenecientes al tipo Litosol, de coloración rojizo-amarillenta, textura arcillosa y abundante pedregosidad.

La estructura del estrato arbóreo es de 5 a 20 m de altura, constituido por las especies *Pinus pringlei*, *P. montezumae*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus*, *P. devoniana*, *P. pseudostrobus* var. *apulcensis*, *Quercus elliptica*, *Q. laeta*, *Q. urbanii*, *Arbutus xalapensis*, *Clethra mexicana* y *Comarostaphylis polifolia*. En el estrato arbustivo se encuentran *Calliandra hirsuta*, *C. grandiflora*, *Arctostaphylos pungens*, *Baccharis heterophylla* y *Archibaccharis* sp. El estrato herbáceo se constituye por *Muhlenbergia rigida*, *Dichanthelium laxiflorum*, *Cosmos heterophylla*, *Iostephane heterophylla*, *I. trilobata*, *Bidens odorata*, *Tephrosia pringlei*, *Cyperus seslerioides*, *Desmodium orbiculare* y *Pteridium arachnoideum*.

Para el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca, Reyes (1993) señala la presencia de la asociación *Pinus devoniana-Quercus magnoliifolia* dentro de un rango altitudinal

de 1 740 a 2 200 m, con un patrón de distribución discontinuo, formando franjas de vegetación en localidades específicas dentro del municipio. El citado autor señala que el estrato arbóreo es bajo pues no rebasa los 12 m de altura, a diferencia de las otras asociaciones correspondientes al bosque templado mediano de aciculidurifolios de la región Mixteca. Las especies de árboles que constituyen esta asociación son *Pinus devoniana*, *Quercus magnoliifolia*, *Pinus lawsonii*, *P. oocarpa*, *P. montezumae*, *Arbutus xalapensis* y *Juniperus flaccida*.

6.3.4. Bosque templado mediano de durifolios

Este tipo de vegetación corresponde a los también denominados encinares señalados por Miranda y Hernández (1963); son bosques más o menos densos, con la predominancia de las especies del género *Quercus*. Estructuralmente son comunidades vegetales en las que los árboles llegan a alcanzar hasta 20 m de alto en promedio, una altura superior a ésta dependerá de la calidad del suelo y a un clima más húmedo para que tengan una mejor conformación en altura, diámetro y forma del tallo. Se reconocen por sus hojas anchas y coriáceas, la fenología se relaciona con las condiciones climáticas. Flores *et al.* (1971) estiman para el país una superficie de 108 490 km².

6.3.4.1. Asociación de *Quercus crassifolia*-*Arbutus xalapensis*

En la denominada sierra de Tidaá se encontró a esta asociación en el paraje Zaha Dagna, ubicado 2.5 km al oeste de San Pedro Tidaá, municipio del mismo nombre, correspondiente al distrito de Nochixtlán en el estado de Oaxaca, en una altitud de 2460 m.

Esta comunidad vegetal se desarrolla en laderas con orientación norte, con individuos de más de 15 m de alto, sobre un sustrato geológico de origen sedimentario con suelos poco desarrollados,

someros con abundante hojarasca sin descomponer, abundantes raíces medias y finas, con agregados poco compactos, densidad aparente alta, color de café amarillo claro a café amarillento y una textura que corresponde a franca-arenosa; pH muy ácido, rico en materia orgánica, alto en nitrógeno, bajo en fósforo, muy rico en potasio y una capacidad de intercambio catiónico baja. Estos suelos no presentan problema de drenaje.

De acuerdo al muestreo ecológico del estrato arbóreo (Cuadro 38) realizado en el paraje Zaha Dagna (“Pie de mi hijo” en mixteco), se trata de un bosque de *Quercus* en donde la especie dominante es *Quercus crassifolia* seguida de *Arbutus xalapensis*, *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Alnus acuminata* y *Eupatorium mairretianum*; otros elementos son *Cercocarpus macrophyllus* y *Litsea glaucescens*. En el estrato arbustivo se observan especies como: *Salvia elegans*, *Satureja macrostema*, *Rumfordia floribunda*, *Baccharis heterophylla* y *Vaccinium confertum*; y en el estrato herbáceo se encuentran especies como *Elaphoglossum petiolatum* y *Lobelia laxiflora*, además de parásitas como *Conopholis alpina*, *Phoradendron reichenbachianum* y una epífita *Encyclia aff. varicosa*.

Cuadro 38. Parámetros estructurales de la asociación *Quercus crassifolia*-*Arbutus xalapensis* en San Pedro Tidaá, municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca.

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Quercus crassifolia</i>	54.76	54.65	26.66	44.74
2	<i>Arbutus xalapensis</i>	23.80	17.33	26.66	22.28
3	<i>Quercus rugosa</i>	14.28	11.79	26.66	21.14
4	<i>Quercus laurina</i>	2.38	5.67	6.66	4.84
5	<i>Alnus acuminata</i>	2.38	1.34	6.66	3.41
6	<i>Eupatorium mairretianum</i>	2.38	0.68	6.66	3.19
		99.28	91.46	99.96	99.60

Cuadro 39. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus crassifolia*-*Arbutus xalapensis* en San Pedro Tidaá, municipio de San Pedro Tidaá, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca.

Profundidad	Dap g/cm ³	DR g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
			En seco	En humedo				
0-30 cm	1.35		10YR 6/4 café amarillento claro	10YR 5/4 café amarillento	60.72	24.00	15.28	Franca arenosa
Profundidad	PH 1:2	MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	CIC C mol (+) kg ⁻¹		
0-30 cm	5.30	3.03	42	6.29	140	9.63		

6.3.5. Bosque templado mediano de escuamifolios

Este tipo de vegetación en México es de distribución restringida y de un hábitat muy especializado, por lo general en cañadas y barrancas protegidas, dentro de los sistemas montañosos. La estructura del arbolado constituido principalmente por especies del género *Cupressus* llega a tener de 15 a 30 m de alto, son perennifolios, un follaje de tonalidad oscura, con un fuste cubierto totalmente de ramas desde la base y una copa cónica.

6.3.5.1. Consociación *Cupressus lusitanica*

Esta población de veinte árboles se encontró en el paraje Shini Nuuyiki (palo duro o resistente) del municipio de San Esteban Atlatlauca, distrito de Tlaxiaco. En una altitud de 2 680 m, con exposición noreste, pendiente de 15 % y suelo relativamente profundo. El conjunto de árboles se encuentra rodeado por una comunidad de *Pinus-Quercus*, los encinos corresponden a la especie *Quercus rugosa*. Los árboles de la especie *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica* la conocen

localmente como “nebro” y el promedio de éstos es de 20 m de alto y 58 cm de diámetro; con corteza externa fibrosa característica, muy ramificados.

6.3.6. Bosque templado mediano palmatifoliado

La presencia de este tipo de vegetación se encuentra determinado por el tipo de suelo en que se sustenta, al igual que el bosque tropical bajo palmatifoliado que fue abordado en el apartado de formaciones vegetales de zonas tropicales; diferenciándose en su estructura al presentar elementos dominantes de hasta 14 m de altura, además de tener una distribución geográfica restringida dentro de la región Mixteca.

6.3.6.1. Asociación *Brahea nitida*

Este tipo de palmar se localiza en la planicie que ocupa la comunidad de El Encinal, ejido Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán dentro de la Mixteca Poblana, además de un manchón importante ubicado en Santiago Nopala, municipio de San Martín Atexcal. Ambas poblaciones vegetales se les encuentra en una altitud de entre 1890 y 2300 m; el sustrato geológico lo constituyen rocas calizas aflorantes, el suelo es un regosol somero. El aspecto fisonómico lo domina la palma *Brahea nitida*, la cual destaca por tener alturas de hasta 12 m, sus típicas hojas en forma de abanico y sus inflorescencias péndulas adoptan formas arqueadas. En el estrato bajo se encuentran las parcelas con maguey pulquero, principal sustento de los pobladores de este valle. En el pasado se dice que esta zona era ganadera y abundaba el encino, el que fue eliminado en las partes bajas para la elaboración de carbón, indispensable para cocinar antes de la aparición de las estufas de petróleo.

Entre los componentes florísticos de los estratos arbustivos y herbáceos podemos distinguir los siguientes: *Acacia coulteri*, *Amelanchier denticulata*, *Brahea dulcis*, *Buddleia cordata*, *Citharexylum oleinum*, *Croton ciliatoglandulifer*, *Gymnosperma glutinosa*, *Karwinskia mollis*, *Nicotiana glauca*, *Nolina longifolia*, *Opuntia* sp., *Rhus mollis* y *Yucca periculosa*.

Este palmar se encuentra sobre unidades de suelo denominadas Regosol que en general son suelos que provienen de materiales no consolidados, excluyendo los materiales de texturas gruesas o que muestran propiedades flúvicas; no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ocrico o A úmbrico, carecen de propiedades gléyicas dentro de los primeros 50 cm, de las características de los Vertisoles o Andosoles y de propiedades sálicas. Los regosoles pertenecen a los suelos con perfil no diferenciado siendo del tipo AR, ACR, AC, A2C3C, pueden llegar a presentar un horizonte B incipiente.

Esta es una área de lomeríos suaves con pendiente promedio de 10 a 12%, donde la formación del suelo ha sido *in situ* y secundariamente por depósitos coluviales de las partes más altas, así como por aportación de materia orgánica proveniente de la escasa vegetación típica de esa zona. Los suelos descansan sobre un estrato de roca caliza a menos de 30 cm de profundidad, lo que le impone un pH alcalino.

Las condiciones de pH mayor de 7.5, temperaturas relativamente bajas (16-18°C), así como poca precipitación, generan la acumulación de materia orgánica en el primer horizonte del perfil, ya que el proceso de humificación en estas condiciones es lenta, lo cual se constata en esta unidad de suelos donde el resultado de laboratorio reporta hasta un 6.8% de M.O.

En esta unidad de suelos y dentro del ejido Santa Ana Teloxtoc, se reconoció la subunidad Regosol Calcárico, el cual es un regosol que muestra fuerte efervescencia al HCl al 10% en la mayor parte de la tierra fina o a una profundidad entre 20 y 50 cm o si contiene más de 2% de CaCO₃ equivalente. El perfil típico de esta unidad se ubicó en el lado sur del poblado El Encinal,

en la parte más plana del pequeño valle. El cuadro 44 describe este perfil relacionado a la unidad Regosol y de tipo calcárico.

Cuadro 40. Descripción de un perfil de suelo correspondiente a la unidad Regosol, subunidad Regosol calcárico sobre un palmar de *Brahea nitida* en los terrenos del ejido Santa Ana Teloxtoc, Puebla.

Horizontes	Profundidad (Cm)	Reacción A2 HCl	Reacción AL H ₂ O ₂	Textura al tacto	Color	Estructura	Consistencia
A1	0 – 30	Muy fuerte	Ligera	Arcillo-limosa	10YR ⁷ / ₁	Granular	Ligeramente duros.
C ₁	> 30	Muy fuerte	Nula	No determinada	7.5YR ⁸ / ₁		Muy dura, se rompe con el martillo.
Poros	Pedregosidad en el perfil	Presencia de fauna	Pedregosidad en la Sup.	Cutanes	Condición de humedad	Raíces	
Abundantes macro y microporos.	Limitado en profundidad por piedras continuas.	Se detectó una larva de gallina ciega.	50-60% de piedras en forma de guijarros de 20 a 30 cm de diámetro.	No observables.	Suelo seco al aire.	Abundantes de tamaño medio y finas.	
No determinados.	Se trata de un estrato rocoso.	No determinada		No observables.	Capa rocosa seca.	No determinadas.	

Tenorio (1997) señala la existencia del palmar de *Brahea nitida* en la cuenca del río Hondo, ubicada en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca, en una altitud de 2 440 m, de manera restringida en laderas y cimas de cerros; con un clima templado subhúmedo intermedio (Cw₁), estos palmares son de apariencia grisácea de hasta 10 m de alto que contrastan con los de *B. dulcis* por su color verde y su tamaño menor. La zona presenta una temperatura máxima de 21 y 24°C y una mínima de entre 3 y 6°C anual con presencia de heladas en los meses más fríos, una precipitación de entre 700 y 800 mm, crecen sobre un sustrato geológico de origen sedimentario tipo calizo y suelos someros tipo Leptosol Réndzico.

Cuadro 41. Análisis físicos y químicos de suelo del palmar de *Brahea nitida* en los terrenos del ejido Santa Ana Teloxtoc, Puebla.

Profundidad	Clase textural	Arena %	Limo %	Arcilla %	Dap g/cm ³	contenido de carbonatos (Meq/l)
> 30	migajón arcillo-limoso	18.92	43.28	37.80	1.02	0.82
Contenido de ácido carbónico (Meq/l)	CIC C mol (+) (Meq/100gr)	pH	MO %	N %	P (Ppm)	K (Meq/100g)
3.5	24.34	7.94	1.5	0.07	31.2	1.74

Las especies arbóreas asociadas a *Brahea nitida* son *Cercocarpus fothergilloides*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. obtusata* y *Vauquelinia australis*. El estrato arbustivo se encuentra de manera espaciada y sus individuos tienen hasta 2 m de alto; entre ellos se encuentran *Brogniartia foliolosa*, *Citharexylum tetramerum*, *Dalea bicolor* var. *canescens*, *Dipholis salicifolia*, *Malacomeles denticulata*, *Mimosa purpusii*, *Ptelea trifoliata* y *Rhus virens*. El estrato herbáceo de hasta 60 cm de alto se presenta principalmente en época de lluvias y entre las principales especies se encuentran *Acourtia scapiformis*, *Ageratum tomentosum*, *Sedum liebmannianum*, *Commelina diffusa*, *Cuphea aequipetala*, *Cyperus spectabilis*, *Dalea foliolosa* var. *citrina*, *Euphorbia tricolor*, *Eleocharis acicularis*, *Pilea microphylla*, *Porophyllum linaria*, *Tradescantia monosperma*, *Salvia tehuacana*, *Stachys eriantha* y *Tridax coronopifolia*; como rastreras se presentan *Antiphytum heliotropoides*, *Chamaesyce berteriana*, *Desmodium neo-mexicanum* y *Nama dichotomum* var. *pueblensis*. Como trepadoras leñosas se registraron *Ipomoea elongata*, *I. schaffneri*, *Galactia brachystachys* y *Passiflora suberosa*.

6.3.7. Bosque templado mediano ripario

Este tipo de vegetación es de una gran amplitud altitudinal y es de las características ya mencionadas en el apartado de tipos de vegetación de zonas tropicales, por lo que a continuación se procederá a señalar lo mencionado en la literatura sobre su presencia en la Mixteca Alta dentro de un intervalo altitudinal de 1 680 a 2 500 m.

No existen estudios detallados de esta formación vegetal desde el punto de vista fitosociológico, a continuación se presenta lo registrado para esta parte de la región.

6.3.7.1. Asociación *Alnus acuminata* – *Salix bonplandiana*

García (1983) menciona esta asociación para la vega del río Teposcolula dentro de un rango altitudinal de 2 100 a 2 150 m, en suelos limosos de color pardo claro con abundante materia orgánica; la presencia de esta cubierta vegetal se debe a las corrientes permanentes de agua por un lapso de hasta 8 meses. El estrato arbóreo se constituye por elementos de hasta 15 m de alto entre los que destacan *Alnus acuminata* subsp. *glabrata*, *Salix bonplandiana*, *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Fraxinus* sp., *Morus celtidifolia* y la introducida *Populus alba*. En tramos del río donde las corrientes son permanentes o el manto freático es elevado, suelen formarse masas puras de *Fraxinus* sp. de hasta 30 m de alto o poblaciones de *Taxodium mucronatum*.

La altura del estrato arbustivo es de 2 a 5 m, en su constitución se incluyen también especies de árboles jóvenes como *Cornus excelsa*, *Sambucus canadensis*, *Crataegus pubescens*, *Senecio salignus*, *Baccharis heterophylla*, *B. salicifolia*, y *Cestrum flavescens*; intercalados con los arbustos se encuentran herbáceas de hasta 1.5 m como *Bromus carinatus*, *Croton dioicus*, *Chenopodium graveolens*, *Equisetum laevigatum*, *Geranium seemannii*, *Lobelia laxiflora*,

Melampodium perfoliatum, *Ranunculus dichotomus*, *R. macranthus* var. *arsenei*, *Salvia concolor*, *Solanum douglassii*, *Stevia elatior*, *Thalictrum gibbosum* y *Tigridia pavonia*. Entre las trepadoras más abundantes se encuentran *Clematis dioica*, *Cologania ovalifolia*, *Cucurbita* sp., *Ipomoea* sp., *Maurandia scandens* y *Microsechium ruderale*.

Flores y Manzanero (1985), registran este tipo de vegetación en las márgenes del río Numi en el Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca, sobre suelos profundos de textura franca, pH ligeramente ácido, medianamente pobre en materia orgánica y en nitrógeno y con una capacidad de intercambio catiónico alta (Cuadro 42); señalan dos comunidades vegetales, una de *Taxodium mucronatum* y otra de *Alnus acuminata* ssp. *glabrata* que no llegan a mezclarse, sin embargo, ambas se establecen sobre el mismo sustrato y mismo tipo de suelo. Para las comunidades de *Taxodium mucronatum*, el estrato arbustivo está ausente y el herbáceo está representado por *Sisyrinchium bracteatum* y *Diastatea tenera*.

Cuadro 42. Análisis físicos y químicos de suelo en una comunidad de *Taxodium mucronatum* en el río Numi, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca (Flores y Manzanero, 1985).

Profundidad (cm)	Textura	PH	M.O %	NT %	CIC meq/100gr	C.C.%
0 – 20	Franco	6.5	1.52	0.098	36	41

6.3.7.2. Asociación *Taxodium mucronatum*-*Alnus acuminata*

Salas (1990) y Reyes (1993) reportan para el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca una asociación de *Taxodium mucronatum* – *Alnus acuminata* que se desarrolla en las orillas de los ríos o arroyos con corrientes más o menos permanentes en altitudes que van de los 1680 a 2500 m, en donde las especies dominantes son *Taxodium mucronatum*,

Alnus acuminata, *Fraxinus uhdei*, *Salix bonplandiana* y *Morus celtidifolia*, con alturas de hasta 25 m. Esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos con textura de migajón arenoso, de pobre a rico en materia orgánica, pobre en nitrógeno y una alta capacidad de intercambio catiónico (Cuadro 43).

Las especies acompañantes en el estrato arbustivo son: *Salix taxifolia*, *Baccharis salicifolia*, *Pluchea salicifolia*, *Mimosa lacerata*, *Croton ciliato-glanduliferus* y un estrato herbáceo compuesto por: *Salvia mexicana*, *Lobelia laxiflora*, *Hyptis urticoides*, *Hymenocallis riparia*, *Asclepias curassavica*, *Peperomia campylotropa*, *Chenopodium ambrosioides*; trepadoras como *Clematis dioica*, *Toxicodendron radicans*; epífitas como *Tillandsia usneoides* y *Encyclia tripunctata*.

En los arroyos provenientes de las montañas Yucu Shuun y que desembocan en el Río Mixtepec, se registran especies arbóreas como: *Garrya longifolia*, *Alnus acuminata*, *Cornus disciflora*, *Fraxinus uhdei*, *Crataegus pubescens* y *Prunus serotina* y arbustos como *Baccharis salicifolia*, *Salvia* sp., *Rumex mexicanus*, *Cyperus* sp., *Juncus* sp. y *Rorippa nasturtium-aquaticum*.

Cuadro 43. Análisis físicos y químicos de suelo en diferentes sitios de la asociación *Taxodium mucronatum*- *Alnus acuminata* en el municipio de San Juan Mixtepec, Distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca (Salas, 1990).

Altitud (msnm)	Pendiente (grados)	Exposición	Textura	pH	M.O %	NT %	Ca Ppm	CIC meq/100gr
1740	17	NE	Franco – arenoso	7.5	2.84	0.60	967	28.6
1680	—	—	Franco – arenoso	7.7	1.79	0.21	747	20.1
1725	—	—	Franco – arenoso	7.9	0.43	0.24	842	36.4
1840	—	—	Franco – arenoso	7.4	1.33	0.21	32	159
1700	2	E	Franco – arenoso	7.5	1.96	0.28	684	39.1

6.3.8. Bosque templado bajo de durifolios

Este tipo de vegetación también conocido como encinares, se reconoce por la dominancia de especies del género *Quercus*, que le imprimen su fisonomía característica al ser árboles de hasta 12 m de alto, tallos ramificados, cortezas gruesas y escamosas, hojas coriáceas, brillantes. Se encuentran en las zonas montañosas de la región.

6.3.8.1. Asociación *Quercus magnoliifolia*-*Brahea dulcis*

Esta asociación se reconoció en los terrenos de Bienes Comunes de Magdalena Jaltepec, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca. En el conocido punto trino donde se ubica la mojonera Itnusayo-Ynosiyun se ubicó un sitio de muestreo para esta comunidad vegetal en una altitud de 2 250 m, sobre un sustrato geológico de origen sedimentario derivado de calizas, suelos someros y delgados con abundante materia orgánica sin descomponer, principalmente de hojarasca, profundidad menor a 12 cm, con raíces medias y gruesas abundantes, con agregados compactos, el material parental aflora en partes y está constituido por capas de caliche; estos suelos tienen una densidad aparente media y una coloración que va de gris parduzco a gris muy oscuro y textura franco limosa, pH alcalino, nitrógeno total, bajo en fósforo, muy rico en potasio y una capacidad de intercambio catiónico correspondiente a alta; suelos que no presentan problemas de drenaje (Cuadro 44).

El estrato arbóreo está compuesto por especies como *Quercus magnoliifolia*, *Portlandia ghiesbreghtiana* y *Quercus acutifolia*, el estrato arbustivo lo componen especies como: *Satureja mexicana*, *Rhus mollis*, *Comarostaphylos polifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Rhus virens*, *Dasyllirion serratifolium* y *Brahea dulcis*; se encuentra presente la hierba *Dalea herythrorriza*.

Cuadro 44. Análisis físicos y químicos de suelos correspondiente a la asociación *Quercus magnoliifolia-Brahea dulcis* en el municipio Magdalena Jaltepec, Distrito de Nochixtlán, Oaxaca.

