

ELEMENTOS FLORÍSTICOS DE INTERÉS PARA CONSERVACIÓN, PRESENTES EN LOS BOSQUES HÚMEDOS DE LA SIERRA DEL LAUREL Y LA SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES, MÉXICO

FLORISTIC ELEMENTS OF INTEREST FOR CONSERVATION IN WET FORESTS OF SIERRA DEL LAUREL AND SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES, MEXICO

José A. Rodríguez-Ávalos¹; Ma. Elena Siqueiros-Delgado²; Armando Cortés-Ortiz³; Sergio Zamudio-Ruiz⁴; Julio Martínez-Ramírez²; José Carlos Sierra-Muñoz²

¹Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Av. Héroe de Nacozari Sur núm. 2301, Fracc. Jardines del Parque, C. P. 20276. Aguascalientes, Ags. México.

Correo-e: alberto.rodriguez@inegi.org.mx; axcoyatl@gmail.com Tel.: (449) 9-10-54-00 ext. 2972. (Autor para correspondencia).

²Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA). Edificio 131 de Ciudad Universitaria (Campus norte). Av. Universidad núm. 940, C. P. 20131. Aguascalientes, Ags. México.

³Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Instituto Politécnico Nacional Unidad Durango (CIIDIR-IPN). Col. 20 de Noviembre II, C. P. 34220. Durango, Dgo. México.

⁴Centro Regional del Bajío-Instituto de Ecología, A. C. (Unidad Pátzcuaro del INECOL). Av. Lázaro Cárdenas núm. 253, Apdo. postal 386, C. P. 61600. Pátzcuaro, Michoacán, México.

RESUMEN

Aguascalientes se localiza en la región centro-norte de México donde convergen bosques de encino y pino-encino de la Sierra Madre Occidental, pastizales y matorrales xerófilos del Altiplano Zacatecano-Potosino, y bosque tropical caducifolio de las cuencas del río Juchipila y río Verde. Dentro de esta diversidad florística se registra un pequeño conjunto de elementos indicadores de ambientes húmedos asociados al bosque mesófilo de montaña, que se conserva en las barrancas más húmedas de la Sierra Fría y Sierra del Laurel, formando parte de bosques de encino y bosques riparios. Con el objetivo de estimar la distribución de dichos elementos florísticos y de los bosques que los contienen, se combinaron técnicas de análisis visual, imágenes de satélite multiespectrales SPOT-5 y muestreos de vegetación. Acorde con los resultados, se estima que los sitios con elementos afines al bosque mesófilo cubren 1,031.5 ha distribuidas en 12 localidades principales. Los sitios con mayor riqueza de especies son Boca Oscura y Los Alisos en la Sierra del Laurel. Entre las especies de interés destacan *Alnus acuminata*, *Cercocarpus macrophyllus*, *Clethra hartwegii*, *Garrya laurifolia*, *Litsea glaucescens*, *Populus tremuloides*, *Quercus castanea* y *Quercus candicans*, las cuales son componentes comunes en los bosques templados-húmedos del centro y occidente de México.

PALABRAS CLAVE: Bosques de encino, bosques húmedos, *Alnus acuminata*, *Clethra hartwegii*, *Litsea glaucescens*.

ABSTRACT

Aguascalientes is located in the north central area of Mexico, where converge oak forests and pine-oak forests from the Sierra Madre Occidental, grasslands and xerophilous scrubs from the Zacatecas-San Luis Potosi Highland and tropical dry forest from the basins of river Juchipila and river Verde. Within this floristic diversity, we recorded a small set of elements indicating humid environments related to the mountain mesophilous forest, conserved into wet ravines of the Sierra Fría and Sierra del Laurel, as part of oak and riparian forests. To estimate the distribution of these species and their communities, we conducted a study using visual analysis techniques, SPOT-5 multispectral satellite imagery and vegetation field sampling methods. Consistent with the results, we estimated that the sites with elements related to the mountain mesophilous forest is 1,031.5 ha, distributed in 12 main localities. The sites with higher species richness are Boca Oscura and Los Alisos in the Sierra del Laurel. Among the most important species are *Alnus acuminata*, *Cercocarpus macrophyllus*, *Clethra hartwegii*, *Garrya laurifolia*, *Litsea glaucescens*, *Populus tremuloides*, *Quercus castanea* and *Quercus candicans*; which are common components found in temperate-wet forests of central and western Mexico.

KEYWORDS: Oak forests, wet forests, *Alnus acuminata*, *Clethra hartwegii*, *Litsea glaucescens*.



Recibido: 27 de marzo, 2013

Aceptado: 24 de octubre, 2013

doi: 10.5154/r.rchscfa.2013.04.014

<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es un tipo de vegetación de gran interés para su estudio y conservación en México debido a las características ecológicas singulares y a la alta biodiversidad que alberga. Esta vegetación se desarrolla preferentemente en un clima templado a templado-semicálido con humedad apreciable en la mayor parte del año, gracias a un régimen de lluvias extenso, nieblas frecuentes o por la abundancia de manantiales. El BMM se sitúa en un amplio gradiente altitudinal que parte de 500 m hasta cerca de 3,000 m en la vertiente del Golfo de México, y de 700 m a 3,000 m en la vertiente del Océano Pacífico (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2010; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010; Rzedowski, 1996, 2006). La distribución del BMM es discontinua a lo largo de los grandes sistemas montañosos del país y presenta marcadas diferencias regionales. Los BMM típicos corresponden al cinturón de mesófilos que va desde el sur de Tamaulipas hasta el norte de Chiapas, pasando por San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo y Veracruz, donde muestran una fenología perennifolia; son altamente diversos y tienen una distribución amplia a manera de grandes fajas boscosas que recorren las vertientes oceánicas de las cadenas montañosas que bordean las costas del Golfo de México. Por su parte, los BMM de Guerrero, Oaxaca y sur de Chiapas (Soconusco) forman también importantes masas forestales de fenología perennifolia a subperennifolia, se encuentran parcialmente aislados unos de otros en las partes altas de los macizos montañosos de la Sierra Madre del Sur y contienen gran cantidad de endemismos. En contraste, los BMM de la vertiente del Pacífico, centro-norte de México y norte de la Sierra Madre Oriental son marcadamente caducifolios a subcaducifolios en invierno, relativamente menos diversos en composición florística y más afines a la flora holártica. La distribución es muy heterogénea formando pequeñas comunidades en forma de manchones o franjas boscosas discontinuas, relativamente aisladas unas de otras. De igual manera, las especies se dispersan a lo largo de la vertiente costera, combinándose con otros tipos de vegetación y estableciéndose en sitios que se conserven húmedos la mayor parte del año, gracias a la protección que brindan las cañadas profundas y a la presencia de manantiales y arroyos permanentes (CONABIO, 2010; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996, 2006). Adicionalmente a las características de su distribución natural, el BMM ha sido objeto de una marcada fragmentación y reducción del área que ocupaba originalmente como consecuencia del uso intensivo (tala, ganadería y agricultura), particularmente durante el siglo pasado (Challenger & Caballero, 1998).

El conocimiento de la distribución del BMM en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre Occidental y en sus cañadas interiores es limitado, consistiendo principalmente en reportes de la presencia de especies afines y trabajos cartográficos de visión nacional (INEGI, 2010), siendo de relevancia los avances de trabajos regionales como los realizados por González-Elizondo, González-Elizondo, y Márquez-Linares

INTRODUCTION

The mountain mesophilous forest (MMF) is a type of vegetation of great interest for study and conservation in Mexico, due to the unique ecological characteristics and high biodiversity. This vegetation is preferably occurred in a temperate to temperate-semi-warm climate with moisture for most of the year, thanks to an extensive rainfall, frequent fog or the abundance of springs. The MMF is situated in a wide altitudinal gradient from 500 m up to about 3,000 m in the slope of the Gulf of Mexico, and from 700 m to 3,000 m in the slope of the Pacific Ocean (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2010; Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010; Rzedowski, 1996, 2006). The distribution of the MMF is discontinuous along the major mountain ranges of the country and shows marked regional differences. The typical MMFs belong to the mesophilous belt that runs from the south of Tamaulipas to the north of Chiapas, through San Luis Potosi, Queretaro, Hidalgo and Veracruz, with an evergreen phenology here, the MMFs are highly diverse and have a wide distribution like great forest belts that cross the ocean slopes of the mountain ranges that border the coasts of the Gulf of Mexico. Meanwhile, the MMF of Guerrero, Oaxaca and south of Chiapas (Soconusco) also form important forest stands of evergreen to semi-evergreen phenology, these are partially isolated from each other in the upper parts of the mountain ranges of the Sierra Madre del Sur and have a large amount of endemisms. In contrast, the MMFs of the slope of the Pacific, north-central Mexico and north of the Sierra Madre Oriental are markedly deciduous to semideciduous in winter, relatively less diverse in floristic composition and more related to holarctic flora. The distribution is very heterogeneous formed by small communities in the form of patches or discontinuous forested strips, relatively isolated from each other. Similarly, the species are dispersed along the coastal slope, merging with other vegetation and settling in places, kept wet most of the year, thanks to the protection provided by deep glens and the presence of springs and permanent streams (CONABIO, 2010; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996, 2006). In addition to the features of its natural distribution, the MMF has been subject to marked fragmentation and reduction of the area originally occupied as a result of the intensive use (logging, livestock and agriculture), particularly during the last century (Challenger & Caballero, 1998).

The knowledge of the distribution of the MMF in the slope of the Pacific of the Sierra Madre Occidental and its inner canyons is limited, consisting mainly of reports of the presence of related species and national vision cartographic studies (INEGI, 2010), being of relevance the developments of regional studies such as those performed by González-Elizondo, González-Elizondo, and Márquez-Linares (2009) for Durango. Studies are limited mainly due to the fact that the MMF is preserved in places of difficult access; because species commonly related to MMF are not always the dominant species; because official vegetation mapping has

(2009) para el estado de Durango. Los trabajos son limitados debido principalmente al hecho de que el BMM se conserva en sitios de difícil acceso; a que las especies comúnmente asociadas al BMM no siempre son las dominantes; a que la cartografía de vegetación oficial tiene un enfoque a nivel nacional con limitantes por la escala en la que se trabaja; y por la resolución (espacial, temporal y espectral) de los insumos a partir de los cuales se genera, actualmente de imágenes de satélite de resolución media (series del conjunto de datos de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000) (INEGI, 2009a, 2009b). Al respecto, es importante continuar el esfuerzo para realizar trabajos detallados que aporten datos adicionales del BMM de esta región del país y de las especies afines, particularmente las que tienen distribución amplia y alcanzan las montañas del Altiplano Mexicano. En tal contexto, en este estudio se registraron los elementos presentes afines al BMM en la Sierra Fría y Sierra del Laurel, Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La mitad oeste de Aguascalientes forma parte de la subprovincia de sierras y valles zacatecanos, dentro de la provincia de la Sierra Madre Occidental. La región presenta una topografía típicamente montañosa con sierras, mesetas y cañones. El paisaje es de origen volcánico formado por rocas ígneas extrusivas ácidas, principalmente riolitas y tobas, acumuladas durante la orogénesis de la Sierra Madre Occidental en el Terciario inferior (INEGI, 2000c; CONABIO, Instituto del Medio Ambiente de Aguascalientes [IMAE], & Universidad Autónoma de Aguascalientes [UAA], 2008). A partir del Mioceno y hasta fines del Pleistoceno, se dio un proceso de aislamiento de los diferentes macizos montañosos regionales respecto del cuerpo principal de la Sierra Madre Occidental, al crearse los valles de Bolaños, Calvillo, Juchipila, Huejuquilla y San Francisco del Mezquital, conforme evolucionaba el complejo de fosas tectónicas del centro norte de México y se formaban las montañas del Cinturón Neovolcánico Transversal o Eje Neovolcánico (Campos-Enríquez & Alatorre-Zamora, 1998; Ferrari & Pasquaré, 1999; Ferrari, Valencia-Moreno, & Bryan, 2007; INEGI, 2000c; Rossotti, Ferrari, López-Martínez, & Rosas-Elguera, 2002).

La Sierra del Laurel y la Sierra Fría (con la Sierra de Nochistlán como continuación orográfica hacia el Sur) forman una barrera montañosa en sentido norte-sur que corre en paralelo al cañón de Juchipila. Ambas sierras se conectan a través de un conjunto de elevaciones bajas y mesetas que bordean el valle de Calvillo por el Este. Hacia el Oeste, este conjunto de montañas queda marcadamente aislado de la Sierra de Morones por el cañón de Juchipila, y de la Sierra Madre Occidental por los cañones de Bolaños y Huejuquilla. En dirección norte, este y sureste, el conjunto montañoso queda limitado por las planicies y lomeríos con vegetación semiárida del Altiplano Zacatecano-Potosino, el valle de Aguascalientes y los Altos de Jalisco (INEGI, 1996, 2007).

a national focus, with limitations due to the scale worked, and due to the resolution (spatial, temporal and spectral) of inputs from which it generates, currently we have satellite images of medium resolution (series of datasets of land use and vegetation 1:250,000 scale) (INEGI, 2009a, 2009b). In this regard, it is important to continue the effort to perform detailed studies that provide additional data of the MMF in this area of the country and of the related species, particularly those with wide distribution, reaching the mountains of the Mexican Plateau. In this context, this study recorded elements related to the MMF in the Sierra Fría and Sierra del Laurel, Aguascalientes.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The western half of Aguascalientes is part of the sub-province of mountains and valleys of Zacatecas, within the province of the Sierra Madre Occidental. The region has a typically mountainous topography with mountains, plateaus and canyons. The landscape is volcanic formed by acidic extrusive igneous rocks, mainly rhyolites and tuffs, accumulated during the orogeny of the Sierra Madre Occidental in the Lower Tertiary (INEGI, 2000c; CONABIO, Instituto del Medio Ambiente de Aguascalientes [IMAE], & Universidad Autónoma de Aguascalientes [UAA], 2008). From the Miocene to the end of the Pleistocene, there was a process of isolation of the different regional mountain ranges with respect to the main body of the Sierra Madre Occidental, when the valleys like Bolaños, Calvillo, Juchipila, Huejuquilla and San Francisco del Mezquital were created, as the complex of grabens of north central Mexico evolved and the Trans-Mexican Volcanic Belt was formed (Campos-Enríquez & Alatorre-Zamora, 1998; Ferrari & Pasquaré, 1999; Ferrari, Valencia-Moreno, & Bryan, 2007; INEGI, 2000c; Rossotti, Ferrari, López-Martínez, & Rosas-Elguera, 2002).

The Sierra del Laurel and Sierra Fría (along with the Sierra de Nochistlán as orographic continuation to the south) form a mountain barrier, north to south that runs parallel to the canyon of Juchipila. Both mountain ranges are connected through a set of low elevations and plateaus bordering the valley of Calvillo, to the east. To the west, this set of mountains is markedly isolated from the Sierra de Morones by the canyon of Juchipila, and the Sierra Madre Occidental by the canyons of Bolaños and Huejuquilla. Heading north, east and southeast, the mountain range is limited by the plains and low hills with semiarid vegetation from the Zacatecas-Potosi Highland, the Aguascalientes valley and the Altos de Jalisco (INEGI, 1996, 2007).

