



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

## DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE ESPECIES LEÑOSAS EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA EN XICOTEPEC, PUEBLA, MEXICO

TESIS

Que para obtener el título de

BIÓLOGO

Presenta

ROMERO SANTAMARÍA ARTURO

Asesor de tesis:

Dr. J. DANIEL TEJERO DIEZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México 2016





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

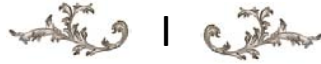


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

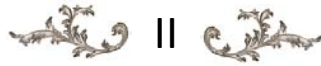
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



*Cierra los ojos, aguza los oídos y, desde el sonido más leve hasta el más violento ruido, desde el tono más sencillo hasta la más elevada armonía, desde el grito más violento y apasionado hasta la más dulce palabra de la razón, es la Naturaleza la que habla, la que revela su existencia, su fuerza, su vida y sus relaciones, hasta el punto de que un ciego al que se le niega el mundo infinitamente visible puede capturar la infinita vitalidad a través de lo que oye.*

*Johann Wolfgang von Goethe*





## DEDICATORIAS

*A mis Abuelos:*

A Refugio y Guadalupe, en especial a Carlos y Aguilero, dos personas de gran carácter y sobre todo de gran corazón. Siempre han sido ejemplo de fortaleza y esfuerzo. Por esas palmadas en la espalda y saber donde queda el carajo.

*A mis Padres:*

Principalmente a ustedes, Rafael y Aurora por siempre estar conmigo, en mis malas rachas y también impulsar las buenas, han sido mi gran apoyo e inspiración. Por darnos lo mejor posible a nosotros, brindarme su apoyo sin medida y ser guía. Somos familia y estaremos juntos.

*A mis hermanos:*

Dos mundos totalmente diferentes, cada quien con sus bondades, sin hacer menos a ninguno, los quiero. Bien o mal siempre están presentes y lo estaremos. Armando y Rafael gracias.

*Pache:*

En las buenas y en las malas, siempre está la familia, pero hay pocos como hermanos, gracias por estar siempre Pache.

*Amigos:*

Nada es tan complicado como mantener las cosas sencillas. Han estado presentes en diferentes etapas y tiempos. Lo que somos ahora es la suma de cada una de nuestras interacciones. Siempre estarán presentes.

*BFC:*

Tenemos impresas en nosotros los recuerdos de las personas que nos han marcado. Gracias por tus miles de consejos, tus momentos dedicados a escuchar, y por aguantar tanto. Por nuestras malas rachas, pero en especial por todos esos gratos momentos que es con lo que nos quedaremos. La vida no es tan sencilla, aun así, se puede disfrutar siendo uno mismo sin desvanecer nuestra persona.

*NEU:*

La locura es lo que nos hace especiales y la mayor admiración está en nuestras almas. Aprendimos juntos y perdimos juntos. Hay experiencias que siempre van a estar aquí y forman parte de lo que somos: Si me dices ven...



## AGRADECIMIENTOS

Dr. Tejero Diez José Daniel

Por brindarme su tiempo y apoyo en la realización de este trabajo, por ser guía en este primer paso en el extenso mundo de la botánica, por brindarme ese primer cimiento de mi vida laboral. Mis respetos y admiración.

Jenny

Por estar conmigo y apoyarme en la realización de este trabajo, por ser más que compañera, por ser amiga y escuchar en estos años.

Por realizar la parte complementaria de flora a este trabajo. Gracias.

Sinodales UNAM-FES Iztacala

- Dolores Dávila P. D.
- Sánchez González A.
- Lira Saade R.
- Rubio Liconá L. E.

Por sus observaciones y aclaraciones para ayudar a mejorar este trabajo.

Demás profesores y compañeros de UNAM, por las experiencias y enseñanzas que hemos tenido.

## INDICE

DEDICATORIAS .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
INDICE .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
ANTECEDENTES.....	5
JUSTIFICACION .....	6
HIPÓTESIS .....	6
OBJETIVOS .....	6
MATERIALES Y MÉTODO.....	7
Área de Estudio .....	7
Procedimiento de muestreo y medición de variables .....	15
RESULTADOS .....	18
Florísticos .....	18
Ecológicos.....	22
Clasificación.....	22
BMM de <i>Quercus-Alchornea</i> : .....	24
BMM de <i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i> : .....	28
BMM de <i>Clethra-Nectandra</i> : .....	30
BMM de <i>Liquidambar-Zinowiewia</i> : .....	33
BMM de <i>Quercus-Clethra</i> : .....	36
BMM de <i>Liquidambar</i> (secundario) .....	38
BMM de <i>Quercus</i> (secundario).....	38
Diversidad: .....	39
DISCUSIÓN .....	40
CONCLUSIONES: .....	46
LITERATURA CITADA:.....	47
APÉNDICE. Lista de especies. ....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. (INEGI, 2009) .....	7
Figura 2: Geología presente en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. ....	9
Figura 3: Suelos presentes en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. ....	10
Figura 4: Los climas presentes en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla.....	11
Figura 5: Diagramas ombrotérmicos de Gausson de las estaciones climatológicas Xicotepec y Huauchinango. ....	12
Figura 6: Familias mejor representadas en el BMM del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. .....	18
Figura 7: Curvas de acumulación de especies con base en los estimadores no paramétricos, el modelo de Clench y especies observadas en el BMM. ....	20
Figura 8: Ubicación de los sitios de muestreo y de la asociación a la que pertenecen.....	22
Figura 9: Dendograma de las asociaciones vegetales presentes en el área de estudio. ....	23
Figura 10: Distribución de clases altimétricas del BMM de <i>Quercus-Alchornea</i> .....	24
Figura 11: Distribución de clases diamétricas del BMM de <i>Quercus-Alchornea</i> .....	25
Figura 12: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de <i>Quercus-Alchornea</i> .....	26
Figura 13: Distribución de clases altimétricas del BMM de <i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i> .....	28
Figura 14: Distribución de clases diamétricas del BMM de <i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i> .....	29
Figura 15: Distribución de clases altimétricas en el BMM de <i>Clethra-Nectandra</i> .....	30
Figura 16: Distribución de clases diamétricas del BMM de <i>Clethra-Nectandra</i> .....	31
Figura 17: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de <i>Clethra-Nectandra</i> .....	32
Figura 18 Distribución de clases altimétricas en el BMM de <i>Liquidambar-Zinowiewia</i> .....	33
Figura 19: Distribución de clases diamétricas del BMM de <i>Liquidambar-Zinowiewia</i> .....	34
Figura 20: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de <i>Liquidambar-Zinowiewia</i> .....	35
Figura 21: Distribución de clases altimétricas en el BMM de <i>Quercus-Clethra</i> .....	36
Figura 22: Distribución de clases diamétricas en el BMM de <i>Quercus-Clethra</i> .....	37
Figura 23: Propuesta del flujo de sucesión del BMM en Xicotepec de Juárez, Puebla, México. ....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de temperatura promedio y precipitación promedio registrados en la estación climatológica de Xicotepec y Huachinango.....	11
Tabla 2: Lista de las especies incluidas en alguna categoría de riesgo en las listas protección. ....	18
Tabla 3: Valores de la curva de acumulación con base en el Modelo de Clench.....	21
Tabla 4: Valores promedio de altura (h) y área basal (AB), número de individuos (# de ind) en 400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), y Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Quercus-Alchornea</i> .....	26
Tabla 5: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos (# de ind/400 m <sup>2</sup> ), valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i> . ....	29
Tabla 6: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Clethra-Nectandra</i> .....	32
Tabla 7: Valores promedio de altura (h) y área basal (AB), número de individuos (# de ind) en 400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), y Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Liquidambar-Zinowiewia</i> . ....	35
Tabla 8: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Quercus-Clethra</i> .....	37
Tabla 9: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Liquidambar</i> secundario.....	38
Tabla 10: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m <sup>2</sup> , valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación <i>Quercus</i> secundario. ....	38
Tabla 11: Valores de Diversidad alfa basado en Shannon y Jost.....	39
Tabla 12: Diversidad beta con base al índice de Wilson y Shmida.....	39
Tabla 13: Especies presentes en cada asociación del BMM divididas en árboles y arbustos. ....	54



## RESUMEN

La zona de la Sierra Negra de Puebla es actualmente una de las menos estudiadas florística y estructuralmente. Además de presentar uno de los niveles más altos de amenaza a la permanencia de la cobertura vegetal. Por estas razones los objetivos del presente trabajo fueron: 1) Contribuir con información acerca de la composición, riqueza y estructura arbórea y 2) definir las asociaciones vegetales de la vegetación. La toma de datos de en campo, para los datos florísticos y ecológicos, se realizó a partir de 26 unidades de muestreo de 400 m<sup>2</sup> (1.04 ha; 7 % del área de trabajo).