Profundidad	Dap g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
		En seco	En humedo				
0-12 cm	1.11	10YR 4/1 gris parduzco	10YR 3/1 gris muy oscuro	40.72	54	5.28	Franca limosa
Profundidad	PH 1:2	MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	K mg kg ⁻¹	C.I.C. C mol (+) kg ⁻⁺	
0-12	7.97	5.81	35	1.14	394	20.78	

Una buena representación de esta asociación se encuentra en la serranía ubicada entre las poblaciones de San Marcos Arteaga y Santo Domingo Tonalá, ambas pertenecientes al distrito de Huajuapán en la Mixteca Oaxaqueña. Actualmente una gran extensión de este bosque se encuentra formando parte de la Unidad de Manejo, Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre bajo un acuerdo establecido entre las comunidades señaladas y el Instituto de Ecología de la SEMARNAT. En el paraje La Cruz ubicado a una altitud de 1950 m y sustentado sobre rocas sedimentarias, con un pH de 7.7 en el suelo (Cuadro 46).

En el Cuadro 45, que muestra los parámetros ecológicos de esta comunidad vegetal, nos permite observar que los valores estructurales de *Quercus magnoliifolia* son muy elevados, al igual que los valores de densidad y dominancia de tal manera que su valor de importancia es notable, quedando las otras especies con valores bajos, indicador de la poca diversidad florística en el estrato arbóreo. El número de especies de árboles es bajo, pudiendo observar a *Ipomoea wolcottiana*, *Bursera* spp., *Piscidia grandifolia* var. *gentryi*, *Acacia pennatula*, *Dipholis salicifolia* y *Actinocheita filicina*.

En el estrato arbustivo se observan: *Bouvardia* aff. *leiantha*, *Karwinskia humboldtiana*, *Brahea dulcis*, *Rhus pachyrrhachys*, *Eysenhardtia polystachya*, *Chusquea repens* ssp. *oaxacensis*, *Amelanchier denticulata*, *Rhus mollis*, *Dodonaea viscosa*, *Mimosa* sp., *Calliandra* sp., *Agave* sp., *Opuntia* sp., *Litsea glaucescens*, *Verbesina gracilepis* y *Ptelea trifoliata*.

El estrato herbáceo está compuesto principalmente por: *Tripogandra* sp., *Melampodium divaricatum*, *Commelina diffusa*, *Polygala barbeyana*, *Verbena elegans* y una trepadora *Mirabilis jalapa*.

Cuadro 45. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Quercus magnoliifolia*-*Brahea dulcis*, en el municipio de San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca.

No.	Especie	Densidad Relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Quercus magnoliifolia</i>	90.73	91.94	60.24	80.97
2	<i>Brahea dulcis</i>	7.40	7.17	30.12	14.89
3	<i>Rhus pachyrrhachis</i>	1.84	0.87	9.63	4.11
	TOTAL	99.97	99.98	99.99	99.97

Cuadro 46. Análisis físicos y químicos de suelo de la asociación *Quercus magnoliifolia*-*Brahea dulcis* en el municipio San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca.

Profundidad	Dap g/cm ³	DR g/cm ³	Color		Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural
			En seco	En húmedo				
0-30 cm	1.16	2.30	10YR 3/2 café grisáceo muy oscuro	4.42 YR 3/2 café oscuro	23	29	48	arcilloso
Profundidad	PH 1:2		MO %	NT %	P mg kg ⁻¹	CIC C mol (+) kg ⁻¹		
0-30 cm	7.70 alcalino		0.93 pobre	0.439 extremadamente rico	_____	49.20 muy alta		

6.3.9. Bosque templado bajo de *duriaciculifolios*

En las regiones montañosas de México es común la presencia de especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*, siendo frecuente la combinación donde el pino domina al encino, lo inverso es menos usual. Sin embargo, ello puede ocurrir y es que se registra una asociación de este tipo de vegetación en la región Mixteca.

6.3.9.1. Asociación *Quercus affinis* – *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis*

García (1983), registra la presencia de esta asociación en sitios más protegidos y más húmedos que los encinares, en un rango altitudinal de 2200 a 2400 m. El suelo es de color café rojizo, de textura arcillosa, rico en materia orgánica, el pH varía de neutro a ligeramente alcalino, la cantidad de hojarasca es variable en el bosque.

En su estructura sobresale la presencia de *Pinus pseudostrobus* var. *apulcensis* con una altura hasta de 12 m, seguido por un estrato inferior denso de hasta 8 m de altura, constituido por *Quercus affinis*, *Q. sartorii*, *Q. segoviensis*, *Q. sp.*, *Juniperus flaccida* y *Arbutus xalapensis*. Su fisonomía cambia en las temporadas del año, ya que los pinos y varios arbustos son perennifolios y por lo tanto conservan siempre sus hojas, mientras que los encinos son caducifolios.

El estrato arbustivo es de 1-3 m altura en el cual se encuentran especies como *Amelanchier denticulata*, *Arctostaphylos pungens*, *Brahea dulcis*, *Ceanothus coeruleus*, *C. gregii*, *Comarostaphylis polifolia*, *Leucaena cuspidata*, *Litsea glaucescens*, *Mimosa lacerata*, *Opuntia pyriformis*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Quercus mexicana*, *Q. microphylla*, *Rhus chondroloma* subsp. *huajuapensis*, *R. oaxacana*, *R. standleyi*, *R. virens* subsp. *purpusii* y *Vauquelinia australis*.

En el estrato herbáceo se pueden encontrar especies como: *Acacia tequilana*, *Calliandra grandiflora*, *Cheilanthes notholaenoides*, *Eragrostis intermedia*, *Grindelia inuloides*, *Hexalectris grandiflora*, *Lamourouxia pringlei*, *Marina neglecta*, *Notholaena formosa*, *Penstemon isophyllus*, *Polianthes geminiflora*, *Polygala scoparia*, *Ruellia abbreviata*, *Sisyrinchium angustissimum*, *Stipa virescens* y *Valeriana laciniosa*.

En laderas orientadas en dirección oeste y donde hay gran cantidad de piedras, también se pueden encontrar especies tales como: *Agave potatorum*, *Coryphanta radians* var. *pseudoradians*, *Dasyllirion lucidum*, *Hechtia glomerata*, *Mammillaria halbingeri*, *M. martinezii* y *Sedum liebmannianum*. Entre los arbustos e hierbas trepadoras se pueden encontrar especies de *Cologania ovalifolia*, *Cynanchum* sp., *Rhynchosia pringlei* y *Diphysa sennioides*; en las raíces de los encinos puede encontrarse *Conopholis alpina* var. *alpina*.

6.3.10. Bosque templado bajo de escuamifolios

Este tipo de vegetación lo reconocen Miranda y Hernández X. (1963) como bosque de escuamifolios con la predominancia de especies del género *Juniperus*; la cobertura en el país es de apenas 0.04 % (Flores *et al.*, 1971). La estructura de la comunidad frecuentemente es de una altura no superior a 8 m, árboles muy ramificados, hojas típicamente escamosas, perennifolios; por lo general son comunidades abiertas, en que los árboles o arbustos dejan amplios espacios entre sí. Frecuentemente existe un estrato arbustivo inferior, así como el herbáceo, ambos bastante bien desarrollados.

6.3.10.1. Asociación *Juniperus flaccida*

García (1983) registra su presencia en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca, dentro de un intervalo altitudinal de 2 150 a 2 500 m; cubre cimas y laderas de montañas sobre suelos poco profundos de menos de 10 cm, muy pedregosos con afloramiento de material parental, los suelos son de color gris con una textura de migajón arcilloso, un pH alcalino y extremadamente rico en materia orgánica, contenido medio de calcio y bajo en magnesio (Cuadro 47). En amplias áreas de ladera la erosión fluvial y eólica deja al descubierto la roca madre.

Es una comunidad vegetal perennifolia, diferenciándose cuatro estratos que cambian o desaparecen dependiendo del sitio y época del año; el estrato arbóreo está dominado por *Juniperus flaccida* con una altura de 3-5 m; el estrato arbustivo está compuesto por individuos de entre 1.5 y 3 m, cuyas especies principales son: *Amelanchier denticulata*, *Arbutus xalapensis*, *Comarostaphylos polifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Garrya ovata*, *Perymenium discolor*, *Rhus standleyi*, *R. virens* subsp. *purpusii*, *Stevia lucida*, *Thryallis glauca* y *Zanthoxylum liebmannianum*.

El estrato herbáceo lo componen las siguientes especies de 40 a 150 cm de altura: *Bothriochloa barbinodis*, *Cuphea cyanea*, *Dalea* sp., *Diastatea micrantha*, *Salvia amarissima*, *S. fruticulosa*, *S. keerli*, *S. scorodiniaefolia*, *S. semiatrata*, *S. tiliaefolia*, *Solanum lanceolatum*, *Stevia ephemera*, *Stipa virescens*, *Lamourouxia viscosa*, *Linum rupestre*, *Piqueria trinervia*, *Plumbago pulchella* y *Polypodium thyssanolepis*; además, se reconoce un estrato rasante que predomina bajo la sombra de los árboles o arbustos o bien en las cavidades de las rocas, compuesto por especies como: *Antiphytum parryi*, *Arenaria lanuginosa*, *Buchnera pusilla*, *Coryphantha radians* var. *pseudoradians*, *Desmodium procumbens*, *D. uncinatum*, *Echeveria* sp., *Euphorbia* sp.,

Ferocactus recurvus, *Loeselia coerulea*, *Mammillaria* sp., *Peperomia*, *campylotropa*, *Polygala oaxacana*, *Salvia villosa* y *Sedum liebmannianum*.

Esta comunidad vegetal puede mezclarse con encinares y pinares, llegando a formar una zona de contacto y se extiende hasta antiguas zonas de cultivo o sitios desprovistos de la vegetación original, por lo que García (1983.) señala a *Juniperus flaccida* como una especie agresiva.

Cuadro 47. Análisis físicos y químicos de suelo en la asociación *Juniperus flaccida* de la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca (García, 1983).

Loc.	Prof. (cm)	Color en humedo	Textura %			Clase textural	pH	M.O. %	Ca (ppm)	Mg (ppm)	CIU %	P (ppm)
			Arena	Limo	Arcilla							
5 km al S de Chocani	0–10	Gris	24	40	36	Migajón arcilloso	7.4	4.99	32.89	5.23	31.16	5.7
1 km al N de Yucunama	0–10	Gris	22	42	36	Migajón arcilloso	7.5	2.71	35.12	0.42	26.98	1.4

Guízar *et al.* (2010) señalan la presencia de este tipo de vegetación en el municipio de San Miguel Ixitlán, Puebla a una altitud de 1850 m, sobre laderas rocosas, de suelo somero. En el Cuadro 48 derivado de los muestreos efectuados en esta asociación vegetal, se observa que *Juniperus flaccida* muestra 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*, *Cnidocolus rostratus*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Fraxinus purpusii*, *Lysiloma acapulcensis*, *Mimosa goldmanni*, *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*.

Solano (1997) registra la presencia de esta unidad de vegetación en el municipio de Asunción Cuyotepeji, Distrito de Huajuapán, Oaxaca dentro de un rango altitudinal de 1 800 a 2 100 m, sobre suelos someros y pedregosos o bien bajo condiciones de suelos con profundidad de 30 a 40 cm.

Cuadro.48. Parámetros estructurales del estrato arbóreo de la asociación *Juniperus flaccida* var. *poblana* en San Miguel Ixtlán, Puebla

No.	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
1	<i>Juniperus flaccida</i> var. <i>poblana</i>	20	43.84	10.2	24.68
2	<i>Quercus glaucooides</i>	6.67	29.3	4.08	13.35
3	<i>Dodonaea viscosa</i>	13.33	0.59	10.2	8.04
4	<i>Mimosa goldmanii</i>	13.33	0.81	8.16	7.43
5	<i>Pseudosmodingium</i> <i>multifolium</i>	8.57	2.3	10.2	7.03
6	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	8.57	2.79	8.16	6.51
7	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	3.81	2.31	6.12	4.08
8	<i>Quercus castanea</i>	1.9	8.24	2.04	4.06
9	<i>Pistacia mexicana</i>	3.81	4.11	4.08	4.00
10	<i>Fraxinus purpusii</i>	4.76	0.64	6.12	3.84
11	<i>Forestiera angustifolia</i>	2.86	1.29	6.12	3.42
12	<i>Ipomoea arborescens</i>	2.86	0.93	6.12	3.30
13	<i>Cnidoscolus rostratus</i>	2.86	0.24	6.12	3.07
14	<i>Brongniartia</i> sp.	1.9	0.12	4.08	2.03
15	<i>Bursera copallifera</i>	0.95	1.78	2.04	1.59
16	<i>Bursera glabrifolia</i>	1.9	0.33	2.04	1.43
17	<i>Yucca periculosa</i>	0.95	0.29	2.04	1.09
18	<i>Plumeria rubra</i>	0.95	0.11	2.04	1.03
	Total	100	100	100	100

6.3.11. Bosque templado bajo caducifolio de durifolios

Este tipo de vegetación se conoce también como encinares y son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México, aunque se presentan en otras zonas ecológicas del país. Esta variante de encinar existente en la zona templada de la región Mixteca está determinada por el carácter estacional de las lluvias y el sustrato geológico en laderas pedregosas. Fisonómicamente los árboles son de porte bajo, no superando los 12 m de altura, troncos retorcidos, muy ramificados, hojas coriáceas y caducifolios durante la época seca.

6.3.11.1. Asociación *Quercus segoviensis*

García (1983), registra la presencia de esta asociación en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca, se le ubica en las laderas de varios cerros, así como en cimas dentro de un intervalo altitudinal de 2200 a 2650 m, estimándose para esta zona que cubren una superficie de 11.60 km²; las condiciones del suelo donde se desarrolla esta comunidad vegetal varía del rojo arcilloso ligeramente ácido al gris oscuro o negro con un pH neutro o ligeramente alcalino. En condiciones naturales presenta una capa de hojarasca que cubre el suelo y permite que la cantidad de materia orgánica varíe de rica en las laderas a extremadamente rica en las cimas, la profundidad depende de la topografía y oscila entre los 10 y 30 cm, con piedras en todo su espesor.

Estructuralmente se define por un estrato arbóreo de 4 a 12 m de altura, el follaje se pierde en un período corto que va de febrero a abril, correspondiendo al lapso de tiempo con mayor sequía en la zona de montaña. La especie dominante es *Quercus segoviensis*, asociándose otras especies del mismo género como *Quercus castanea*, *Q. sartorii*, *Q. peduncularis*, *Q. affinis*, *Q. pulchella* y

Q. acutifolia, además de otras especies de árboles como *Juniperus flaccida*, *Leucaena cuspidata* y *Buddleia parviflora*.

El estrato arbustivo varía de 1-3 m de altura, estando constituido por *Acacia angustissima*, *Amelanchier denticulata* var. *denticulata*, *A. denticulata* var. *paniculata*, *Arctostaphylos pungens*, *Cestrum* aff. *fulvescens*, *Desmodium orbiculare*, *Forestiera rotundifolia*, *Garrya ovata*, *Gochnatia hypoleuca* subsp. *obtusata*, *Lindleyella mespiloides*, *Rhus chondroloma* subsp. *huajuapensis*, *R. oaxacana*, *R. standleyi*, *Perymenium discolor*, *Salvia regla*, *Stevia lucida* var. *bipontini*, *Vauquelinia australis*, *Vernonia macvaughii* y *Xerospiraea parvifolia*; en laderas pedregosas se encuentran las especies *Agave potatorum*, *Brahea dulcis*, *Dasyilirion lucidum*, *Hechtia glomerata*, *Opuntia huajuapensis*, *O. nejapensis* y *Yucca periculosa*.

El estrato herbáceo es muy diverso, las especies que lo forman llegan a medir de 1-1.50 m de altura, destacando las especies siguientes: *Acacia tequilana*, *Ageratum stachyofolium*, *Calliandra grandiflora*, *Chaptalia leucocephala*, *Desmodium nitidum*, *D. orbiculare*, *D. subssesile*, *Lamourouxia dasyantha*, *L. pringlei*, *Lantana* sp., *Monnina xalapensis*, *Plumbago pulchella* y *Stevia ovata* var. *ovata*.

Las epífitas son escasas, registrándose las siguientes: *Encyclia concolor*, *Laelia furfuracea*, *Notylia bicolor*, *Odontoglossum* sp., *Tillandsia bourgaei*, *T. fasciculata*, *T. plumosa*, *T. pueblensis* y *T. usneoides*.

6.3.11.2. Asociación *Quercus laeta* – *Brahea nitida*

Esta asociación vegetal la reconoce Tenorio (1997) en la cuenca de río Hondo dentro de la porción Oaxaqueña; en un intervalo altitudinal de 2000 a 2500 m, cubriendo una extensión de 6.3 km², con un clima templado subhúmedo intermedio (CW₁), una temperatura máxima de 21 a

24°C y una mínima de 3 y 6°C anual, con presencia de heladas en los meses más fríos. La precipitación oscila entre 700 y 800 mm anuales; el sustrato geológico es de origen sedimentario y los suelos son derivados de material calizo.

El estrato arbóreo en esta vegetación llega a medir alrededor de 8 y 10 m de alto y presenta una tonalidad verde-ceniza por las hojas de *Brahea nitida*, las especies arbóreas asociadas son *Arbutus xalapensis*, *Juniperus flaccida*, *Quercus laeta*, *Quercus sebifera*, *Robinsonella chiangii* y *Vauquelinia australis*. El estrato arbustivo llega a medir entre 0.4 y 1.5 m de alto y es más bien escaso debido a la alta pedregosidad y está representado por especies como *Citharexylum tetramerum*, *Galphimia glauca*, *Salvia oaxacana*, *S. pubescens*, *S. purpurea* y *Trichostema purpusii*. El estrato herbáceo también es escaso y sólo se observa en los bordes de los claros en la época de lluvias, entre los cuales se encuentran especies como *Barroetia laxiflora*, *Bidens sharpii* var. *tamazulapana*, *Cuphea aequipetala*, *Eryngium carlinae*, *Jaltomata procumbens*, *Physalis peruviana*, *Silene laciniata*, *Tridax coronopifolia*, *Rhynchelytrum repens* y *Zinnia peruviana*. Las epífitas como *Laelia albida*, *L. furfuracea*, *Rhynchostele maculata*, *Tillandsia macdougallii* y *T. usneoides* se encuentran en los encinos, así como a la especie parásita de raíces *Conopholis alpina* y como trepadora a *Phaseolus leptostachys*.



Fig. 14. Bosque templado mediano de linearifolios en el municipio de San Esteban Atlatlauca, Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca.



Fig. 15. Bosque templado mediano de aciculifolios en el municipio de Silacayoapan, Distrito de Silacayoapan, Oaxaca.



Fig. 16. Bosque templado bajo de durifolios en el municipio de San Marcos Arteaga, Distrito de Huajuapán, Oaxaca.



Fig. 17. Bosque templado mediano palmatifoliado en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla.

6.4. Zonas áridas y semiáridas

Rzedowski (1978) utiliza el binomio nomenclatural matorral xerófilo para referirse a la vegetación de esta zona ecológica del país. Con esta denominación agrupa a un conjunto de comunidades vegetales en donde predominan plantas de porte arbustivo, que no rebasan los 4 m de alto y sus ramificaciones surgen la mayoría de las veces desde la base o bien muy cerca del suelo, con adaptaciones propias como la presencia de espinas, en tallos y ramas, hojas pequeñas, compuestas por folíolos o segmentadas o bien especies con hojas gruesas y duras de bordes espinosos o aserrados agrupados en rosetas. Especies emergentes pueden presentarse como las correspondientes a las arborescentes, columnares crasas o candelabroiformes.

La presencia de este tipo de matorrales se observa prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas, al igual que no tienen preferencia por algún tipo de sustrato geológico. En relación al clima, si nos referimos a la clasificación de Koeppen (1948), los matorrales de referencia se desarrollan en los tipos generales BW y BS con sus numerosas variantes. Cubren aproximadamente el 40 % del territorio nacional, principalmente en su parte norte. En el área de estudio estos matorrales se encuentran principalmente en una porción del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, por lo que en los apartados siguientes se señalan los tipos de vegetación y asociaciones registradas en la literatura y lo reconocido en campo al efectuar el presente estudio.

6.4.1. Bosque bajo crasicale espinoso

Este tipo de vegetación se reconoce por mostrar una fisonomía de elementos dominantes con una altura de 2-4 m o más, consistencia de tallos carnosos y presencia de espinas.

6.4.1.1. Asociación *Neobuxbaumia tetetzo*

Osorio *et al.* (1996) señalan su presencia en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla con la dominancia fisonómica de la cactácea columnar *Neobuxbaumia tetetzo*, por lo cual se conocen localmente como “tetecheras”. Esta comunidad vegetal se restringe a laderas de cerros con suelos derivados de lutitas, y en laderas con lutitas en contacto con suelos calizos.

En su composición florística lo integran arbustos como: *Acacia coulteri*, *Bursera fagaroides*, *B. linanoe*, *Ceiba parvifolia*, *Mimosa luisana*, *Cordia curassavica*, *Fouquieria formosa*, *Castela tortuosa* e *Ipomoea arborescens*.

Tenorio (1997) registra esta asociación en la cuenca del río Hondo, localizada en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca, en un rango altitudinal de 1500 a 1700 m, ocupando una extensión de 45.5 km² sobre el cauce principal de río Hondo, en un clima BSoh' (h), semicálido seco con invierno fresco, una temperatura máxima de 24 y 27°C y una mínima de 6 y 9°C anual, y precipitación de entre 400 y 500 mm al año. En esta comunidad vegetal destaca la dominancia de *Neobuxbaumia tetetzo*; cactáceas candelabroiformes como *Myrtillocactus* spp., *Polaskia chichipe*, *P. chende* y *Pachycereus weberi*. Este matorral forma ecotonos con el bosque tropical bajo caducifolio en la parte baja, y en la parte alta con el matorral espinoso.

Los árboles que sobresalen del matorral son meramente escasos y su distribución está restringida a lo largo de las barrancas con especies como *Beaucarnea stricta*, *Cercidium praecox*, *Cyrtocarpa procera*, *Escontria chiotilla*, *Gyrocarpus mocinoi*, *Myrtillocactus schenkii*, *Plumeria rubra*, *Polaskia chende*, *Quercus glaucoides*, *Robinsonella chiangii* y *Thouinidium insigne*. El estrato arbustivo es el de mayor cobertura con tamaño de entre 0.5 y 3 m de alto, con

especies como: *Acacia mammifera*, *A. constricta*, *A. sericea*, *Aeschynomene compacta*, *Anisacanthus quadrifidus*, *Amelanchier denticulata*, *Baccharis serrifolia*, *Bouvardia chrysantha*, *B. longiflora*, *Bursera copallifera*, *Calliandra grandiflora*, *Cnidoscolus tehuacanensis*, *Colubrina macrocarpa*, *Diphysa sennioides*, *Erythrina petrea*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera phillyreoides*, *Harpalyce formosa*, *Hintonia latiflora*, *Iresine pringlei*, *Jatropha neopauciflora*, *Krameria pauciflora*, *Lantana achyranthifolia*, *Lippia graveolens*, *Mimosa lacerata*, *Ptelea trifoliata*, *Randia capitata*, *Salvia amarissima*, *S. lasiantha*, *S. melissodora*, *S. aspera*, *Senna galeottiana*, *Stillingia sanguinolenta*, *Tecoma stans* y *Zapoteca portorricensis*.