The topography of the Sierra del Laurel is notoriously abrupt with several canyons and short plateaus leading down to the valley of Calvillo. The maximum altitude reaches 2,900 m, while the greater part is between 2,000 and 2,500 m (INEGI, 1996, 2007). The topography of the Sierra Fría is generally smoother, prevailing a set of plateaus with moderately slop-

La topografía de la Sierra del Laurel es notoriamente abrupta con numerosas barrancas y mesetas cortas que bajan hacia el valle de Calvillo. La altitud máxima alcanza 2,900 m, mientras que la mayor parte se encuentra entre 2,000 y 2,500 m (INEGI, 1996, 2007). La topografía de la Sierra Fría es en general más suave, predominando un complejo de mesetas con inclinación moderada hacia el Este, que son disectadas por barrancas profundas con dirección sur y oeste, principalmente. La parte más alta está compuesta por una serie de antiguos edificios volcánicos en el centro-norte, formando un macizo interior cuyas cimas rondan los 3,000 m de altitud. Hacia el Este, la sierra desciende gradualmente en forma de mesetas escalonadas hasta los 2,200 m, terminando en lomeríos escarpados que limitan con el valle de Aguascalientes. Hacia el Oeste, el descenso es más pronunciado con una serie de bloques fallados que descienden rápidamente desde 2,800 m hasta 1,500 m en el fondo del valle de Juchipila, formando la pared oriental de este valle tectónico (INEGI, 1996, 2007). En las montañas predomina un clima templado subhúmedo ($C(w_1)(w)$) del subgrupo de humedad media, con régimen de lluvias de verano y lloviznas invernales, según el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García en 1964 y adaptado por INEGI para su cartografía de climas (INEGI, 2000a). La precipitación promedio anual registrada en la parte baja de la Sierra del Laurel varía entre 700 y 800 mm; sin embargo, las precipitaciones superan los 800 mm anuales en la parte alta, por lo que esta sierra es apreciablemente más húmeda respecto del resto de las áreas templadas de Aguascalientes. En cuanto a la Sierra Fría, la precipitación media anual es de alrededor de 700 mm (INEGI, 2000b) y en su vertiente oeste se observa aporte adicional de humedad por la condensación de la neblina proveniente del fondo de los valles, así como la presencia de numerosos manantiales en el fondo de las cañadas y barrancas que descienden hacia Calvillo y Juchipila. La variación anual de la temperatura promedio en la Sierra del Laurel es de aproximadamente 3 a 21 °C (invierno/verano), mientras que en la Sierra Fría oscila entre 0 y 21 °C; esto se traduce en inviernos menos extremos en el área de la Sierra del Laurel en comparación con el norte del estado (INEGI, 2000b).

La vegetación predominante en las montañas de Aguascalientes corresponde a bosques templados de encino y pino-encino. Los bosques están compuestos por especies típicas de la vertiente interior de la Sierra Madre Occidental, que se combinan en las partes bajas y cañadas del occidente con elementos del bosque tropical caducifolio de la cuenca de los ríos Juchipila y Verde, y al oriente con pastizales y matorrales xerófilos del Altiplano Zacatecano-Potosino. Las laderas bajas de las montañas están cubiertas en su mayor parte por bosques de encino bajos caducifolios compuestos por *Quercus eduardii*, *Q. resinosa*, *Q. potosina*, *Dodonaea viscosa* y *Arctostaphylos pungens*, mientras que en elevaciones mayores se presentan bosques de pino-encino-junípero con *Q. eduardii*, *Q. sideroxyla*, *Juniperus deppeana*, *Pinus teocote* y *P. leiophylla*. En sitios más húmedos se desarrollan bosques de encino subcaducifolios más altos y con una com-

ing to the east, which are dissected by deep ravines with south and west direction, mainly. The highest part consists of a series of ancient volcanic edifices in the north-central, forming an inner range whose peaks are around 3,000 m. To the east, the mountain descends gradually in the form of staggered plateaus up to 2,200 m, ending in steep ridges bordering the valley of Aguascalientes. To the west, the decline is more pronounced with a series of fault blocks that descend rapidly from 2,800 m to 1,500 m in the valley bottom of Juchipila, forming the eastern wall of this tectonic valley (INEGI, 1996, 2007). The temperate subhumid climate ($C(w_1)(w)$) from the subgroup of mean moisture with summer rainfall and winter drizzle predominates in the mountains, according to the climate classification system of Köppen modified by García in 1964 and adapted by INEGI for its weather mapping (INEGI, 2000a). The annual average rainfall recorded at the lower part of the Sierra del Laurel ranges between 700 and 800 mm; but rainfall exceeds 800 mm yearly in the upper part, so Sierra del Laurel is appreciably more humid compared to the rest of the Aguascalientes temperate areas. As for the Sierra Fría, the annual mean rainfall is around 700 mm (INEGI, 2000b) and its western slope shows additional contribution of moisture due to the condensation of fog from the bottom of the valleys, and the presence of several springs in the bottom of the gullies and ravines that descend to Calvillo and Juchipila. The annual change in the average temperature of the Sierra del Laurel is about 3 to 21 °C (winter/summer), while in the Sierra Fría the temperature ranges between 0 and 21 °C, this results in less extreme winters in the area of the Sierra del Laurel compared to the north of the state (INEGI, 2000b).

The predominant vegetation in the mountains of Aguascalientes corresponds to temperate oak and pine-oak forests. These forests are composed of species typical of the inner slope of the Sierra Madre Occidental, which are combined with elements of tropical dry forest from the basin of rivers Juchipila and Verde, and to the east with grasslands and xeric shrublands from the Zacatecas-Potosi Highland, in the lowlands and glens of the west. The lower slopes of the mountains are covered mostly by low deciduous oak forests consisting of *Quercus eduardii*, *Q. resinosa*, *Q. potosina*, *Dodonaea viscosa* and *Arctostaphylos pungens*, whereas at higher elevations we found pine-oak-juniper forests with *Q. eduardii*, *Q. sideroxyla*, *Juniperus deppeana*, *Pinus teocote* and *P. leiophylla*. Higher semideciduous oak forests with varied floristic composition develop in wetter sites. Communities of *Arbutus tessellata*, *Q. rugosa*, *Q. eduardii* y *Q. sideroxyla* predominate in the Sierra Fría; while the combinations of *Q. castanea*, *Q. eduardii*, *Q. gentryi*, *Q. laeta*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* and *Q. viminea* are more common in the Sierra del Laurel (INEGI, 2010; data from the herbarium of the Universidad Autónoma de Aguascalientes [HUAA]).

Geographical information

The analysis of the condition and description of the study area was made with various sources of digital geographic

posición florística variada. En la Sierra Fría predominan asociaciones de *Arbutus tessellata*, *Q. rugosa*, *Q. eduardii* y *Q. sideroxyla*, mientras que en la Sierra del Laurel son más frecuentes las combinaciones de *Q. castanea*, *Q. eduardii*, *Q. gentryi*, *Q. laeta*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. viminea* (INEGI, 2010; datos del Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes [HUAA]).

Información geográfica

El análisis de las condiciones y descripción del área de estudio se hizo con distintas fuentes de información geográfica digital generadas por el INEGI: 1) Climas (escala 1:1,000,000), 2) Conjunto de datos de fenómenos climáticos (escala 1:250,000), 3) Conjunto de datos de uso del suelo y vegetación serie IV (escala 1:250,000), 4) Conjunto nacional de geología (escala 1:250,000), 5) Carta topográfica (escala 1:50,000), 6) Marco geoestadístico 2005, 7) Modelo de elevación de México (escala 1:250,000), y 8) Modelos de elevación generados a partir de las cotas de altitud de la carta topográfica (escala 1:50,000).

Análisis de imágenes

La ubicación de las comunidades vegetales y delimitación de áreas se hicieron mediante técnicas de análisis visual de imágenes de satélite, usando como base escenas multiespectrales SPOT-5 de la temporada de secas (noviembre a mayo) de los años 2009 y 2010, con resolución de 10 m por pixel (Medden, Jones, & Vilchek, 1999; Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling, & Guptill 1995; Rutchey & Vilchek, 1999). La edición de información vectorial y análisis de datos geospaciales se realizaron con el software ArcGis versión 9.3.1, comercializado por ESRI (Environmental Systems Research Institute, 2009). En el manejo de los archivos digitales se utilizó el formato *coverage* de Arc/Info y el formato universal *shapefile*.

El reconocimiento de los tipos de vegetación y su delimitación se hicieron utilizando un compuesto a color con la combinación de bandas 1, 2, 3 (verde-rojo-infrarrojo) para falso color RGB (Red-Green-Blue). Las posibles unidades de vegetación se delimitaron con base en el color dado por la respuesta espectral (diferenciando áreas por su actividad fotosintética), textura y forma de los elementos sobre el terreno (Chuvieco, 2008; INEGI, 2009a, 2009b, 2010). Esta interpretación fue cotejada con información de campo georeferenciada (GPS marca Magellan, modelos *Thales* Mobile Mapper y *Magellan* GPS-320), con apoyo de los productos cartográficos del INEGI como son las cartas de uso del suelo y vegetación, datos digitales de elevación, geología y climas.

Muestreo de la vegetación

Los levantamientos de información y colectas se realizaron entre 2009 y 2011 como parte del proyecto de vegetación de Aguascalientes, desarrollado por el Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA) con apoyo

information provided by INEGI: 1) Climates (1:1,000,000 scale), 2) Set of climatic phenomena data (1:250,000 scale), 3) dataset of land use and vegetation series IV (1:250,000 scale), 4) Mexico's National geology service (1:250,000 scale), 5) topographic map (1:50,000 scale), 6) geostatistics framework 2005, 7) Mexico elevation model (scale 1:250,000), and 8) elevation models generated from the levels of altitude of the topographic map (1:50,000 scale).

Image analysis

The location of plant communities and delimitation of areas were made using visual analysis techniques with satellite images using SPOT-5 multispectral scenes of the dry season (November to May), 2009 and 2010 as base, with resolution of 10 m per pixel Medden, Jones, & Vilchek, 1999; Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling, & Guptill 1995; Rutchey & Vilchek, 1999). The edition of vector data and geospatial data analysis were performed using the software ArcGIS version 9.3.1, marketed by ESRI (Environmental Systems Research Institute, 2009). The format *coverage* of Arc/Info and the universal format *shapefile* were used in the management of digital files.

The recognition of vegetation types and their boundaries were made using a color composite, combining bands 1, 2, 3 (green-red-infrared) to false color RGB (Red-Green-Blue). Potential vegetation units were defined based on the color given by the spectral response (differentiating areas by their photosynthetic activity), texture and form of the species on the field (Chuvieco, 2008; INEGI, 2009a, 2009b, 2010). This interpretation was compared with georeferenced field data (GPS Magellan, models *Thales* Mobile Mapper and *Magellan* GPS-320), using cartographic products from INEGI such as maps of land use and vegetation, digital elevation data, geology and climates.

Vegetation Sampling

Information gathering and collections were performed between 2009 and 2011 as part of the vegetation project of Aguascalientes, developed by the Herbarium of the Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA) with support from the Departamento de Uso del Suelo de la Dirección General Adjunta de Recursos Naturales y Medio Ambiente of INEGI. Data from the community structure, coverage and composition per strata were obtained with field techniques used by the INEGI (2009a, 2009b). The plant material was collected at sites with possible presence of species related to the MMF, to support the visual analysis with satellite images. Also, the material from the HUAA was reviewed to corroborate additional records of sites visited. Specimens were identified using different literature sources and herbarium material, mainly publications of Flora Novo-Galiciana (McVaugh, 1992), and Flora del Bajío and adjacent regions projects (Calderón & Germán, 1993; González-Villarreal, 1996; Rzedowski & Calderón, 2009), Flora of Mesoamerica and Flora of North America (Flora of North America Editio-

del Departamento de Uso del Suelo de la Dirección General Adjunta de Recursos Naturales y Medio Ambiente del INEGI. Los datos de la estructura de las comunidades, cobertura y composición por estratos se obtuvieron con técnicas de campo usadas por el INEGI (2009a, 2009b). El material botánico se colectó en los sitios con posible presencia de elementos afines al BMM, para apoyar el análisis visual de imágenes de satélite. Asimismo, el material del HUAA se revisó para corroborar registros adicionales de los sitios visitados. Los especímenes se identificaron usando diversas fuentes bibliográficas y material de herbario, principalmente las publicaciones de la Flora Novo-Galiciana (McVaugh, 1992), y los proyectos Flora del Bajío y de regiones adyacentes (Calderón & Germán, 1993; González-Villarreal, 1996; Rzedowski & Calderón, 2009), Flora Mesoamericana y Flora de Norteamérica (Flora of North America Editorial Committee, 1993) con apoyo de servicios en línea de GBIF (Global Biodiversity Information Facility, 2001), ITIS (Integrated Taxonomic Information System, 2013), The Gymnosperm Database (2013), Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2013) y ZipcodeZoo (2013). Los datos de campo se utilizaron para establecer criterios de interpretación y así asociar tipos y condiciones de la vegetación con los distintos patrones y respuestas espectrales observables en las imágenes de satélite SPOT-5, con lo cual se pudo estimar el área ocupada por las comunidades vegetales de interés, definidas previamente con los datos de campo. De esta forma, el perímetro de todos los sitios se delimitó con excepción de un pequeño rodal de bosque en la estación biológica “Agua Zarca” de la UAA. El sitio fue incluido en el estudio con base en los registros del HUAA; sin embargo, el área no fue representable a la escala de trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En total se registraron 12 localidades con presencia de elementos afines al BMM y elementos indicadores de condiciones de alta humedad en los bosques templados (encinares y bosques riparios), que en conjunto cubren un estimado de 1,031.5 ha (Figura 1, Cuadro 1). En el Cuadro 2 se proporciona un listado general de las especies presentes en estos sitios.

Los sitios se ubicaron entre 1,900 y 2,665 m en cañadas y laderas protegidas con exposición norte y oeste, generalmente asociadas a la presencia de manantiales y escurrimientos superficiales permanentes o semipermanentes. Seis sitios se localizaron en la Sierra Fría (Figura 2), cinco en la Sierra del Laurel (Figura 3) y uno más al oeste de la ciudad de Aguascalientes (Figura 1).

Localidades con elementos afines al BMM y elementos indicadores de ambientes húmedos

A continuación se describen brevemente las localidades con elementos afines al BMM y las especies indicadoras de ambientes húmedos que fueron registradas en este estudio:

Barranca Boca Oscura. Sitio localizado en las cañadas de la parte alta de Sierra del Laurel sobre la vertiente nor-

rial Committee, 1993) with the support of online services of GBIF (Global Biodiversity Information Facility, 2001), ITIS (Integrated Taxonomic Information System, 2013), The Gymnosperm Database (2013), Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2013) and ZipcodeZoo (2013). Field data was used to establish interpretation criteria and associate types and condition of vegetation with different patterns and spectral responses observed in the satellite images SPOT-5, to estimate the area occupied by plant communities of interest, previously defined using the data field. Thus, the perimeter of all sites was delimited except for a small stand of forest in the biological station “Agua Zarca” of the UAA. This site was included in the study based on records of the HUAA, but the area was not representable to the working scale.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 12 localities were recorded with presence of species related to the MMF and elements indicating high humidity conditions in temperate forests (oak and riparian forests), which together cover an estimate of 1,031.5 ha (Figure 1, Table 1). Table 2 provides a general list of the species present in these sites.