En total se censaron 891 árboles, (arbustos y herbáceas solo por cobertura) de un total de 45 spp-. A partir del análisis de agrupamiento (UPGMA) se identificaron siete asociaciones: con *Quercus-Alchornea*, *Liquidambar-Alchornea-Coffea*, *Clethra-Nectandra*, *Liquidambar-Zinowiewia*, *Quercus-Clethra* y Bosques ganaderos. El índice de diversidad de Jost indica que la asociación *Quercus-Alchornea* es la más diversa. El desarrollo agropecuario y cafetalero, que ha tenido la región, amenaza la conservación de la cubierta vegetal natural y, de sus especies, muchas de las cuales se encuentran en riesgo. Por lo cual revelan la necesidad de establecer programas de manejo adecuados en la zona de Xicotepec de Juárez, Puebla.

Palabras clave: Sierra Norte Puebla, Bosque de Niebla, Diversidad de Jost, Diversidad Beta, Análisis de Agrupamiento.



## ABSTRACT

The area of the Sierra Negra of Puebla is currently one of the least-studied floristic and structurally. In addition to presenting one levels highest threat to the permanence of the vegetal cover. For these reasons the objectives of this study were: 1) provide information about the composition, richness and tree structure and 2) define the plant vegetation associations. Takes the data from field, for the floristic data and ecological, was carried out from 26 units of sampling of 400 m<sup>2</sup> (1.04 ha; 7% of the work area).

In total, 891 trees were surveyed (shrubs and herbaceous plants only for coverage) of a total of 45 spp. Seven associations were identified from the cluster analysis(UPGMA): with *Quercus-Alchornea*, *Zinowiewia-Liquidambar*, *Liquidambar-Alchornea-Coffea*, *Clethra-Nectandra*, *Quercus-Clethra* and livestock forests. The diversity of Jost index indicates that the *association Quercus-Alchornea* is the most diverse. Coffee, and agricultural development that has had the region, threatening the conservation of the natural plant cover and species, many of wich are at risk. For wich they reveal the necessity of establishing management appropriate programmes in the area of Xicotepec de Juárez, Puebla.

Key words: Sierra North Puebla, fog forest, Jost diversity, Beta diversity, analysis of clustering.



## INTRODUCCIÓN

La diversidad de la cubierta vegetal en México reside en su amplia variedad de condiciones fisioclimáticas. Es común que, en las zonas montañosas, las áreas protegidas de barlovento o con cañadas y una altitud donde el vapor de agua atmosférico condense por efectos adiabáticos, se forme el bosque de neblina, llamado en México bosque mesófilo de montaña (BMM *sensu* Rzedowski, 2006). La posición en la zona montañosa y la historia holocénica del país hace que el BMM tenga en la actualidad una distribución de tipo archipiélago, y por efectos de vicarianza (Luna-Vega y Alcántara-Ayala, 2001), las reminiscencias de esta formación vegetal están representadas por diversas asociaciones de especies, que a menudo difieren entre sí por la dominancia de alguna de ellas y por lo tanto en su fenología y estructura (Ruiz-Jiménez, 2012). Aspecto que, al menos en México, propicia que el BMM sea el tipo de vegetación con mayor riqueza de especies por unidad de área (Luna-Vega, 1988 y Rzedowski, 2006).

Por lo anterior el BMM es considerado en conjunto como una unidad bastante heterogénea que ha llevado a que diversos autores empleen distintos nombres para distinguirla (Gual-Díaz y González-Medrano, 2014; Villaseñor, 2010; Rzedowski, 1996). No obstante, sus afinidades florísticas y preferencias ecológicas compartidas hacen que este tipo de bosque sea reconocible como una sola formación, cuyas múltiples expresiones dependen de las características únicas de cada sitio (Challenger, 1998; Anta-Fonseca *et al.*, 2010).

El BMM es reconocido como un sistema prioritario para la conservación y restauración debido al papel vital que desempeña en servicios ambientales como: i) captación y redistribución de agua, ii) producción de oxígeno y captura de carbono, iii) conservación de acervos genéticos y suelo, iv) formación de materia orgánica, v) belleza paisajística, vi) regulación del clima, vii) mantenimiento de ciclos minerales de gases y agua, y viii) la obtención de productos forestales como alimentos, maderas, fibras naturales y remedios medicinales (CONABIO, 2010; Bruijnzeel, 2004; Hamilton, 1995). En contraste con lo anterior el BMM (o bosque de neblina) es el ecosistema terrestre más amenazado a nivel mundial y nacional pues es el sitio fisiográfico ideal para el cultivo del café, uno de los cultivos de mayor rentabilidad económica a corto plazo (CEFP, 2001). En México, el área potencial de la cubierta con esta formación es muy pequeña: aproximadamente 1%. Sin embargo, por los eventos de impacto humano ejercido en su área de ocupación, se ha calculado que actualmente solo cerca del 0.4% se considera como vegetación primaria (INEGI, 2007). Por ello, se reconoce que, las oportunidades para la conservación de esta comunidad forestal son en general bajas, pudiendo jugar un papel importante el nivel de conocimiento que se tiene de ella (CONABIO, 2010).

Las zonas de mayor importancia donde se distribuye este tipo de bosque en México son: en algunos sectores del extremo oriente del Cinturón Volcánico Transmexicano y en la Sierra Madre Oriental (SMOr en adelante), área fisiográfica donde se encuentra la llamada Sierra Norte del estado de Puebla. El BMM que se distribuye en el estado de Puebla pertenece a la región III de la clasificación de CONABIO (2010), que a su vez forma parte de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) Sierra Gorda-Río Moctezuma y Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental. Así mismo la región es reconocida por su importancia para las aves migratorias por lo que se encuentra dentro de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs), en particular, la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda y Tlanchinol (CONABIO, 2010). Sin embargo, El BMM de esta región es el menos conocido biológicamente de la franja que ocupa en la SMOr, pues prácticamente no hay trabajos



básicos botánicos publicados (para una revisión consulte Ruíz-Jiménez *et al.* 2012). En este sentido la CONABIO (2010) estima que esta comunidad forestal en la sierra Norte de Puebla presenta niveles elevados de amenaza a su permanencia, principalmente por la alta densidad poblacional y actividades pecuaria y frutícola.

En Puebla, al sureste del municipio de Xicotepec, se ha localizado un fragmento de BMM, lo que ofrece una buena oportunidad para obtener datos botánicos y ecológicos para su estudio. Esta región forma parte de la Sierra norte de Puebla y pertenece a la subregión de “San Bartolo Tutotepec a Cuetzalan”, donde el BMM cuenta con un alto valor de importancia en cuanto a riqueza de especies (CONABIO, 2010).



## ANTECEDENTES

En la zona fisiográfica de la Sierra Madre Oriental donde se ubica el área de estudio, el BMM que crece en el estado de Hidalgo ha recibido especial atención a partir de los trabajos de Luna-Vega, *et al.* (1994); Alcántara y Luna-Vega (1997); Alcántara y Luna-Vega (2001); Escutia-Sánchez (2004) y Ponce-Vargas, *et al.* (2006). En el estado de Veracruz, esta vegetación también cuenta con amplia información a partir de los trabajos de Luna *et al.* (1988); García-Franco *et al.* (2008) y García-De la Cruz, *et al.* (2013). El resto de las localidades estatales ubicadas en la SMOr han recibido poca atención, los autores Puig y Bracho (1987) estudiaron la flora y ecología de un fragmento de BMM en Gómez Farías, Tamaulipas. Fortanelli-Martínez *et al.* (2014) describen la flora y estructura de un bosque de niebla en Copalillos, San Luis Potosí, Cartujano, *et al.* (2002) realizaron un estudio florístico del BMM localizado en el extremo oriental del municipio de Landa de Matamoros, Querétaro. Contrariamente, en la zona montañosa al norte del estado de Puebla, pocos trabajos de vegetación y/o flora ligada al BMM se han realizado, la mayoría se concentran en flora de una sola taxocenosis; la de los licopodios y helechos, como los de Cerón-Carpio *et al.* (2006), Cerón-Carpio *et al.* (2012) y Jano-Tolama y Andrés Hernández (2012). O bien, está ligado a la flora útil, como el de Martínez *et al.* (2007) en la zona de cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México, donde indican que son relevantes un total de 319 especies.