El estrato herbáceo lo constituyen especies anuales y perennes con alrededor de 0.10 y 0.50 m de alto, que dominan principalmente en la época de lluvias, entre las que destacan: *Acourtia carpholepis*, *A. dugesii*, *A. reticulata*, *Agrostis semiverticillata*, *Aristida schiedeana*, *Asclepias curassavica*, *A. insignis*, *A. linaria*, *A. oenotheroides*, *Bidens odorata*, *B. serrulata*, *Botriochloa barbinodis*, *B. laguroides*, *Bouteloua curtispindula*, *B. hirsuta*, *Castilleja tenuifolia*, *Commelina coelestis*, *Crotalaria longirostrata*, *Eleocharis acicularis*, *Enneapogon desvauxii*, *Linum australe*, *Loeselia purpusii*, *Mentzelia hispida*, *Muhlenbergia implicata*, *M. pubescens*, *Oplismenus compositus*, *Polygala obscura*, *Polypogon viridis*, *Ruellia abbreviata*, *R. hirsutoglandulosa*, *R. lactea*, *Salvia amarissima*, *S. lineata*, *S. tehuacana*, *S. pannosa*, *Setaria parviflora*, *Siphonoglossa pringlei*, *Stachys agraria*, *Stipa eminens*, *Tripogandra purpurescens*, *Valeriana ceratophylla*, además resalta la presencia de trepadoras que tienen como soporte a algunas cactáceas entre las que destacan: *Anredera vesicaria*, *Cardiospermum halicacabum*, *Cissus sicyoides*, *Dioscorea convolvulaceae*, *Galactia brachystachys*, *Lophospermum purpusii*, *Macroptilium atropurpureum*, *M. gibbosifolium*, *Maurandia barclayana*, *Phaseolus coccineus*, *Rhynchosia senna*, *Sarcostemma elegans*, *Sicyos* sp. y *Tragia nepetifolia* y no menos importante es la presencia de bromelias como: *Tillandsia borgaei*, *T. dasylirifolia*, *T. pueblensis*,

T. recurvata, *T. usneoides* y *Epidendrum falcatum*.

6.4.1.2. Asociación de *Neobuxbaumia tetetzo* – *Cephalocereus columna-trajani*

Osorio *et al.* (1996) registran esta asociación para el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla sustentada sobre suelos derivados de lutitas en contacto con calizas, se le reconoce fisonómicamente por la presencia notable de *Neobuxbaumia tetetzo* y *Cephalocereus columna-trajani*. Formando parte de esta asociación es notable la presencia de árboles bajos y arbustos como: *Acacia coulteri*, *Mimosa luisana*, *Fouquieria formosa*, *Caesalpinia melanadenia*, *Prosopis laevigata*, *Cercidium praecox*, *Opuntia pilifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Pachycereus hollianus*, *P. marginatus*, *Echinocereus pulchellus*, *Mammillaria haageana*, *M. sphacelata*, *M. carnea* y *Ferocactus flavovirens*. En el estrato herbáceo se presentan como dominantes *Loeselia caerulea*, *Sanvitalia fruticosa*, *Portulaca mexicana*, *Talinum paniculatum* y *Verbesina* sp.

6.4.1.3. Asociación *Cephalocereus columna* – *trajani*

Osorio *et al.* (1996) registran esta asociación en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla en laderas con suelos derivados de calizas en la que domina fisonómicamente la cactácea columnar *Cephalocereus columna-trajani* con una altura de hasta 10 m, sobresaliendo de árboles bajos y arbustos con los que se asocia como: *Mimosa luisana*, *Fouquieria formosa*, *Ipomoea arborescens*, *Beaucarnea gracilis*, *Bursera linanoe*, *Hechtia podantha*, *Caesalpinia melanadenia*, *Agave peacockii*, *A. karwinskii*, *A. macroacantha*, *A. marmorata*, *Ruellia rosea* y *Mascagnia parvifolia*. En el estrato herbáceo se encuentran: *Lippia graveolens*, *Hemiphyllacus mahindae*,

Iresine calea, *Siphonoglossa ramosa*, *Sporolobus pyramidatus*, *Selaginella lepidophylla*, *Verbesina neotenoriensis* y *Sanvitalia fruticosa*.

Valiente *et al.* (2000) señalan que esta asociación se desarrolla sobre laderas con suelos derivados de rocas calizas, en un rango altitudinal de 1 500 a 1 700 m. Franco (2006) registra su presencia en Tepelmeme Villa de Morelos, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca, sobre suelos profundos de textura franco-arenoso y un pH de 8.03; los componentes florísticos en el estrato superior son: *Ceiba parvifolia*, *Bursera aptera*, *Prosopis laevigata*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Cephalocereus columna-trajani*, *Lemairocereus dumortieri*, *Stenocereus pruinosus*, *Stenocereus stellatus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Pachycereus hollianus* y *P. marginatus*.

6.4.1.4. Asociación *Stenocereus stellatus*

Osorio *et al.* (1996) registran para el Valle de Zapotitlán de las Salinas la presencia de esta asociación, sobre laderas de poca pendiente, en suelos derivados de rocas ígneas, reconociéndose por la dominancia fisonómica de plantas arborescentes como *Stenocereus stellatus* y *Myrtillocactus geometrizans* con alturas de 3 a 4 m, y la presencia asociada de *Fouquieria formosa*, *Mimosa luisana* y *Acacia coulteri*. En el estrato herbáceo se encuentran *Sanvitalia fruticosa*, *Solanum tridynamum*, *Gomphrena decumbens*, *Sporobolus airoides* y *Cathestecum brevifolium*.

6.4.1.5. Asociación *Neobuxbaumia mezcalaensis*

Miranda (2003) registra la presencia de esta asociación en el municipio de Chazumba, Distrito de Huajuapán, Oaxaca en una altitud entre los 1 900 2 000 m, en laderas y pendientes de entre 25

y 60 %, con orientación norte-sur. El clima corresponde a un semicálido subhúmedo, con una temperatura promedio menor a 24⁰ C, precipitación de 528 mm anuales y se establece sobre un sustrato geológico de origen sedimentario derivado de rocas calizas con suelos someros y delgados.

La estructura de esta comunidad vegetal se caracteriza por la dominancia de la cactácea columnar *Neobuxbaumia mezcalensis*, que alcanza hasta 12 m de alto; con la presencia de árboles bajos y arbustos de 3 y 4 m de alto. El estrato superior está constituido por especies como: *Fouquieria formosa*, *Ipomoea arborescens*, *Yucca periculosa* y *Cnidoscolus rostratus*. Elementos asociados son: *Acacia subangulata*, *A. farnesiana*, *Senna polyantha*, *Leucaena esculenta*, *Quercus sebifera*, *Ipomoea arborescens*, *Neobuxbaumia macrocephala* y *Myrtillocactus geometrizans*.

En el estrato arbustivo se encuentran especies como: *Dasyllirion lucidum*, *Agave salmiana*, *A. potatorum*, *Calea* sp., *Brahea dulcis*, *Euphorbia rossiana*, *Salvia aspera*, *S. thymoides*, *Casimiroa calderoniae*, *Justicia gonzalezii*, *Mascagnia parviflora*, *Loeselia caerulea*, *Opuntia pilifera*, *O. depressa*, *Ferocactus latispinus* var. *latispinus*, *Echinocactus platyacanthus*, *Jatropha dioica*, *Gymnosperma glutinosum*, *Eupatorium espinosarum*, *Croton ciliatoglanduliferus* y *Mimosa adenatheroides*. En el estrato herbáceo sobresalen especies como: *Aristida adscensionis*, *A. tehuacanensis*, *Bouteloua aristidoides*, *Selaginella lepidophylla* y *Sanvitalia procumbens*. En los árboles se encuentran epífitas como: *Tillandsia recurvata*, *T. atroviridipetala* y *T. karwinskiana*; y plantas parásitas como: *Phoradendron carneum* y *P. calyculatus*.

6.4.1.6. Asociación *Neobuxbaumia mezcalaensis* – *Yucca periculosa*

Miranda (2003) registra la presencia de esta asociación en el municipio de Chazumba, Distrito de Huajuapán, Oaxaca en una altitud de 1 700 a 1 800 m, en pie de monte y lomeríos, con un relieve

de laderas sinuosas con pendientes de 25 % y con orientación norte-sur, sobre un sustrato que corresponde al Cretácico Inferior, conglomerado, areniscas, lechos rojos con venas de sílice y breccias; se le ubica en la zona de contacto entre Leptosoles Rendzicos, Regosoles Eútricos y Esquistos.

Fisonómicamente se reconoce por la predominancia de *Neobuxbaumia mezcalaensis* con unos 12 m de alto y en forma asociada la presencia de *Yucca periculosa*, *Beaucarnea gracilis*, *Ipomoea arborescens*, *Karwinskia humboldtiana*, *Senna polyantha*, *Acacia bilimekii*, *Albizia plurijuga* y *Jatropha dioica*. En el estrato arbustivo se presentan: *Karwinskia humboldtiana*, *Eupatorium espinosarum*, *Lippia graveolens*, *Aeschynomene purpusii*, *Gymnosperma glutinosum* y *Agave salmiana*. El estrato herbáceo es pobre, encontrándose *Aristida adscensionis*, *A. tehuacanensis* y *Bouteloua aristidoides*.

6.4.2. Bosque bajo rosetófilo durifolio

Este tipo de vegetación se reconoce fisonómicamente por la presencia dominante de plantas arbustivas o arborescentes con hojas carnosas y coriáceas de ápice y/o margen espinoso, que se agrupan formando una roseta densa, el estrato superior con alturas de 4 m o superior.

6.4.2.1. Asociación *Yucca periculosa*

Valiente *et al.* (2000) señalan la presencia en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán de comunidades vegetales donde el elemento dominante es *Yucca periculosa* a las que se les denomina de manera genérica como izotales; son agrupaciones de esta especie que llegan a presentarse con densidades

altas (500 a 1 000 ind/ha), con alturas de hasta 4 m, predominando en zonas calizas de suelos superficiales en una altitud de 1 700 m.

Guízar y Villegas (1997) señalan la presencia de esta asociación en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla en un rango altitudinal de 1 700 a 2 000 m, sobre terrenos planos, ondulados y rara vez sobre pendientes pronunciadas, en sustratos de rocas calizas, suelos someros y rocas aflorantes. Es una comunidad vegetal abierta con presencia de plantas espinosas y micrófilas; en el sotobosque se pueden observar algunas plantas crasas; la fisonomía es dominada por la presencia emergente de *Yucca periculosa* formando manchones muy notorios con alturas de 2 a 5 m (Cuadro 50). Los elementos florísticos que la constituyen son: *Acacia farnesiana*, *A. subglomerata*, *Agave* sp., *Beaucarnea gracilis*, *Ceiba parvifolia*, *Cercidium praecox*, *Ephedra compacta*, *Ferocactus flavovirens*, *Fouquieria formosa*, *Hechtia podantha*, *Ipomoea arborescens*, *Opuntia* spp., *Prosopis laevigata*, *Pseudosmodium multifolium*, *Senna galeottiana* y *Yucca periculosa*.

Cuadro 49. Parámetros estructurales del estrato superior de la asociación *Yucca periculosa* en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla.

No.	Especie	Densidad relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	Valor de importancia %
1	<i>Yucca periculosa</i>	97.29	84.56	100.00	84.56
2	<i>Beaucarnea gracilis</i>	1.35	14.90	16.66	9.87
3	<i>Fouquieria ochoteranae</i>	1.35	0.53	16.66	5.56
	TOTAL	99.99	99.99	133.32	99.99

6.4.3. Matorral alto esclerófilo perennifolio

Este tipo de vegetación se reconoce por la presencia de árboles bajos de hasta 6 m de alto y arbustos de 1 a 3 m de alto, la presencia de hojas coriáceas pequeñas y en su fenología la comunidad vegetal se observa con la presencia de follaje todo el año.

6.4.3.1. Asociación *Arctostaphylos polifolia* – *Juniperus flaccida*

García (1983) registra esta asociación en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca, en altitudes que van de los 2000 a 2450 m, en terrenos con pendiente acentuada de orientación noreste; sobre suelos derivados de rocas calizas, de textura migajón arenoso y en las capas más profundas arcilloso, un color que varía de negro a café oscuro, un pH neutro y un alto porcentaje de materia orgánica. El clima corresponde al Cw_0 y Cw_1 , el más seco de los subhúmedos y el intermedio entre el más seco y el más húmedo de los subhúmedos, respectivamente.

La fisonomía de esta comunidad vegetal está definida por la especie *Arctostaphylos polifolia* y otros arbustos que se entrelazan y hacen denso el matorral. Se reconocen dos estratos: el arbustivo de 1-3 m de altura, del que sobresalen árboles dispersos de hasta 6 m de alto correspondientes a las especies *Juniperus flaccida*, *Quercus acutifolia* y *Pinus pseudostrobus*; entre los arbustos se encuentran: *Amelanchier denticulata*, *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, *Ceanothus coeruleus*, *C. gregii*, *Cercocarpus fothergilloides*, *Dodonaea viscosa*, *Fraxinus pringlei*, *Garrya ovata*, *Mimosa lacerata*, *Pithecellobium elachistophyllum*, *Ptelea trifoliolata*, *Quercus mexicana*, *Rhus oxacana*, *R. standleyi*, *R. trilobata*, *Salvia oxacana*, *Satureja mexicana*, *S. oxacana*, *Tecoma stans* var. *velutina* y *Vauquelinia australis*; el estrato

herbáceo se encuentra constituido por especies anuales dentro de las que destacan: *Ageratum tomentosum*, *Allium glandulosum*, *Antiphytum parryi*, *Bothriochloa barbinodis*, *Bouteloua curtispindula*, *Calliandra grandiflora*, *Crusea calcicola*, *C. diversifolia*, *Cuphea cyanea*, *Desmodium nitidum*, *D. subsessile*, *Lepechinia schiedeana*, *Linum rupestre*, *L. schiedeanaum*, *Muhlenbergia polycaulis*, *Notholaena formosa*, *N. sinuata*, *penstemon barbatus*, *Salvia scorodiniaefolia*, *S. thymoides* y *Stipa virescens*.

6.4.4. Matorral alto inerme parvifolio

Este tipo de vegetación se reconoce por la dominancia de plantas arbustivas de 2 a 3 m de alto, la mayoría sin presencia de espinas y hojas o folíolos pequeños de 1.5 a 4 cm, de carácter perennifolio.

6.4.4.1. Asociación *Rhus chondroloma* – *Lindleyella mespiloides*

García (1983) registra su presencia en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca en altitudes de 2100 a 2300 m, en las laderas de los cerros de orientación noreste, con pendientes pronunciadas y abundante pedregosidad. Suelos derivados de roca caliza de edad Cretácica, someros, de color gris claro, textura de tipo arena migajosa, pH ligeramente alcalino, con buen drenaje y extremadamente rico en materia orgánica. El tipo climático corresponde a BS o al Cw_o, la temporada de secas dura alrededor de cinco meses al año.

La composición de esta comunidad vegetal es de plantas inermes y perennifolias, sólo algunas formas espinosas están representadas como: *Zanthoxylum affine*, *Condalia mexicana* y *Acacia* spp.; al igual que cactáceas de formas globosas como *Mammillaria carnea* y *Ferocactus*

recurvus. Estructuralmente comprende un estrato arbustivo superior de 2 a 3 m, un estrato arbustivo bajo con sufrútices de 50 a 150 cm y otro de herbáceas y trepadoras que aparecen durante la época de lluvias, así como algunas hemiparásitas. Emergiendo de los arbustos se tienen árboles bajos de 3 a 4 m como: *Bursera laxiflora*, *Eysenhardtia platycarpa*, *Ipomoea murucoides*, *Leucaena esculenta* subsp. *paniculata*, *Pseudosmodingium andrieuxii*, *Senna galeottiana* y *Wimmeria persicifolia*.

Los componentes florísticos que destacan en el estrato arbustivo superior son: *Acacia schaffneri*, *Actinocheita filicina*, *Aralia humilis*, *Condalia mexicana*, *Coutaportla ghiesbregtiana*, *Desmodium orbiculare*, *Forestiera rotundifolia*, *Fraxinus pringlei*, *Garrya ovata*, *Lindleyella mespiloides*, *Malpighia mexicana*, *Mortonia diffusa*, *Neopringlea viscosa*, *Perymenium discolor*, *Rhus chondroloma* subsp. *huajuapensis*, *Thryallis glauca* y *Vauquelinia australis*.

El estrato arbustivo bajo con sufrútices se constituye por especies como: *Acacia tequilana*, *Berberis pallida*, *Brongniartia mollis*, *Calliandra grandiflora*, *Chiococca alba*, *Desmodium nitidum*, *Desmodium orbiculare* var. *orbiculare*, *Dodonaea viscosa*, *Flaveria pringlei*, *Krameria cytisoides*, *Pithecellobium elachistophyllum*, *Salvia lasiantha*, *S. scorodiniaefolia*, *Senna holwayana*, *Tecoma stans* y *Villadia levis*.

El estrato herbáceo está presente en la época de lluvias, comprendiendo especies anuales y perennes rastreras como: *Bouvardia longiflora*, *B. viminalis*, *Carex scabrella*, *Crotalaria pumila*, *Cheilanthes myriophylla*, *Desmodium subsessile*, *Echeandia macrocarpa*, *Houstonia xestosperma*, *Notholaena formosa*, *Passiflora suberosa*, *Pellaea ovata*, *Peperomia campylotropa*, *Pinguicula moranensis*, *Plumbago pulchella*, *Portulaca pilosa*, *Selaginella sellowii* y *Thalictrum lanatum*.

6.4.5. Matorral alto subinorme

Este tipo de vegetación se desarrolla sobre una superficie restringida en la Mixteca Alta Oaxaqueña, se reconoce por la presencia de arbustos de 3 m de altura y los arbustos espinosos son escasos.

6.4.5.1. Asociación *Mimosa aculeaticarpa* – *Vauquelinia australis*

García (1983) señala su presencia en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca a una altitud de 2150 a 2400 m. Los suelos varían de color café claro a rojizo, pH ligeramente alcalino, la hojarasca es escasa, sin embargo, el suelo es extremadamente rico en materia orgánica. El tipo climático corresponde a un Cw_0 , templado el más seco de los subhúmedos.

La comunidad vegetal es muy abierta, con la dominancia de *Mimosa aculeaticarpa* junto a *Vauquelinia australis*. El estrato arbustivo se constituye de especies como: *Amelanchier denticulata*, *Arctostaphylos polifolia*, *Brahea dulcis*, *Buddleja parviflora*, *Dodonaea viscosa*, *Juniperus flaccida*, *Pithecellobium elachistophyllum*, *Xerospiraea parvifolia* y *Yucca periculosa*. En el estrato herbáceo se encuentran: *Loeselia coerulea*, *Hechtia glomerata*, *Croton* sp., *Dalea* sp., *Selaginella pallescens* y *Notholaena sinuata*.

6.4.6. Matorral mediano espinoso

Este tipo de vegetación se presenta con dominancia de arbustos que no rebasan los 2 m de altura y la presencia de plantas de las familias Caesalpiniaceae y Mimosaceae, con la característica de ser espinosas. En la literatura lo mencionan como matorral espinoso, con espinas terminales.

6.4.6.1. Asociación *Mimosa luisana*

Osorio *et al.* (1996) registran esta asociación en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla en las cimas planas de los cerros. Los componentes florísticos del estrato arbustivo son: *Mimosa luisana*, *Cordia curassavica*, *Caesalpinia melanadenia*, *Bursera linanoe*, *Fouquieria formosa* e *Ipomoea arborescens*. También se presentan plantas suculentas y rosetófilas como: *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia pilifera*, *Mammillaria carnea*, *M. napina*, *M. haageana*, *Ferocactus flavovirens*, *Coryphantha pallida*, *Agave karwinskii* y *A. marmorata*. El estrato herbáceo se constituye por especies como: *Sanvitalia fruticosa*, *Ruellia rosea*, *Chaptalia pringlei*, y *Cathestecum brevifolium*.

6.4.7 Matorral mediano subinermis

Este tipo de vegetación se constituye por arbustos no superiores a 2 m de altura y la presencia escasa de especies con espinas.

6.4.7.1. Asociación *Dodonaea viscosa*

Cruz y Rzedowski (1980) registran esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 200 a 2 300 m, sobre laderas de arenisca o calichosas, en suelos con avanzados procesos erosivos, someros y pedregosos. Los elementos florísticos dominantes son *Dodonaea viscosa*, *Adolphia infesta* y gramíneas de los géneros *Hilaria* y *Bouteloua*.

6.4.7.2. Asociación *Lippia graveolens*

Tenorio (1997) señala su presencia en la cuenca de río Hondo en la parte de Puebla en un intervalo altitudinal de 1 500 a 1 800 m, en la parte baja de este intervalo llega a mezclarse con el bosque tropical bajo caducifolio. El sustrato geológico es de lutitas y areniscas pertenecientes al Paleozoico y basaltos del Terciario Superior; los suelos son de tipo Litosol derivados de la roca madre. Su tipo climático corresponde a BS₁h'(h) seco semiárido semicálido, la precipitación pluvial va de los 400 a 600 mm en promedio anual.

La especie dominante es *Lippia graveolens*, arbusto de 1 a 2 m de alto, muy ramificado, caducifolio y aromático; de las especies espinosas destaca por su abundancia *Acacia constricta* llegando a alcanzar hasta 3 m de alto. Dispersos en el matorral se presentan árboles de hasta 6 m de alto como: *Lysiloma acapulcensis*, *L. divaricata*, *Pseudosmodingium multifolium* y *Cyrtocarpa procera*. Otras especies arbóreas y arborescentes son: *Acacia pringlei*, *Beaucarnea stricta*, *Bursera aptera*, *B. biflora*, *Cercidium praecox*, *Cercocarpus fothergilloides*, *Juniperus flaccida*, *Leucaena leucocephala*, *Pistacia mexicana*, *Prosopis laevigata* y *Yucca periculosa*.