The sites were located between 1,900 and 2,665 m in protected ravines and hillsides, north and west exposure, usually related to the presence of springs with permanent or semi-permanent surface water runoffs. Six sites were located in the Sierra Fría (Figure 2), five in the Sierra del Laurel (Figure 3) and one to the west of the city of Aguascalientes (Figure 1).

Localities with elements related to the MMF and elements indicating humid environments

Next, a brief description of the localities with elements related to the MMF and species indicating humid environments that were recorded in this study:

Barranca Boca Oscura. Site located in the glens of the top of Sierra del Laurel on the north slope, about 15 km to the south of the town of Calvillo, Aguascalientes (Figure 2). The community develops between 2,200 and 2,400 m, related to the presence of small springs (Figure 4). The Barranca Boca Oscura is the locality with the highest floristic richness and with a larger number of species related to the MMF such as *Cercocarpus macrophyllus*, *Clethra hartwegii*, *Garrya laurifolia*, *Litsea glaucescens* and *Quercus. candicans*, along with humid environments species of wider distribution (Table 3, Figure 5a).

Barranca Arroyo Zarco. Site located on slopes with view to the north of the canyons from the top of the Sierra del Laurel, about 18 km to the south of Calvillo, Aguascalientes (Figure 2). The locality is made up of a semi-deciduous oak forest that contains few elements related to MMF, but still hosts important populations of *C. hartwegii*, *L. glaucescens* and *Q. castanea* (Table 3, Figure 5b).

Barranca El Mirador. Site located in the upper glens of the Sierra del Laurel, on the northeast slope. It is located about

CUADRO 1. Principales localidades con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en Aguascalientes.

TABLE 1. Main localities with elements related to mountain mesophilous forest in Aguascalientes.

	Localidad / Locality	Municipio / Municipality	Vegetación / Vegetation	Superficie* / Area* (ha)	Latitud / Latitude	Longitud / Lenght	Altitud / Altitude (m)
Sierra del Laurel	Barranca Boca Oscura	Calvillo	Bosque de encino / Oak forest	28.1	21° 46' 33.5" N	102° 38' 15.5" O	2,354
	Barranca Arroyo Zarco	Calvillo	Bosque de encino / Oak forest	53.8	21° 45' 16.5" N	102° 39' 12.5" O	2,327
	Barranca El Mirador	Jesús María	Bosque de encino / Oak forest	231.2	21° 47' 33.5" N	102° 36' 31.5" O	2,344
	Barranca Los Alisos	Calvillo	Bosque de encino / Oak forest	271.6	21° 44' 22.5" N	102° 43' 30.5" O	2,120
	Arroyo Los Alisos	Calvillo	Bosque ripario / Riparian forest	15.4	21° 44' 27.5" N	102° 43' 42.6" O	2,026
	Barranca Las Adjuntas	San José de Gracia	Bosque de cedro-encino / Cypress- oak forest	221.8	22° 16' 32.5" N	102° 37' 43.5" O	2,665
Sierra Fría	Barranca Los Pilares	Calvillo	Bosque de cedro-encino / Cypress- oak forest	58.3	22° 03' 57.8" N	102° 44' 10.4" O	2,560
	Barranca El Rico (arroyo Los Pilares)	San José de Gracia	Bosque de encino / Oak forest	94.1	22° 11' 43.5" N	102° 34' 30.5" O	2,470
	Barranca El Pinto	Calvillo	Bosque de encino / Oak forest	7.9	22° 04' 07.5" N	102° 39' 42.5" O	2,255
	Barranca Montoro (Arroyo Los Palitos)	Calvillo	Bosque ripario / Riparian forest	17.2	21° 59' 14.5" N	102° 37' 31.5" O	1,999
Otras / Other	Arroyo La Gloria	Jesús María	Bosque ripario / Riparian forest	32.1	21° 55' 05.5" N	102° 24' 37.5" O	1,910
	Arroyo Agua Zarca (Estación biológica Agua Zarca-UAA)	San José de Gracia	Bosque de pino-encino / Pine-oak forest	No deter- minado / Undeter- mined	22° 05' 20.5" N	102° 33' 24.5" O	2,220

*Superficie aproximada. UAA:Universidad Autónoma de Aguascalientes.

*Approximate area. UAA:Universidad Autónoma de Aguascalientes.

te, aproximadamente a 15 km al sur del poblado de Calvillo, Aguascalientes (Figura 2). La comunidad se desarrolla entre 2,200 y 2,400 m, asociada a la presencia de pequeños manantiales (Figura 4). La barranca Boca Oscura es la localidad con mayor riqueza florística y con un número mayor de elementos afines al BMM como son *Cercocarpus macrophyllus*, *Clethra hartwegii*, *Garrya laurifolia*, *Litsea glaucescens* y *Quercus candicans*, junto con especies de ambientes húmedos de distribución más amplia (Cuadro 3, Figura 5a).

Barranca Arroyo Zarco. Sitio ubicado en la vertiente norte, en las cañadas de la parte alta de la Sierra del Laurel, aproximadamente a 18 km al sur del poblado de Calvillo, Aguascalientes (Figura 2). La localidad se conforma de un bosque de

14 km to the south of the town Tapias Viejas, municipality of Jesús María, Aguascalientes (Figure 2). 'El Mirador' is an oak forest dominated by *Q. rugosa*. The site contains few species indicating humid conditions in the understory as *Prunus serotina* and one element related to the MMF: *G. laurifolia* (Table 3, Figure 5c).

Barranca de Los Alisos and arroyo Los Alisos. They are located in the upper glens of the Sierra del Laurel, on its northern slope, about 23 km southwest of the town of Calvillo, Aguascalientes (Figure 2). The sites are the second most important due to its floristic richness. Although the canyon has been heavily impacted by agricultural activities, it is still possible to observe relatively preserved woods of *Alnus*

encino subperennifolio que contiene pocos elementos afines al BMM, pero que aún alberga poblaciones importantes de *C. hartwegii*, *L. glaucescens* y *Q. castanea* (Cuadro 3, Figura 5b).

Barranca El Mirador. Sitio ubicado en las cañadas de la parte alta de Sierra del Laurel, sobre la vertiente noreste. Se localiza aproximadamente a 14 km al sur del poblado de Tapias Viejas, municipio de Jesús María, Aguascalientes (Figura 2). El Mirador es un bosque de encino dominado por *Q. rugosa*. El sitio contiene pocos elementos indicadores de condiciones húmedas en el sotobosque como *Prunus serotina* y un elemento afín al BMM: *G. laurifolia* (Cuadro 3, Figura 5c).

Barranca de Los Alisos y arroyo Los Alisos. Se ubican en las cañadas de la parte alta de Sierra del Laurel, sobre su vertiente norte, aproximadamente a 23 km al suroeste del poblado de Calvillo, Aguascalientes (Figura 2). Los sitios ocupan el segundo lugar de importancia por su riqueza florística. No obstante que la barranca ha sido fuertemente impactada por actividades agrícolas, aún es posible observar bosquetes relativamente conservados de *Alnus acuminata*, *Cedrela dugesii*, *Fraxinus uhdei*, *Q. laeta* y *Q. gentryi*, junto

acuminata, *Cedrela dugesii*, *Fraxinus uhdei*, *Q. laeta* and *Q. gentryi*, along with other species of interest dispersed in the arboreal stratum and the understory. A heterogeneous mosaic of secondary vegetation of oak forest and tropical dry forest prevails in the area (Table 3, Figure 5d and 5e).

Barranca El Pinto. Site located in the canyons that descend from the southwestern portion of the Sierra Fría to the valley Calvillo, about 30 km northeast of the town of Calvillo (Figure 3). The town is part of a set of forests with elements related to the MMF dispersed in the bottom of many inaccessible ravines in the northeast corner of the valley of Calvillo, that descend from the Sierra Fría. The area has strong disturbance due to agricultural activities and is currently dominated by secondary vegetation derived from oak forests and tropical dry forest. The species related to the MMF are preserved in hollows and ravines, with permanent springs, where we observe long-lived tree specimens of *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *Pistacia mexicana* and *P. serotina* (Figure 6a).

Barranca Los Pilares. Site located in the top of the glens that descend from the southwestern portion of the Sierra

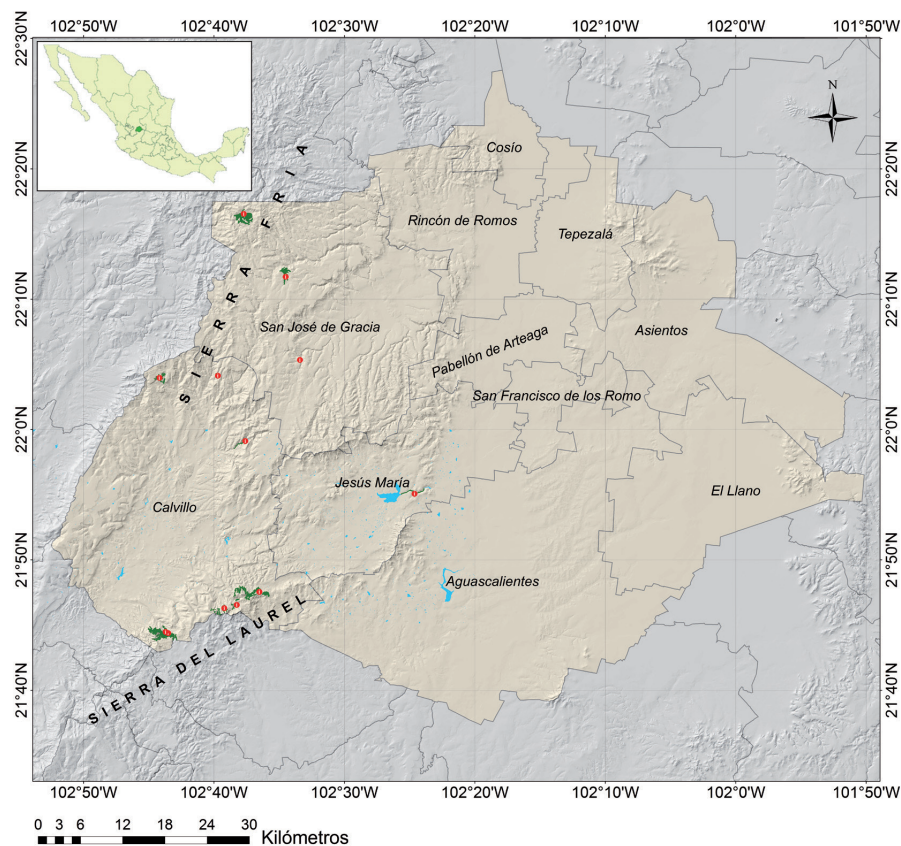


FIGURA 1. Ubicación de los sitios con presencia de elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra del Laurel y en la Sierra Fría, Aguascalientes.

FIGURE 1. Location of the sites with presence of elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra del Laurel and the Sierra Fría, Aguascalientes.

con otros elementos de interés dispersos en el estrato arbóreo y en el sotobosque. En el área prevalece un mosaico heterogéneo de vegetación secundaria de bosque de encino y bosque tropical caducifolio (Cuadro 3, Figura 5d y 5e).

Barranca El Pinto. Sitio ubicado en las cañadas que descienden de la porción suroeste de la Sierra Fría al valle de Calvillo, aproximadamente a 30 km al noreste del poblado de Calvillo (Figura 3). La localidad es parte de un conjunto de bosques con elementos afines al BMM que se presentan dispersos en el fondo de las numerosas cañadas poco accesibles en el extremo noreste del valle de Calvillo y que descienden de la Sierra Fría. El área presenta fuerte disturbio por actividades agrícolas y actualmente está dominada

Fría to the valley of Calvillo, about 31 km north of the town of Calvillo, Aguascalientes (Figure 3). The site is among those that develop at high altitude (2,560 m); it is an ancient forest of cedar (*Cupressus lusitanica*) with species related to the MMF dispersed in the lower arboreal stratum and shrub as *C. macrophyllus*, *G. laurifolia* and *L. glaucescens* and indicators of humid conditions as *P. serotina* (Table 4, Figure 6b).

Barranca Las Adjuntas. Site located in the glens of the top of Sierra Fría, on the western slope, about 25 km northwest of the town of La Congoja, municipality of San José de Gracia, Aguascalientes (Figure 3). Here develops a mixed forest composed of oak, cedar and aspen. The presence of *C. lu-*

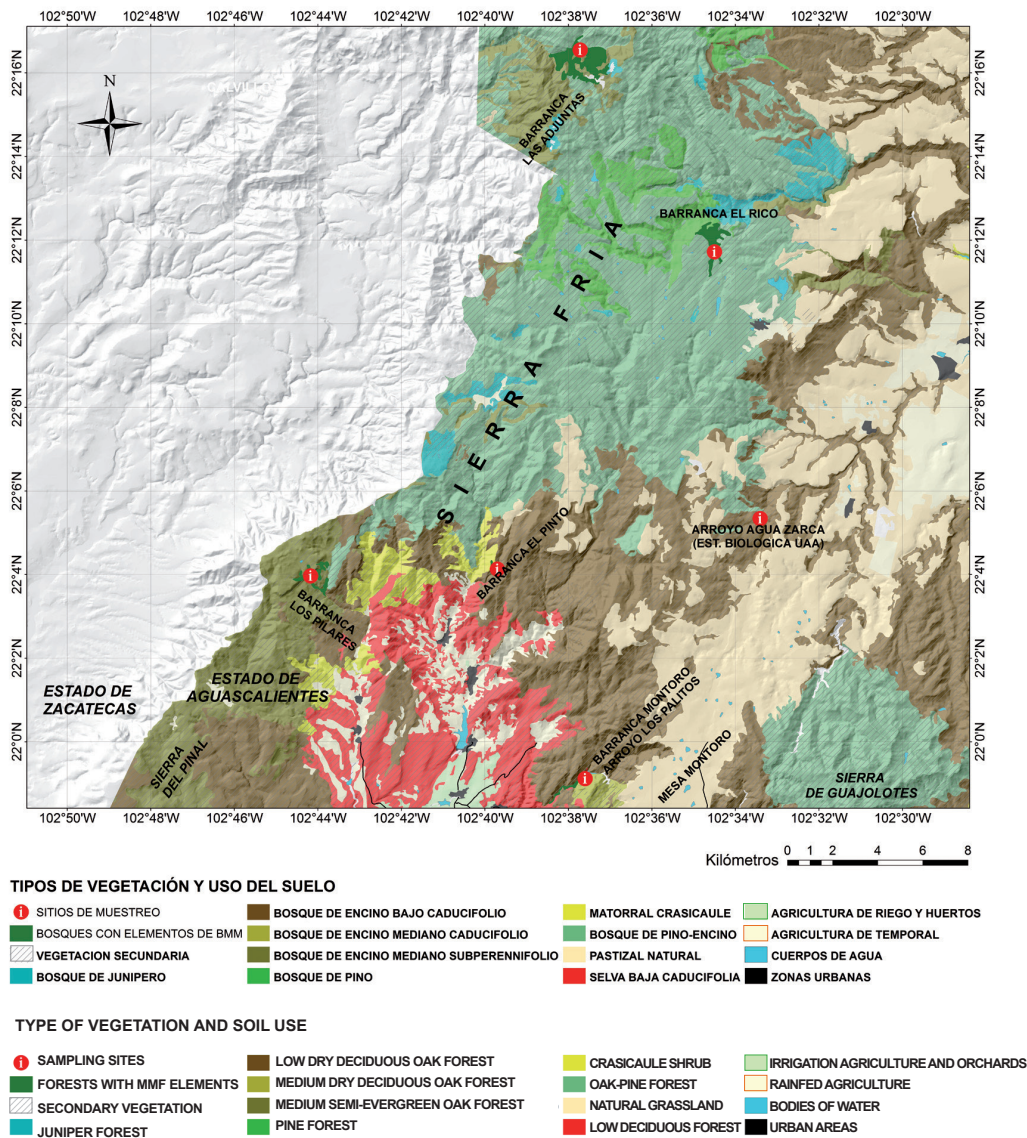


FIGURA 2. Distribución de las comunidades vegetales con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes.