Con respecto a la vegetación, los estudios de BMM en la región norte de Puebla son escasos. Solamente se conocen los de Reyes (2003) que la describe en los municipios de Honey y Pahuatlán, y el de Ruiz-Jiménez, *et al.* (2005) quienes realizaron un trazo carretero en Huauchinango, Puebla, (en Ruiz Jiménez, *et al.*, 2012)



## JUSTIFICACION

Dado que la sierra norte de Puebla está sujeta a un fuerte impacto antrópico en el uso de suelo, es importante realizar estudios ecológicos en fragmentos conservados de su BMM para conocer los patrones de acoplamiento de las especies, puesto que este tipo de estudios son básicos para la planificación de programas de manejo y gestoría forestal adecuados.

## HIPÓTESIS

Dado la heterogeneidad fisiográfica de la localidad, al aprovechamiento forestal diferencial y el cambio de uso de suelo en el extremo sur-oeste del poblado de Xicotepec, se espera que el BMM presente diferencias en estructura y diversidad florística, relacionadas con el grado de impacto humano

## OBJETIVOS

Aportar información cuantitativa para el entendimiento de la composición, riqueza y estructura arbórea de un fragmento de BMM en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla. Definir las asociaciones vegetales de esta vegetación con base al análisis de agrupamiento y delimitar su cobertura y distribución estructural de las asociaciones como producto del impacto diferencial sobre las especies.



# MATERIALES Y MÉTODO

## Área de Estudio

### UBICACIÓN

El área elegida para este estudio se encuentra al suroeste de la cabecera municipal del municipio de Xicotepec de Juárez, en la base de la sierra de Xicotepec. Se limitó un polígono (73 ha) donde las coordenadas extremas son: 14Q 605854.51 O y 2241920.92 N (al norte) y 14Q 606292.17 O 2240927.96 N (hacia el sur). Presenta un intervalo de altitud entre los 1116 a 1442 m s.n.m. Su acceso por tierra es por la carretera federal 130 Huachinango-Poza Rica. (SEDESOL, 2010) (Fig. 1).

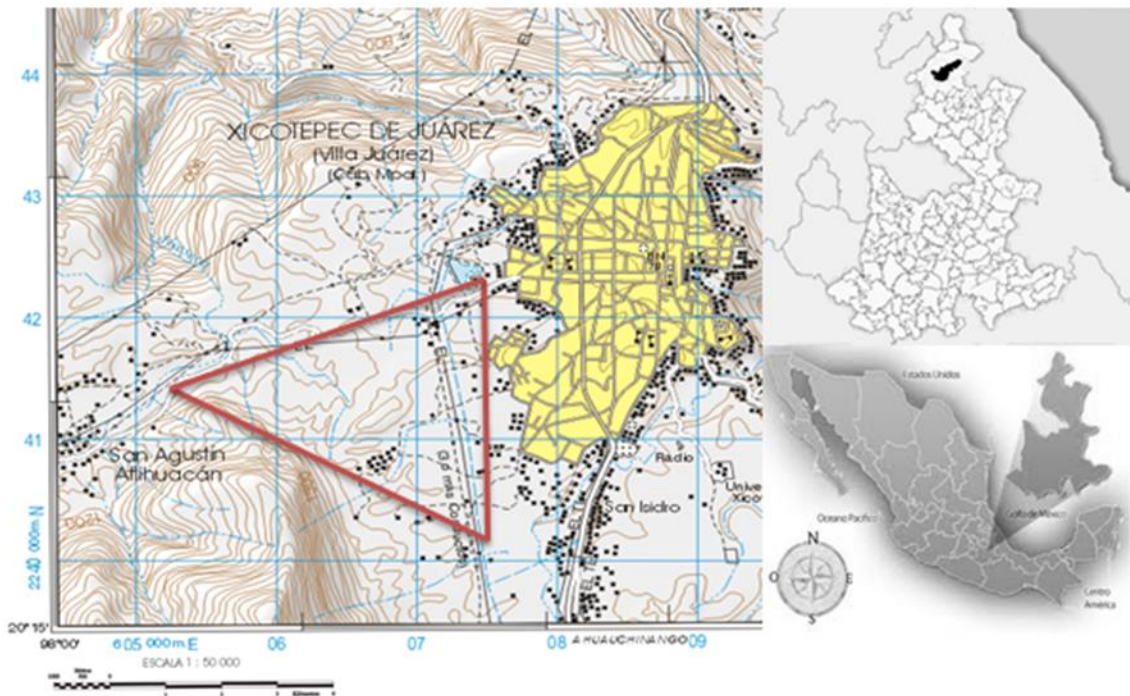


Figura 1: Municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla, México. (INEGI, 2009)

El municipio de Xicotepec de Juárez posee una extensión superficial de 313.489 km<sup>2</sup>, el 0.9% de la superficie del estado. Se ubica en el centro este de México, en la llamada sierra Norte de Puebla; ésta a su vez forma parte de la Sierra Madre Oriental. El área de estudio forma parte de la cuenca hidrológica del río Necaxa, donde la contribución local es mediante el flujo de agua recabada en las sierras regionales que forman el río San Marcos, que recorre todo el norte del municipio en dirección oeste-este, el río Metate que drena el oriente del municipio en dirección sur-norte y el río Necaxa de sur a norte.

### FISIOGRAFIA

El municipio de Xicotepec se encuentra al sur de la región fisiográfica del sistema montañoso denominado SMOr; conforma parte de la subprovincia conocida como Carso Huasteco (una discontinuidad fisiográfica) y muy cerca con la frontera de la porción noreste del Cinturón Volcánico Transmexicano. Geográficamente forma parte del declive septentrional de barlovento de la Sierra Norte de Puebla. Se caracteriza por ser un terreno irregular, con numerosas cañadas y sierras menores que descienden hacia la llanura costera del Golfo. Varias de ellas son producto de chimeneas



volcánicas y lomas aisladas de roca Cretácica que suelen formar altiplanicies intermontanas. La porción occidental del municipio, donde se ubica el área de estudio, es bastante accidentada presentando una variación altitudinal de 1116 a 1442 m s.n.m. Presenta constantes ascensos y descensos que muestran, una tendencia a declinar abruptamente hacia el río San Marcos. Destacan una serie de cerros y sierras pequeñas como el Nactanca, Peña Blanca, Las Pilas, entre otras., aunque donde se asienta la ciudad de Xicotepec de Juárez es una zona más o menos llana semi-rodeada de pequeñas cadenas montañosas (SGM, 2013).

## GEOMORFOLOGIA

Una buena parte del municipio de Xicotepec está situada sobre la zona de la SMOr, cuya característica principal, desde el punto de vista geológico, es la presencia de una potente secuencia de rocas sedimentarias Mesozoicas plegadas y tectonizadas con intrusiones de cuerpos ígneos. De acuerdo a INEGI (2009) existen varias unidades geológicas presentes en el municipio (Fig. 2), sin embargo, las que afloran en el área de estudio son:

- Cretácico superior (Ks) -Calizas y lutitas (cz-lu): Ya que limita al sur con el área de muestreo es posible encontrar zonas con afloramientos de esta unidad la cual, litológicamente es una secuencia calcáreo-arcillosa constituida por biomicritas, calizas arcillosas y lutitas. En algunos sitios contiene bandas y nódulos de pedernal, además tiene intercalados horizontes biointraclásticos de radiolarios calcificados y foraminíferos. Sobre yace a rocas calcáreas del Cretácico inferior y subyace a rocas pelíticas del Cretácico superior.
- Terciario superior (Ts) (Mioceno-Pleistoceno) –Ígnea extrusiva intermedia (Igeb): Esta unidad es la que predomina en el área de estudio y se conforma de una alternancia de derrames y depósitos piroclásticos de color negro en superficie fresca, e intemperizan a color pardo claro. Presentan una textura holocristalina y porfídica, y son de estructura compacta vesicular con vacuolas rellenas de cuarzo. Esta unidad cubre a rocas volcánicas del Terciario, así como a sedimentarias del Cretácico.
- Paleoceno (Tpal) -Lutitas y areniscas (lu-ar): Se puede encontrar presencia de esta unidad al norte del área de estudio. De ella se han identificado dos bloques, el inferior está conformado por una alternancia de areniscas, lutitas y margas, mientras que el superior está constituido por una secuencia alternada de areniscas y lutitas. Ambos bloques sobre yacen de manera discordante a rocas arcillosas del Cretácico superior, a la secuencia arcillosa del Paleoceno y subyacen a sedimentos arcilloso-arenosos del Eoceno.