En el estrato arbustivo suelen presentarse algunas especies como: *Acacia sericea*, *A. subangulata*, *Bouvardia longiflora*, *B. viminalis*, *Ceanothus greggii*, *Celtis caudata*, *Cordia curassavica*, *Gochnatia hypoleuca*, *Heliotropium calcicola*, *Hibiscus elegans*, *Loeselia purpusii*, *Montanoa mollissima*, *Opuntia pilifera*, *Perymenium mendezii*, *Ptelea trifoliata*, *Randia capitata*, *Rhus standleyi*, *Salvia aspera*, *S. candicans*, *S. melissodora*, *Salvia oxacana*, *S. thymoides*, *Senna galeottiana*, *S. pallida* y *Tecoma stans*.

En el estrato herbáceo, con la llegada de las lluvias se presentan las anuales como: *Aegopogon tenellus*, *Ageratum tomentosum*, *Asclepias linaria*, *Bidens aurea*, *Dahlia pteropoda*, *Florestina purpurea*, *Lopezia racemosa*, *Piqueria trinervia*, *Rhynchelytrum repens*, *Salvia polystachya*, *S. tehuacana*, *Sanvitalia procumbens*, *Tridax coronopifolia* y *Zinnia peruviana*.

6.4.8. Matorral mediano rosetófilo

Este tipo de vegetación se constituye por arbustos de hasta 2 m de alto y plantas dominantes que muestran la disposición de las hojas en roseta.

6.4.8.1. Asociación *Dasyilirion lucidum*

Tenorio (1997) registra su presencia en la cuenca de río Hondo en la porción de Oaxaca en su parte alta en un intervalo altitudinal de 1 800 a 2 500 m, abarcando una extensión de 28.1 km². El sustrato geológico es de origen ígneo de rocas andesitas y sedimentarios de calizas con suelos tipo Leptosoles. En un tipo climático BS₁k, seco semiárido en la parte baja y Cw₀, templado subhúmedo en la parte alta en donde se encuentran creciendo en los espacios abiertos del encinar

con una temperatura máxima de entre 21 y 24°C y una mínima de 3 y 6°C anuales, con presencia de heladas en los meses más fríos y una precipitación de entre 600 y 700 mm al año.

La fisonomía de este matorral está determinada por la presencia de dos especies características *Dasyilirion lucidum* y *Hechtia podantha*, que se les encuentra formando poblaciones llamadas tehuizoterías y lechuguilleras de manera local. Su forma de crecimiento postrado resulta un problema para el pastoreo porque reduce los espacios abiertos para el crecimiento de gramíneas y de otras herbáceas.

De manera dispersa se encuentran algunos árboles y arborescentes como: *Beaucarnea stricta*, *Bursera aptera*, *B. biflora*, *Cercidium praecox*, *Cercocarpus fothersgilloides*, *Cyrtocarpa procera*, *Juniperus flaccida*, *Leucaena leucocephala*, *Pistacia mexicana*, *Prosopis laevigata*, *Quercus castanea* y *Yucca periculosa*. En el estrato arbustivo además de las rosetófilas dominantes se presentan especies como: *Acacia constricta*, *A. pringlei*, *A. sericea*, *A. subangulata*, *Bouvardia longiflora*, *B. viminalis*, *Bumelia salicifolia*, *Ceanothus greggii*, *Celtis caudata*, *Citharexylum tetramerum*, *Cordia curassavica*, *Coreopsis mutica*, *Croton lasiopetaloides*, *Desmodium orbiculare*, *Dodonaea viscosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Forestiera rotundifolia*, *Galphimia glauca*, *Gochnatia hypoleuca*, *Heliotropium calcicola*, *Hemichaena laevigata*, *Hibiscus elegans*, *Krameria cytisoides*, *Lippia graveolens*, *Loeselia purpusii*, *Montanoa mollissima*, *Opuntia pilifera*, *Perymenium mendezii*, *Ptelea triflora*, *Randia capitata*, *Rhus andrieuxii*, *R. chondroloma*, *R. standleyi*, *R. virens*, *Salvia aspera*, *S. candicans*, *S. melissodora*, *S. oaxacana*, *S. thymoides*, *Senna galeottiana*, *Tecoma stans*, *Thouinia villosa*, *Zaluzania subcordata* y *Zanthoxylum liebmannianum*.

El estrato herbáceo se encuentra de manera discontinua entre las rosetófilas, que en ocasiones las sobrepasan y la mayoría se encuentra cubriendo el escaso suelo entre éstas, las especies más comunes son: *Aegopogon tenellus*, *Ageratum tomentosum*, *Agrostis pittieri*, *Asclepias linaria*,

Bidens aurea, *Chamaesyce berteriana*, *Cyphomeris crassifolia*, *Dahlia pteropoda*, *Florestina purpurea*, *Lamarouxia rhinanthifolia*, *Lopezia racemosa*, *Mirabilis violacea*, *Piqueria trinervia*, *Rhynchelytrum repens*, *Roldana ehrenbergiana*, *Salvia polystachya*, *S. tehuacana*, *S. thymoides*, *Sanvitalia procumbens*, *Talinum oligospermum* y *Tridax coronopifolia*, además de algunas trepadoras como: *Cissus cisyoides*, *Dioscorea lobata*, *Ipomoea longipedunculata*, *I. populina*, *Lophospermum purpusii*, *Passiflora liebmannii*, *Phaseolus microcarpus*, *Tournefortia volubilis* y *Tragia nepetifolia*.

6.4.9. Matorral bajo inerme

Tipo de vegetación constituido por arbustos de hasta 1 m de altura y con la mayoría de sus componentes sin presencia de espinas.

6.4.9.1. Asociación *Ephedra compacta*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 100 a 2 250 m sobre terrenos planos en las partes bajas de la parte noreste de la cuenca; el sustrato geológico es de rocas calizas y areniscas, los suelos son someros y arenosos. La especie dominante es *Ephedra compacta* formando manchones de grandes dimensiones, las especies que se encuentran asociadas son: *Amelanchier denticulata*, *Condalia mexicana*, además de la presencia de gramíneas de los géneros *Aristida*, *Lycurus*, *Hilaria* y *Bouteloua*.

6.4.9.2. Asociación *Gymnosperma glutinosum*

Esta asociación la reconocen Cruz y Rzedowski (1980) de la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 100 a 2 250 m, en lomeríos o terrenos planos de escasa inclinación. Se desarrolla sobre un sustrato geológico de caliche, el suelo es de 15 a 20 cm de profundidad, de textura y estructura variables, pH alcalino, pedregoso, manifestación de erosión muy fuerte, de origen fluvial y eólico.

El estrato arbustivo es de 30 a 100 cm de alto, con una cobertura cercana a 40 %, lo constituyen especies como *Gymnosperma glutinosum*, *Pithecellobium leptophyllum*, *Brickellia veronicifolia*, *Stevia serrata*, *S. elatior* y *Croton dioicus*. El estrato herbáceo es de 5 a 30 cm de altura, con una cobertura del 40 %; su composición florística la constituyen especies como: *Bouteloua curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. scorpioides*, *Aristida divaricata*, *Sanvitalia procumbens*, *Microchloa kunthii*, *Lycurus phleoides*, *Hilaria cenchroides*, *Erioneuron avenaceum*, *Stenandrium dulce*, *Ruellia lactea*, *Verbena canescens*, *Porophyllum tagetoides*, *Orobanche multicaulis* y *Ferocactus latispinus*. Existe un estrato bajo, rasante, pobremente representado, con una altura de menos de 1 cm y una cobertura de apenas 5 %, sus elementos constituyentes son: *Psora crenata*, *Selaginella rupestris*, *Dichondra argentea* y *Sida procumbens*.

6.4.10. Matorral bajo esclerófilo perennifolio

Tipo de vegetación que se reconoce por la presencia de arbustos de hasta 1 cm de altura, presencia de hojas coriáceas y con el follaje verde durante todo el año.

6.4.10.1. Asociación *Quercus microphylla*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un rango altitudinal de 2 300 a 2 400 msnm, en laderas de cerros, con una distribución restringida; se le encuentra sobre areniscas, el suelo tiene una profundidad entre 20 y 40 cm, es de textura franca y estructura granular, pH alrededor de 4.0 y prácticamente está desprovisto de piedras y grava. Existe poca hojarasca (cubre aproximadamente 15 % de la superficie) compuesta sobre todo por hojas de *Quercus microphylla*. La erosión es regular y de origen fluvial.

En la comunidad vegetal se distinguen dos estratos, el arbustivo de 30 a 80 cm de altura con la dominancia de *Quercus microphylla*, a la que se asocian *Rhus standleyi*, *Satureja mexicana*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Eupatorium porriginosum*, *Comarostaphylis polifolia*, *Arctostaphylos pungens* y *Amelanchier denticulata*. El estrato herbáceo es de 0 a 30 cm, constituido por especies como: *Cyperus spectabilis*, *Hieracium mexicanum*, *Arenaria lycopodioides*, *Ruellia lactea* y *Hexalectris grandiflora*. Es notable la presencia de helechos xerófilos como: *Cheilanthes lendigera*, *Notholaena sinuata*, *Polypodium thyssanolepis* y *Asplenium monanthes*.

6.4.11. Pastizal cespitoso

Este tipo de vegetación corresponde al bioma de herbazales, esto es, comunidades dominadas por plantas herbáceas relacionadas con formas de crecimiento graminoides y cespitosas formando un césped o tapete (referencias).

6.4.11.1. Asociación *Bouteloua chondrosioides*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 100 a 2 500 m, en terrenos de escasa pendiente (menos de 8°), con suelos sumamente delgados, pH ácido, de textura arenosa y estructura granular fina; el origen de estos suelos es *in situ*, por lo común derivados de andesita de hornblenda que es muy deleznable. La erosión es de regular a muy fuerte, de origen fluvial y eólico; la roca madre aflora hasta en 20 % de la superficie.

La comunidad vegetal es monoestratificada, con una cobertura de 30 a 55 %, por lo común de 30 cm de altura, las especies importantes de manera cuantitativa son *Bouteloua chondrosioides*, *B. radicata* e *Hilaria cenchroides*. Especies asociadas son: *Euphorbia hirta*, *E. postrata*, *E. radians*, *E. seleri*, *Phaseolus heterophyllus*, *Aristida divaricata*, *Tridax coronopifolia*, *Microchloa kunthii*, *Crusea subulata*, *Ferocactus latispinus*, *Bulbostylis juncooides*, *Heliotropium limbatum*, *Polygala scoparia* y *Oxalis lunulata*.

6.4.12. Pastizal amacollado

Este tipo de vegetación corresponde al bioma de herbazales, esto es, comunidades dominadas por plantas herbáceas relacionadas con formas de crecimiento graminoides y amacolladas, es decir, con un conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie (referencias).

6.4.12.1 Asociación *Aristida glauca*

Cruz y Rzedowski (1980), reconocen esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en altitudes de 2 100 a 2 250 m, sobre lomeríos con poca pendiente. Se desarrolla sobre un sustrato geológico de caliche, suelos profundos de 10 a 30 cm, alcalinos con un pH de 7 a 8, textura de migajón arcillo-arenoso. La erosión es regular a fuerte, originada por el agua de escurrimiento.

Se diferencian dos estratos, un estrato herbáceo superior y otro inferior. El primero compuesto predominantemente por gramíneas, aunque también existen algunos arbustos como *Aristida glauca*, *Condalia mexicana*, *Brickellia veronicifolia*, *Ferocactus latispinus*, *Gymnosperma glutinosum*, *Croton dioicus* y *Mimosa biuncifera*, la cobertura de este estrato va de 15-25 %, el principal componente es *Aristida glauca*, con alturas de 20 cm para gramíneas y 50 cm para arbustos. El estrato herbáceo inferior tiene una cobertura de 15 a 40 % y una altura de 0 a 33 cm; los elementos que lo constituyen son: *Aristida divaricata*, *Bouteloua triaena*, *Verbena elegans*, *Erioneuron avenaceum*, *Loeselia caerulea*, *Lycurus phleoides*, *Hypericum schaffneri*, *Heliotropium limbatum* y *Sida procumbens*.

6.4.13. Pastizal con arbustos

Este tipo de vegetación es una combinación de elementos del herbazal de gramínoideas y los correspondientes al matorral, esta formación vegetal es una variante del pastizal.

6.4.13.1. Asociación *Aristida glauca* – *Salvia thymoides*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 200 a 2 500 m, en terrenos planos o ligeramente inclinados, sobre un sustrato de caliche, suelos relativamente profundos o someros, de 5 a 40 cm de profundidad, textura de migajón arcillo-arenoso o bien franca y estructura granular o prismática.

Fisonómicamente se reconocen tres estratos, el más importante es el herbáceo con altura de 2 a 15 cm y cobertura de 60 a 70 %; los elementos que lo constituyen son: *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. scorpioides*, *Setaria geniculata*, *Eragrostis lugens*, *Aristida divaricata*, *A. glauca*, *A. ternipes*, *Andropogon barbinodis*, *A. barbinodis* var. *perforatus*, *A. hirtiflorus*, *A. gerardi*, *A. pringlei*, *A. semiberbis*, *Hilaria cenchroides*, *Lycurus phleoides*, *Bulbostylis juncooides*, *Michrochloa kunthii*, *Porophyllum tagetoides* y *Polygala scoparia*.

El estrato arbustivo es discontinuo y heterogéneo, tiene una cobertura hasta de 15 % y una altura de 50 a 250 cm; los elementos que lo constituyen son: *Brickellia veronicifolia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Acacia tortuosa*, *Eupatorium espinosarum*, *E. petiolare*, *Rhus standleyi*, *Opuntia huajuapensis*, *Bouvardia ternifolia*, *Condalia mexicana*, *Agave potatorum*, *Salvia candicans*, *Quercus microphylla*, *Mimosa biuncifera* y *Ferocactus latispinus*. Protegida por los arbustos se observa la gramínea amacollada *Muhlenbergia emersleyi*.

6.4.14. Matorral alto calcícola

Este tipo de vegetación se constituye de arbustos de 2 a 4 m de altura, desarrollándose sobre un sustrato de rocas calizas, por lo que son comunidades vegetales de tipo azonal.

6.4.14.1. Asociación *Garrya ovata* – *Lindleyella mespilioides*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 450 a 2 650 m, en pendientes variables, con orientación de noroeste a suroeste, en suelos someros y discontinuos, de 0 a 20 cm de profundidad, textura migajón arcilloso y estructura granular fina, color negro, pH de 7.5 a 8.0; la roca madre aflora en proporción de 10 % aproximadamente y las piedras y grava más o menos de 15 %.

Fisonómicamente se distinguen tres estratos, el estrato arbustivo superior tiene una cobertura de de 30 a 40 % y una altura de 2 a 4 m de alto; los elementos que lo constituyen son: *Garrya ovata*, *Lindleyella mespilioides*, *Pterostemon rotundifolius*, *Wimmeria persicifolia*, *W. microphylla*, *Cassia chiapensis*, *Vauquelinia australis*, *Citharexylum oleinum*, *Leucaena esculenta*, *Quercus conspersa* y *Q. liebmanii*. El estrato arbustivo inferior tiene una cobertura de 20 % y una altura de 0.50 a 1.0 m; los elementos que lo constituyen son: *Salvia candicans*, *Leucophyllum pringlei*, *Mortonia diffusa*, *Krameria cytisoides*, *Perymenium discolor*, *Rhus andrieuxii*, *Eupatorium calaminthaefolium*, *Bernardia myricifolia*, *Coreopsis mutica* y *Zexmenia pringlei*.

El estrato herbáceo tiene una cobertura de 20 % y una altura de 5 a 30 cm; los elementos que lo constituyen son: *Bouteloua triaena*, *Dyssodia papposa*, *Callisia insignis*, *Tradescantia crassifolia*, *Crusea subulata*, *Aristida schiedeana*, *Trachypogon angustifolium*, *Viguiera rhombifolia*, *Nissolia wislizenii* y *Calliandra grandiflora*.

6.4.15. Matorral bajo calcícola

Este tipo de vegetación se constituye de arbustos de hasta 1 m de altura, desarrollándose sobre un sustrato de rocas calizas, por lo que son comunidades vegetales de tipo azonal.

6.4.15.1. Asociación *Salvia candicans*

Cruz y Rzedowski (1980) señalan la presencia de esta asociación en la cuenca del río Tepelmeme, Distrito de Coixtlahuaca, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 300 a 2 400 m, sobre suelos calichosos o directamente sobre caliza muy intemperizada, en pendientes moderadas. Es una comunidad vegetal uniestratificada, formada principalmente por *Salvia candicans*, ocasionalmente asociándose gramíneas del género *Hilaria*, *Stipa*, *Bouteloua*, *Aristida* y *Setaria*. Algunas de las especies de arbustos que pueden presentarse son: *Rhus standleyi* y *Leucophyllum pringlei*.

6.4.15.2. Asociación *Salvia thymoides*

García (1983) señala la presencia de esta asociación en la sierra de Tamazulapan, Distrito de Teposcolula, Oaxaca en un intervalo altitudinal de 2 000 a 2 200 m, en laderas con poca pendiente. En algunos lugares la roca madre erosionada aflora dando lugar a abundante grava y cubriendo amplias extensiones, los suelos son someros, de color negro, de pH ligeramente alcalino, con textura migajón-arenoso. La materia orgánica que llega a acumularse en las grietas de las rocas es la que permite que se desarrollen las especies de plantas.

La fisonomía de esta comunidad vegetal es uniestratificada de 40-80 cm de altura, la especie dominante es *Salvia thymoides* (que resalta por el color blanquecino de sus hojas); a la que se asocian elementos como: *Bouvardia ternifolia*, *Dalea filiciformis*, *Dodonaea viscosa*, *Penstemon kunthii* y *Satureja oaxacana*. En algunos sitios puede encontrarse un estrato bajo de plantas no mayor a 30 cm donde se encuentran: *Bouteloua curtipendula*, *Cuphea aequipetala*, *Linum rupestre*, *Loeselia coerulea*, *Lythrum gracile*, *Porophyllum tagetoides*, *Selaginella sellowii* y *Verbena canescens*. En forma emergente llegan a presentarse arbustos altos y árboles bajos como: *Ipomoea murucoides*, *Gymnosperma glutinosum*, *Condalia mexicana*, *Juniperus flaccida* y *Tecoma stans*.

En la cuenca del río Tepelmeme del Distrito de Coixtlahuaca, Cisneros y Rzedowski (1980) también registran esta asociación, sobre terrenos calichosos, en laderas con poca pendiente, en altitudes que van de 2 200 a 2 300 m; el suelo es de color pardo grisáceo, de 15 cm o menos de profundidad, de textura migajón arenoso y de estructura granular fina. La erosión es muy fuerte, tanto de origen fluvial como eólico. En esta comunidad vegetal se distinguen dos estratos, el primero lo forman arbustos tales como: *Salvia thymoides*, *Brickellia veronicifolia* y *Condalia mexicana*, y algunas herbáceas como *Aristida glauca*, *Muhlenbergia rigida*, *Erioneuron avenaceum*, *Loeselia caerulea* y *Lamourouxia pringlei*. El segundo estrato es de una cobertura de más o menos 5 % y 0 a 5 cm de altura, compuesta por especies como: *Psora crenata*, *Evolvulus sericeus*, *Dichondra argentea*, *Calliandra humilis* y *Tragia nepetifolia*.



Fig. 18. Bosque bajo crasicaule espinoso en el valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla



Fig. 19. Bosque bajo crasicaule espinoso en lomeríos abiertos, Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.



Fig. 20. Bosque bajo crasicaule espinoso en Tepexi de Rodríguez, Puebla.



Fig. 21. Bosque bajo rosetófilo durifolio en Tepexi de Rodríguez, Puebla.

7. DISCUSIÓN

7.1 Clasificación de la vegetación

La clasificación de la vegetación ha sido preocupación de los estudiosos por tener un sistema jerárquico, uniforme y coherente, de tal forma que la heterogeneidad ambiental expresada en una diversidad de comunidades vegetales permita una clara comprensión de éstas. Un sistema de clasificación ampliamente aceptado en México ha sido el propuesto por Miranda y Hernández X. (1963), debido a su pragmatismo al manejar atributos como la fisonomía, estructura, distribución y composición florística de las comunidades vegetales. Flores *et al.* (1971) siguiendo los anteriores criterios anteriores elaboraron un mapa a escala 1: 2 000 000, con el propósito de tener una actualización de la distribución y superficie de cubierta por cada uno de los tipos de vegetación. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por contar con una cartografía de los tipos de vegetación de México, una carencia notable se manifestó en la falta de información detallada que diera cuenta de investigaciones que respaldasen a esta clasificación.

Rzedowski (1978), en su obra ampliamente reconocida aborda de manera crítica las diferentes clasificaciones que se han hecho para la vegetación de nuestro país; un aspecto relevante es resaltar la inconsistencia en la nomenclatura de las unidades de vegetación en función de su diversidad florística, además de señalar la falta de correspondencia de algunas comunidades vegetales en lo que refiere a sus requerimientos ecológicos; aunque plantea que no es su propósito proponer una clasificación para la vegetación del país, si hace un aporte sustancial para reflexionar sobre el tema en cuestión.

Con el antecedente planteado en párrafos anteriores, González (2004), conocedor de la vegetación de este territorio, establece una propuesta para la clasificación y nomenclatura de su cubierta vegetal. Con el mismo interés, Montoya (1966) planteó una propuesta de nomenclatura

para los tipos de vegetación en las regiones tropicales de América, retomando la experiencia del continente Africano que llevó a establecer el denominado Acuerdo de Yangambi en 1956.

El planteamiento de González (2004) se retoma en la presente investigación sobre la región Mixteca, permitiendo tener precisión y detalle de las unidades jerárquicas en estudio; para los lectores del resultado de esta investigación, ha de llamar la atención que en la nominación de los tipos de vegetación se utilice un trinomio o hasta un término más para alguna de estas unidades. Sin embargo, es conveniente señalar que aunque se tenga una extensión en las nominaciones nomenclaturales, se ofrece una mayor claridad sobre la unidad de vegetación señalada; así, al mencionar un bosque templado mediano de aciculifolios, se tiene clarificado a un bioma de bosque constituido por plantas leñosas o árboles; se indica la condición climática relacionada con la zona de montañas; su estructura está referida a elementos que pueden alcanzar un rango de 15 a 30 m de altura; finalmente, se hace referencia a la característica notable de hojas aciculares inherente a las especies del género *Pinus*, del grupo de las coníferas.