FIGURE 2. Distribution of plant communities with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes.

CUADRO 2. Listado florístico de las comunidades vegetales (familias y especies) con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en Aguascalientes.

TABLE 2. Floristic list of plant communities (family and species) with elements related to mountain mesophilous forest in Aguascalientes.

ACANTHACEAE <i>Ruellia</i> sp.	CACTACEAE <i>Mammillaria bombycina</i> Quehl	<i>Quercus rugosa</i> Née	PLUMBAGINACEAE <i>Plumbago pulchella</i> Boiss.
ANACARDIACEAE <i>Pistacia mexicana</i> Kunth	<i>Mammillaria</i> spp.	<i>Quercus sideroxylla</i> Bonpl.	POLIPODIACEAE <i>Polypodium guttatum</i> Maxon
<i>Schinus molle</i> L.	<i>Opuntia</i> spp.	GARRYACEAE <i>Garrya laurifolia</i> subsp.	PTERIDACEAE <i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.)
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	CAMPANULACEAE <i>Lobelia angustifolia</i> Cham.	<i>laurifolia</i> Hartw. Ex Benth.	D. M. Benham & Windham
ARACEAE <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	CAPRIFOLIACEAE <i>Symphoricarpos</i>	<i>Garrya ovata</i> Benth	<i>Cheilanthes</i> sp.
ARALIACEAE <i>Aralia humilis</i> Cav.	<i>microphyllus</i> Kunth	LABIATAE <i>Cunila polyantha</i> Benth.	<i>Pteridium</i> sp.
ASPARGACEAE <i>Agave</i> sp.	CLETHRACEAE <i>Clethra hartwegii</i> Britton	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	PHYTOLACCACEAE <i>Phytolacca icosandra</i> L.
<i>Dasyilirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	CUPRESSACEAE <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	<i>Salvia mexicana</i> L.	RHAMNACEAE <i>Rhamnus microphylla</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	<i>Salvia</i> sp.	ROSACEAE <i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K. Koch
ASTERACEAE (COMPOSITAE) <i>Ageratina petiolaris</i> (Moc. ex DC.) R. M. King & H. Rob.	<i>Juniperus durangensis</i> Martínez	<i>Stachys coccinea</i> Ortega	<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C. K. Schneid.
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	<i>Juniperus flaccida</i> Schldtl.	LAURACEAE <i>Litsea glaucescens</i> Kunth	<i>Potentilla</i> sp.
<i>Bidens</i> sp.	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	LEGUMINOSAE <i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
<i>Brickellia</i> sp.	ERICACEAE <i>Arbutus arizonica</i> (A. Gray) Sarg.	<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F. J. Herm.	<i>Prunus serotina</i> var. <i>virens</i> (Woot. & Standl.) McVaugh
<i>Critoniopsis uniflora</i> (Sch. Bip.) H. Rob.	<i>Arbutus tessellata</i> P. D. Sorensen	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	RUBIACEAE <i>Bouvardia multiflora</i> (Cav.) Schult. & Schult. f.
<i>Eupatoriastrum nelsonii</i> Greenm.	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	<i>Leucaena</i> sp.	<i>Galium mexicanum</i> Kunth
<i>Eupatorium</i> sp.	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	<i>Galium</i> sp.
<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S. F. Blake	<i>Comarostaphylis glaucescens</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch	<i>Mimosa monancistra</i> Benth.	RUTACEAE <i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.
<i>Roldana chapalensis</i> (S. Watson) H. Rob. & Brettell	<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M. C. Johnst.	SALICACEAE <i>Populus fremontii</i> S. Watson
<i>Senecio salignus</i> DC.	<i>Vaccinium geminiflorum</i> Kunth	LOGANIACEAE <i>Buddleja cordata</i> Kunth	<i>Populus tremuloides</i> Michx.
<i>Senecio</i> sp.	<i>Vaccinium</i> sp.	<i>Buddleja sessiliflora</i> Kunth	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
<i>Stevia viscida</i> Kunth	FABACEAE <i>Painteria leptophylla</i> (DC.) Britton & Rose	<i>Buddleja</i> sp.	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.
<i>Verbesina</i> aff. <i>serrata</i> Cav.	FAGACEAE <i>Quercus candicans</i> Née	LYTHACEAE <i>Heimia salicifolia</i> Link	<i>Salix taxifolia</i> Kunth
<i>Verbesina</i> sp.	<i>Quercus castanea</i> Née	MELIACEAE <i>Cedrela dugesii</i> S. Watson	SAPINDACEAE <i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.
<i>Viguiera quinqueradiata</i> (Cav.) A. Gray ex S. Watson	<i>Quercus chihuahuensis</i> Trel.	MORACEAE <i>Morus celtidifolia</i> Kunth	<i>Serjania</i> sp.
BEGONIACEAE <i>Begonia balmisiana</i> Ruiz ex Klotzsch	<i>Quercus eduardii</i> Trel.	OLEACEAE <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	SOLANACEAE <i>Cestrum lanatum</i> M. Martens & Galeotti
<i>Begonia</i> sp.	<i>Quercus gentryi</i> C.H. Muller	<i>Forestiera neomexicana</i> A. Gray	VITACEAE <i>Cissus sicyoides</i> L.
BETULACEAE <i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schldtl.) Furlow	<i>Quercus grisea</i> Liebm.	<i>Forestiera phillyreoides</i> (Benth.) Torr.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.
BROMELIACEAE <i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	OXALIDACEAE <i>Oxalis</i> sp.	
	<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	PINACEA <i>Pinus teocote</i> Schldtl. & Cham.	
	<i>Quercus repanda</i> Bonpl.		
	<i>Quercus potosina</i> Trel.		
	<i>Quercus resinosa</i> Liebm.		

por vegetación secundaria derivada de bosques de encino y bosque tropical caducifolio. Los elementos afines al BMM se conservan en hondonadas y barrancos, donde hay mantiales permanentes, en los cuales se observan ejemplares longevos de talla arbórea de *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *Pistacia mexicana* y *P. serotina* (Figura 6a).

Barranca Los Pilares. Sitio localizado en la parte alta de las cañadas que descienden de la porción suroeste de la Sierra Fría al valle de Calvillo, aproximadamente a 31 km al norte del poblado de Calvillo, Aguascalientes (Figura 3). El sitio es uno de los que se desarrolla a mayor altitud (2,560 m); es un antiguo bosque de cedro (*Cupressus lusitanica*) con

sitanica, *Populus tremuloides* and *Q. sideroxyla* highlights as indicators of humid environments, but elements related to the MMF are scarce (*G. laurifolia*) and are dispersed in the understory (Table 4, Figure 6c).

Barranca El Rico. Site located in the glens of the top of Sierra Fría, on the west slope, about 5 km north-northwest of the town of La Congoja, San José de Gracia, Aguascalientes (Figure 3). The site is relatively protected maintaining a semi-deciduous forest of ash (*F. uhdei*) and oak, with few elements related to the MMF and indicators of humid conditions being part of the understory: *G. laurifolia*, *L. glaucescens* and *P. serotina* (Table 4, Figure 6d).

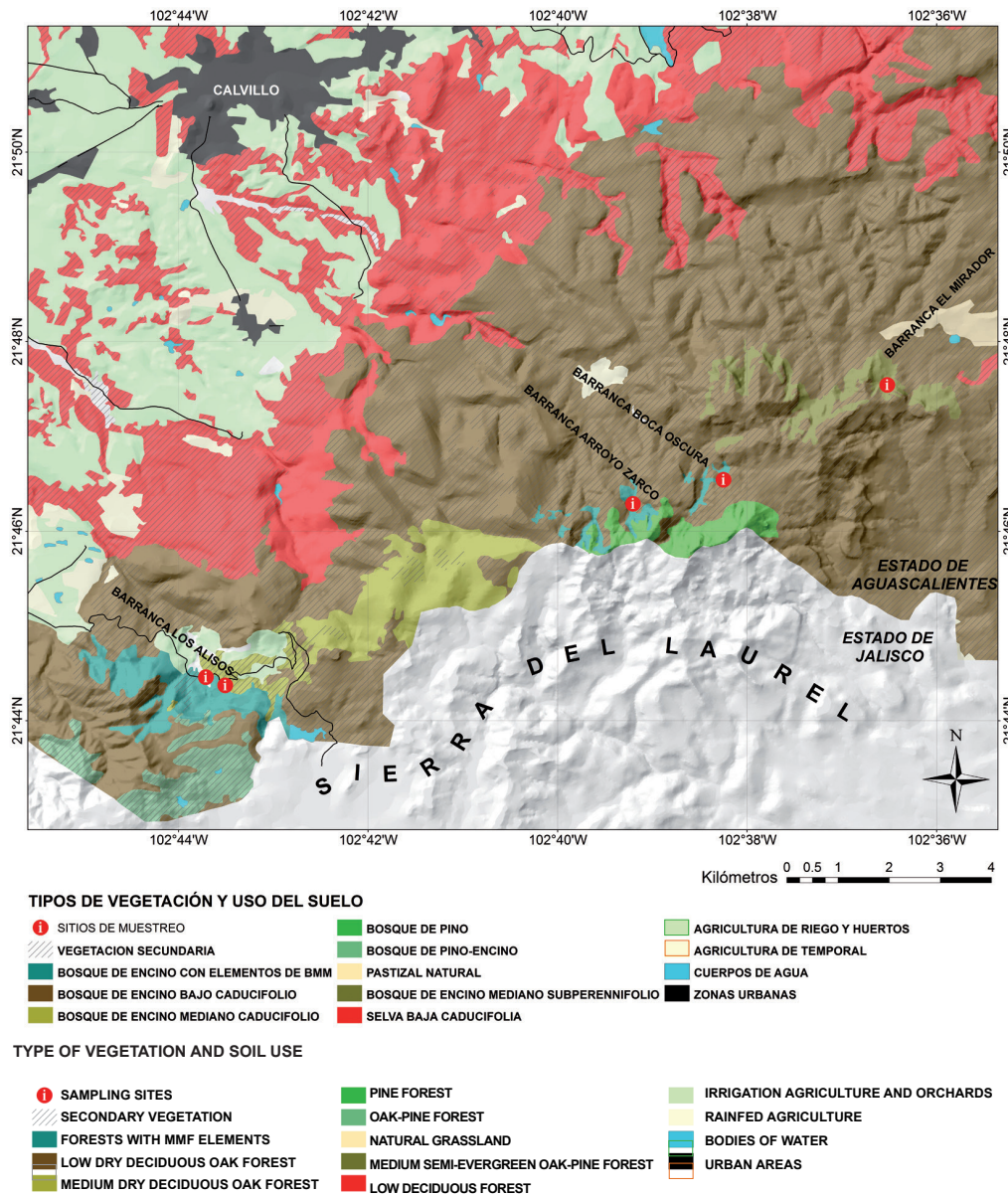


FIGURA 3. Distribución de las comunidades vegetales con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes.

FIGURE 3. Distribution of plant communities with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes.

CUADRO 3. Composición florística de sitios con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes.

TABLE 3. Floristic composition of sites with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes.