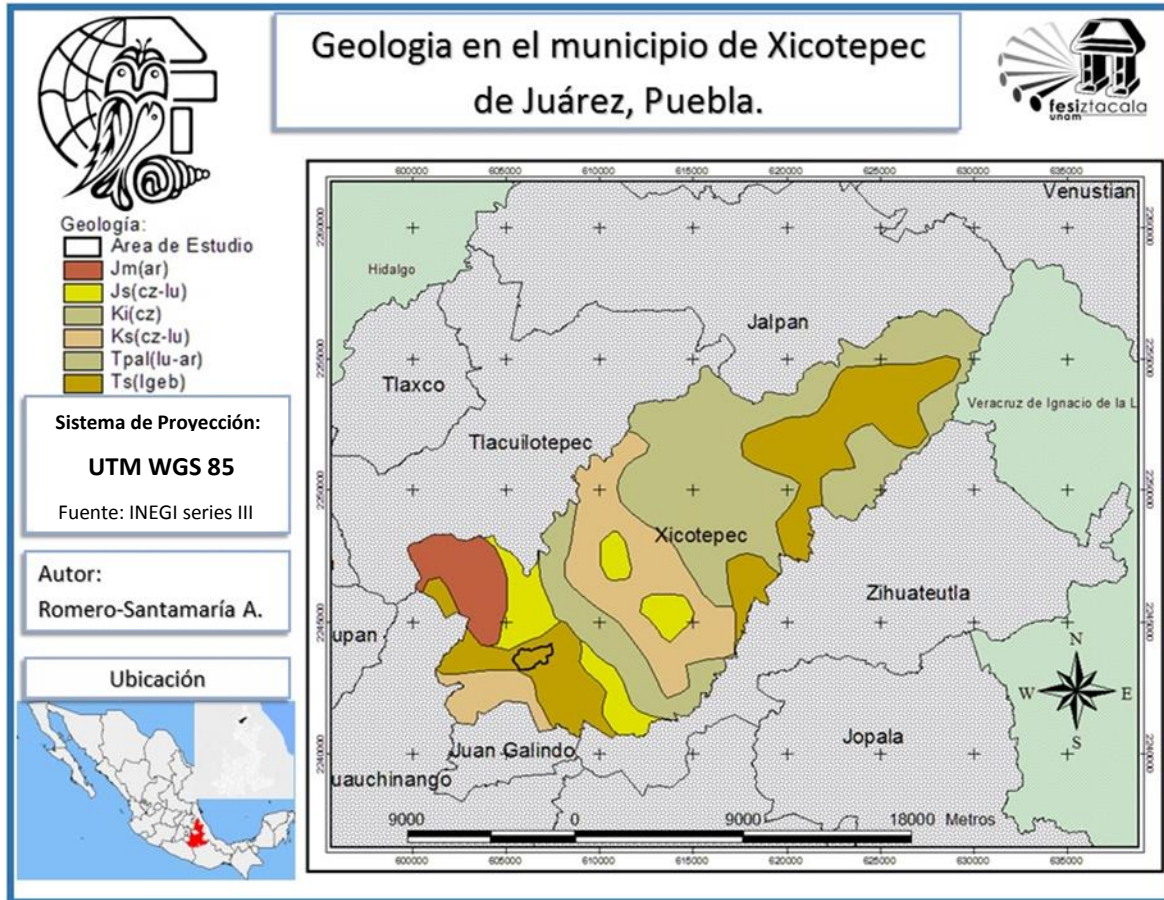


Figura 2: Geología presente en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla.

## SUELO

Las unidades de suelo presentes en el municipio de Xicotepec son Acrisoles, Cambisoles, Feozems y Regosoles (INEGI, 2009). De ellas, prevalecen en el área de estudio los Acrisoles húmicos y los Regosoles distrícos (Fig. 3). El primero, son suelos muy pobres en nutrientes adecuados para la explotación forestal o la práticamente. Ellos pueden dedicarse a actividades pecuarias pero su productividad es baja. Es frecuente en diversas áreas del municipio. Por su parte los regosoles, son suelos formados por material suelto, de cualquier origen menos aluvial reciente. Su uso varía; también son muy pobres en nutrientes. Se presentan en pequeños enclaves de la zona de laderas, al suroeste, centro y noreste de la zona de estudio. Los Regosoles, presentan una fase lítica o gravosa.

Además de estas unidades, en el área de estudio se encuentran unidades pequeñas de suelo ligadas a la presencia de diversas topofórmulas y cuerpos de agua (SGM, 2013) tales como:

- 1) Cambisol: suelos arcillosos y pesados presentes en fase lítica (rosa a menos de 15 cm de profundidad), se localiza el extremo oeste y porción central.
- 2) Feozem: su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes. En la superficie puede haber una capa delgada y suelta de hojarasca



que descansa sobre un suelo mineral o bien una maraña delgada de raíces. Se ubica en la parte noroccidental del área de estudio.

- 3) Litosol: son suelos con 10 o menos cm de espesor sobre roca. Se presentan en una franja en la porción central.
- 4) Vertisol: suelos de textura arcillosa y pesada que se agrietan notablemente cuando se secan. Se localiza en áreas reducidas ligadas a los cuerpos de agua y a lo largo de riachuelos que corren a lo largo del municipio.

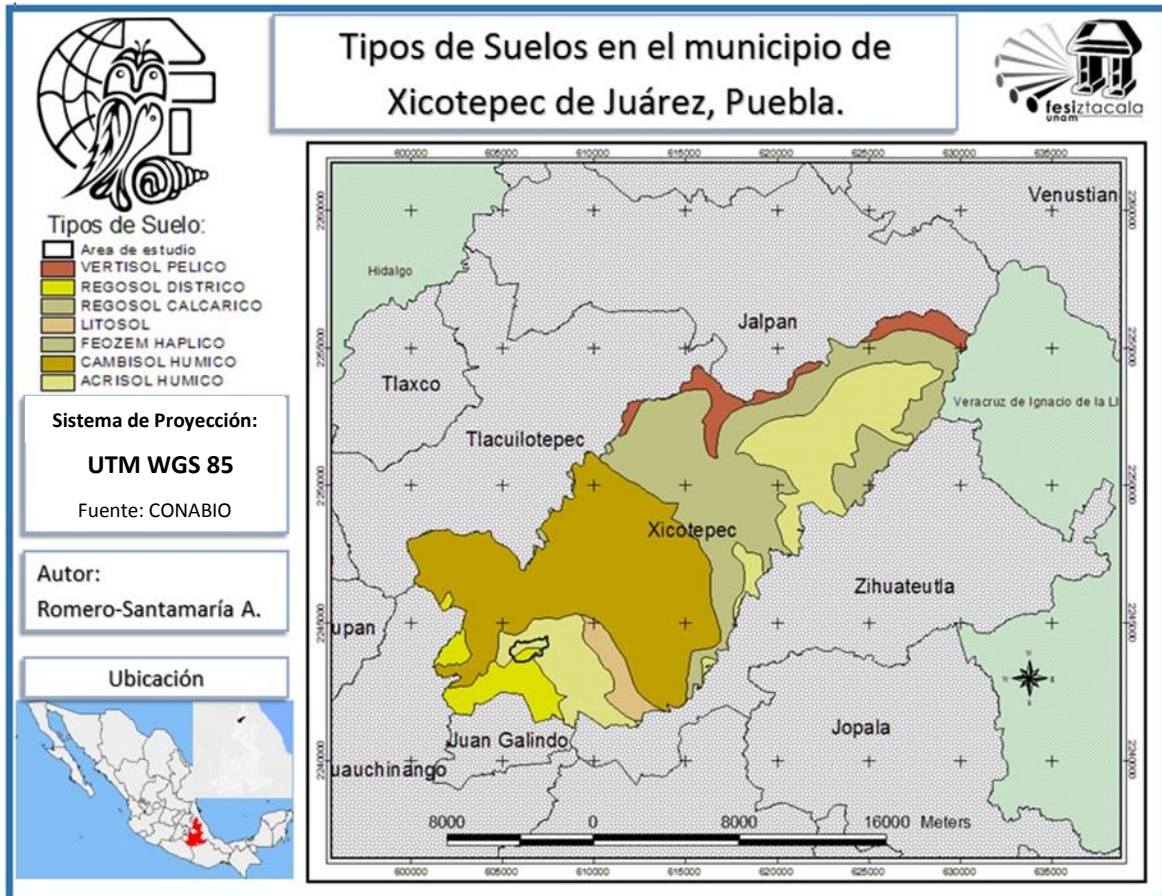


Figura 3: Suelos presentes en el municipio de Xicotepéc de Juárez, Puebla.