De otra manera, como se acostumbra nombrar a estas comunidades utilizando el binomio bosque de pino, se presta a ambigüedades debido a que las comunidades vegetales de este género en México son muy variadas según la región en que éstas se desarrollen por lo que pueden ir desde los matorrales de *Pinus culminicola*, los bosques bajos de *Pinus cembroides*, los bosques medianos de *Pinus pseudostrobus* o los bosques altos de *Pinus herrerae*.

Presentar 30 tipos de vegetación para una región como la Mixteca podría suponer que se está en un retroceso en el propósito de contar con un sistema unificado de clasificación y nomenclatura. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta que a mayor diversidad de factores naturales y los ambientes resultantes, se encontrará una mayor cantidad de tipos de vegetación por nominar, como ello sucede en la zona templada y la zona árida de la región al reconocerse 11 y 15 tipos de vegetación, respectivamente, en contraste con la zona de trópico seco de la Mixteca Baja. Todo

ello si se tiene presente que la definición de un tipo de vegetación responde al señalamiento de sus atributos de fisonomía, estructura y fenología, a diferencia de las asociaciones que se definen por el empleo de información florística y sinecológica, esto es, que dentro de un determinado tipo de vegetación se pueden reconocer una cantidad indeterminada de asociaciones en función de la conjugación de factores ambientales de su zona climática correspondiente.

Los estudios de vegetación realizados en la región Mixteca distan de ser numerosos tomando en cuenta su extensión territorial. Sin embargo, al nivel jerárquico de tipos de vegetación es suficiente para su comprensión y tener un conocimiento de las unidades con base en los atributos que definen a éstos. La dificultad se presenta al pretender utilizar una diferenciación entre el nivel jerárquico de tipo de vegetación y asociación vegetal, lo que se observa en las contribuciones de García (1983) y Franco (2006). En la primera se señala la existencia de un tipo de vegetación con la denominación de matorral alto inerme parvifolio de *Rhus chondroloma-Lindleyella mespiloides*; en la segunda se trata en uno de sus apartados la caracterización de las asociaciones vegetales y dentro de éste se hace mención de la selva baja caducifolia y más aún de una selva espinosa de *Cephalocereus columna-trajani*. Las ejemplificaciones referidas requieren de establecer una clara diferenciación entre estas unidades jerárquicas de clasificación de la vegetación.

Blanco y Martínez (2001) en el estudio para un balance hídrico de la cuenca alta del río Mixteco definen la cobertura vegetal y uso del suelo, careciendo de una correcta nomenclatura para la vegetación, pues se concretan a diferenciar vegetación con arbolado denso, vegetación con arbolado ralo y área cubierta con cactáceas columnares. Sin embargo, en el contexto del país es muy importante y necesario que los técnicos consultores que se ocupan de los estudios de planeación y ordenamiento territorial hagan un uso correcto de los principios de la fitosociología

para clasificar las unidades de vegetación sujetas a aprovechamiento y conservación por parte de los ejidatarios y comuneros.

Anta y Mondragón (2006) al plantear los antecedentes del ordenamiento territorial a llevar a cabo en una comunidad del municipio de Usila en el estado de Oaxaca, señalan en uno de sus párrafos lo que se transcribe textualmente para comprensión del lector: “ Esta gran heterogeneidad climática y fisiográfica ha favorecido el desarrollo de una flora y una fauna de notable diversidad. Por ello se pueden observar en Tepetotutla hasta diez tipos de vegetación: bosque de pino, bosque de pino-encino, matorral de ericáceas, bosque tétrico, *elfin forest*, encinar húmedo, bosque mesófilo de lauráceas, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Oreomunea* y selva alta perennifolia de montaña”. Sin duda, una total inconsistencia en el uso de la nomenclatura de la vegetación.

En la región Mixteca la mayor dificultad para la clasificación y nomenclatura de la vegetación se presenta en las comunidades de zonas áridas, ese señalamiento lo menciona Rzedowski (1978) al decidir la conjunción de todas las comunidades de porte arbustivo, desarrollándose en las zonas áridas y semiáridas del país, denominarlas bajo el rubro colectivo de matorral xerófilo. Zavala (1982), señala para el Valle de Zapotitlán cuatro tipos de vegetación: matorral espinoso, tetechera, cardonal e izotal, sin precisar apego alguno a un sistema de clasificación existente; por su parte, Osorio *et al.* (1996) reconocen para esta misma zona siete tipos de vegetación, lo cual no obstante señalar un apego a la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963), se aprecia una heterogeneidad e inconsistencia en la manera de utilizar la nomenclatura, como muestra de ello es la mención de una tetechera-cardonal, una Selva Baja Espinosa Perennifolia (*sic.*) o un cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*.

Un estudio reciente, que podría considerarse una revisión actualizada y un esfuerzo integrador para la clasificación y conocimiento de la vegetación del Valle de Tehuacán - Cuicatlán (Valiente

et al., 2000), dista de tener los atributos de un sistema uniforme, jerárquico y consistente de clasificación y nomenclatura de la cubierta vegetal de la zona; no se precisa en primer lugar una clasificación de tipos de vegetación y en cambio reconocen 29 asociaciones vegetales, que se ajustan más a la nomenclatura de tipos de vegetación como: bosque de encino, bosque de pino-encino, selva baja caducifolia o matorral esclerófilo perennifolio; por lo que persiste la necesidad de retomar la elaboración de una clasificación para la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y por consecuencia de una porción de la región mixteca.

7.2. El conocimiento regional de la vegetación

El estudio de la vegetación de la Mixteca es relativamente reciente, siendo el precursor Miranda (1942, 1943, 1947), con sus observaciones sobre la vegetación de la cuenca alta del Balsas, particularizando en el bosque tropical bajo caducifolio, y teniendo como localidades de referencia a Izúcar de Matamoros y Acatlán de Osorio, ambas del estado de Puebla. Destaca en esta mención de los trabajos del Dr. Faustino Miranda, la discontinuidad de los trabajos de investigación botánica que se llevan a cabo en México, ya que debieron transcurrir 57 años para que se realizará un nuevo trabajo de investigación en la zona de Acatlán, limítrofe entre Puebla y Oaxaca por parte de Castañeda (2000) y Guízar *et al.* (2010).

Respecto a la zona de Izúcar de Matamoros y la parte suroeste de Puebla también puede señalarse esta discontinuidad, ya que el lapso de tiempo para retomar el conocimiento de su vegetación es igualmente amplio. Los primeros trabajos que hacen mención de la vegetación de Izúcar de Matamoros son los de Sánchez (1983, 1988), siendo trabajos más enfocados a este tipo de estudios los de García y Razo (1991), Guízar (1995), Guízar y Granados (1996), Guízar y Moreno (2000) y Rivera (2002). El panorama actual plantea la necesidad de estudiar algunas zonas de la Mixteca Poblana, particularmente el tramo comprendido entre Chiautla de Tapia e

Ixcamilpa de Guerrero hacia la confluencia de los ríos Atoyac y Tlapaneco en los límites con el estado de Guerrero, de donde no se conoce la existencia de algún estudio de flora y vegetación. Lo mismo se puede decir de las inmediaciones de Chiautla de Tapia y la zona comprendida entre esta localidad y Tehuizingo, en su parte media corre el río Atoyac, no habiendo caminos de acceso y por tanto la inexistencia de poblaciones de importancia, más probablemente a lo accidentado de la topografía.

El conocimiento de la vegetación de la Mixteca Alta Oaxaqueña tuvo un desconocimiento notable por mucho tiempo, puesto que el primer estudio formal se hizo en 1980 por Cruz y Rzedowski, seguido por las contribuciones de García (1983), Flores y Manzanero (1985) y Flores *et al.* (1987), señalando estos últimos que con su trabajo de investigación se deben iniciar una serie de estudios ecológicos en la Mixteca, debiendo resaltar la importancia de clasificar y cartografiar las comunidades vegetales.

La gran extensión territorial de esta porción oaxaqueña de la Mixteca, comparada con los estudios de vegetación disponibles hasta el momento, permiten visualizar la gran necesidad de llevar a cabo estudios más intensivos para conocer las comunidades vegetales en zonas que no se tiene un solo estudio de referencia. Como ejemplificación de esta necesidad se puede mencionar los distritos de Tlaxiaco, Silacayoapan y Nochixtlán en los que no se tiene conocimiento detallado de su vegetación para planificar adecuadamente futuras investigaciones agropecuarias y forestales.

Las zonas áridas y semiáridas de la región de estudio han sido estudiadas desde el punto de vista florístico y de la vegetación como lo señalan Valiente *et al.* (2000), desde hace poco más de 60 años, constituyendo una buena base para las investigaciones que actualmente se llevan a cabo en el Valle Tehuacán – Cuicatlán. Sin embargo, se requiere llevar a cabo estudios detallados que permitan describir las comunidades vegetales y se proponga una clasificación de la vegetación

utilizando una nomenclatura más uniforme evitando ambigüedades en su nominación, además de manejar adecuadamente los niveles de integración de tipos de vegetación y asociaciones vegetales.

7.3. Determinismo ecológico de los tipos de vegetación

La vegetación es la resultante de una serie de factores ambientales e históricos, en la región Mixteca esto se aprecia claramente observando la fisiografía, y particularmente la topografía; se pueden definir tres condiciones ambientales contrastantes: una zona cálida hasta una altitud de 1 400 m con temperatura media anual entre 22 y 26° C; una zona templada con temperatura entre 12 y 18° C, localizada entre los 2 000 y 2 500 m; una zona árida con altitudes que varían de los 1 500 a 2 400 m, representada por una porción del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, localizada a la sombra de la elevada sierra de Zongolica y que sólo recibe precipitaciones menores a 400 mm. En forma análoga, Puig (1991) reconoce para la región Huasteca una diferenciación de zonas climáticas que relaciona al dividir las agrupaciones de tipos de vegetación en formaciones tropicales cálidas y húmedas de llanura, formaciones tropicales de altitud y formaciones tropicales secas.

El área de estudio se encuentra dentro de las regiones climáticas definidas para México (Vidal, 2005), en la región 8. Cuenca del río Balsas y Valles de Oaxaca, zona de dominio de los vientos alisios del Hemisferio Norte que descargan su humedad en las formaciones orográficas situadas al norte y oriente de la Mixteca para llegar como vientos secos descendentes.

De manera compensatoria, en la época de verano, cuando son más intensos y profundos, aportan precipitación asociada; a lo que habrá que agregar la presencia de los ciclones tropicales del Pacífico, los que en forma ocasional incrementan la precipitación del verano y parte del otoño, esta humedad penetra por el sur asociada con el efecto monzónico producido por la elevada

temperatura de la Altiplanicie y de la cuenca del Balsas, como por el avance de la zona intertropical de convergencia que se desplaza hasta unos 20° de latitud norte.

La zona cálida de la región de estudio se ubica en la cuenca alta del Balsas, presentándose de manera notable como lo señalan Guízar *et al.* (2010), el predominio del bosque tropical bajo caducifolio debido a la conjunción de factores como la condición climática, en donde resalta la precipitación media anual que oscila entre 800 a 1 200 mm y la marcada estacionalidad de las lluvias durante el verano como se muestra en los climadiagramas de Izúcar de Matamoros, Pue. y Juchitahuaca, Oax. Otro factor es la altitud, para lo cual este tipo de vegetación suele llegar hasta los 1 400 m, así como la preferencia en laderas de cerros con pendientes de fuertes a moderadas, lo que hace que los suelos sean someros y se observe el afloramiento de rocas como una generalidad.

Un factor adicional para este tipo de vegetación es la influencia del sustrato geológico y el tipo de suelo, definiendo sus variantes que registran García y Razo (1991), el estudio más detallado sobre este tópico dentro de las investigaciones realizadas en la Mixteca Poblana.

La presencia de los palmares y los bosques de galería debe explicarse más a través de factores locales que influyen en su distribución, por lo que el sustrato geológico y las corrientes de agua permanentes o semipermanentes, respectivamente, son decisivos en su determinismo. Sin embargo, la presencia del bosque tropical bajo de durifolios se debe al factor altitudinal y edáfico, y también probablemente a un factor de carácter histórico como lo señala Rzedowski (1978), al señalar la presencia de pinares y encinares tropicales, prosperando fuera de su zona climática característica, por lo que sugiere plantear hipótesis de trabajo para dilucidar estos patrones de distribución en la vegetación, debidos a cambios climáticos en el pasado geológico.

El bioma de bosque templado se encuentra presente en la zona montañosa de la región Mixteca debido al intervalo altitudinal de 1 800 a 2 450 m, lo que ocasiona un descenso en la temperatura,

teniendo un promedio entre 12 a 18° C y la presencia de lluvias en verano, sequía en invierno y presencia de canícula, características del tipo climático templado subhúmedo como lo muestra el climadiagrama de Tlaxiaco, Distrito de Tlaxiaco. En las partes altas, la precipitación es elevada registrando promedios de 1 100 mm, permitiendo la presencia del bosque templado mediano de linearifolios y el bosque templado mediano de aciculifolios, señalado este último por Flores *et al.* (1987).

El contraste de vegetación se muestra al interior de la región, a pesar de encontrarse en altitudes promedio de 2 100 m que definen tipos climáticos de BS o Cw_o, debido a que la temperatura promedio se eleva a 17.4° y disminuye la precipitación a un promedio de 693.7° C, con un período de sequía más acentuado al observar los climadiagramas de Teposcolula y Tamazulapam, distrito de Teposcolula, dando como resultante la presencia del bosque templado bajo de durifolios y el matorral alto inerme parvifolio (García, 1983).

La zona árida y semiárida de la región Mixteca se manifiesta claramente en su parte noreste, que corresponde al Valle de Tehuacán – Cuicatlán, determinada por la sombra de montaña de la sierra de Zongolica con precipitaciones menores a 600 mm y una marcada estacionalidad como se observa en los climadiagramas de San Juan Ixcaquixtla y Tepexi de Rodríguez con tipos climáticos C (w''₁) (w) b (i') g y BS₁ (h') w (w) ig, respectivamente. Como resultado, se tiene la predominancia de un bioma de matorral, aunado a la presencia de formas de vida arbóreas y arborescentes con porte bajo.

Cruz y Rzedowski (1980) atribuyen la presencia del bosque bajo de *Quercus* y el matorral a la humedad de los vientos, presentes en la cuenca del río Tepelmeme. López *et al.* (2003) establecieron en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla, un gradiente de 28 km de largo para un análisis de toposecuencia con el fin de determinar su influencia en la vegetación logrando

encontrar que existen tipos de vegetación cuya distribución depende de la altitud, el relieve y la pendiente; otros están influenciados en mayor grado por la precipitación, tipo de suelo y sustrato.

7.4. Conservación y deterioro de la vegetación en la Mixteca

El estado de Oaxaca presenta el 85 % de su superficie erosionada en diferentes grados, esto es, 8 007 935 ha, de éstas, 2 286 330 ha están totalmente erosionadas, o sea, el 35 % de la superficie erosionada del estado, de las cuales más de la mitad se localizan principalmente en la región Mixteca (INEGI, 1995), sobre el particular Narváez (1991), señala que en la Mixteca Oaxaqueña el 2 % de la superficie presenta erosión ligera, el 39 % moderada, el 46 % alta y el 13 % muy alta; indicando que actualmente en más del 90 % de la región se presenta erosión en altos niveles, afectando la producción agrícola.

Debido a factores como el señalado anteriormente, aunado a la marginación económica hacen de la región Mixteca un territorio en el que subsisten en pobreza extrema un amplio sector de pobladores sustentada en la precariedad de los sistemas de educación, salud, alimentación y vivienda, además de la falta de fuentes de empleo atractivas y que satisfagan las necesidades esenciales de una familia.

En contraste a la situación económica actual de la región, durante la Época Colonial mostró una gran importancia para la economía del Virreinato y la Corona Española, siendo entre otros productos el principal proveedor de derivados del ganado ovino y caprino, seda, grana y trigo, lo que la colocaba en un lugar privilegiado entre las provincias de la Nueva España.

Un tema de gran importancia es saber como se dio el proceso destructivo de la vegetación y el deterioro de la calidad de los suelos en la Mixteca. En el intento de inferir sobre el fenómeno erosivo en la Alta Mixteca, Kirby (1972), establece que en el Valle de Nochixtlán la erosión en esta zona no es reciente, tal vez se haya iniciado hace 3 000 años, debido al incremento de la

población en el valle. Por su parte, Spores (1969) concluye que la erosión extrema que se observa en la actualidad dentro del valle, más allá de la deforestación y el sobrepastoreo se debe a la práctica del sistema lama-bordo practicado por los agricultores mixtecos al pretender ampliar los terrenos de cultivo, ocasionando un intenso lavado y arrastre de los suelos de montaña.

La introducción del trigo y el ganado durante la Colonia implicaron en sí todo un cambio ecológico; su cultivo y su crianza afectaron el uso del territorio y de la vegetación, además de transformar el paisaje (Pastor, 1989). La estructura social y económica cambió, tanto los españoles como los indígenas debieron adaptarse a la nueva sociedad en la que los ibéricos debían adecuar sus estructuras medievales y los mixtecos como vencidos someterse, rebelarse o adaptarse a las nuevas circunstancias.

En la Mixteca Baja fue de gran impacto la introducción de una tecnología agrícola y los nuevos cultivos por parte de los colonizadores españoles, lo cual motivó un fenómeno de choque cultural, adopción, adaptación y cambios tecnológicos (Paredes, 1991). De la diversificación de cultivos se pasó al monocultivo, como se ejemplifica con el trigo en el valle de Atlixco y la caña de azúcar en los valles de Izúcar, Tepeojuma y Chiautla, transformando la región al orientar la mano de obra, los caminos, el ganado y múltiples recursos más, hacia la producción de los dos productos más condicionados en el mercado.

El fenómeno migratorio en la región se dio en la tercera década del siglo XX, siendo a finales de la década de los 60's en que se acentuó el ritmo descendente en el crecimiento demográfico de la región, evidencia del aumento de la migración hacia otros lugares del país (Fernández, 1989).

Se distinguen dos movimientos migratorios fundamentales: el exódo rural definitivo y las migraciones temporales. Fernández (1989), señala como consideración empírica que existe una tendencia general de que el exódo definitivo tiene mayor peso en las áreas con mayor deterioro de los recursos naturales y en donde las comunidades han sufrido una transformación cultural

considerable. De acuerdo con observaciones de campo de este investigador, las áreas con mayor deterioro de los recursos naturales se ubican principalmente en los distritos de Nochixtlán, Coixtlahuaca y Silacayoapan; en el norte del distrito de Huajuapán y en el norte del distrito de Tlaxiaco. Mientras que, las áreas con relativo deterioro de los recursos naturales se ubican en los distritos de Juxtahuaca y Teposcolula, así como en el sur del distrito de Tlaxiaco y la parte suroeste del distrito de Huajuapán.

La migración podría plantearse como uno de los factores que favorecen la reducción de la deforestación en la región, además de permitir que áreas de cultivo abandonadas puedan cubrirse de vegetación natural al haber cesado el factor de disturbio o alteración debido a actividades antropogénicas. En estudio comparativo llevado a cabo en la región Mixteca (Gustavo Arévalo G., 2001. Comunicación personal)¹ utilizando imágenes de satélite entre 1973 y 2000 señala que el índice de deforestación anual para este período es de 0.51 %; en el estudio de referencia este investigador estimó las superficies para el bosque tropical bajo caducifolio en 1973 (112 719 ha); 1996 (29 656 ha) y 2000 (29 364 ha), contrastando con el bosque templado palmatifoliado en el que estimó para 1973 (12 910 ha); 1996 (2 588) y 2000 (2 385 ha).

El deterioro actual de la vegetación regional es evidente, lo que hace necesario que se evalúe y se ejecuten acciones para establecer áreas de reservas naturales que garanticen la conservación de la hasta ahora existente cobertura vegetal.

¹ Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo.

8. CONCLUSIONES

1. Se establece una clasificación para la vegetación de la región Mixteca en la que se diferencian y denominan de manera uniforme las unidades de vegetación.
2. Se reconocen 30 tipos de vegetación relacionados a tres zonas climáticas.
3. La presentación de un mapa actualizado de vegetación y uso del suelo para la región Mixteca es una contribución de esta investigación que permite una visión global de la distribución de los principales tipos de vegetación, permitiendo establecer una futura planeación en la investigación ecológica, el aprovechamiento del territorio regional y la conservación de la cobertura vegetal.
4. El estado del conocimiento de la vegetación regional sigue siendo incompleto y desigual entre las diferentes zonas de ambas entidades, lo que plantea la necesidad de realizar estudios de vegetación con mayor continuidad y profundidad en sus investigaciones.
5. Los estudios de vegetación realizados en la región, muestran en su mayor parte una desigualdad en la diferenciación y clasificación de las comunidades vegetales, lo que hace necesario realizar futuros trabajos apegados a una nomenclatura uniforme y un sistema jerárquico.
6. En el nivel de integración de tipos de vegetación se tiene información suficiente para documentar el conocimiento de la vegetación regional.
7. Previo a la realización de este trabajo de investigación, no se tenía disponible un documento que registrara la vegetación regional al nivel de integración en tipos de vegetación y asociaciones vegetales, por lo que esta contribución es un aporte novedoso al conocimiento fitogeográfico ecológico del área de estudio.
8. La vegetación de la Mixteca es muy diversificada, debido a su ubicación latitudinal, los diferentes tipos climáticos, su topografía accidentada, la gran variedad de suelos y sustratos geológicos.
9. La superficie cubierta por la vegetación regional, aparentemente disminuyó de manera acelerada en los últimos 100 años, lo que se le relaciona a la elevada emigración rural ocurrida en las últimas cuatro décadas ante la necesidad de contar con mejores niveles de bienestar en las familias. Esta situación apremia el establecimiento de zonas de conservación de la vegetación en calidad de reservas naturales.