Estrato / Stratum	Barranca Boca Oscura	Barranca Arroyo Zarco	Barranca El Mirador	Barranca de Los Alisos	Arroyo Los Alisos
Arbóreo medio / Medium arboreal (10-20 m)	1. <i>Cedrela dugesii</i> ^H	1. <i>Clethra hartwegii</i> ^M	1. <i>Quercus eduardii</i> [*]	1. <i>Fraxinus uhdei</i> ^{H*}	1. <i>Alnus acuminata</i> ^{M*}
	2. <i>Clethra hartwegii</i> ^{M*}	2. <i>Quercus castanea</i> ^{M*}	2. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*}	2. <i>Quercus gentryi</i> ^{H*}	2. <i>Cedrela dugesii</i> ^H
	3. <i>Quercus candicans</i> ^{M*}	3. <i>Quercus gentryi</i> ^H			3. <i>Salix bonplandiana</i> ^{H*}
	4. <i>Quercus eduardii</i>	4. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*}			
	5. <i>Quercus gentryi</i> ^{H*}				
	6. <i>Quercus obtusata</i>				
	7. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*}				
Arbóreo inferior / Lower arboreal (4-10 m)	8. <i>Buddleja cordata</i> ^H	5. <i>Arbutus xalapensis</i>	3. <i>Arbutus xalapensis</i>	3. <i>Quercus laeta</i>	4. <i>Buddleja cordata</i> ^H
	9. <i>Cercocarpus macrophyllus</i> ^H	6. <i>Buddleja cordata</i> ^H	4. <i>Prunus serotina</i> ^H	4. <i>Buddleja cordata</i> ^H	5. <i>Leucaena</i> sp.
	10. <i>Fraxinus uhdei</i> ^{H*}	7. <i>Prunus serotina</i> ^H	5. <i>Quercus laeta</i> [*]	5. <i>Litsea glaucescens</i> ^M	6. <i>Prunus serotina</i> ^H
	11. <i>Litsea glaucescens</i> ^M	8. <i>Quercus chihuahuensis</i>	6. <i>Quercus potosina</i> [*]	6. <i>Clethra hartwegii</i> ^{M*}	
	12. <i>Prunus serotina</i> ^H	9. <i>Quercus laeta</i>	7. <i>Quercus resinosa</i>		
	13. <i>Quercus chihuahuensis</i>	10. <i>Quercus</i> aff. <i>magnoliifolia</i>			
		11. <i>Cestrum lanatum</i> ^H	8. <i>Garrya laurifolia</i> ^M	7. <i>Montanoa leucantha</i>	
Arbustivo superior / Upper shrub (1.5-4 m)	15. <i>Comarostaphylis glaucescens</i>	12. <i>Litsea glaucescens</i> ^{M*}	9. <i>Yucca filifera</i>		
	16. <i>Garrya laurifolia</i> ^{M*}	13. <i>Yucca</i> aff. <i>filifera</i>	10. <i>Forestiera phillyreoides</i>		
	17. <i>Garrya ovata</i>				
	18. <i>Litsea glaucescens</i> ^M				
	19. <i>Yucca</i> aff. <i>filifera</i>				
	20. <i>Parthenocissus quinquefolia</i>				
Arbustivo inferior / Lower shrub (< 1.5 m)	21. <i>Ageratina petiolaris</i>	14. <i>Dodonaea viscosa</i>	11. <i>Dodonaea viscosa</i>	8. <i>Ageratina petiolaris</i>	7. <i>Cestrum lanatum</i> ^H
	22. <i>Baccharis heterophylla</i>	15. <i>Stevia viscida</i>	12. <i>Stevia viscida</i>	9. <i>Dodonaea viscosa</i>	8. <i>Morus celtidifolia</i>
	23. <i>Bouvardia multiflora</i>	16. <i>Baccharis heterophylla</i>	13. <i>Bouvardia multiflora</i>	10. <i>Eupatorium</i> sp.	9. <i>Verbesina</i> aff. <i>serrata</i>
	24. <i>Dodonaea viscosa</i>	17. <i>Mammillaria bombycina</i>		11. <i>Eupatoriastrium nelsonii</i>	10. <i>Zanthoxylum fagara</i>
	25. <i>Rhamnus microphylla</i>			12. <i>Mimosa monancistra</i>	11. <i>Serjania</i> sp.
	26. <i>Roldana chapalensis</i>			13. <i>Critoniopsis uniflora</i>	12. <i>Chusquea</i> sp.
	27. <i>Stevia viscida</i>			14. <i>Chusquea</i> sp.	13. <i>Senecio</i> sp.
	28. <i>Aralia humilis</i>			15. <i>Cissus</i> sp.	14. <i>Toxicodendron radicans</i>
	29. <i>Verbesina</i> aff. <i>serrata</i>			16. <i>Eysenhardtia polystachya</i>	
	30. <i>Bidens</i> sp.				
	31. <i>Brickellia</i> sp.				
	32. <i>Senecio</i> sp.				
	33. <i>Begonia</i> sp.				
	34. <i>Mammillaria</i> sp.				
	35. <i>Agave</i> sp.				
Herbáceo / Herbaceous	36. <i>Eupatorium</i> sp.	18. <i>Piptochaetium virescens</i>	14. <i>Piptochaetium virescens</i>	17. <i>Astrolepis sinuata</i>	15. <i>Colocasia esculenta</i>
	37. <i>Muhlenbergia rigida</i>			18. <i>Bouteloa curtispindula</i>	
	38. <i>Piptochaetium virescens</i>			19. <i>Cunila polyantha</i>	
	39. <i>Galium</i> sp.			20. <i>Muhlenbergia pubescens</i>	
	40. <i>Cheilanthes</i> sp.			21. <i>Piptochaetium fimbriatum</i>	
	41. <i>Pteridium</i> sp.				

*Dominantes fisonómicas. ^HEspecies indicadoras de ambientes con alta humedad. ^MEspecies presentes en los bosques mesófilos de montaña del occidente y centro de México. Algunas especies se muestran en varios estratos por la presencia de renuevos y elementos jóvenes.

*Physiognomic dominant. ^HSpecies indicating high humidity environments. ^MSpecies present in the mountain mesophilous forests of western and central Mexico. Some species are shown in several strata by the presence of seedlings and young elements.

elementos afines al BMM, dispersos en el estrato arbóreo inferior y arbustivo como *C. macrophyllus*, *G. laurifolia* y *L. glaucescens* e indicadores de condiciones húmedas como *P. serotina* (Cuadro 4, Figura 6b).

Barranca Las Adjuntas. Sitio localizado en las cañadas de la parte alta de Sierra Fría, sobre la vertiente oeste, aproximadamente a 25 km al noroeste del poblado de La Congoja, mpio. de San José de Gracia, Aguascalientes (Figura 3). En el sitio se desarrolla un bosque mixto compuesto de encinos, cedros y álamos. Resalta la presencia de *C. lusitanica*, *Populus tremuloides* y *Q. sideroxyla* como indicadores de ambientes húmedos, pero los elementos afines al BMM son escasos (*G. laurifolia*) y se presentan dispersos en el sotobosque (Cuadro 4, Figura 6c).

Barranca El Rico. Sitio localizado en las cañadas de la parte alta de Sierra Fría, sobre la vertiente oeste, aproximadamente a 5 km al nor-noroeste del poblado de La Congoja, San

Barranca Montoro (Arroyo Los Palitos). Site located in the glens that descend to the valley of Calvillo from the southern portion of the Sierra Fría and west of Mesa Montoro, about 25 km north-northwest of the town of Calvillo, Aguascalientes (Figure 3). It is a smaller community with only two species related to the MMF, of importance for having a small riparian forest formed in a large section almost exclusively by alder (*A. acuminata*) with presence of *L. glaucescens* (Table 5, Figure 5f).

Arroyo La Gloria. Located in the glen Los Arquitos, about 12 km west of the city of Aguascalientes, municipality of Jesús María, Aguascalientes (Figure 1). La Gloria is a small riparian forest that remains between the dam Abelardo Rodríguez and the dam Los Arquitos. The site has a significant combination of elements of oak forest, xeric scrub and riparian forest, in a relatively preserved state. *F. uhdei* and *Prunus serotina* are the only species recorded as indicators of high humidity environments (Table 5, Figure 6e).

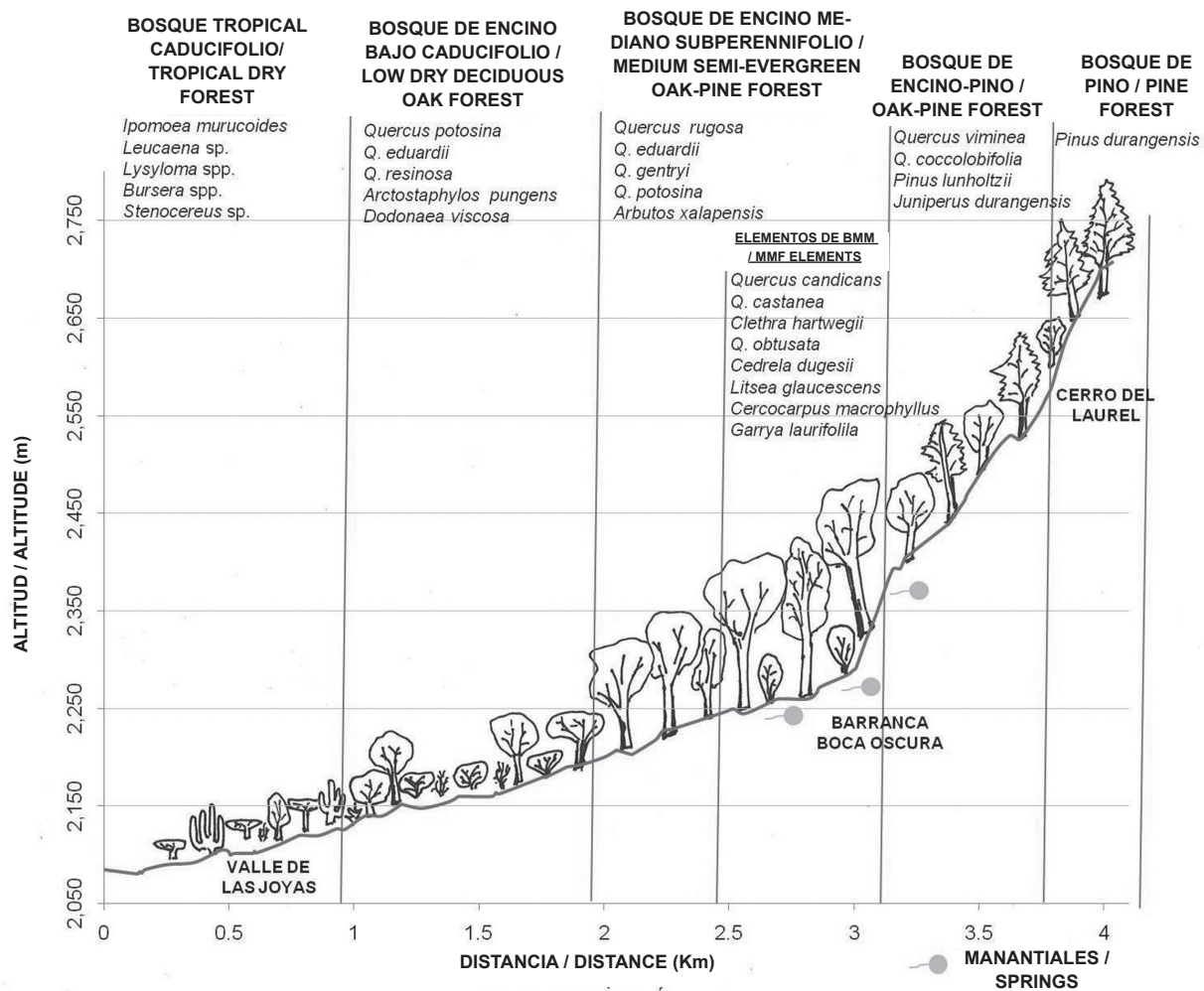


FIGURA 4. Perfil altitudinal de la vegetación en la vertiente norte de la Sierra del Laurel, en dirección SE-NO. BMM: Bosque mesófilo de montaña.

FIGURE 4. Altitudinal profile altitudinal of vegetation in the north slope of the Sierra del Laurel, SE-NW direction. MMF: Mountain mesophilous forest.

José de Gracia, Aguascalientes (Figura 3). El sitio se encuentra relativamente protegido conservando un bosque subcaducifolio de fresno (*F. uhdei*) y encino, con pocos elementos afines al BMM e indicadores de condiciones húmedas formando parte del sotobosque: *G. laurifolia*, *L. glaucescens* y *P. serotina* (Cuadro 4, Figura 6d).

Barranca Montoro (Arroyo Los Palitos). Sitio localizado en las cañadas que descienden al valle de Calvillo desde

Arroyo Agua Zarca (Biological station of UAA Agua Zarca). Site located in the glens that descend from the south side of the Sierra Fría to the valley of San José de Garcia, about 3 km to the west of the town of Potrero de los López, in San José de Garcia, Aguascalientes (Figure 3). The area is highly disturbed, and therefore is currently in the process of recovery. The vegetation is a combination of low forest of oak and juniper, grassland and remnants of pine-oak forest. The glen of the stream of Agua Zarca has recorded the pres-

CUADRO 4. Composición florística de sitios con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes.

TABLE 4. Floristic composition of sites with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes.

Estrato / Stratum	Barranca El Pinto	Barranca Los Pilares	Barranca Las Adjuntas	Barranca El Rico
Arbóreo superior / Upper arboreal (20-30 m)		1. <i>Cupressus lusitanica</i> ^{H*} 2. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*}	1. <i>Cupressus lusitanica</i> ^{H*} 2. <i>Populus tremuloides</i> ^{H*} 3. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*}	
Arbóreo medio / Medium arboreal (10-20 m)	1. <i>Cedrela dugesi</i> ^{H*} 2. <i>Litsea glaucescens</i> ^{M*} 3. <i>Pistacia mexicana</i> 4. <i>Prunus serotina</i> ^{H*} 5. <i>Quercus gentryi</i> ^{H*}	3. <i>Quercus gentryi</i> ^{H*}	4. <i>Arbutus tessellata</i> 5. <i>Juniperus flaccida</i> 6. <i>Quercus sideroxyla</i> ^{H*}	1. <i>Fraxinus uhdei</i> ^{H*} 2. <i>Quercus rugosa</i> ^{H*} 3. <i>Quercus sideroxyla</i> ^{H*}
Arbóreo inferior / Lower arboreal (4-10 m)	6. <i>Buddleja cordata</i> ^{H*} 7. <i>Cercocarpus macrophyllus</i> ^{H*} 8. <i>Garrya laurifolia</i> ^{M*}	4. <i>Litsea glaucescens</i> ^{M*} 5. <i>Arbutus xalapensis</i> 6. <i>Garrya laurifolia</i> ^{M*} 7. <i>Cercocarpus macrophyllus</i> ^{H*} 8. <i>Yucca aff. filifera</i> 9. <i>Prunus serotina</i> ^{H*}	7. <i>Garrya laurifolia</i> ^{M*} 8. <i>Juniperus deppeana</i> 9. <i>Juniperus durangensis</i> 10. <i>Prunus serotina</i> ^{H*} 11. <i>Yucca aff. filifera</i>	4. <i>Arbutus arizonica</i> 5. <i>Arbutus tessellata</i> 6. <i>Juniperus deppeana</i> 7. <i>Prunus serotina</i> var. <i>virens</i> ^{H*}
Arbustivo superior / Upper shrub (1.5-4 m)	9. <i>Aralia humilis</i> 10. <i>Cestrum lanatum</i> ^{H*} 11. <i>Forestiera phillyreoides</i> 12. <i>Viguiera quinqueradiata</i>	10. <i>Amelanchier denticulata</i>	12. <i>Salix taxifolia</i> 13. <i>Vaccinium</i> sp. 14. <i>Prunus serotina</i> var. <i>virens</i> ^{H*}	8. <i>Garrya laurifolia</i> ^{M*} 9. <i>Yucca aff. filifera</i> 10. <i>Litsea glaucescens</i> ^{M*}
Arbustivo inferior / Lower shrub (< 1.5 m)	13. <i>Baccharis heterophylla</i> 14. <i>Salvia</i> sp. 15. <i>Toxicodendron radicans</i>	11. <i>Bidens</i> sp. 12. <i>Ageratina petiolaris</i> * 13. <i>Ruellia</i> sp. 14. <i>Salvia microphylla</i> 15. <i>Salvia mexicana</i>	15. <i>Mammillaria</i> sp. 16. <i>Agave</i> sp.	11. <i>Brickellia</i> sp. 12. <i>Forestiera neomexicana</i> 13. <i>Potentilla</i> sp. 14. <i>Symphoricarpos microphyllus</i> 15. <i>Mammillaria</i> spp. 16. <i>Echinocereus</i> sp. 17. <i>Agave</i> sp.
Herbáceo / Herbaceous	16. <i>Aegopogon cenchroides</i> 17. <i>Galium mexicanum</i> 18. <i>Lobelia angustifolia</i>	16. <i>Galium mexicanum</i> 17. <i>Piptochaetium virescens</i> 18. <i>Roldana chapalensis</i> 19. <i>Tillandsia usneoides</i> 20. <i>Cyperaceae</i>	17. <i>Begonia balmisiana</i> 18. <i>Polypodium guttatum</i>	18. <i>Bromus catharticus</i> 19. <i>Piptochaetium virescens</i> 20. <i>Stachys coccinea</i> 21. <i>Eupatorium</i> sp. 22. <i>Muhlenbergia</i> sp. 23. <i>Cheilanthes</i> sp. 24. <i>Phaseolus</i> sp.

*Dominantes fisonómicas. ^HEspecies indicadoras de ambientes con alta humedad. ^MEspecies presentes en los bosques mesófilos de montaña del occidente y centro de México. Algunas especies se muestran en varios estratos por la presencia de renuevos y elementos jóvenes.