### TIPO DE CLIMA

El área de estudio, por la posición latitudinal (tropical) y la altitud (1200 m s.n.m.), presenta una temperatura semicálida (Fig. 4). Además, por la posición en la zona de barlovento de la Sierra Madre tiene los valores más altos de lluvia. Así, de acuerdo a la normal climatológica Xicotepéc, el clima es semicálido húmedo con lluvias todo el año, con la precipitación del mes más seco mayor de 40 mm y con menos de 18% de lluvia invernal con respecto a la lluvia total, extremoso, mes más caliente antes de junio y sequía intraestival. La fórmula climática de acuerdo a García (1994) es: (A)Cb(fm)(e)gw” (CONANP, 2013).



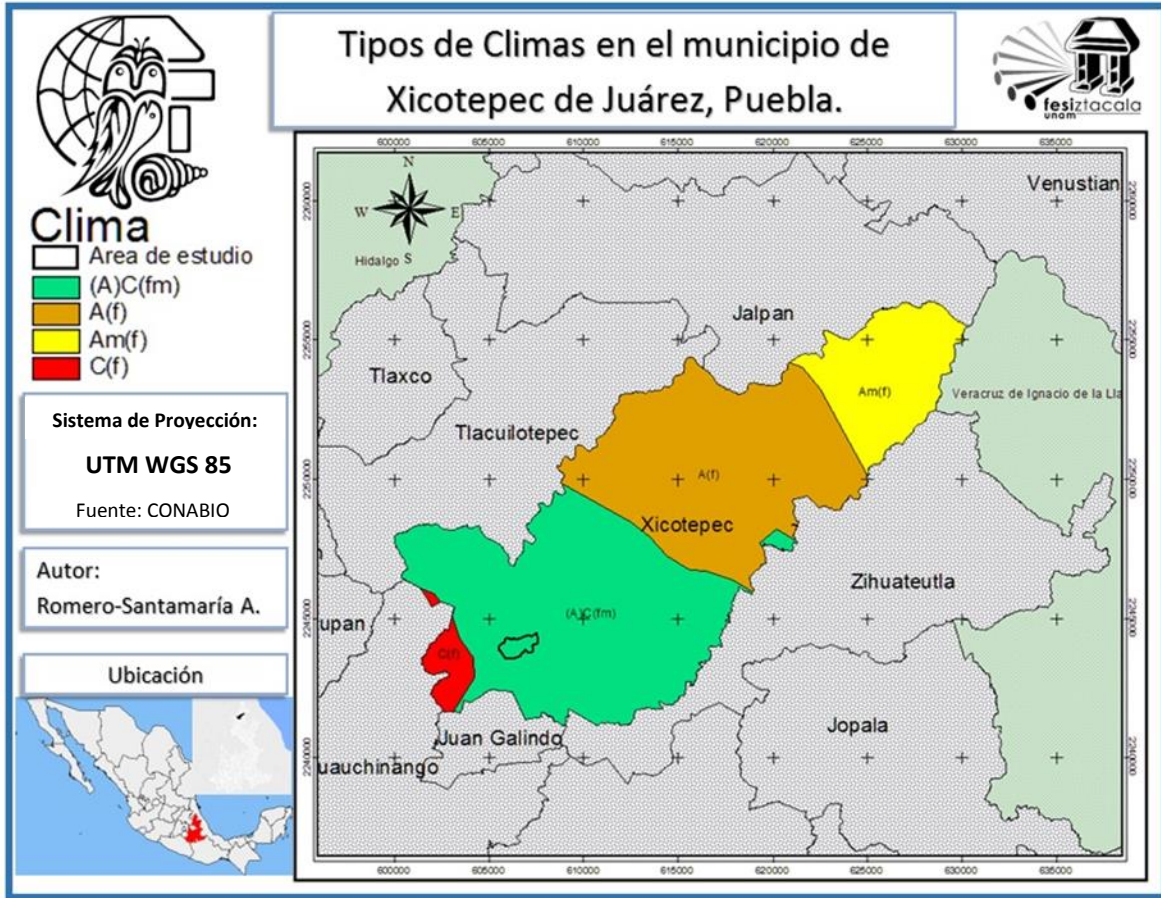


Figura 4: Los climas presentes en el municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla.

Los datos de la estación climatológica de Xicotepec y Huauchinango, permiten tener una referencia de los valores de temperatura y precipitación de la localidad.

Tabla 1: Valores de temperatura promedio y precipitación promedio registrados en la estación climatológica de Xicotepec y Huauchinango

Coordenadas	Estación climática Huauchinango (N° 21118)		Estación climática Xicotepec (N° 21127)	
	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación
14 Q 608562 2244315			14 Q 598299 2233062	
<b>Mes</b>	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación
<b>Enero</b>	13.3	50.2	14.8	57.5
<b>Febrero</b>	14.7	47.5	15.8	64
<b>Marzo</b>	17.2	43.2	18.1	54.4
<b>Abril</b>	19.7	64.5	20.3	93.9
<b>Mayo</b>	21.2	69.6	21.8	163.9



<b>Junio</b>	20.7	284.2	21.8	467				
<b>Julio</b>	19.4	400.2	21	550.1				
<b>Agosto</b>	19.3	356	20.9	537				
<b>Septiembre</b>	18.9	361.1	20.3	629.8				
<b>Octubre</b>	17.4	224.7	18.7	364.2				
<b>Noviembre</b>	15.6	83	17.1	124				
<b>Diciembre</b>	14	47.5	15.4	63.6				
	Prom	17.6	$\Sigma$	2031.7	Prom	18.8	$\Sigma$	3169.4