LITERATURA CITADA

- Acevedo Conde, M.L. 1995. Los mixtecos. En: Etnografía Contemporánea de los Pueblos Indígenas de México. Región Pacífico Sur. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. pp. 81-183.
- Alarcón, A. y A. Moctezuma. 1997. Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS). Especies 6 (3) : 2-6.
- Alcalá, E. y T. Reyes Couturier. 1994. Migrantes mixtecos. El proceso migratorio de la Mixteca Baja. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, D.F. 165 p.
- Anta Fonseca, S. y F. Mondragón Galicia. 2006. El ordenamiento territorial y los estatutos comunales: el caso de Santa Cruz Tepetotutla, Usila, Oaxaca. En: S. Anta Fonseca, A. V. Arreola Muñoz, M. A. González Ortiz y J. Acosta González (Compiladores). Ordenamiento territorial comunitario. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT. México, D.F. pp. 191-208.
- Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1988. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Blanco Andray, A. y S. Martínez Ramírez. 2001. Aplicación de un modelo de balances hídricos en la cuenca alta del río Mixteco (Oaxaca). Determinación del binomio infiltración/escurrimiento con vistas a la reconstrucción de sus ecosistemas forestales. Universidad Tecnológica de la mixteca. Huajuapán de León, Oaxaca. 250 p.
- Blydenstein, J. 1969. Levantamientos de pastos y vegetación para el desarrollo económico. En: OEA. Investigación de los recursos físicos para el desarrollo económico. Unión Panamericana. Washington, D.C. pp. 249-272.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Trad. Jorge Lalucat. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 820 p.

- Bravo Hollis, H. 1954. Iconografía de las cactáceas mexicanas (tercera serie). Cactáceas de las Mixtecas Altas. An. Inst. Biol. Méx. XXV: 473-552.
- Castañeda Mendoza, A. 2000. La vegetación del extremo meridional de la Mixteca Poblana. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 143 p.
- Castillo González, C.F. 1993. Contribución al conocimiento sobre *Brahea dulcis* (H.B.K.) Mart. en la región Mixteca de Cárdenas, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 110 p.
- Cetenal. 1970. Cartas de Climas, escala 1: 500 000, San Pedro Pochutla, Oaxaca y Veracruz.
- Conzatti, C. 1926. Las regiones botánico-geográficas del estado de Oaxaca. Reimpreso por Talleres Tipográficos de "La Esfera". Ciudad de Oaxaca. 24 p.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, Nueva York.
- Cruz Cisneros, R. y J. Rzedowski. 1980. Vegetación de la cuenca del río Tepelmeme, Alta Mixteca, Estado de Oaxaca, (México). Anales Esc. Nac. Ci. Biol. México. 22: 19-84.
- Cruz Cruz, E. 1988. Areas de exclusión: una alternativa en la recuperación del suelo y vegetación en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 93 p.
- Curtis, J.T. y R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie - forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Dahlgren, B. 1990. La Mixteca: su cultura e historia prehispánicas. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México, D.F. 312 p.

- Dansereau, P. 1957. Biogeography an ecological perspective. EE.UU. The Ronald Press Company. 394 p.
- Davis, T.A.W. y P.W. Richards. 1933. The vegetation of Moraballi creek, British Guiana; an ecological study of a limited area of tropical rain forest. Part. I, Journal Ecology 21: 350-384.
- De la Peña, G. 1991. Los estudios regionales y la antropología social en México. En: P. Pérez Herrero (Compilador). Región e historia en México (1700-1850). Métodos de análisis regional. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora. México, D.F. pp. 123-162.
- Fernández Ortiz, L.M. (Coord.) 1989. Los factores que condicionan el desarrollo rural en la Mixteca Oaxaqueña. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México, D.F. 173 p.
- Ferreira, H. 2005. Construir las regions. Por una aproximación regional a la formulación y gestión de políticas públicas en México. Centro de Investigación, Información y Apoyo a la Cultura, A.C. México, D.F. 271 p.
- Flores Mata, G., J. Jiménez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 59 p.
- Flores Martínez, A. y G. I. Manzanero Medina. 1985. Caracterización de la vegetación y su relación con el medio abiótico en el municipio de Santiago Nundichi y una porción del sur del municipio de San Juan Numí, distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM. México, D.F. 71 p.
- Flores Martínez, A., G. I. Manzanero Medina y G. Flores Martínez. 1987. Clasificación numérica de la vegetación de una porción de la Mixteca Alta, Oaxaca. Universidad y Ciencia, 4 (7): 57-72.

- Franco Islas, F. 2006. Ordenación y clasificación de la vegetación a través del transecto del valle de Tehuacán a la Mixteca Alta. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Edo. de Méx. 85 p.
- García Macedo, R.; R. Razo Zárate. 1991. Caracterización de asociaciones florísticas en el suroeste de Puebla, con base al sustrato geológico. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. 172 p.
- García-Mendoza, A.J. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 305-325.
- García O.F. 1991. Influencia de la dinámica del paisaje en la distribución de las comunidades vegetales en la cuenca del río Zapotitlán, Puebla. Investigaciones Geográficas, Instituto de Geografía, UNAM. No.23.
- García, E. 1970. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. UNAM. México.
- García H., Luis A. 1996. La caprinocultura en la Mixteca Oaxaqueña. Orígenes. Ciencias 44: 28-31.
- García Mendoza, A. 1983. Estudio ecológico-florístico de una porción de la sierra de Tamazulapan, distrito de Teposcolula, Oaxaca. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 112 p.
- García Mendoza, A.; P. Tenorio Lezama y J. Reyes Santiago. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. Acta Botánica Mexicana 27: 53-73.
- George, P. 1980. Geografía activa. Editorial Ariel. Barcelona, España. 414 p.

- Gobierno Del Estado De Oaxaca. 1984. Programa de Desarrollo Rural Integral de las Mixtecas Oaxaqueñas Alta y Baja, 1984-1988. Oaxaca, Oax. 175 p.
- Gobierno Del Estado De Puebla. 1993. Programa de Desarrollo Regional de La Mixteca y Sierra Negra de Puebla, 1993-1998. Puebla, Pue. 81 p.
- Gómez Bravo, C. 1990. Causas y efectos económicos de la migración a los Estados Unidos en el municipio de Chinantla, Puebla (Mixteca Baja). Tesis de licenciatura. Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 127 p.
- 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.
- Guízar Nolazco, E. 1995. Análisis de los estadios sucesionales de *Acacia cochliacantha* Humb. y Bonpl. ex Willd. en el suroeste de Puebla. Tesis de Maestría Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 103 p.
- Guízar Nolazco, E. y D. Granados Sánchez. 1996. Ecología de la vegetación secundaria del suroeste de Puebla. Revista Chapingo Serie: Ciencias Forestales 2(1): 53-59.
- Guízar Nolazco, E. y E. Moreno Macías. 2000. La vegetación del municipio de Jolalpan, Mixteca Poblana. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo, de Méx. 59 p.
- Guízar Nolazco, E., D. Granados Sánchez y A. Castañeda Mendoza. 2010. Flora y vegetación en la porción sur de la Mixteca Poblana. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 16(2): 95-118.
- Hernández Sampieri, R., C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio. 1998. Metodología de la investigación. 2ª. ed. McGraw-Hill. México, D.F. 501 p.

- INEGI. 1984. Cartas Topográficas E 14-5, 6, 8, 9 y 12, Cuernavaca, Orizaba, Chilpancingo, Oaxaca y Zaachila. México.
- INEGI. 1984. Cartas geológicas E 14-5, 6, 8, 9 y 12, Cuernavaca, Orizaba, Chilpancingo, Oaxaca y Zaachila. México.
- INEGI. 1984. Carta geológica. Esc. 1: 250 000. Méx.
- INEGI. 1988. Cartas edafológicas: Cuernavaca y Orizaba. Esc. 1: 250 000 México.
- INEGI-UNAM. 1990. Geología de la República Mexicana. México, D.F.
- INEGI. 1995. Estadísticas del medio ambiente. México, D.F. 447 p.
- Jahn, G. 1982. Introduction. In: G. Jahn (ed.). Application of vegetation science to forestry. Handbook of Vegetation Science part XII. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, The Netherlands. pp. 1-14.
- Kent , M. y P. Coker. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. Belhaven Press. Londres, Inglaterra.
- Kershaw, K.A. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. 2nd. ed. Edward Arnold Publ. London. 308 p.
- Kirby, M. 1972. The physical environment of the Nochixtlan valley, Oaxaca. Vanderbilt University Publications. En: Anthropology No. 2. Nashville, Tennessee. 59 p.
- Koeppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 478 p.
- Krebs, C.J. 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª. Ed. Harper and Row.

- Labat, J.N. 1995. Vegetation du Nord-Ouest du Michoacán, Mexique. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, fascículo complementario VIII. Instituto de Ecología - ORSTOM-CEMCA. México, D.F. 401 p.
- Ledezma M.A.R. 1979. Tipos de vegetación y algunas características ecológicas en que se desarrolla, en los municipios de Caltepec y Zapotitlán Salinas, Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L.
- Lopez-Galindo, F., D. Muñoz-Iniestra, M. Hernández-Moreno, A. Soler-Aburto, M. del C. Castillo-López e I. Hernández-Arzate. 2003. Análisis Integral de la toposecuencia y su influencia en la distribución de la vegetación y la degradación del suelo en la Subcuenca de Zapotitlán Salinas, Puebla. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 55 (1): 19-41.
- Méndez Mercado, L.I. 1985. Migración: decisión involuntaria. Instituto Nacional Indigenista. México, D.F. 269 p.
- Mikola, P. 1982. Application of vegetation science to forestry in Finland. In: G. Jahn (ed.). Application of vegetation science to forestry. Handbook of Vegetation Science part XII. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, The Netherlands. pp. 199-224.
- Miranda, F. 1942. Estudio sobre la vegetación en México. III. Notas generales sobre la vegetación del S.O. del estado de Puebla, especialmente de la zona de Izúcar de Matamoros. An. Inst. Bio. Méx. 13: 417-450.
- Miranda, F. 1943. Estudios sobre la vegetación de México. IV. Algunas características de la vegetación y de la flora en la zona de Acatlán, Puebla. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México. México. 14: 407-421.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 8: 95-114.

- Miranda, F. 1975. La vegetación de Chiapas. Primera parte. 2a. ed. Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chis. 265 p.
- Miranda, F. y E. Hernández Xolocotzi. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.
- Miranda Moreno, A. G. 2003. Influencia de los parámetros edáficos en el establecimiento y distribución de la vegetación en el municipio de Santiago Chazumba, Mixteca Alta Oaxaqueña. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Edo. de Méx. 92 p.
- Moguel, R. 1979. Las regionalizaciones para el estado de Oaxaca. Un análisis comparativo. Centro de Sociología. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. Oaxaca, Oax. 87 p.
- Montoya Maquin, J.M. 1966. El acuerdo de Yangambi (1956) como base para una nomenclatura de tipos de vegetación en el Trópico Americano. Turrialba 16(2): 169-180.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.
- Narváez Carvajal, G. 1991. Las condiciones naturales para la producción agrícola en las mixtecas oaxaqueñas. Revista de Geografía Agrícola. 15-16: 33 – 40.
- Ortíz Solorio, C.A.; D. Pájaro Huertas. y M.C. Gutiérrez Castorena. 1994. Introducción a la leyenda del mapa mundial de suelos FAO/UNESCO, versión 1988. Cuaderno de Edafología 20. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México.
- Osorio Beristain, O.; A. Valiente Banuet; P. Dávila y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. Bol. Soc. Bot. México. 59: 35-58.

- Paredes Martínez, C. 1991. El impacto de la conquista y colonización española en la antigua Coatlalpan (Izúcar, Puebla) en el primer siglo colonial. Cuadernos de la Casa Chata, CIESAS. México, D.F. 117 p.
- Pastor, R. 1989. Campesinos y reformas: la Mixteca, 1700-1856. El Colegio de México. México, D.F. 589 p.
- Ponce Javana, P.; C.A. Flores Valdez y P.P. Ramírez Moreno. 1997. Programa de desarrollo regional Mixtecas Poblana y Oaxaqueña. Documento de Trabajo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 120 p.
- Puig, H. 1991. Vegetación de la Huasteca, México. Instituto de Ecología - ORSTOM-CEMCA. México, D.F. 625 p.
- Reyes Santiago, P.J. 1993. Estudio florístico y fitogeográfico en el municipio de San Juan Mixtepec, distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM. Los Reyes Iztacala, Edo. de Méx. 112 p.
- Ricklefs, R.E. y G.L. Miller. 2000. Ecology. 4^a. ed. W.H. Freeman and Co. New York.
- Ríos Luna, C. 1993. Aprovechamiento y comercialización de la palma soyatl [*Brahea dulcis* (H.B.K.) Mart.] en el sureste de Puebla. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 85 p.
- Rivera Alvarado, J. C. 2002. Estudio fitosociológico y dendrométrico en el ejido Las Casitas, municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 135 p.

- Rocha Ocampo, M.J. y O. Allende Hernández. 2006. Estudio de los factores socioeconómicos que inciden en el desarrollo empresarial de la región Mixteca Baja. *TEMAS de Ciencia y Tecnología* 29: 9-16.
- Rodríguez Hernández, R., C. Santiago Alavez y M.A. Cano García. 2004. Modelo óptimo de conversión productiva en la Mixteca Oaxaqueña. *In: Situación y perspectivas de la economía y el comercio del sector agropecuario de México II*. I. Caamal Cauich, A. Rodríguez Ríos, F. Jerónimo Ascencio y J.P. Tun Ku (Comps.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. pp. 83-95.
- Rzedowski, J. 1961. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis de Doctorado. México, D.F. Facultad de Ciencias, UNAM. 228 p.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9: 1-123.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México, D.F. 431 p.
- Salas Morales, S. H. 1990. Un estudio de vegetación en el municipio de San Juan Mixtepec, distrito de Juxtlahuaca, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, D.F. 46 p.
- Sánchez Vélez, A.S. 1983. Caracterización de la "Cuenca Vista Hermosa", Pue. y perspectivas para su manejo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Bosques, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 80 p.
- Sánchez Vélez, A.S. 1988. El consumo de leña y su impacto sobre los suelos forestales del suroeste de Puebla; perspectivas y alternativas. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 204 p.

- Sarukhán Kermez, J. 1968. Análisis Sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la Planicie Costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 300 p.
- Schultz Ramírez, B. 2002. Causas e implicaciones económicas y sociales de la emigración de los campesinos mixtecos (estudio de caso: San Antonio Huitepec, Oaxaca). Tesis de Licenciatura. Departamento de Sociología Rural, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 87 p.
- 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.
- Spores, R. 1969. Settlement, farming technology, and environment in the Nochixtlan valley. *Science* 166 (3905): 557-569.
- Spores, R. 2008. La Mixteca y los mixtecos. 3 000 años de adaptación cultural. *Arqueología Mexicana* 15(90): 28-33.
- Tenorio Lezama, P. 1997. Estudio florístico de la cuenca de río Hondo, Puebla – Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Campus Iztacala. UNAM. Los Reyes Iztacala, Edo. de Méx. 128 p.
- Torres Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 105-117.
- Valiente Banuet, A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. Flores-Hernández, M.C. Arizmendi, J.L. Villaseñor Y J. Ortega Ramírez. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Bol. Soc. Bot. México* 67: 24-74.

- Velasco Rodríguez, G.J. 1994. La artesanía de la palma en la Mixteca Oaxaqueña. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, Oax. 78 p.
- Vidal Zepeda, R. 2005. Las regiones climáticas de México. Textos monográficos: 2. Naturaleza. Instituto de Geografía, UNAM. México D.F. 210 p.
- Villaseñor, J.L. 2001. Catálogo de autores de plantas vasculares de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.
- Villegas Romero, I. y E. Guízar Nolasco. 1997. Evaluación agroecológica de tierras en Santa Ana Teloxtoc, municipio de Tehuacán, Puebla. Documento de Trabajo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 89 p.
- Zavala Hurtado, J.A. 1982. Estudios ecológicos en el valle semiárido de Zapotitlán, Puebla. I. Clasificación numérica de la vegetación basada en atributos binarios de presencia o ausencia de las especies. *Biótica* 7 (1): 99-120.

Apéndice 1. Relación de municipios de los estados de Puebla y Oaxaca.

Estado de Puebla

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Acatlán | 24. Jolalpan |
| 2. Acteopan | 25. Petlalcingo |
| 3. Ahuatlán | 26. Piaxtla |
| 4. Ahuehuetitla | 27. San Jerónimo Xayacatlán |
| 5. Albino Zertuche | 28. San Martín Totoltepec |
| 6. Atzala | 29. San Miguel Ixítlán |
| 7. Atzizihuacan | 30. San Pablo Anicano |
| 8. Axutla | 31. San Pedro Yeloixtlahuaca |
| 9. Coatzingo | 32. Santo Domingo Huehuetlán |
| 10. Cohetzala | 33. Tecomatlán |
| 11. Cohuecan | 34. Tehuitzingo |
| 12. Cuayuca | 35. Teopantlán |
| 13. Chiautla de Tapia | 36. Teotlalco |
| 14. Chietla | 37. Tepemaxalco |
| 15. Chila | 38. Tepeojuma |
| 16. Chila de la sal | 39. Tepexco |
| 17. Chinantla | 40. Tepexi de Rodríguez |
| 18. Epatlán | 41. Tilapa |
| 19. Guadalupe Santa Ana | 42. Tlapanala |
| 20. Huehuetlán el Chico | 43. Totoltepec |
| 21. Ixcamilpa de Guerrero | 44. Tulcingo de Valle |
| 22. Ixcaquixtla | 45. Xayacatlán de Bravo |
| 23. Izúcar de Matamoros | 46. Xicotlán |
| | 47. Xochiltepec |
-

Estado de Oaxaca

I. DISTRITO DE COIXTLAHUACA

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Concepción Buenavista | 8. San Miguel Tulancingo |
| 2. Santa Magdalena Jicotlán | 9. Santa Maria Nativitas |
| 3. San Cristobal Suchixtlahuaca | 10. Santiago Ihuitlán Plumas |
| 4. San Francisco Teopan | 11. Tepelmeme Villa de Morelos |

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------|
| 5. San Juan Bautista Coixtlahuaca | 12. Tlacotepec Plumas |
| 6. San Mateo Tlapiltepec | |
| 7. San Miguel Tequixtepec | |

II. DISTRITO DE HUAJUAPAN

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Asunción Cuyotepeji | 15. San Simón Zahuatlán |
| 2. Cosolotepec | 16. Santa Cruz Tacache de Mina |
| 3. Fresnillo Trujano | 17. San Juan Bautista Suchitepec |
| 4. Huajuapan de León | 18. San Pedro y San Pablo Tequixtepec |
| 5. Mariscala de Juárez | 19. Santiago Ayuquililla |
| 6. San Andrés Dinicuiti | 20. Santiago Chazumba |
| 7. Santa Catarina Zapouquila | 21. Santiago Miltepec |
| 8. Santo Domingo Yodohino | 22. Santa María Camotlán |
| 9. San Jorge Nuchita | 23. Santiago Cacaloxtepec |
| 10. San José Ayuquila | 24. Santiago Huajolotlán |
| 11. San Jerónimo Silacayoapilla | 25. Santo Domingo Tonalá |
| 12. San Marcos Arteaga | 26. Santos Reyes Yucuná |
| 13. San Martín Zacatepec | 27. Tezoatlán de Segura y Luna |
| 14. San Miguel Amatitlán | 28. Zapotitlán Palmas |

III. DISTRITO DE JUXTLAHUACA

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. Coicoyán de las Flores | 5. San Martín Peras |
| 2. San Juan Mixtepec-Distr.08 | 6. Santiago Juxtlahuaca |
| 3. San Miguel Tlacotepec | 7. Santos Reyes Tepejillo |
| 4. San Sebastián Tecomaxtlahuaca | |

IV. DISTRITO DE NOCHIXTLAN

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| 1. Asunción Nochixtlán | 17. San Miguel Piedras |
| 2. Magdalena Zahutlán | 18. San Miguel Tecomatlán |
| 3. Magdalena Jaltepec | 19. San Pedro Coxcaltepec Cántaros |
| 4. San Andrés Nuxiño | 20. San Pedro Teozacoalco |

- | | |
|-------------------------------|--|
| 5. San Andrés Sinaxtla | 21. San Pedro Tidaa |
| 6. San Francisco Chindúa | 22. Santiago Apoala |
| 7. San Francisco Jaltepetongo | 23. Santiago Huaucilla |
| 8. San Francisco Nuxaño | 24. Santiago Tilantongo |
| 9. San Juan Diuxi | 25. Santiago Tillo |
| 10. San Juan Sayultepec | 26. Santa Inés de Zaragoza |
| 11. San Juan Tamazola | 27. Santa María Apasco |
| 12. San Juan Yucuita | 28. Santa María Chachoapam |
| 13. San Mateo Etlatongo | 29. Santo Domingo Nuxaá |
| 14. San Mateo Sindihui | 30. Santo Domingo Yanhuitlán |
| 15. San Miguel Chicahua | 31. Magdalena Yodocono de Porfirio
Díaz |
| 16. San Miguel Huautla | 32. Yutanduchi de Guerrero |

V. DISTRITO DE SILACAYOAPAN

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Calihuala | 11. San Mateo Nejapam |
| 2. Guadalupe de Ramírez | 12. San Miguel Ahuehuetitlán |
| 3. Ixpantepec Nieves | 13. San Nicolás Hidalgo |
| 4. San Agustín Atenango | 14. Santa Cruz de Bravo |
| 5. San Andrés Tepetlapa | 15. Santiago del Río |
| 6. San Francisco Tlapancingo | 16. Santiago Tamazola |
| 7. San Juan Bautista Tlachichilco | 17. Santiago Yucuyachí |
| 8. San Juan Cieneguilla | 18. Silacayoapam |
| 9. San Juan Ihualtepec | 19. Zapotitlán Lagunas |
| 10. San Lorenzo Victoria | |

VI. DISTRITO DE TEPOSCOLULA

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1. San Andrés Lagunas | 12. Santa María Nduayaco |
| 2. San Antonio Acutla | 13. Santo Domingo Tlatayapam |
| 3. San Antonio Monte Verde | 14. Santo Domingo Tonaltepec |
| 4. San Bartolo Soyaltepec | 15. Santiago Nejapilla |
| 5. San Juan Teposcolula | 16. Santiago Yolomecatl |
| 6. San Pedro Nopala | 17. Teotongo |

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 7. San Pedro Topiltepec | 18. Trinidad Vista Hermosa, LA |
| 8. San Pedro y San Pablo Teposcolula | 19. Villa Chilapa de Díaz |
| 9. San Pedro Yucunama | 20. Villa de Tamazulapan del Progreso |
| 10. San Sebastian Nicananduta | 21. Villa Tejupam de la Unión |
| 11. San Vicente Nuñu | |

VII. DISTRITO DE TLAXIACO

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Chalcatongo de Hidalgo | 19. San Pedro Molinos |
| 2. Heroica Ciudad de Tlaxiaco | 20. Santa Catarina Tayata |
| 3. Magdalena Peñasco | 21. Santa Catarina Ticua |
| 4. San Agustín Tlacotepec | 22. Santa Catarina Yosonotú |
| 5. San Antonio Sinicahua | 23. Santa Cruz Nundaco |
| 6. San Bartolomé Yucuañe | 24. Santa Cruz Tacahua |
| 7. San Cristóbal Amoltepec | 25. Santa Cruz Tayata |
| 8. San Esteban Atlatlahuca | 26. Santa María del Rosario |
| 9. San Juan Achiutla | 27. Santa María Tataltepec |
| 10. San Juan Ñumi | 28. Santa María Yolotepec |
| 11. San Juan Teita | 29. Santa María Yosoyua |
| 12. San Martín Huamelulpam | 30. Santa María Yucuhiti |
| 13. San Martín Itunyoso | 31. Santiago Nundiche |
| 14. San Mateo Peñasco | 32. Santiago Nuyoó |
| 15. San Miguel Achiutla | 33. Santiago Yosondua |
| 16. San Miguel el Grande | 34. Santo Domingo Ixcatlán |
| 17. San Pablo Tijaltepec | 35. Santo Tomás Ocotepec |
| 18. San Pedro Mártir Yucuxaco | |

Apéndice 2. Lista florística preliminar de la región Mixteca

Los nombres incluidos en la siguiente lista corresponden a los taxa mencionados en este informe como elementos importantes de la vegetación de la Mixteca. La enumeración de los taxa se hace en orden alfabético tanto a nivel de familia, género y especie.