*Physiognomic dominant. ^HSpecies indicating high humidity environments. ^MSpecies present in the mountain mesophilous forests of western and central Mexico. Some species are shown in several strata by the presence of seedlings and young elements.

la porción sur de la Sierra Fría y oeste de Mesa Montoro, aproximadamente a 25 km al norte-noroeste del poblado de Calvillo, Aguascalientes (Figura 3). Es una localidad menor con tan sólo dos elementos afines al BMM; reviste importancia por tener un pequeño bosque ripario formado en una sección amplia casi exclusivamente por alisos (*A. acuminata*) y por la presencia de *L. glaucescens* (Cuadro 5, Figura 5f).

Arroyo La Gloria. Localizado en la cañada Los Arquitos, aproximadamente a 12 km al oeste de la ciudad de Aguascalientes, en el mpio. de Jesús María, Aguascalientes (Figura 1). La Gloria es un pequeño bosque ripario que se conserva entre la presa Abelardo Rodríguez y la presa de Los Arquitos. El sitio tiene una combinación apreciable de elementos de bosque de encino, matorrales xerófilos y bosque ripario, en un estado relativamente conservado. Únicamente se registra *F. uhdei* y *Prunus serotina* como especies indicadoras de ambientes con alta humedad (Cuadro 5, Figura 6e).

Arroyo Agua Zarca (Estación biológica de la UAA Agua Zarca). Sitio localizado en las cañadas que descienden desde la porción sur de la Sierra Fría al valle de San José de Gracia, aproximadamente a 3 km al oeste del poblado de Potrero de los

ence of isolated species related to the MMF and indicators of humid conditions such as *G. laurifolia*, *F. udhei*, *L. glaucescens* and *P. serotina* (Table 5, Figure 6f).

Species related to the MMF are uncommon species in the state; these species show a fragmented distribution with dispersed populations into oak forests and some riparian forests. These species are generally stored in wet places like the bottom of a ravine and protected hillsides, being more abundant in ravines that descend from different directions towards the valley of Calvillo, although some species are also distributed elsewhere within the Sierra Fría and in some ravines that descend into the valley of Aguascalientes. This is the case of ash (*F. uhdei*) that becomes part of riparian (or gallery) forests in the basin of the San Pedro river. Communities that host these elements have a stratification of up to five strata. Often, we observe two arboreal strata (upper stratum between 10 and 20 m and lower stratum between 4 and 10 m), but in two sites we observed a third stratum, more developed with a height of between 20 and 30 m. In the undergrowth we observed the presence of two shrub strata; the upper stratum between 1.5 and 4 m and the lower stratum less than 1.5 m and an herbaceous stratum

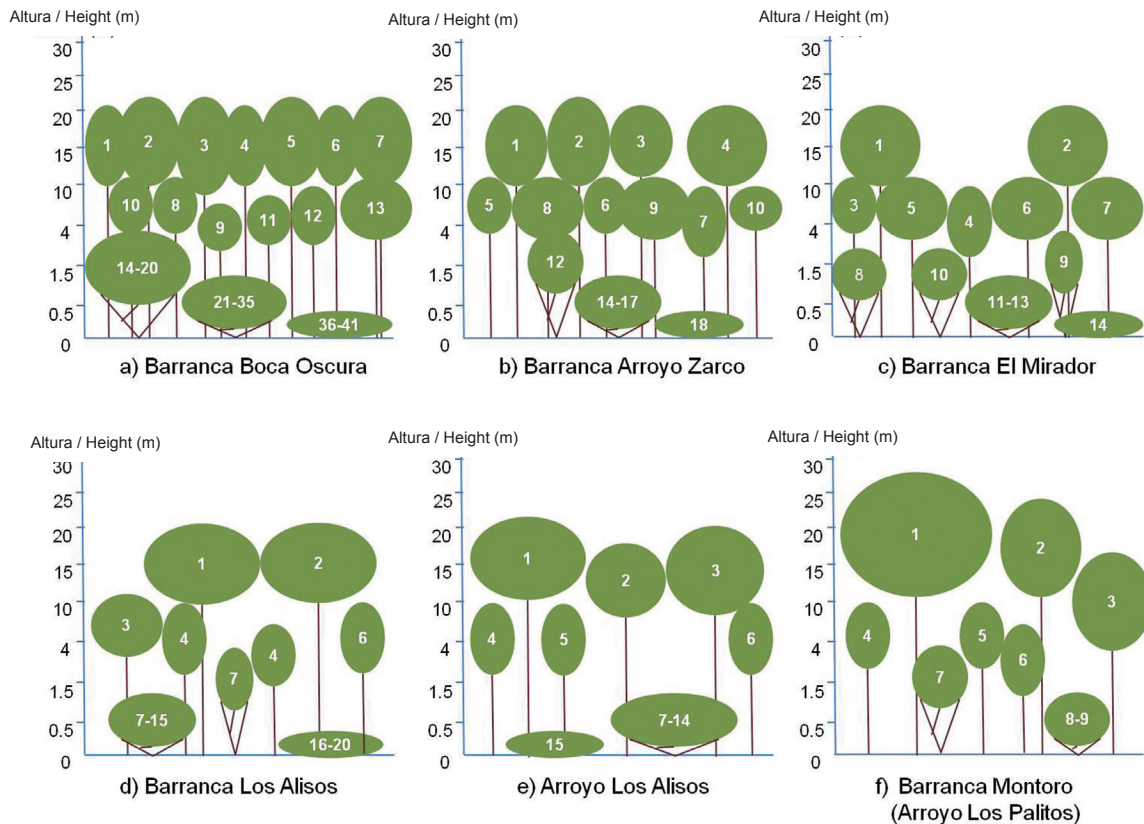


FIGURA 5. Perfiles estructurales de los sitios con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes. La enumeración corresponde a los listados por sitio de los Cuadros 1, 2 y 3. La escala de las figuras es aproximada a la altura de los elementos. Las dimensiones no implican dominancia o cobertura relativa.

FIGURE 5. Structural profiles from sites with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra del Laurel, Calvillo, Aguascalientes. The listing corresponds to the site listings of Tables 1, 2 and 3. The scale of the figures is approximately the height of the elements. The dimensions do not involve dominance or relative coverage.

López, en San José de Gracia, Aguascalientes (Figura 3). El área está altamente perturbada por lo que se encuentra actualmente en proceso de recuperación. La vegetación es una combinación de bosque bajo de encino y táscate, pastizales y restos de bosque de pino-encino. En la cañada del arroyo Agua Zarca se ha registrado la presencia de elementos aislados afines al BMM e indicadores de condiciones de humedad como son *G. laurifolia*, *F. udhei*, *L. glaucescens* y *P. serotina* (Cuadro 5, Figura 6f).

Los elementos afines al BMM son especies poco frecuentes en el estado, muestran una distribución fragmentada con

lower than 1 m. Some species such as capulín (*P. serotina*), laurel (*L. glaucescens*), palo prieto (*G. laurifolia*) and tepozán (*Buddleja cordata*) may form part of the lower arboreal stratum in best preserved sites, while it is common to see juvenile plants of laurel (*L. glaucescens*), nogalillo (*C. dugesii*) and palo blanco (*C. hartwegii*) in lower strata of disturbed sites (Tables 3, 4 and 5).

The localities of Boca Oscura (ravine) and Los Alisos (ravine) (regarding the stream of Los Alisos), both in the Sierra del Laurel, stand out from the above sites for being sites

CUADRO 5. Composición florística de otros sitios con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en Aguascalientes.

TABLE 5. Floristic composition of other sites with elements related to the mountain mesophilous forest in Aguascalientes.

Estrato / Stratum	Barranca Montoro** (Arroyo Palitos)	Arroyo La Gloria	Arroyo Agua Zarca (Estación Biológica Agua Zarca- UAA)**
Arbóreo superior / Upper arboreal (20-30 m)	1. <i>Alnus acuminata</i> ^{M*} 2. <i>Salix bonplandiana</i> ^{R*}	1. <i>Populus fremontii</i> ^{R*}	
Arbóreo medio/ Medium arboreal (10-20 m)	3. <i>Cedrela dugesii</i> ^H 4. <i>Acacia interior</i> 5. <i>Casimiroa edulis</i> 6. <i>Litsea glaucescens</i> ^{**}	2. <i>Taxodium mucronatum</i> ^{R*} 3. <i>Fraxinus uhdei</i> ^{H*} 4. <i>Salix bonplandiana</i> ^{R*} 5. <i>Salix humboldtiana</i> ^R 6. <i>Quercus chihuahuensis</i> [*] 7. <i>Quercus grisea</i> 8. <i>Schinus molle</i> 9. <i>Prosopis laevigata</i> 10. <i>Acacia schaffneri</i> 11. <i>Yucca fillifera</i>	1. <i>Pinus teocote</i> 2. <i>Quercus eduardii</i> 3. <i>Juniperus flaccida</i> 4. <i>Juniperus deppeana</i> [*] 5. <i>Arbutus xalapensis</i> 6. <i>Yucca fillifera</i> 7. <i>Quercus laeta</i> 8. <i>Quercus potosina</i> [*] 9. <i>Salix bonplandiana</i> ^R 10. <i>Fraxinus uhdei</i> ^H 11. <i>Prunus serotina</i> ^H
Arbóreo inferior / Lower arboreal (4-10 m)			
Arbustivo superior / Upper shrub (1.5-4 m)	7. <i>Cestrum lanatum</i> ^H 8. <i>Baccharis salicifolia</i> 9. <i>Toxicodendron radicans</i>	12. <i>Prunus serotina</i> ^H 13. <i>Forestiera phillyreoides</i> 14. <i>Acacia farnesiana</i> 15. <i>Baccharis heterophylla</i> 16. <i>Heimia salicifolia</i> ^R 17. <i>Toxicodendron radicans</i> 18. <i>Dasyllirion acrotrichum</i> 19. <i>Senecio salignus</i> 20. <i>Mimosa aculeaticarpa</i> 21. <i>Opuntia</i> spp. 22. <i>Buddleia sessiliflora</i> 23. <i>Salvia</i> sp. 24. <i>Plumbago pulchella</i> 25. <i>Piptochaetium virescens</i> 26. <i>Oxalis</i> sp. 27. <i>Phytolacca icosandra</i>	12. <i>Litsea glaucescens</i> ^M 13. <i>Arctostaphylos pungens</i> [*] 14. <i>Garrya laurifolia</i> ^M 15. <i>Amelanchier denticulata</i> 16. <i>Quercus repanda</i> 17. <i>Salvia elegans</i> 18. <i>Painteria leptophylla</i> 19. <i>Viguiera</i> sp. 20. <i>Dasyllirion acrotrichum</i> 21. <i>Toxicodendron radicans</i> 22. <i>Aristida divaricata</i> 23. <i>Bouteloua curtipendula</i> 24. <i>Muhlenbergia pubescens</i> 25. <i>Muhlenbergia rigida</i> 26. <i>Piptochaetium fibriatum</i>
Arbustivo inferior / Lower shrub (< 1.5 m)			
Herbáceo / Herbaceous			

*Dominantes fisonómicas. ^HEspecies indicadoras de ambientes con alta humedad. ^MEspecies presentes en los bosques mesófilos de montaña del occidente y centro de México. ^{**}Complementado con datos de herbario. ^REspecies indicadoras de ambientes riparios. Algunas especies se muestran en varios estratos por la presencia de renuevos y elementos jóvenes.

* Physiognomic dominant. ^HSpecies indicating high humidity environments. ^MSpecies present in the mountain mesophilous forests of western and central Mexico. ^{**}Complemented with herbarium data. ^RSpecies indicating riparian environments. Some species are shown in several strata by the presence of seedlings and young elements.

sus poblaciones diseminadas dentro de bosques de encino y forman parte de algunos bosques riparios. Los elementos se conservan generalmente en lugares húmedos como fondos de cañadas y laderas protegidas, siendo más abundantes en las barrancas que bajan de distintas direcciones hacia el valle de Calvillo, aunque algunas especies se distribuyen también en otros sitios al interior de la Sierra Fría y en algunas cañadas que bajan hacia el valle de Aguascalientes. Este es el caso del fresno (*F. uhdei*) que llega a formar parte de los bosques riparios (o de galería) en la cuenca del río San Pedro. Las comunidades que albergan estos elementos presentan una estratificación de hasta cinco estratos. Generalmente se aprecian dos estratos arbóreos (superior entre 10 y 20 m e inferior entre 4 y 10 m), pero en dos sitios se aprecia un tercer estrato de mayor desarrollo con una altura de entre 20 y 30 m. En el sotobosque se observa la presencia de dos estratos arbustivos; el superior entre 1.5 y 4 m y el inferior por debajo de 1.5 m, y un estrato herbáceo menor de 1 m. Ciertos elementos como el capulín (*P. serotina*), laurel (*L. glaucescens*), palo prieto (*G. laurifolia*) y tepozán (*Buddleja cordata*) pueden formar parte del estrato arbóreo inferior en sitios mejor conservados, mientras que es común observar

with higher species richness related to the MMF and for covering a larger area. However, almost all communities are highly disturbed as a result of agricultural practices and selective logging. In general, these stands forming these forests are surrounded by large areas with secondary vegetation (Table 3, Figures 5a, 5d and 5e).