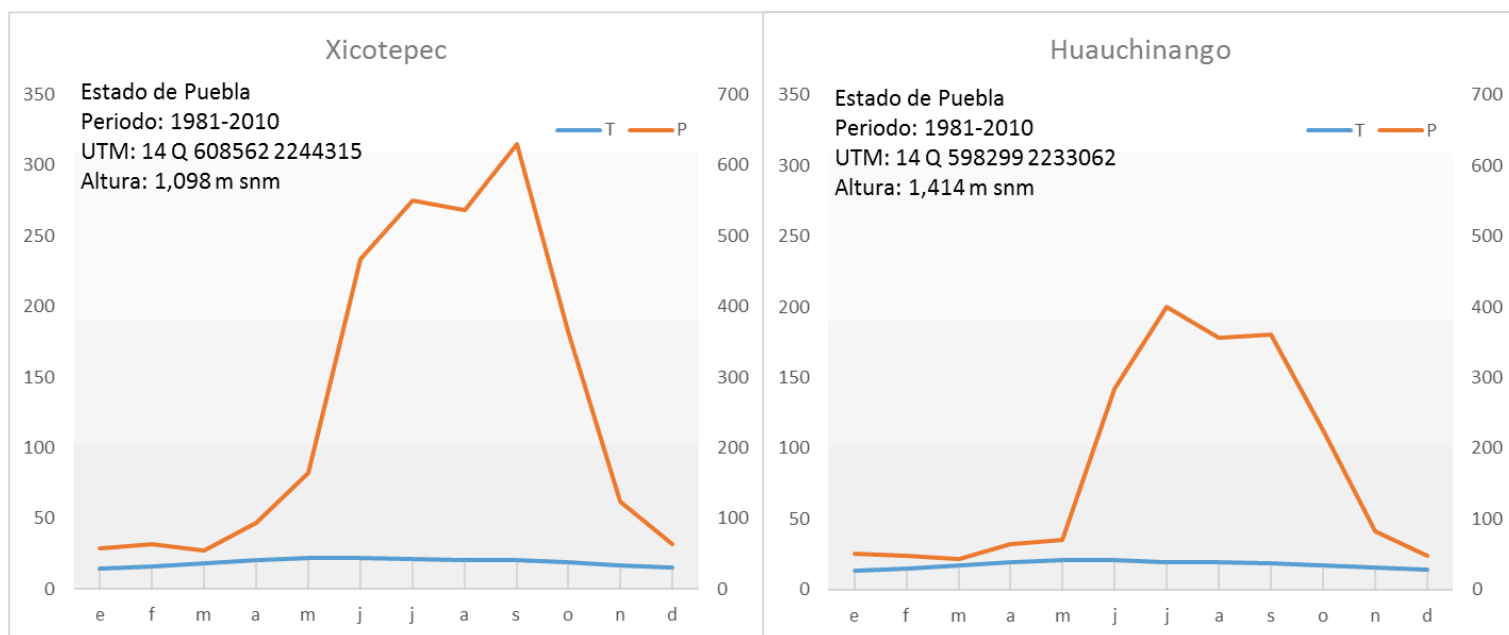


Figura 5: Diagramas ombrotérmicos de Gausson de las estaciones climatológicas Xicotepec y Huauchinango.

De acuerdo con el balance entre la temperatura y la precipitación en ambos sitios (Fig.5), no se presenta un déficit de humedad a lo largo del año. Sin embargo, se observa una diferencia notable en la precipitación en los meses de junio a octubre, los cuales son los más húmedos del año. El periodo más caluroso en el año es entre abril y junio, sin embargo, mayo es el mes donde la diferencia entre la precipitación y la temperatura es menor, por lo que se considera como el mes más seco del año.

## HIDROLOGIA

El área de estudio se localiza en la Región Hidrológica No. 27 (CONANP, 2013), denominada “Tuxpan-Nautla”. Esta región cubre buena parte del norte del estado de Veracruz y, en sus 26 592 km<sup>2</sup> acumula un escurrimiento natural superficial medio de 14 306 hm<sup>3</sup>/año. Está constituida por 12 cuencas, de las cuales parte de la cuenca del río Tecolutla (RH27B), y las sub-cuencas del río



Laxaxalpan (RH27Bc) y río Necaxa (RH27Bb) están directamente relacionadas con el área de estudio. Los escurrimientos que forman esta cuenca nacen en las montañas de la SMOr, sitio montañoso que recibe y condensa, por procesos adiabáticos, buena parte de la nubosidad proveniente de los vientos alisios del Golfo de México. Es el área con mayor humedad en la república mexicana. La humedad capturada en la zona montañosa se drena a través de innumerables cañadas que convergen en las zonas bajas formando el río Cazonas hasta desembocar nuevamente al Golfo de México, a la altura del municipio de Cazonas de Herrera, Veracruz.

El municipio de Xicotepec cuenta con múltiples escurrimientos superficiales y permite la percolación que a su vez alimenta diversos manantiales como Los Tezontles; El Tarro, La Tejería, Los Lavaderos, La Pagua, Duraznotla y Xochipila. Este sistema de aguas superficiales y afloramientos contribuyen a la formación de diversos arroyuelos que desembocan en el río Xochipila. Sin embargo, el río más importante en el municipio es el San Marcos, que recorre todo el norte del municipio en dirección oeste-este, sirve de límite con los municipios de Tlacuilotepec y Jalpan, y constituye el principal formador del río Cazonas, ([visitaxicotepec.com](http://visitaxicotepec.com), 13 de enero del 2017).

## VEGETACION

En el municipio de Xicotepec se presentan tres tipos principales de vegetación, de acuerdo a INEGI. (2009): bosque tropical perennifolio, bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña. De estos, el último es el que potencialmente cubría los terrenos del área de estudio. Asimismo, se encuentran tipos de vegetación secundaria derivados de los anteriores, como el pastizal inducido y los matorrales secundarios.

De acuerdo a CONABIO (2010), el bosque de *Quercus* se desarrolla cerca del área de estudio y se expresa con diferentes asociaciones, las cuales están relacionadas de manera estrecha con las condiciones micro ambientales de suelo, orientación y pendiente. En los lugares con arbolado denso o cerrado, los estratos arbustivo y herbáceo suelen estar menos representados que en los que tienen menor espesura de árboles. La presencia de epífitas es variable y depende en buena medida de las condiciones climáticas, principalmente de la humedad atmosférica y de la temperatura. Entre las especies arbóreas reportadas sobresalen *Quercus sororia*, *Q. furfuraceae*, *Q. acatanangensis*, *Q. trinitatis* y *Q. xalapensis*.

El BMM en el municipio queda actualmente restringido a sitios montañosos y accidentados. La estructura y composición florística de este bosque es variable y cambia de un lugar a otro en función de variantes climáticas ocasionadas por diferencias de altitud, exposición, grado de disturbio y otros factores. Las especies más importantes son: *Liquidambar styraciflua*, *Ulmus mexicana*, *Clethra mexicana*, y *Quercus* spp. y la presencia de helechos arborescentes como *Alsophila* sp. y *Cyathea* sp. En general este bosque se desarrolla en la ladera noreste y base de la sierra Xicotepec, entre los 1116 y 1442 m s.n.m. Es un sitio de laderas abruptas con pie de monte formado de cerros tipo domo y cañadas o contra laderas por donde excurre arroyos perennes. Hay pocos lugares con afloramientos rocosos y el suelo en general es profundo de tipo Acrisol, con abundante materia orgánica (obs. pers.).

## SOCIOECONOMIA

La región del poblado de Xicotepec tiene un largo historial de ocupación humana; en épocas prehispánicas estuvo habitada por grupos Otómies, Totonacas, Toltecas, Chichimecas y Acolhuas.



En 1432 el territorio era tributario de Texcoco, al cual pagaba con plumas de ave. Xicotepec fue ocupado por grupos españoles en 1533, dos años después fue fundada la cabecera del municipio por frailes agustinos y al año siguiente fue constituido como ayuntamiento virreinal (INAFED, 2010).

Actualmente Xicotepec tiene como sus principales actividades económicas a la cafecultura y la ganadería. Una serie de actividades artesanales a partir de elementos autóctonos complementan, en parte, la actividad económica local. Entre ellas, destacan el cultivo de plantas ornamentales con especies propias de sitios templado húmedos, donde el follaje y ciertas especies de flor tienen su mejor representación en maceta o cultivo en jardines. De importancia por el impacto que ocasionan, también se encuentra cierta actividad minera que se dedica a la explotación de barita, plomo, arcilla, feldespatos, cobre y plata (INAFED, 2010). Además de estas actividades, también existe un alto grado de extracción de plantas con fines ornamentales, como *Tillandsia* sp. y diversas orquídeas, además de, extracción de madera tipo hormiga y para polines (obs. pers.)

La carencia de una buena planificación para la explotación de actividades primarias, representa graves presiones y amenazas en el ecosistema y provisión de agua, causadas por la explotación no planificada de recursos forestales maderables y no maderables, erosión, degradación del suelo e impactos por producción energética y explotación minera (CONANP, 2014). Ello ha llevado a que la CONABIO (2010) indique que el BMM de esta región presenta una prioridad alta para su conservación.



## Procedimiento de muestreo y medición de variables

De manera preliminar al censo, se realizó una recolecta florística en el periodo de agosto de 2014 a abril de 2016. Las plantas que se recolectaron fueron herborizadas de acuerdo con los métodos propuestos por Lot y Chiang (1986) y se determinaron utilizando claves especializadas, principalmente Flora de Guatemala (Standley, P. C., 1946-1975), Flora de Veracruz (Bárcena A., 1981; Nee, 1985; Sánchez-Vindas, 1990; Sosa, 1979 y Soejarto, 1984) y la Flora del Bajío (Almeda, 1993; Carranza-González, 1993; Carranza-González, 1995; Carranza-González, 2014 (1); Carranza-González, 2014 (2); González-Elizondo y González-Elizondo, 2014; González-Villareal, 1996; López-Ferrari, 1993; Werff van den H, 1997 y Zamudio, 2002).