PTERIDOPHYTA**Dennstaedtiaceae**

Pteridium arachnoideum (Kaulf.) Maxon

Dryopteridaceae

Elaphoglossum petiolatum (Sw.) Urb.

Equisetaceae

Equisetum laevigatum A. Braun

Polypodiaceae

Phlebodium aureum (L.) J. Sm.

Pleopeltis macrocarpa var. *interjecta* (Weath.) A.R. Sm.

Polypodium thysanolepis A. Braun ex Klotzsch

Pteridaceae

Cheilanthes bonariensis (Willd.) Proctor

Cheilanthes notholaenoides (Desv.) Maxon & Weath.

Notholaena aurea (Poir.) Desv.

Notholaena formosa (Liebm.) R.M. Tryon

Pellaea seemannii Hook.

Selaginellaceae

Selaginella lepidophylla (Hook. & Grev.) Spring

Schizaeaceae

Anemia hirsuta (L.) Sw.

CONIFEROPHYTA**Cupressaceae**

Cupressus lusitanica Mill. var. *lusitanica*

Juniperus flaccida var. *poblana* Martínez

Taxodium mucronatum Ten.

Pinaceae

Abies hickelii var. *oaxacana* (Martínez) Farjon & Silba

Pinus devoniana Lindl.

Pinus lawsonii Roezl

Pinus leiophylla Schiede ex Schltdl. & Cham.

Pinus montezumae Lamb.
Pinus oocarpa Schiede
Pinus pringlei Shaw
Pinus pseudostrobus Lindl.
Pinus pseudostrobus var. *apulcensis* (Lindl.) Shaw
Pinus teocote Schltld. & Cham.

DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA

CLASE MAGNOLIOPSIDA

Acanthaceae

Carlowrightia californica Brand
Dicliptera haenkeana Nees
Elythraria imbricata (Vahl) Pers.
Elythraria squamosa (Jacq.) Lundell
Justicia gonzalezii (Greenm.) Henrickson & Hiriart
Pseuderanthemum praecox (Benth.) Leonard
Ruellia abbreviata D. N. Gibson
Ruellia cupheoides Fernald
Ruellia nudiflora (Engelm. & A. Gray) Urb.
Stenandrium dulce (Cav.) Nees
Tetramerium glandulosum Oerst.

Amaranthaceae

Amaranthus hybridus L.
Gomphrena decumbens Jacq.
Gomphrena nitida Rothr.

Anacardiaceae

Actinocheita filicina (DC.) F.A. Barkley
Amphipterygium adstringens Schiede ex Schltld.
Comocladia engleriana Loes.
Cyrtocarpa procera Kunth
Pistacia mexicana Kunth
Pseudosmodingium multifolium Rose
Pseudosmodingium perniciosum (Kunth) Engl.
Rhus chondroloma Standl. subsp. *huajuapensis* Young
Rhus oaxacana Loes.
Rhus pachyrrhachis Hemsl.
Rhus standleyi F.A. Barkley
Rhus terebinthifolia Schltld. & Cham.
Rhus virens Lindh. ex A. Gray ssp. *purpusii* Young
Toxicodendron radicans (L.) Kuntze

Apiaceae

Eryngium carlinae F. Delaroché

Apocynaceae

Echites microcalyx DC.

Haplophyton cinereum (A. Rich.) Woodson
Mandevilla foliosa (Müll. Arg.) Hemsl.
Plumeria rubra f. *acutifolia* (Poiret) Woodson
Thevetia ovata (DC.) A.Gray
Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum
Thevetia thevetioides (Kunth) K. Schum.
Tonduzia longifolia (A. DC.) Wood

Asclepiadaceae

Asclepias curassavica L.
Cynanchum sp.
Marsdenia edulis Sw.
Marsdenia lanata (Paul G. Wilson) W.D. Stevens
Sarcostemma elegans Decne.
Sarcostemma pannosum Decne

Asteraceae

Acourtia scapiformis (Bacig.) B.L. Turner
Ageratum corymbosum Zucc.
Ageratum houstonianum Mill.
Ageratum stachyofolium B.L. Rob.
Ageratum tomentosum (Benth.) Hemsl.
Archibaccharis hirtella (DC.) Heering
Archibaccharis sp.
Baccharis aff. *trinervis* Pers.
Baccharis heteropylla Kunth
Baccharis ramulosa (DC.) A. Gray
Baccharis salicifolia (Ruiz et Pav.) Pers.
Baccharis sordescens DC.
Barroetia laxiflora K. Brandegee
Barroetia setosa A. Gray
Bidens odorata Cav.
Bidens pilosa L.
Bidens sharpii (Sherff) Melchert var. *tamazulapana* Melchert
Brickelia veronicifolia var. *petrophila* (B.L.Rob.) B.L. Rob.
Calea zacatechichi Schltdl.
Chaptalia leucocephala Greene
Cirsium sp.
Cosmos sulphureus Cav.
Dahlia australis (Sherff) var. *australis*
Dahlia coccinea Cav.
Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc.
Elvira biflora (L.) Kuntze
Eupatorium espinosarum Gray.
Eupatorium areolare DC.
Eupatorium bellidifolium Benth.
Eupatorium brevipes DC.
Eupatorium calaminthifolium Kunth
Eupatorium calophyllum (Greene) B.L. Rob.
Eupatorium mairetianum DC.

Eupatorium monanthum Sch. Bip.
Eupatorium tomentellum Schrad.
Florestina pedata (Cav.) Cass.
Gnaphalium oxyphyllum DC.
Gochnatia hypoleuca (DC.) A. Gray.
Grindelia inuloides Willd. var. *inuloides*
Guardiola mexicana Humb. & Bonpl.
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.
Iostephane heterophylla (Cav.)
Iostephane trilobata Hemsl.
Lasianthaea helianthoides DC.
Legascea mollis Cav.
Melampodium americanum L.
Melampodium divaricatum (Rich. et Pers.) DC.
Melampodium gracile Less.
Melampodium gracile Less.
Melampodium perfoliatum (Cav.) Kunth
Milleria quinqueflora L.
Montanoa speciosa DC.
Otopappus epaleaceus Hemsl.
Pectis haenkeana (DC.) Sch. Bip.
Perymenium discolor Schrad.
Perymenium mendezii var. *mendezii* DC.
Perymenium ovatum K. Brandegee
Piqueria trinervia Cav.
Pluchea salicifolia (Mill.) Blake
Porophyllum linaria (Cav.) DC.
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass.
Psacalium amplifolium (DC.) H. Rob. & Brettell
Rumfordia floribunda DC.
Sanvitalia procumbens Lam.
Sclerocarpus papposus (Benth.) Hemsl.
Sclerocarpus uniserialis (Hook.) Hemsl.
Senecio bombycopholis Bullock
Senecio salignus DC.
Simsia foetida (Cav.) Blake
Simsia sanguinea Gray var. *sanguinea*
Stevia elatior Kunth
Stevia ephemera Grashoff
Stevia lucida Lag. var. *bipontini* B.L. Rob.
Stevia ovata var. *ovata* Willd.
Tagetes erecta L.
Tagetes lucida Cav.
Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.
Tragocerus schiedeanum Less.
Tridax coronopifolia (Kunth) Hemsl.
Tridax procumbens L.
Verbesina abscondita Klatt
Verbesina gracilipes B.L. Rob.
Verbesina neotenoriensis B.L. Turner
Vernonia macvaughii S.B. Jones

Vernonia salicifolia (DC.) Sch. Bip.
Viguiera sphaerocephala (DC.) Hemsl.
Zinnia elegans Jacq.
Zinnia peruviana (L.) L.

Begoniaceae

Begonia pedata Liebm.

Betulaceae

Alnus acuminata subsp. *glabrata* (Fernald) Furlow
Alnus acuminata Kunth
Alnus jorullensis subsp. *lutea* Furlow

Bignoniaceae

Astianthus viminalis (Kunth) Baill.
Tecoma stans (L.) Kunth

Bixaceae

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.

Bombacaceae

Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker
Ceiba parvifolia Rose
Pseudobombax ellipticum (Kunth)

Boraginaceae

Antiphytum heliotropoides DC.
Antiphytum parryi S. Watson
Bourreria andrieuxii (DC.) Hemsl.
Cordia curassavica (Jacq.) Roem. et Schult.
Cordia cylindrostachya Ruiz & Pav.
Cordia diversifolia Pav.

Brassicaceae

Brassica campestris L.
Lesquerella pueblensis Payson
Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek.

Buddlejaceae

Buddleja cordata Kunth
Buddleja parviflora Kunth

Burseraceae

Bursera aptera Ramírez
Bursera bicolor (Willd.) Engl.
Bursera bipinnata (DC.) Engl.
Bursera bolivarii Rzed.

Bursera bonetii Rzed.
Bursera copallifera (DC.) Bullock
Bursera diversifolia Rose.
Bursera fagaroides (Kunth) Engelm.
Bursera glabrifolia (Kunth) Engelm.
Bursera jorullensis (Kunth) Engl.
Bursera lancifolia (Schltdl.) Engl.
Bursera linanoe (La Llave) Rzed. Calderón & Medina
Bursera longipes (Rose) Standl.
Bursera morelensis Ramírez
Bursera submoniliformis Engl.
Bursera vejar-vazquezii Miranda

Cactaceae

Aporocactus conzattii Britton & Rose.
Cephalocereus columna-trajani (Karw. ex Pfeiff.) K. Schum.
Coryphantha radians var. *pseudoradians* (Bravo) Bravo
Escontria chiotilla (Weber) Rose
Ferocactus recurvus (Mill.) G. E. Linds.
Mammillaria collina J.A. Purpus
Mammillaria conspicua Purpus
Mammillaria halbingeri Boed.
Mammillaria martinezii Backeb.
Mammillaria martinezii Backeb.
Myrtillocactus geometrizans (C.Mart.) Console
Myrtillocactus schenckii (J.A.Purpus) Britton & Rose
Neobuxbaumia mezcalaensis (Bravo.) Backeb.
Neobuxbaumia tetetzo (Coulter) Backeb.
Opuntia huajuapensis Bravo
Opuntia nejapensis Bravo
Opuntia pyriformis Rose
Pachycereus grandis Rose
Pachycereus weberi (J.M. Coult.) Backeb.
Polaskia chichipe (Gosselin) Backeb.
Stenocereus stellatus (Pfeifer) Riccob.

Caesalpinaceae

Bauhinia macranthera Benth. ex Hemsl.
Caesalpinia platyloba S. Watson
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.
Cassia nicaraguensis Benth.
Cassia obtusifolia L.
Cassia uniflora Mill.
Chamaecrista flexuosa (L.) Greene
Chamaecrista nictitans (L.) Moench
Conzattia multiflora (B.L. Rob.) Standl.
Haematoxylum brasiletto H. Karst.
Senna andrieuxii Benth.
Senna gregii Gray.
Senna skinneri Benth.

Senna uniflora (Mill.) H.S. Irwin & Barneby
Senna obtusifolia L.

Campanulaceae

Diastatea micrantha (Kunth) McVaugh
Diastatea tenera (Gray) McVaugh
Lobelia laxiflora (Kunth)

Capparaceae

Forchhammeria macrocarpa Standl.

Caprifoliaceae

Sambucus canadensis L.

Caryophyllaceae

Arenaria lanuginosa (Michx.) Rohrb.
Silene laciniata Cav.

Celastraceae

Wimmeria microphylla Radlk.
Wimmeria pubescens Radlk.

Chenopodiaceae

Chenopodium ambrosioides L.
Chenopodium graveolens Willd.

Clethraceae

Clethra mexicana DC.

Convolvulaceae

Calycobolus nutans (Moc. & Sessé.) D.F. Austin
Dichondra argentea Humb. & Bonpl.
Evolvulus alsinoides L.
Evolvulus prostratus Rob.
Ipomoea conzatii Grenm.
Ipomoea arborescens (Humb. & Bonpl.) Don
Ipomoea elongata Choisy
Ipomoea leptotoma Torr.
Ipomoea nil (L.) Roth
Ipomoea purpurea (L.) Roth
Ipomoea schaffneri Sw.
Ipomoea wolcottiana Rose

Cornaceae

Cornus disciflora DC.
Cornus excelsa Kunth

Crassulaceae

Echeveria sp.

Sedum liebmannianum Hemsl.

Cucurbitaceae

Cucurbita sp.

Echinopepon coulteri (A. Gray) Rose

Microsechium ruderale Naudin

Ephedraceae

Ephedra compacta Rose

Ericaceae

Arbutus sp.

Arbutus xalapensis Kunth.

Arctostaphylos polifolia Kunth

Arctostaphylos pungens Kunth

Comarostaphylos polifolia (Kunth) Zucc. ex Klotzsch

Vaccinium confertum Kunth

Euphorbiaceae

Acalypha erubescens B.L.Rob. & Greenm.

Acalypha phleoides Cav.

Chamaesyce berteriana (Balb. ex Spreng.) Millsp.

Cnidoscolus angustidens Torr.

Cnidoscolus rostratus Lundell

Croton ciliato-glanduliferus Ortega

Croton dioicus Cav.

Croton lasiopetaloides Croizat

Euphorbia aff. *peplus* L.

Euphorbia heterophylla L.

Euphorbia hirta L. var. *procumbens* (DC.) N.E. Br.

Euphorbia hyssopifolia L.

Euphorbia indivisa (Engelm.) Tidestr.

Euphorbia schlechtendalii Boiss.

Euphorbia sp.

Euphorbia subreniformis Sw.

Euphorbia tricolor Greenm.

Mabea occidentalis Benth.

Manettia reclinata L.

Manihot sp.

Sapium macrocarpum Müll. Arg.

Fabaceae

Albizia plurijuga (Standl.) Britton & Rose

Astragalus micranthus Desv.

Brogniartia foliolosa Benth.

Brongniartia argentea Rydb.

Brongniartia mertonii McVaugh

Brongniartia sp.
Calopogonium caeruleum (Benth.) Hemsl.
Cologania ovalifolia Kunth
Crotalaria lupulina Kunth
Crotalaria pumila Ortega
Dalea bicolor var. *canescens* (M.Martens & Galeotti) Barneby
Dalea brachystachys Gray
Dalea erythrorhiza Greenm.
Dalea foliolosa var. *citrina* (Rydb.) Barneby
Dalea gregii Gray.
Dalea humilis G.Don
Dalea leporina (Aiton) Bullock
Dalea melantha Schauer
Dalea sp.
Desmodium neomexicanum A. Gray
Desmodium nitidum Mart. & Galeotti
Desmodium orbiculare Schltdl.
Desmodium procumbens (Mill.) Hitchc.
Desmodium subsessile Schltdl.
Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.
Diphysa sennioides Benth.
Erythrina horrida DC.
Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg .
Galactia brachystachys Benth.
Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.
Harpalyce arborescens A. Gray
Indigofera cuernavacana Rose
Indigofera platycarpa Rose
Lonchocarpus caudatus Pittier
Lonchocarpus eriophyllus Benth.
Marina neglecta (B.L. Rob.) Barneby
Nissolia fruticosa Jacq.
Pachyrrhizus erosus (L.) Urb.
Phaseolus leptostachyus Benth.
Piscidia grandiflora var. *gentry* Rudd
Rhynchosia pringleii Rose
Rhynchosia senna Gill. ex Hook & Arn.
Tephrosia priglei (Rose) MacBryde
Zornia diphylla (L.)Pers.

Fagaceae

Quercus acutifolia Née
Quercus affinis Mart. & Galeotti
Quercus affinis Mart. & Galeotti
Quercus castanea Née.
Quercus crassifolia Humb. & Bonpl.
Quercus elliptica Née.
Quercus frutex Trel.
Quercus glaucoides Mart. et Galeotti
Quercus glaucoides Mart. et Galeotti
Quercus laeta Liebm.

Quercus laurina Humb. & Bonpl.
Quercus magnoliifolia Née
Quercus mexicana Humb. & Bonpl.
Quercus microphylla Née.
Quercus obtusata Humb. & Bonpl.
Quercus peduncularis Née
Quercus pulchella Humb. & Bonpl.
Quercus rugosa Née
Quercus sartorii Liebm.
Quercus sebifera Trel.
Quercus segoviensis Liebm.
Quercus sideroxyla Humb. & Bonpl.
Quercus urbanii Trel.

Flacourtiaceae

Casearia corymbosa Kunth
Neopringlea viscosa (Liebm.) Rose

Fouquieriaceae

Fouquieria formosa Kunth

Garryaceae

Garrya longifolia Rose
Garrya ovata Benth.

Geraniaceae

Geranium seemannii Peyr.

Hernandiaceae

Gyrocarpus mocinoi Espejo

Hydrophyllaceae

Nama dichotomum (Ruiz y Pavón) Choisy

Lamiaceae

Hyptis urticoides Benth.
Hyptis suaveolens Poir.
Salvia amarissima Ortega
Salvia breviflora Moc. & Sessé.
Salvia cinnabarina Mart. & Galeotti
Salvia concolor Lamb.
Salvia elegans Vahl
Salvia fruticulosa Benth.
Salvia keerlii Benth.
Salvia keerlii Benth.
Salvia lasiantha Benth.
Salvia lavanduloides Kunth
Salvia leptostachys Benth.

Salvia mexicana L.
Salvia oaxacana Fernald
Salvia polystachya Ortega
Salvia pubescens Benth.
Salvia purpurea Cav.
Salvia regla Cav.
Salvia rhyacophila (Fernald) Epling
Salvia riparia Kunth.
Salvia riparia Kunth.
Salvia scorodiniaefolia Poir.
Salvia scorodiniaefolia Poir.
Salvia semiatrata Zucc.
Salvia tehuacana Fernald
Salvia thymoides Benth.
Salvia tiliaefolia Vahl
Salvia villosa Fernald
Satureja macrostema (Benth.) Briq.
Satureja mexicana (Benth.) Briq.
Sphacele mexicana Schauer
Stachys eriantha Benth.
Trichostema purpusii Brandegee

Lauraceae

Litsea glaucescens Kunth

Liliaceae

Hemiphylacus mahindae L. Hernández

Linaceae

Linum pringlei Sw.
Linum Rupestre (Gray) Engelm.

Loasaceae

Mentzelia hispida Willd.

Loranthaceae

Psittacanthus auriculatus (Oliv.) Eichler
Psittacanthus ramiflorus (Moc. & Sessé ex DC.) G. Don

Lythraceae

Cuphea aequipetala Cav.
Cuphea cyanea DC.
Cuphea itzocanensis Miranda
Cuphea wrightii var. *wrightii* A. Gray.

Malpighiaceae

Bunchosia lanceolata Turcz.
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth

Galphimia glauca Cav.
Gaudichaudia albida Schltdl. & Champ.
Heteropteris beecheyana Juss.
Malpighia mexicana Juss.
Thryallis glauca (Cav.) Kuntze

Malvaceae

Anoda cristata (L.) Schltdl.
Herissantia crispa (L.) Brizicky
Robinsonella chiangii Fryxell
Sida acuta Burm. f.
Sida aff. *glabra* Miller.
Sida procumbens Sw.
Sida rhombifolia L.

Meliaceae

Cedrela oaxacensis C. DC. & Rose
Cedrela salvadorensis Standl.
Trichilia americana. (Moc. & Sessé) T.D. Penn.
Trichilia hirta L.

Mimosaceae

Acacia angustissima (Mill.) Kuntze
Acacia bilimekii J. F. Macbr.
Acacia cochliacantha Humb. et Bonpl. ex Willd.
Acacia coulteri Benth.
Acacia farnesiana (L.) Willd
Acacia mammifera Schltdl.
Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.
Acacia rosei Standl.
Acacia schaffneri (Sw.) F.J. Herm.
Acacia sororia Standl.
Acacia subangulata Rose
Acacia tequilana Sw.
Calliandra grandiflora (L'Hér.) Benth.
Calliandra hirsuta (G. Don) Benth.
Calliandra houstoniana (Mill.) Standl.
Calliandra sp.
Leucaena cuspidata Standl.
Leucaena esculenta (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.
Lysiloma acapulcensis (Kunth) Benth.
Lysiloma divaricata (Jacq.) MacBryde
Lysiloma spp.
Lysiloma tergemina Benth.
Mimosa pudica L.
Mimosa benthami MacBryde
Mimosa biuncifera Benth.
Mimosa chaetocarpa Brand.
Mimosa goldmanii B.L. Rob.
Mimosa lacerata Rose

Mimosa langlassei Micheli
Mimosa luisana Brandege
Mimosa mollis Benth.
Mimosa purpusii Brandege
Mimosa skinneri Benth.
Mimosa sp.
Pithecellobium leptophyllum (Cav.) Daveau
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.
Pithecellobium elachistophyllum A. Gray
Prosopis laevigata (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.

Moraceae

Ficus cotinifolia Kunth
Morus celtidifolia Kunth

Myrtaceae

Martynia annua L.

Nyctaginaceae

Cyphomeris crassifolia Standl.
Mirabilis jalapa L.

Olaeaceae

Fraxinus purpusii Brandege
Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.

Onagraceae

Hauya elegans DC.

Orobanchaceae

Conopholis alpina Liebm. var. *alpina*
Orobanche multicaulis Brandege

Passifloraceae

Passiflora subpeltata Ortega

Pedaliaceae

Proboscidea fragrans (Lindl.) Decne.