The main elements related to the MMF recorded in Aguascalientes, that form part of this type of vegetation in other parts of center and west of the country are: *A. acuminata*, *C. macrophyllus*, *C. hartwegii*, *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *Q. candicans* and *Q. castanea*. The most significant genus is *Clethra* because it is typical of the MMF and indicator of humid environments in temperate forests of central Mexico (Bárcena, 1981; González-Villarreal, 1996; Rzedowski, 2006) and whose species *C. hartwegii* (locally called “palo blanco”) appears only in two places of the Sierra del Laurel as part of the arboreal stratum. ‘Palo blanco’ is a tree with a wide distribution from southern Sonora and Chihuahua to the mountains of central Mexico (Estado de México and northern Michoacán), also reported in Jalisco and Nayarit in conifer wet forests, oak wet forests and the MMF (González-Villarreal,

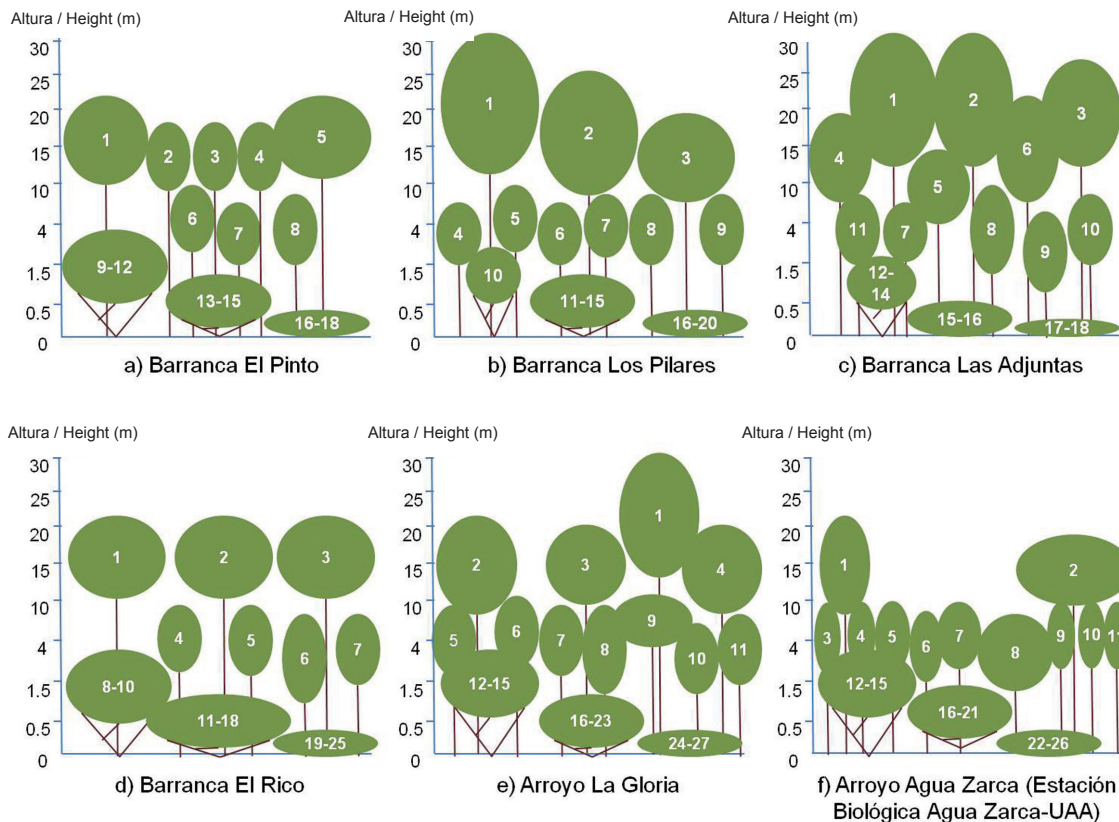


FIGURA 6. Perfiles estructurales de los sitios con elementos afines al bosque mesófilo de montaña en la Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes y otros sitios dentro del estado. La enumeración corresponde a los listados por sitio de los Cuadros 3, 4 y 5. La escala de las figuras es aproximada a la altura de los elementos. Las dimensiones no implican dominancia o cobertura relativa.

FIGURE 6. Structural profiles from sites with elements related to the mountain mesophilous forest in the Sierra Fría, San José de Gracia, Aguascalientes and other sites within the state. The listing corresponds to the site listings of Tables 1, 2 and 3. The scale of the figures is approximately the height of the elements. The dimensions do not involve dominance or relative coverage.

ejemplares juveniles de laurel (*L. glaucescens*), nogalillo (*C. dugesii*) y palo blanco (*C. hartwegii*) en estratos inferiores de sitios perturbados (Cuadros 3, 4 y 5).

De los sitios mencionados resaltan las localidades de la barranca Boca Oscura y la barranca Los Alisos (considerando arroyo Los Alisos), ambos en la Sierra del Laurel, por ser los sitios con mayor riqueza en especies afines al BMM y por cubrir una superficie mayor. Sin embargo, prácticamente todas las comunidades se encuentran altamente perturbadas a consecuencia de las prácticas agrícolas y la extracción forestal selectiva. En general, los rodales que forman estos bosques están rodeados por áreas amplias con vegetación secundaria (Cuadro 3, Figuras 5a, 5d y 5e).

Los principales elementos afines al BMM registrados en Aguascalientes y que forman parte de este tipo de vegetación en otras partes del centro y occidente del país son: *A. acuminata*, *C. macrophyllus*, *C. hartwegii*, *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *Q. candicans* y *Q. castanea*. De éstos, el género más significativo es *Clethra* por ser típico del BMM e indicador de ambientes húmedos en los bosques templados del centro del país (Bárcena, 1981; González-Villarreal, 1996; Rzedowski, 2006) y cuya especie *C. hartwegii* (llamado localmente "palo blanco") se presenta solamente en dos sitios de la Sierra del Laurel como parte del estrato arbóreo. El palo blanco es un árbol con una distribución amplia que abarca desde el sur de Sonora y Chihuahua hasta las montañas del centro de México (Estado de México y norte de Michoacán), reportándose también en Jalisco y Nayarit en bosques húmedos de coníferas, encinos y BMM (González-Villarreal, 1996). De igual manera, es de interés la presencia del aliso (*A. acuminata*) en dos sitios conocidos en la Sierra del Laurel. La especie forma parte de bosques riparios, a los cuales ésta les da una fenología perennifolia distintiva. *Alnus acuminata* se cita con frecuencia en el BMM de diversos sitios del centro y noroeste de México, aun cuando no es exclusiva de este tipo de vegetación (Aguilar-Rodríguez & Barajas-Morales, 2005; Calderón & Rzedowski, 2001; Catalán-Heverástico, López-Mata, & Terrazas, 2003; Cornejo-Tenorio, Casas, Farfán, Villaseñor, & Ibarra-Manríquez, 2003; Santiago-Pérez, Jardel-Peláez, Cuevas-Guzmán, & Huerta-Martínez, 2009).

Otros elementos de interés son los encinos *Q. candicans* y *Q. castanea*. El primero se registra únicamente en Barranca Oscura y el segundo se restringe a unas pocas cañadas de la Sierra del Laurel y la Sierra Fría. Ambas especies se han reportado frecuentemente formando parte importante de los BMM de las montañas del occidente (Padilla-Velarde, Cuevas-Guzmán, Ibarra-Manríquez, & Moreno-Gómez, 2006; Padilla-Velarde, Cuevas-Guzmán, & Koch, 2008; Santiago-Pérez, Jardel-Peláez, & Cuevas-Guzmán, 2002; Sánchez-Rodríguez, López-Mata, García-Moya, & Cuevas-Guzmán, 2003), del centro de México (Arizaga, Martínez-Cruz, Salcedo-Cabrales, & Bello-González, 2009; Cué-Bär, Villaseñor, Arredondo-Amezcuca, Cornejo-Tenorio, & Ibarra-Manríquez, 2003; Ponce-Vargas, Luna-Vega, Alcántara-Ayala, & Ruiz-Jiménez, 2006; Rubio-Licona, Romero-Ran-

1996). The presence of alder (*A. acuminata*) in two sites known in the Sierra del Laurel is also important. The species is part of riparian forests, to which it gives them a distinctive evergreen phenology. *Alnus acuminata* is frequently quoted in the MMF from different sites of central and northwestern Mexico, even when it is not exclusive to this type of vegetation (Aguilar-Rodríguez & Barajas-Morales, 2005; Calderón & Rzedowski, 2001; Catalán-Heverástico, López-Mata, & Terrazas, 2003; Cornejo-Tenorio, Casas, Farfán, Villaseñor, & Ibarra-Manríquez, 2003; Santiago-Pérez, Jardel-Peláez, Cuevas-Guzmán, & Huerta-Martínez, 2009).

Q. candicans and *Q. castanea* oaks are other species of interest. The first species is recorded only in Barranca Oscura and the second is restricted to a few ravines of the Sierra del Laurel and Sierra Fría. Both species have been reported frequently being an important element on the MMF in the mountains of western (Padilla-Velarde, Cuevas-Guzmán, Ibarra-Manríquez, & Moreno-Gómez, 2006; Padilla-Velarde, Cuevas-Guzmán, & Koch, 2008; Santiago-Pérez, Jardel-Peláez, & Cuevas-Guzmán, 2002; Sánchez-Rodríguez, López-Mata, García-Moya, & Cuevas-Guzmán, 2003), at the central part of Mexico (Arizaga, Martínez-Cruz, Salcedo-Cabrales, & Bello-González, 2009; Cué-Bär, Villaseñor, Arredondo-Amezcuca, Cornejo-Tenorio, & Ibarra-Manríquez, 2003; Ponce-Vargas, Luna-Vega, Alcántara-Ayala, & Ruiz-Jiménez, 2006; Rubio-Licona, Romero-Rangel, & Rojas-Zenteno, 2011; Rzedowski & Calderón, 2009) and in some mesophilous forests of Guerrero (Catalán-Heverástico et al., 2003).

Cercocarpus macrophyllus, *G. laurifolia* and *L. glaucescens* have a slightly wider distribution in the state and are often established in the shade of oak trees in wet places. *C. macrophyllus* has been observed in several ravines that surround the valley of Calvillo and in different parts of the Sierra del Laurel. Although, in general, *C. macrophyllus* is considered related to xerophilous environments, in the study area it is present only in wet places, consistent with reports of their presence in the MMF of Hidalgo (Alcántara-Ayala & Luna-Vega, 2001; Cornejo-Tenorio et al., 2003) and Durango (González-Elizondo, González-Elizondo, Tena-Flores, Raulcho-González, & López-Enríquez, 2012).

On the other hand *B. cordata*, *C. dugesii*, *Cestrum lanatum*, *C. lusitanica*, *F. uhdei*, *P. tremuloides*, *P. serotina*, *Q. gentryi*, *Q. rugosa* and *Q. sideroxyla* are indicator species of high humidity conditions that may be favorable to the establishment of the MMF and often become part of these forests, even when these are not indicator species of MMF. These species are wider distributed in Aguascalientes and often they are present in wet ravines. For example, *B. cordata* is recorded in the MMF of central and northwestern Mexico, indicating secondary conditions (Ávila-Sánchez, Sánchez-González, & Catalán-Heverástico, 2010; Cué-Bär et al., 2003; González-Elizondo et al., 2012). *Cedrela dugesii* is considered part of the tropical dry forest in the Bajío region (Calderón & Germán, 1993), but in the study area it is seen as part of oak wet forests, similar to some *Cedrela odorata* in some MMF of

gel, & Rojas-Zenteno, 2011; Rzedowski & Calderón, 2009) y en algunos bosques mesófilos de Guerrero (Catalán-Heve-rástico et al., 2003).

Cercocarpus macrophyllus, *G. laurifolia* y *L. glaucescens* tienen una distribución un poco más amplia en el estado y se establecen frecuentemente a la sombra de los encinares desarrollados en sitios húmedos. La especie *C. macrophyllus* se ha observado en varias cañadas que rodean el valle de Calvillo y en distintos lugares de la Sierra del Laurel. No obstante que, en general, *C. macrophyllus* se considera asociada a ambientes xerófilos, en el área de estudio se presenta únicamente en lugares húmedos, concordando con reportes de su presencia en los BMM de Hidalgo (Alcántara-Ayala & Luna-Vega, 2001; Cornejo-Tenorio et al., 2003) y Durango (González-Elizondo, González-Elizondo, Tena-Flores, Raulo-González, & López-Enríquez, 2012).

Por otra parte *B. cordata*, *C. dugesii*, *Cestrum lanatum*, *C. lusitanica*, *F. uhdei*, *P. tremuloides*, *P. serotina*, *Q. gentryi*, *Q. rugosa* y *Q. sideroxyla* son especies indicadoras de condiciones de alta humedad que pueden ser propicias para el establecimiento del BMM y frecuentemente llegan a formar parte de estos bosques, aun cuando no son elementos indicadores del BMM. Estas especies tienen una distribución más amplia en Aguascalientes y con frecuencia están presentes en barrancas húmedas. Por ejemplo, *B. cordata* se registra en los BMM del centro y noroeste de México, indicando condiciones secundarias (Ávila-Sánchez, Sánchez-González, & Catalán-Everástico, 2010; Cué-Bär et al., 2003; González-Elizondo et al., 2012). *Cedrela dugesii* es considerada componente del bosque tropical caducifolio en la región del Bajío (Calderón & Germán, 1993), pero en el área de estudio se observa formando parte de los bosques de encino húmedos, de manera similar a *Cedrela odorata* en algunos BMM de la región de las cañadas en Durango (González-Elizondo et al., 2012). *Populus tremuloides*, un árbol de origen Neártico ampliamente distribuido en la Sierra Madre Occidental y sierras que rodean el desierto Chihuahuense, es una especie indicadora de condiciones frías y de alta humedad en los bosques de coníferas que también se reporta en los BMM del norte de México (González-Elizondo, González-Elizondo, & Cortés-Ortiz, 1993; González-Elizondo et al., 2012; Granados-Sánchez, Sánchez-González, Granados-Vitorino, & Borja de la Rosa, 2011). *Fraxinus uhdei* es otro árbol frecuente en los BMM del centro y norte de México, el cual no se restringe a este tipo de vegetación y es un componente frecuente en bosques riparios de ahuehuate y sauce, pero que es poco abundante en Aguascalientes y en las regiones adyacentes.

Con relación a la flora del valle de México, se cita la presencia de pequeños manchones de BMM y algunos de sus elementos dispersos en los declives inferiores del volcán Iztaccíhuatl y de la Sierra de las Cruces, caracterizados por la presencia de *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora*, *G. laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosma dentata*, *Prunus prionophylla* y *Q. laurina*. También se mencionan distintas especies asociadas a climas templados y condiciones de alta humedad

the region of ravines in Durango (González-Elizondo et al., 2012). *Populus tremuloides*, a tree of Nearctic origin widely distributed in the Sierra Madre Occidental and mountains surrounding the Chihuahuan Desert, is an indicator species for cold conditions and high humidity in the coniferous forests also reported in the MMF northern Mexico (González-Elizondo, González-Elizondo, & Cortés-Ortiz, 1993; González-Elizondo et al., 2012; Granados-Sánchez, Sánchez-González, Granados-Vitorino, & Borja de la Rosa, 2011). *Fraxinus uhdei* is another tree common in the MMF of central and northern Mexico, but not restricted to this type of vegetation and is a frequent component in riparian forests of *Taxodium mucronatum* and willows, but that is not abundant in Aguascalientes and adjacent regions.

In relation to the flora of the valley of Mexico, the presence of small patches of MMF and some of its elements dispersed in the lower slopes of the volcano Iztaccíhuatl and the Sierra de las Cruces is mentioned, characterized by the presence of *Clethra mexicana*, *Cornus disciflora*, *G. laurifolia*, *Ilex toluhana*, *Meliosma dentata*, *Prunus prionophylla* and *Q. laurina*. Also, various species related to temperate climates and appropriate high humidity conditions in the MMF are mentioned such as *Abies religiosa*, *A. acuminata* subsp. *arguta*, *B. cordata*, *Cornus excelsa*, *C. lusitanica*, *Eupatorium mairetianum*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus* and *P. serotina* subsp. *capuli* (Calderón & Rzedowski, 2001). These species are typical of the MMF of the Trans-Mexican Volcanic Belt, from Michoacán and Jalisco to Estado de México, Puebla and Veracruz. Of the species mentioned, *A. acuminata*, *B. cordata*, *C. lusitanica* and *G. laurifolia* are also present in Aguascalientes, indicating high humidity conditions that may be conducive to the establishment of species related to the MMF.