El material herborizado será donado a los herbarios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (HUAP), Missouri Botanical Garden (MO) y el Nacional de México (MEXU).

Del listado de especies, se reconocieron aquellas que se hallan en alguna categoría de protección, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y su modificación del anexo III (SEMARNAT, 2015), IUCN (González-Espinosa, 2011) y CITES (CITES, 2017).

La elección de los sitios para disponer las unidades de muestreo (UM) combinó el método sistemático a través de gradillas y preferencial (Matteucci y Colma, 1982), basado en el reconocimiento previo de las diferentes variantes florístico-fisonómicas de la vegetación (Sánchez-González y López-Mata, 2003). Se colocaron 26 UM, equivalente a 1.04 ha (7% del área de estudio).

El área mínima de una UM fue de 99 m<sup>2</sup> y se calculó por el método de acumulación de especies no repetidas según el aumento de terreno (Hopkins, 1955). Sin embargo, para obtener una mejor representatividad, las UM se realizaron de 20 × 20 m (con un área total de 400 m<sup>2</sup>).

En el censo, se consideraron a las especies arbóreas o arborescentes leñosas con diámetros >5cm a la altura del pecho (1.30 m del suelo, DAP) (López-Gómez y Williams-Linera, 2006). Para cada individuo se anotaron los siguientes datos:

- o Perímetro a la altura basal: PAB (a 30 cm sobre el nivel del suelo)
- o Altura total: de la base al ápice del árbol.

Además, en cada UM se contabilizó el número de especies y la densidad de cada una (número de individuos de una especie dada por UM).

De los arbustos se obtuvo densidad y cobertura relativa, la cual se determinó de acuerdo con la escala de Braun-Blanquet (Matteuci y Colma, 1982), especificando el número relativo y/o cobertura para cada especie:

r= casi ausente, con uno o dos individuos.

+ = esporádico, pocos a varios individuos.

1= Regular a muchos individuos, pero con coberturas menores a 5%

2= Abundante o no tanto, con 5-25% de cobertura



3= Muy Abundante, 26-50% de cobertura sin considerar el número de individuos.

4= Codominante, abundante y gran número de individuos, con cobertura del 51-75%

5= Dominante, 76-100% de cobertura.

a) Esfuerzo y calidad de muestreo

El grado de completitud del muestreo se representó mediante las curvas de acumulación de especies con los estimadores no paramétricos: (Chao 1, ICE, Jack 1 y Jack 2) (López-Gómez y Williams-Linera, 2006). Estos se calcularon y suavizaron, junto con la curva de especies observadas, mediante el programa EstimateS (V. 9.1.0). Además del modelo asintótico de Clench, calculado mediante el programa Statisca (V. 13.0.159.7) (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

b) Clasificación de las Unidades de muestreo

Las asociaciones del BMM estudiado se establecieron mediante análisis de agrupamiento. Se empleó el método de promedio aritmético no ponderado (UPGMA), con base en el índice de Bray-Curtis (1957) con los datos del Índice de Valor de Importancia (IVI; véase párrafo posterior) por cada UM. Para elaborar el dendograma se utilizó el programa Past3 (Hammer *et al.*, 2001).

Una vez definidas las asociaciones del fragmento de BMM, para cada una de ellas, se calcularon los siguientes atributos dasométricos e índices estructurales (como indicadores ecológicos) y de diversidad:

Para el valor de importancia (IVI) se consideró el de Curtis & McIntosh (1951), el cual se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \left( \frac{\text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3} \right)$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia}_{\text{relativa}} = \left( \frac{\text{Dominancia absoluta por sp}}{\text{Dominancia absoluta de todas las spp}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\text{Dominancia}_{\text{absoluta}} = \left( \frac{\text{Área basal de una sp}}{\text{Área muestreada}} \right)$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \pi * \left( \frac{DAB}{2} \right)^2$$

Donde DAB es igual a la división de PAB entre  $\pi$ .

La densidad relativa se estimó de la siguiente manera:





$$\text{Densidad}_{\text{relativa}} = \left( \frac{\text{Densidad absoluta por sp}}{\text{Densidad absoluta de todas las sp}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\text{Densidad}_{\text{absoluta}} = \frac{\# \text{ de individuos de una sp}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Frecuencia}_{\text{relativa}} = \left( \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada sp}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las spp}} \right) \times 100$$

Donde:

$$\text{Frecuencia}_{\text{absoluta}} = \frac{\# \text{ de UM en los que se presenta cada sp}}{\# \text{ total de UM muestreados}}$$

### c) Medidas de la diversidad

Para evaluar la diversidad Alfa se calculó el número efectivo de especies con base a la propuesta de Jost (2006), bajo el término de diversidad verdadera, la cual es una medida que conserva las propiedades intuitivamente esperadas del concepto de diversidad (Moreno *et al.*, 2011)

En este sentido, el punto crítico donde se analiza a todas las especies por su frecuencia, sin favorecer a las especies comunes o raras, es cuando el valor de orden (q) toma un valor igual a 1. Donde la ecuación para calcular el número efectivo de especies es:

$${}^1D = \exp \left( - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \right) = \exp(H)$$

O lo que es lo mismo, al exponencial del valor de entropía de Shannon (H) (Jost, 2006), pero sin ninguna referencia a la teoría de la información. Por lo que la diversidad no está dada en bits si no en número de especies (Moreno *et al.*, 2011).

Donde:

1D es el número efectivo de especies en el orden 1

Pi= proporción de individuos de la iésima especie en la muestra

La diversidad Beta o nivel de recambio de especies de las asociaciones resultantes del análisis de agrupamiento, se calculó mediante el índice de Wilson y Shmida (Bravo bolaños *et al.* 2016), el cual mide la tasa de recambio con base en datos de presencia ausencia. Dicho índice se calculó mediante el programa Past3 (Hammer *et al.*, 2001).



## RESULTADOS

### Florísticos

En total se censaron 891 individuos de árboles, a partir de las cuales se determinaron 40 especies y cinco morfo especies. Estas pertenecen a 34 géneros y 28 familias de acuerdo al sistema APGIII (Anexo 1).

Las familias mejor representadas por tener tres especies son Clethraceae, Cyatheaceae, Fagaceae y Primulaceae que representan el 26.66% del total enlistado (Fig. 6). En cuanto a géneros, los más diversos son *Citrus*, *Clethra*, *Cyathea* y *Quercus*, con el 22.22% de las especies determinadas.

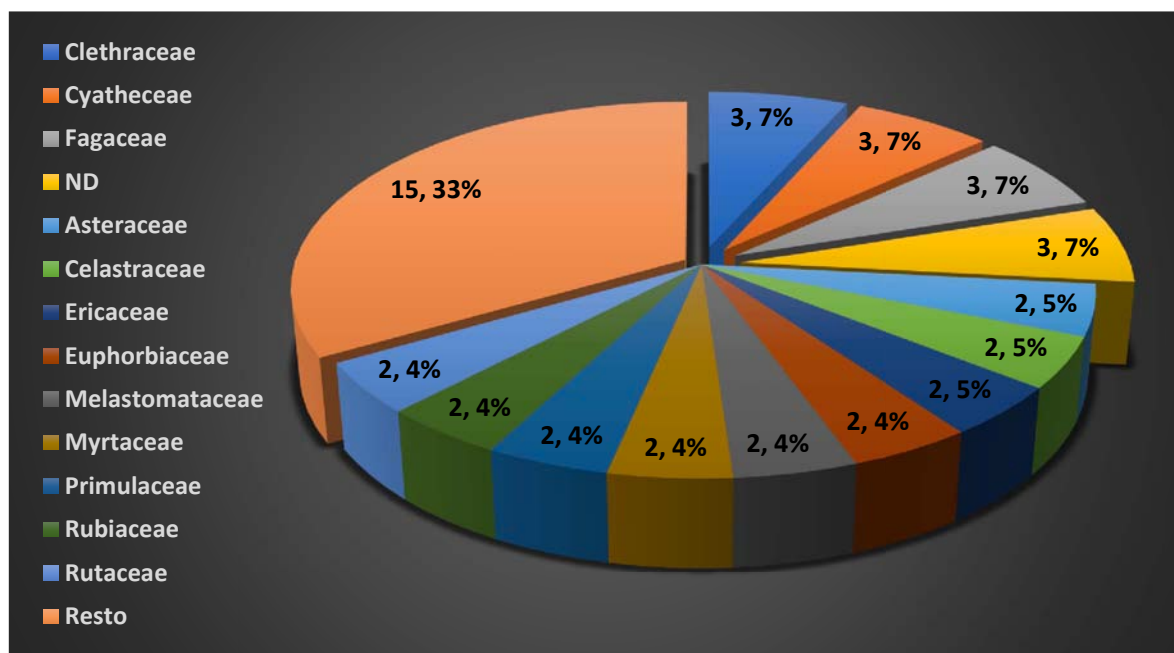


Figura 6: Familias mejor representadas en el BMM del municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla.