Piperaceae

Peperomia campylotropa Hill

Plantaginaceae

Plantago linearis var. *oaxacana*

Plumbaginaceae

Plumbago pulchella Boiss.

Polemoniaceae

Loeselia coerulea (Cav.) G. Don.
Loeselia glandulosa (Cav.) G. Don.
Loeselia mexicana (Lam.) Brand

Polygonaceae

Monnina xalapensis Kunth
Polygala barbeyana Chodat
Polygala oaxacana Chodat
Polygala obscura Benth.
Polygala pterocarya Chodat
Polygala rivinifolia Kunth
Polygala scoparia Kunth
Rumex mexicanus Meisn.

Portulacaceae

Portulaca oleracea L.

Ranunculaceae

Clematis dioica L.
Ranunculus dichotomus Moc. & Sessé.
Ranunculus macranthus var. *arsenei* L.D. Benson
Ranunculus pilosus Kunth
Thalictrum gibbosum Lecoy.
Thalictrum pubigerum Benth.

Rhamnaceae

Adolphia infesta (Kunth) Meisn.
Ceanothus coeruleus Lag.
Ceanothus greggii A. Gray.
Ceanothus greggii A. Gray.
Condalia microphylla Cav.
Karwinskia humboldtiana (Roem.& Schultz) Zucc.
Karwinskia mollis Schltld.
Karwinskia umbellata (Cav.) Schltld.

Rosaceae

Amelanchier denticulata var. *paniculata* (Rheder) Henr.
Amelanchier denticulata (Kunth) K. Koch
Cercocarpus fothergilloiides Kunth
Cercocarpus macrophyllus C.K. Schneid.
Crataegus mexicana Moc. & Sessé
Crataegus pubescens (Kunth) Steud.
Lindleya mespiloides Kunth.
Malacomeles denticulata (Kunth) Engelm.
Prunus serotina subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh
Vauquelinia australis Standl.
Xerospiraea parvifolia (Benth.) Hernrich

Rubiaceae

Bouvardia aff. leiantha Benth.
Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth
Bouvardia viminalis Schltld.
Crusea diversifolia (Kunth.) Andersson
Bouvardia xestosperma (B.L. Rob. & Greenm.) Terrell & S.D. Koch
Machaonia lindeniana Baill.
Paederia ciliata (Bartl.) Standl.
Portlandia ghiesbreghtiana Baill.
Randia echinocarpa Moc. & Sessé
Randia tetraacantha (Cav.) DC.
Relbunium microphyllum (Gray) Hemsl.
Richardia scabra L.
Spermacoce podocephala L.

Rutaceae

Ptelea trifoliata L.
Zanthoxylum culantrillo Kunth
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.
Zanthoxylum liebmannianum (Engl.) P. Wilson
Zanthoxylum purpusii Brandege

Salicaceae

Populus alba L.
Populus mexicana Wesm. subsp. *mexicana*
Salix bonplandiana Kunth
Salix humboldtiana Willd.
Salix taxifolia Kunth

Sapindaceae

Cardiospermum halicacabum L.
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.
Dorstenia drakeana L.
S. triquetra Radlk.
Serjania schiedeana Schltld.

Sapotaceae

Dipholis salicifolia (L.) A. DC.

Schrophulariaceae

Lamourouxia dasyantha (Cham. et Schltld.) Ernst.
Lamourouxia pringlei B.L. Rob. & Greenm. ex Pringle
Lamourouxia tenuifolia Mart. & Galeotti
Lamourouxia viscosa Kunth
Lamourouxia viscosa Kunth
Penstemon isophyllus B. L. Rob.
Berendtiella levigata (B.L. Rob. & Greenm.) Thieret
Buchnera pusilla Kunth

Maurandya scandens (Cav.) Pers.
Penstemon isophyllus Benth.
Russelia coccinea (L.) Wettst.

Solanaceae

Cestrum aff. *fulvescens* Fernald
Cestrum anagyris Dunal
Cestrum flavescens Greenm.
Jaltomata procumbens (Cav.) J.L. Gentry
Nicotiana glauca Graham
Physalis peruviana L.
Solanum douglassii Dunal
Solanum lanceolatum Cav.

Sterculiaceae

Ayenia mollis Brandege
Guazuma ulmifolia Lam.
Physodium dubium Hemsl.
Waltheria Americana L.

Turneraceae

Turnera diffusa Willd.
Turnera ulmifolia L.

Typhaceae

Typha angustifolia L.

Ulmaceae

Celtis caudata Planch.

Urticaceae

Pilea microphylla (L.) Liebm.

Valerianaceae

Valeriana laciniosa M. Martens & Galeotti

Verbenaceae

Bouchea prismatica (Jacq.) Kuntze
Citharexylum oleinum (Benth.) Moldenke
Citharexylum tetramerum Brandege
Lantana achyranthifolia Desf.
Lantana camara L.
Lantana frutilla Moldenke
Lantana hirta Graham.
Lantana hispida Kunth (Hooker.) Mickel
Lantana velutina Mart. & Galeotti
Stachytarpheta velutina Moldenke
Verbena elegans Kunth

Vitex mollis Kunth
Vitex pyramidata B.L. Rob.

Violaceae

Hybanthus verbenaceus (Kunth) Loes.

Viscaceae

Phoradendron reichenbachianum Oliv.

Vitaceae

Cissus sicyoides L.

Zigophyllaceae

Kallstroemia maxima (L.) Hook. & Arn.

MAGNOLIOPHYTA

LILIOPSIDA

Agavaceae

Agave angustifolia Haw.
Agave atrovirens Karw. ex Salm-Dyck
Agave potatorum Zucc.
Agave peacockii Croucher
Polianthes geminiflora (Lex.) Rose
Yucca periculosa Baker

Amaryllidaceae

Hymenocallis riparia Greenm.

Anthericaceae

Echeandia oaxacana Cruden.
Echeandia pringlei Rose

Arecaceae

Brahea dulcis (Kunth) Mart.
Brahea nitida André

Bromeliaceae

Hechtia aff. *guatemalensis* Mez
Hechtia glomerata Zucc.
Tillandsia plumosa C.F. Baker
Tillandsia atroviridipetala Matuda
Tillandsia bourgaei Baker
Tillandsia fasciculata Swartz.
Tillandsia macdougallii L.B. Sm.
Tillandsia pueblensis Sm.

Tillandsia recurvata (L.) L.
Tillandsia schiedeana Steud.
Tillandsia usneoides L.

Commelinaceae

Commelina difusa Burm. f.
Commelina erecta L.
Forestiera angustifolia Torr.
Forestiera rotundifolia (Brandege) Standl.
Tradescantia monosperma Brandege
Tripogandra amplexicaulis (Klotzsch ex C.B. Clarke) Woodson

Cyperaceae

Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl.
Cyperus huarmensis (Kunth) M.C.Johnst.
Cyperus seslerioides Kunth
Cyperus sp.
Cyperus spectabilis Link.
Eleocharis acicularis (L.) Roem. & Schult.
Eleocharis sp.

Iridaceae

Ainea conzattii (R.C. Foster) Ravenna
Nemastylis aff. *silvestris*
Sessilanthera heliantha (Ravenna) Cruden
Sisyrinchium angustifolium Mill.
Sisyrinchium angustissimum (B.L. Rob. & Greenm) Greenm. & C.H. Thomps.
Sisyrinchium bracteatum Greenm.
Tigridia sp.

Juncaceae

Juncus sp

Nolinaceae

Beucarnea stricta Lem.
Dasylyrion lucidum Rose
Dasylyrion serratifolium (Karw. ex Schult. f.) Zucc.
Nolina longifolia (Schult.) Hemsl.

Orchidaceae

Encyclia aff. *varicosa* (Bateman ex Lindl.) Schltr.
Encyclia concolor (Llave & lex.) Schltr.
Encyclia tripunctata (Lindl.) Dressler
Hexalectris grandiflora (A. Rich et Galeotti) Williams
Laelia albida Lindl.
Laelia furfuracea Lindl.
Notylia bicolor Lindl.
Odontoglossum sp.

Rhynchostele maculata (La Llave & Lex.) Soto Arenas & Salazar
Spiranthes graminea Lindl.
Spiranthes speciosa (J.F. Gmel.) A. Rich.

Poaceae

Aristida adscensionis L.
Aristida hintonii Hitchc.
Aristida wrightii Nash
Arundo donax L.
Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.
Bouteloua gracilis (Kunth) Lag.
Bouteloua radicata (E. Fourn.) Griffiths
Bouteloua triaena (Trin.) Scribn.
Bromus carinatus Hook & Arn.
Cenchrus brownii Roem. & Schult.
Cenchrus echinatus L.
Chloris virgata Swallen
Chusquea repens L.G. Clark & Londoño subsp. *oaxacensis* L.G. Clark & Londoño
Dichanthelium laxiflorum (Lam.) Gould
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
Elyonurus ciliaris Kunth
Eragrostis cilianensis (All.) Link
Eragrostis epectabilis (Pursh) Steud.
Eragrostis intermedia Hitchc.
Eragrostis mexicana (Hornem.) Link
Fetusca amplissima Rupr.
Heteropogon contortus (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.
Muhlenbergia emersleyi Vasey
Muhlenbergia polycaulis Scribn.
Muhlenbergia rigida Kunth
Muhlenbergia robusta (E. Fourn.) Hitchc.
Oplismenus burmannii (Retz.) P. Beauv.
Panicum ghiesbreghtii E. Fourn.
Paspalum convexum Humb. & Bonpl.
Pennisetum setosum (Sw.) Rich.
Phyllostachys aff. *aurea* Carrière ex Rivière & C. Rivière
Poa annua L.
Rhynchelytrum repens (Willd.) C.E. Hubb.
Schizachyrium brevifolium (Sw.) Nees ex Büse
Schizachyrium tenerum Nees
Setaria geniculata (Lam.) P. Beauv.
Setaria grisebachii E. Fourn.
Setaria macrostachya Kunth
Stipa virescens Kunth



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-Tezcoco, 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 escuamifolios. 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/rchscfa.2010.04.019
<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 xerofítico 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.

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 sudserranense, 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 litica. 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 Bs, (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 litic 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 Bs, (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; Ramirez, 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), Caesalpinaceae (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), Caesalpinaceae (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 Guizar y Sánchez (1991), Guizar 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), Caesalpinaceae (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), Caesalpinaceae (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 Guizar and Sánchez (1991), and Guizar 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-Cuicatlan of the Mexican Xerophytic Region, recognizing as endemic elements *Acacia bilimekii*, *Bucida wigginsiana*, *Bursera vejarvazquezii*, *B. xochipalensis*, *Caesalpinia hintonii*, *Chlorophora mollis*, *Fouquieria ochoterenae*, *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 Caribe 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*, *Dasylium lucidum*, *Escontria chiotilla*, *Euphorbia rossiana*, *Gymnosperma glutinosum*, *Pachycereus grandis*, *Pachycereus weberi*, *Parkinsonia praecox*, *Plocosperma buxifolium*, *Pseudosmodium 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 representativos 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*, *Dasylium lucidum*, *Escontria chiotilla*, *Euphorbia rossiana*, *Gymnosperma glutinosum*, *Pachycereus grandis*, *Pachycereus weberi*, *Parkinsonia praecox*, *Plocosperma buxifolium*, *Pseudosmodium 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.

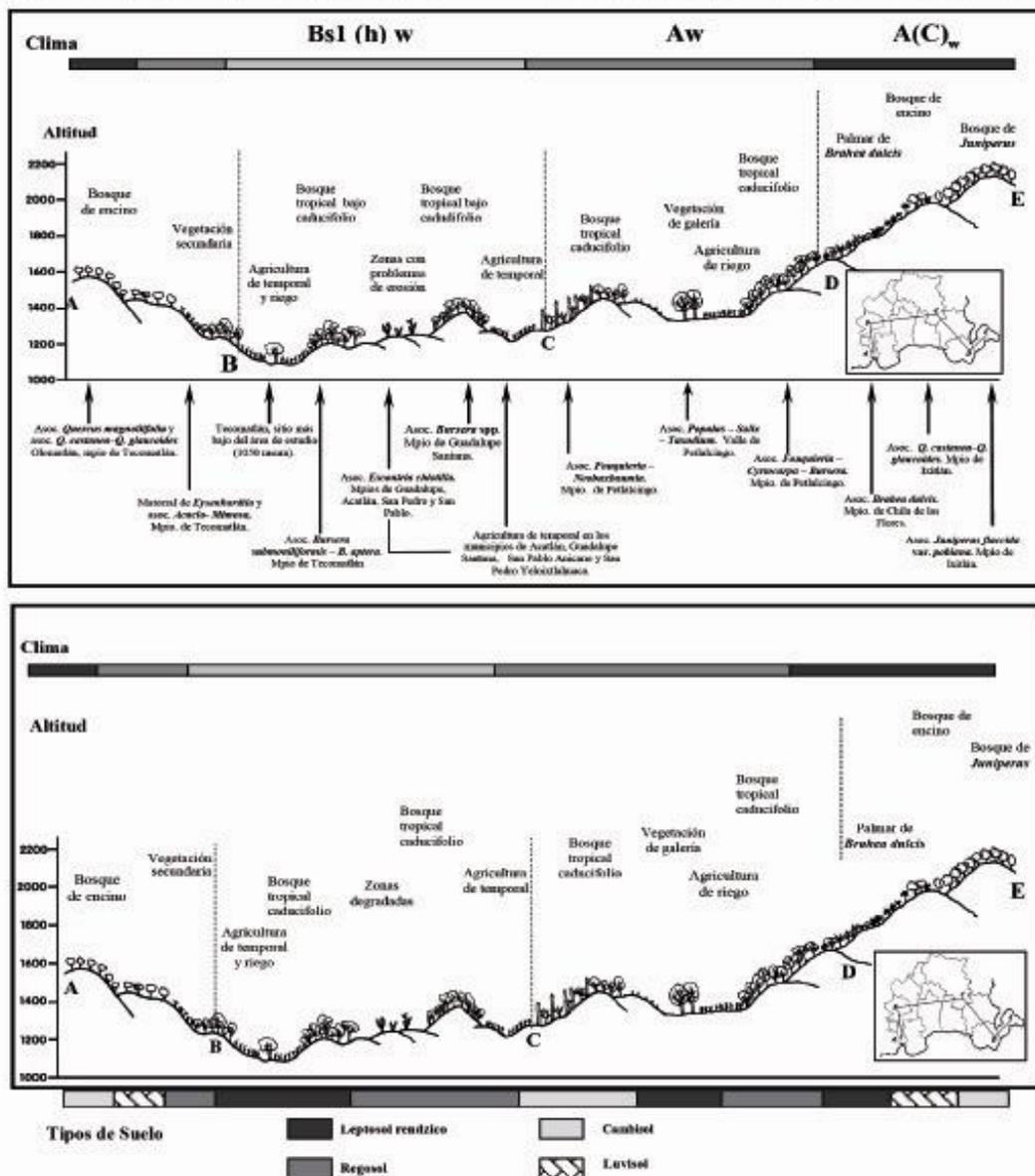


FIGURA 1. Esquema fisonómico de transecto del extremo meridional de la Mixteca poblana. Parte de la zona sudoeste del área de estudio (Olanatlán), al extremo este en San Miguel Ixitlán.

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*, *Guaiaacum 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*, *Pereskopsis 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 Tecomatlán 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*, *Guaiaacum 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*, *Pereskopsis 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 Tecomatlán 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 mg·kg⁻¹), extremadamente rico en contenido de potasio (132 mg·kg⁻¹) y con una baja capacidad de intercambio catiónico (12.30 Cmol(+)-kg⁻¹). Tiene una densidad aparente de 1.43 g·cm⁻³ y una densidad real de 2.59 g·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*, *Carlwrightia* 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*, *Carlwrightia* 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 by 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 ochoteranae*, *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*. En el 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 ochoteranae*, *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 ochoteranae*-*Cyrtocarpa procera*. All along the highway from Acatlán to Petalcingo, the presence of *Fouquieria ochoteranae* is observed in association with different tree species. The representative site was located 6 km before the town of Petalcingo, 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: *Actinocheila filicina*, *Bursera aptera*, *B. bonetti*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *B. submoniliformis*, *Celtis pallida*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Furcraea maddougalli*, *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*, *Coursezia 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: *Actinocheila filicina*, *Bursera aptera*, *B. bonetti*, *B. fagaroides*, *B. schlechtendalii*, *B. submoniliformis*, *Celtis pallida*, *Cyrtocarpa procera*, *Fouquieria ochoterena*, *Furcraea maddougalli*, *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*, *Coursezia 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 glandulosa*, *Erythroxylon 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*, *Erythroxylon 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*, *Erythroxylon 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*, *Erythroxylon 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 Tecamate, 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 xerophytic 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 weberi*, *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*, *Guaiaecum 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*, *Guaiaecum 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*, *Coutaportia ghesbreghtiana*, *Dodonaea viscosa*, *Echinopterys eglandulosa*, *Fraxinus purpusii*, *Helietta lucida*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa aculaticarpa*, *Montanoa salicifolia*, *Neopringlea integrifolia*, *Ptelea trifoliata*, *Rhus mollis*, *Senna andrieuxii*, *S. holwayana*, *Solanum miltense*, *Viguiera sphaerocephala*, *Wimmeria microphylla* and *Zanthoxylum arborescens*. Also outstanding are species such as *Agave angustifolia*, *Dasyliirion lucidum* and *Nolina parviflora*. The shrub stratum is no more than 3 m in height. Prominent among the tree species are *Actinocheila filicina*, *Celtis caudata*, *Juniperus flaccida* var. *poblana*, *Pistacia mexicana*, *Quercus glaucoidea*, *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*, *Helietta lucida*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Mimosa aculaticarpa*, *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*, *Dasyllirion 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 oaxacana*, *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 Ahuehuetlilla, 1 km south of the town of El Papayo, on the Tehuiztingo-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 glaucoides*. 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 Ahuehuetlā, 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 glaucoides*-*Q. castanea*. Una mejor representación de estos bosques de encino se encuentra en el municipio de Tecomatlán, localizándose un sitio de muestreo 3 km al oeste del poblado 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 glaucoides* 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 acapulcensis*, *Mimosa benthamii*, *Pseudosmodingium 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 Ixitlán 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 Ixitlán 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 *Pseudosmodingium 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 Tecomatlán, 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 glaucoides*, *Lysiloma divaricata* and very scant presence of other species such as *Acacia famesiana*, *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 *Pseudotsugum 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 Olomatlán, perteneciente al municipio de Tecomatlán, 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 glaucoides*, *Lysiloma divaricata* y muy escasamente otras especies como *Acacia farnesiana*, *Eysenhardtia polystachya*, *Leucaena esculenta* y *Pithecellobium acaifense*. 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 semiárid 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 Ixtlán, 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 Tecomatlán, 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 Ixtitlán, 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 Ilimacingo y Tecomatlán, 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 Ixtitlán 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 glaucooides*, *Pseudosmodium pemiciosum* and *Pistacia mexicana*; other elements present are *Brongniartia* sp., *Bursera copallifera*, *B. glabrifolia*, *Cnidococcus 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. regia*, *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 climax ocurre en el municipio de San Miguel Ixtitán 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 glaucooides*, *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 climax 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 climax 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 apollarse 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 climax 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.
- Cuaralo 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 Chiautla, 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. 1996. 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. Guizar 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.
- Guizar Nolasco, E.; Granados Sánchez, D. 1996. Ecología de la vegetación secundaria del suroeste de Puebla. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales* 2(1): 53-59.
- Guizar Nolasco, E.; Sánchez Vélez, A. 1991. Guía para el reconocimiento de los árboles del alto Balsas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 208 p.
- Guizar Nolasco, 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-Wesley 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, versión 1996. *Cuaderno de Edafología* 20. Colegio de Postgraduados, Mortecillo, 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 Tercer 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 I

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 Schlttdl. var. *poblana*
Taxodium mucronatum Tenore

DIVISIÓN MAGNOLIOPHYTA

CLASE MAGNOLIOPSIDA

Acanthaceae

Carlownrightia sp.
Jacobinia mexicana Seem.
Justicia hians Brandege
Ruellia nudiflora (Engelm & Gray) Urb.

Amaranthaceae

Iresine calea (Ibañez) Standley
Iresine nigra Uline & W.L. Bray
Anacardiaceae
Actinocheila 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. *huajuapense*

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 Mairé
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* Marroquin
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

Bourrenia andrieuxii (A. DC.) Hemsl.
Bourrenia 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 Ramirez
Bursera bicolor (Willd. ex Schldl.) 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 (Schldl.) Engl.
Bursera lancifolia (Schldl.) Engl.
Bursera linanoe (La Llave) Rzed., Calderón & Medina
Bursera longipes (Rose) Standl.
Bursera mirandae Toledo
Bursera morelensis Ramirez
Bursera schlehtendalii 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 huajuapense 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
Pereskopsis rotundifolia (DC.) Britton & Rose.
Stenocereus griseus (Haworth) Buxbaum
Stenocereus stellatus (Pfeiff.) Riccob.

Caesalpinaceae

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 buraeana (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 schlehtendalii 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 senecae 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. *gentryi* Rudd.
Styphnolobium burseroides M. Sousa, Rudd & Medrano
Willardia parviflora Rose

Fagaceae

Quercus castanea Née
Quercus glaucoides Mart. & Gal.
Quercus magnoliifolia Née

Flacourtiaceae

Casearia tremula (Griseb.) Wright
Xylosma sp.

Fouquieriaceae

Fouquieria ochoterena Miranda

Julianiaceae

Amphipterygium adstringens Schiede ex Schlecht.

Hernandiaceae

Gyrocarpus mocinnoi Espejo

Hippocrataceae

Hippocratea acapulcensis H.B.K.
Hippocratea celastrina H.B.K.

Krameriaceae

Krameria cytisoides Cav.

Lamiaceae

Salvia leptostachyus Benth.
Salvia lasiantha Benth.
Salvia regia 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 eglanulosa (Adr. Juss.) Small

Heteropteris beecheyana A. Juss.
Malpighia glabra L.
Malpighia mexicana A. Juss.
Mascagnia macroptera (Moc. & Sessé) Nied
Mascagnia dipholiphyla (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 tergeminum 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.**Oleaceae***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. Johnston.**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* Schldl.*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*Guaiacum 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.*Dasylinion acrotriche* (Schiede) Zucc.*Dasylinion 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 liebmanni* Fourn.*Sorghum bicolor* (L.) Moench*Tripsacum dactyloides* (L.) L.