Comparing the MMF of Aguascalientes and western Mexico, the record of *C. macrophyllus*, *G. laurifolia*, *F. uhdei*, *L. glaucescens*, *P. serotina*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. gentryi*, *Q. obtusata*, and at genus level of *Cedrela* and *Clethra*, suggest a moderate similarity to the floristic composition of the MMF of Durango, Nayarit, northwest and western Jalisco, and part of Michoacán. These species are widely distributed and are not restricted to the MMF in the center and south of Mexico, which are also presented in the wet oak forests; these species are also indicators of more humid conditions in temperate forests of central Mexico and the slope of the Gulf of Mexico. On the other hand, the distribution in western forests is more significant because the species thrive under conditions of lower humidity throughout the year compared to the southern forests. The aforementioned species are most closely related to the MMF of the Sierra Madre Occidental, where they are common species, so their presence is of special interest in Aguascalientes, because of their short distance to the MMF known from Nayarit and Jalisco (González-Elizondo et al., 2012; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996). The existence of these elements related to the MMF in the mountains of Aguascalientes and its possible relationship with the MMF of the Sierra Madre Occidental, may be

apropiadas en el BMM como son *Abies religiosa*, *A. acuminata* subsp. *arguta*, *B. cordata*, *Cornus excelsa*, *C. lusitanica*, *Eupatorium mairietanum*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus* y *P. serotina* subsp. *capuli* (Calderón & Rzedowski, 2001). Dichas especies son típicas de los BMM del Eje Neovocánico, desde Michoacán y Jalisco hasta el Estado de México, Puebla y Veracruz. De las especies mencionadas, *A. acuminata*, *B. cordata*, *C. lusitanica* y *G. laurifolia* están también presentes en Aguascalientes, indicando condiciones de alta humedad que pueden ser propicias para el establecimiento de elementos afines al BMM.

Comparando los BMM de Aguascalientes y del occidente de México, el registro de *C. macrophyllus*, *G. laurifolia*, *F. uhdei*, *L. glaucescens*, *P. serotina*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. genyryi*, *Q. obtusata*, y a nivel de género *Cedrela* y *Clethra*, sugieren una semejanza moderada con la composición florística de los BMM de Durango, Nayarit, noroeste y occidente de Jalisco, y parte de Michoacán. Dichas especies tienen amplia distribución y no se restringen a los BMM en el centro y sur de México, donde se presentan además en los encinares húmedos; también son indicadores de condiciones de mayor humedad en los bosques templados del centro del país y la vertiente del golfo de México. Por otro lado, la distribución en los bosques del occidente es más significativa ya que las especies prosperan bajo condiciones de menor humedad a lo largo del año comparado con los bosques sureños. Las especies antes mencionadas se relacionan más estrechamente con los BMM de la Sierra Madre Occidental donde son elementos comunes, por lo que reviste interés especial su presencia en Aguascalientes, dado que la distancia es menor respecto a los BMM conocidos en Nayarit y Jalisco (González-Elizondo et al., 2012; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996). La existencia de dichos elementos afines al BMM en las montañas de Aguascalientes y su posible relación con los BMM de la Sierra Madre Occidental, podría deberse a una posible paleodistribución más amplia de estos bosques y sus componentes, relacionada con periodos de mayor humedad durante el Terciario y el Pleistoceno (González-Elizondo et al., 2012; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996).

En lo que concierne al estatus de las especies de interés, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (Diario Oficial de la Federación, 2002) establece que *C. dugesii* y *C. lusitánica* están sujetas a protección especial y *L. glaucescens* se considera en peligro de extinción.

CONCLUSIONES

Los elementos afines al BMM se presentan en áreas pequeñas y dispersas mostrando un patrón fragmentado, en condición muy perturbada y con presencia importante de vegetación secundaria. Es posible que el área original haya sido mayor en el pasado reciente y que su limitada distribución en la actualidad sea consecuencia de las actividades agrícolas y forestales practicadas en la región durante el siglo pasado, tales como extracción de madera, producción de carbón vegetal, ganadería extensiva, agricultura de temporal

due to a possible wider paleo-distribution of these forests and their components, related to periods of higher humidity during the Tertiary and Pleistocene (González-Elizondo et al., 2012; INEGI, 2010; Rzedowski, 1996).

Regarding the status of the species of interest, the Official Mexican Standard NOM-059-ECOL-2001 (Diario Oficial de la Federación, 2002) states that *C. dugesii* and *C. lusitánica* are subject to special protection and *L. glaucescens* is considered endangered.

CONCLUSIONS

The species related to the MMF are present in small and dispersed areas showing a fragmented pattern in very disturbed condition and with significant presence of secondary vegetation. It is possible that the original area has been increased in the recent past, and that its limited distribution today is a result of agricultural and forestry activities practiced in the region over the past century, such as logging, charcoal production, extensive livestock, seasonal agriculture and fruit orchards. The species related to the MMF present in Aguascalientes are widespread in the Trans-Mexican Volcanic Belt, in the mountains of western Jalisco and the Sierra Madre Occidental; even so, there is a possible relationship with the MMF of Jalisco, Nayarit and south of Durango. Despite their limited number, the set of species composed of *A. acuminata*, *C. macrophyllus*, *C. hartwegii*, *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *P. tremuloides*, *Q. candicans* and *Q. castanea* has a great importance for the biodiversity of the flora of Aguascalientes, giving a high value to these sites, so these sites should be considered in special protection programs.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank CONACYT, to the Doctoral Program in Biological Sciences from the Universidad Autónoma de Aguascalientes, to the people from the Herbarium of the UAA and to the specialists in land use and vegetation from INEGI, for their support. We also thank the authorities of INEGI for logistical support, computer resources and spatial information which formed the basis for this study.

y huertos de frutales. Los elementos afines al BMM presentes en Aguascalientes son de amplia distribución en el Eje Neovolcánico, en las montañas del occidente de Jalisco y en la Sierra Madre Occidental; aun así, se observa una posible relación con los BMM de Jalisco, Nayarit y sur de Durango. No obstante su número limitado, el conjunto de especies compuesto por *A. acuminata*, *C. macrophyllus*, *C. hartwegii*, *G. laurifolia*, *L. glaucescens*, *P. tremuloides*, *Q. candicans* y *Q. castanea* reviste gran importancia para la biodiversidad de la flora del estado de Aguascalientes dando mayor valor a estos sitios, de manera que deben ser considerados en los programas especiales de protección.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CONACYT, al Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, al personal del Herbario de la UAA y a los especialistas en uso del suelo y vegetación del INEGI, por el apoyo recibido. Asimismo, se agradece a las autoridades del INEGI por el respaldo logístico, los recursos informáticos y la información geoespacial que sirvieron de base para este estudio.

REFERENCIAS

- Alcántara-Ayala, O., & Luna-Vega, I. (2001). Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelopa. *Acta Botánica Mexicana*, 54, 51–87. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57405405.pdf>
- Aguilar-Rodríguez, S., & Barajas-Morales, J. (2005). Anatomía de la madera de especies arbóreas de un bosque mesófilo de montaña: Un enfoque ecológico-evolutivo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 077, 51–58. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57707704>
- Arizaga, S., Martínez-Cruz, J., Salcedo-Cabrales, M., & Bello-González, M. A. (2009). *Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE)-SEMARNAT. Obtenido de http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=603
- Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., & Catalán-Everástico, C. (2010). Estructura y composición de la vegetación del cañón del Zopilote, Guerrero, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 16(2), 119–138. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.02.003
- Bárcena, A. (1981). *Fascículo 15, Clethraceae. Flora de Veracruz*. México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos de Xalapa. Obtenido de <http://www1.inacol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOVER/15-Barcena.pdf>
- Calderón, G., & Germán, M. T. (1993). *Fascículo 11, Meliaceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. México: INECOL. Obtenido de <http://www1.inacol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Flora%2011.pdf>
- Calderón, G., & Rzedowski, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México* (2a. ed.). México: Instituto de Ecología-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Campos-Enríquez, J. O., & Alatorre-Zamora, M. A. (1998). Shallow crustal structure of the junction of the grabens of Chapala, Tepic-Zacoalco and Colima, México. *Geofísica Internacional*, 37(4), 263–282. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56837402>
- Catalán-Heverástico, C., López-Mata, L., & Terrazas, T. (2003). Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Botánica*, 74(2), 209–230. Obtenido de <http://www.ejournal.unam.mx/bot/074-02/BOT74203.pdf>
- Challenger, A., & Caballero, J. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. México: CONABIO. Obtenido de www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/.../I03_Losecosistemast.pdf
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. España: Ariel Ciencias Editores.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña en México, amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. México: Autor. Obtenido de http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/BMM_parte%201.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Instituto del Medio Ambiente de Aguascalientes (IMAE), & Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). (2008). *La biodiversidad en Aguascalientes: Estudio de caso*. México: Autor.
- Cornejo-Tenorio, G., Casas, A., Farfán, B., Villaseñor, J. L., & Ibarra-Manríquez, G. (2003). Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 73, 43–62. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/577/57707304.pdf>
- Cué-Bär, E. M., Villaseñor, J. L., Arredondo-Amezcuca, L., Cornejo-Tenorio, G., & Ibarra-Manríquez, G. (2003). La flora arbórea de Michoacán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 078, 47–81. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/577/57707806.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (6 de marzo de 2002). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). (2009). *ArcGis versión 9.3.1*. USA: Autor. Consultado 26-07-2013 en <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3>
- Ferrari, L., & Pasquaré, G. (1999). Geology of the western Mexican Volcanic Belt and adjacent Sierra Madre Occidental and Jalisco block. *Geological Society of America. Special paper*, 422, 67–83. Obtenido de [http://gaia.geologia.uson.mx/grijalva/antologiageolmex/archivos%20pdf/eje%20neovolcanico/geologia%20oeste%20del%20tmvb%20\(1999\).pdf](http://gaia.geologia.uson.mx/grijalva/antologiageolmex/archivos%20pdf/eje%20neovolcanico/geologia%20oeste%20del%20tmvb%20(1999).pdf)
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, & M. Bryan, S. (2007). Magmatism and tectonics of the Sierra Madre Occidental and its relation with the evolution of the western margin of North America. *Geological Society of America. Special paper*, 422, 1–39. Obtenido de <http://www.geociencias.unam.mx/~luca/Ferrari%20et%20al%202007.pdf>
- Flora of North America Editorial Committee (1993). *Flora of North America North of Mexico*. New York & Oxford, USA: Autor.

- García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México: Offset Larios S.A.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (2001). Consultado 26-17-2013 en <http://data.gbif.org>.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., & Cortés-Ortiz, A. (1993). Vegetación de la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Acta Botánica Mexicana*, 022, 1-104. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57402201.pdf>
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., & Márquez-Linares, M. A. (2009). *Vegetación y ecorregiones de Durango*. México: Plaza y Valdés S. A. de C. V.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J. A., Raicho-González, L., & López-Enríquez, L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botánica Mexicana*, 100, 351-403. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3988761.pdf>
- González-Villarreal, L. M. (1996). *Fascículo 47, Clethraceae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. México: INECOL. Obtenido de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/FLOBA/Flora%2047.pdf>
- Granados-Sánchez, D., Sánchez-González, A., Granados-Vitorino, R. L., & Borja de la Rosa, A. (2011). Ecología de la vegetación del desierto Chihuahuense. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17, 111-130. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.10.102.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (1996). *Carta topográfica, escala 1:50,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000a). *Climas, escala 1:1'000,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000b). *Conjunto de datos de fenómenos climáticos, escala 1:250,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000c). *Conjunto Nacional de Geología, Serie I, escala 1:250,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). *Marco geoestadístico 2005*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2007). *Modelo de elevación de México, escala 1:250,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009a). *Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, Serie III*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor. Obtenido de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/sueloyveg/1_250_III/Suelo_Vegeta.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009b). *Manual interno de procedimientos. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, Serie III*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Conjunto nacional de uso del suelo y vegetación Serie IV, escala 1:250,000*. México: Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Autor.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (2013). Consultado 26-07-2013 en <http://www.itis.gov>
- McVaugh, R. (1992). *Flora Novo-Galiciana*. Ann Arbor, USA: The University of Michigan Herbarium.
- Medden, M., Jones, D., & Vilchek, L. (1999). Photointerpretation key for the Everglades vegetation classification system. *American Society for Photogrammetry & Remote Sensing*, 65(2), 171-177. Obtenido de http://www.asprs.org/a/publications/pers/99journal/february/1999_feb_171-177.pdf
- Padilla-Velarde, E., Cuevas-Guzmán, R., Ibarra-Manríquez, G., & Moreno-Gómez, S. (2006). Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77, 271-295. Obtenido de <http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIOD77-02/BIOS770213.pdf>
- Padilla-Velarde, E., Cuevas-Guzmán, R., & Koch, S. D. (2008). Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana*, 84, 25-72. Obtenido de <http://scielo.unam.mx/pdf/abm/n84/n84a4.pdf>
- Ponce-Vargas, A., Luna-Vega, I., Alcántara-Ayala, O., & Ruiz-Jiménez, C. A. (2006). Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 77(002), 177-190. Obtenido de <http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIOD77-02/BIOS770204.pdf>
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (1995). *Elements of cartography* (6th ed.). USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Rossotti, A., Ferrari, L., López-Martínez, M., & Rosas-Elguera, J. (2002). Geology of the boundary between the Sierra Madre Occidental and the Trans-Mexican Volcanic Belt in Guadalajara region, western Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 19(1), 1-15. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57219101>
- Rubio-Licona, L. E., Romero-Rangel, S., & Rojas-Zenteno, E. C. (2011). Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 1(17), 77-90. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.03.014
- Rutchey, K., & Vilchek L. (1999). Air photointerpretation and satellite imagery analysis techniques for mapping cattail coverage in a northern Everglades impoundment. *American Society for Photogrammetry & Remote Sensing*, 65(2), 185-191. Obtenido de http://www.asprs.org/a/publications/pers/99journal/february/1999_feb_185-191.pdf
- Rzedowski, J. (1996). Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana*, 35, 25-44. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57403504.pdf>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México (1a. ed. digital)*. México: CONABIO. http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Rzedowski, J. & Calderón, G. (2009). *Fascículo complementario XXIV, Lista preliminar de árboles silvestres del estado de Guanajuato. Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. México: INECOL.

- Obtenido de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/ComplementarioXXIV.pdf>
- Sánchez-Rodríguez, E. V., López-Mata, L., García-Moya, E., & Cuevas-Guzmán, R. (2003). Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas en un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 73, 17–34. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/577/57707302.pdf>
- Santiago-Pérez, A. L., Jardel-Peláez, E. G., & Cuevas-Guzmán, R. (2002). Rareza y estado de conservación de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biosfera de Manantlán, México. *IBUGANA-Boletín*, *IBUG*, 10(1-2), 5–22. Obtenido de [http://ibugana.cucba.udg.mx/pdf/ibugana_10\(1-2\).pdf](http://ibugana.cucba.udg.mx/pdf/ibugana_10(1-2).pdf)
- Santiago-Pérez, A. L., Jardel-Peláez, E. G., Cuevas-Guzmán, R., & Huerta-Martínez, F. M. (2009). Vegetación de bordes en un bosque mesófilo de montaña del occidente de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 85, 31–49. Obtenido de <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/577/57712090004.pdf>
- The Gymnosperm Database. (2013). Consultado 26-07-2013 en <http://www.conifers.org>.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (2013). Consultado 26-07-2013 en <http://www.tropicos.org>.
- ZipcodeZoo.com. (2013). Consultado 26-07-2013 en <http://zipcodezoo.com>