Del total de las 40 especies determinadas, 31 de ellas pertenecen a alguna categoría de protección de las diferentes listas. En la NOM-059-2010 y su modificación, se encuentran tres especies todas en peligro de extinción (P). En CITES se enlistan tres especies bajo el Apéndice II. Por su parte en la lista roja de la IUCN, se hallan 28 especies, 17 de las cuales están en la categoría de “Preocupación menor” (LC), tres son consideradas como “Casi amenazadas” (NT), una se incluye como “Vulnerable” (VU), cinco están en “Peligro de extinción” (EN) y dos se encuentran en “Peligro de extinción crítico” (CR) (Tabla 2).

Tabla 2: Lista de las especies incluidas en alguna categoría de riesgo en las listas protección.

Familia	Especie	Lista y categoría de riesgo
Actinidiaceae	<i>Saurauia villosa</i>	IUCN: EN
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	IUCN: LC
Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	IUCN: LC



<b>Araliaceae</b>	<i>Oreopanax capitatus</i>	IUCN: NT
<b>Betulaceae</b>	<i>Alnus acuminata</i>	IUCN: LC
<b>Brunelliaceae</b>	<i>Brunellia mexicana</i>	IUCN: LC
<b>Cannabaceae</b>	<i>Trema micrantha</i>	IUCN: LC
<b>Celastraceae</b>	<i>Zinowiewia concinna</i>	IUCN: EN NOM-059: P
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra lanata</i>	IUCN: LC
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra mexicana</i>	IUCN: LC
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra occidentalis</i>	IUCN: LC
<b>Cyatheaceae</b>	<i>Alsophila firma</i>	NOM-059: P CITES: A II
<b>Cyatheaceae</b>	<i>Alsophila tryoniana</i>	CITES: A II
<b>Cyatheaceae</b>	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	NOM-059: P CITES: A II
<b>Ericaceae</b>	<i>Bejaria aestuans</i>	IUCN: LC
<b>Ericaceae</b>	<i>Vaccinium leucanthum</i>	IUCN: NT
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Alchornea latifolia</i>	IUCN: LC
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton draco</i>	IUCN: LC
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus germana</i>	IUCN: CR
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus laurina</i>	IUCN: LC
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus xalapensis</i>	IUCN: CR
<b>Lauraceae</b>	<i>Nectandra salicifolia</i>	IUCN: NT
<b>Malvaceae</b>	<i>Heliocarpus americanus</i>	IUCN: LC
<b>Melastomataceae</b>	<i>Conostegia arborea</i>	IUCN: EN
<b>Myricaceae</b>	<i>Morella cerifera</i>	IUCN: LC
<b>Myrsinaceae</b>	<i>Myrsine coriacea</i>	IUCN: LC



<b>Myrtaceae</b>	<i>Eugenia xilitlensis</i>	IUCN: EN
<b>Primulaceae</b>	<i>Ardisia compressa</i>	IUCN: LC
<b>Sataphyllaceae</b>	<i>Turpinia insignis</i>	IUCN: EN
<b>Styracaceae</b>	<i>Styrax glabrescens</i>	IUCN: VU
<b>Urticaceae</b>	<i>Myriocarpa longipes</i>	IUCN: LC

En el análisis de esfuerzo de muestreo se observa que no se alcanzó la asíntota (Fig. 7). Aunque florísticamente se hallan reconocido 45 especies arbóreas en el área estudiada. No obstante, las curvas de acumulación basados en los estimadores no paramétricos (Chao 2 y Jack 2), mostraron que el muestreo alcanzó un nivel de completitud de entre el 63.6% y 91.6% respectivamente.

Asimismo, la curva de acumulación de especies con base al modelo de Clench, se estimó un total de 56.4 especies en la zona (Tabla 3); es decir, se alcanzó un 79.78% de completitud. El valor de la pendiente (0.37), fue mayor a 0.1; lo cual indica que no se logró un inventario fiable y completo. Sin embargo, se estimó que para alcanzar un 85% de representatividad harían falta 16 UM extras, mientras que para lograr un 90% de completitud se requieren de 40.8 UM más. Es decir, debemos de llevar a cabo un 156.92% de trabajo adicional para lograr un valor agregado de 10.22% de número de especies. Lo que es poco viable tanto en costos como operativamente, debido a la poca accesibilidad, transformación del sitio y a las especies raras.

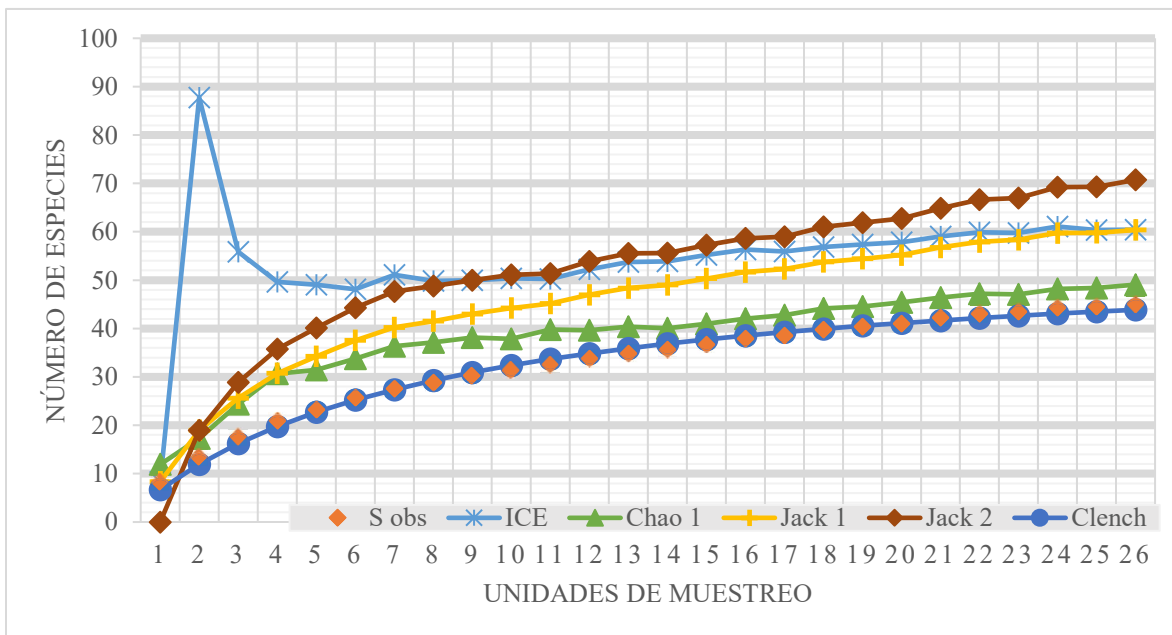


Figura 7: Curvas de acumulación de especies con base en los estimadores no paramétricos, el modelo de Clench y especies observadas en el BMM.



Tabla 3: Valores de la curva de acumulación con base en el Modelo de Clench.

Ajuste (R <sup>2</sup> )	Spp totales	Proporción	Pendiente	Para 85%		Para 90%	
0.996	<b>56.4</b>	79.8%	0.375	UM faltantes	16	UM faltantes	40.8
				Valor agregado	5.22%	Valor agregado	10.22%



Ecológicos

Clasificación

El bosque estudiado corresponde a la formación BMM (Rzedowski, 2006) o bosque húmedo de montaña (*sensu* Villaseñor 2010; Villaseñor-Ortiz 2013). El análisis de agrupamiento basado en los cambios en la flora y los valores de importancia de las especies, con un nivel de corte de 30%, permitió diferenciar seis asociaciones (Fig. 8 y 9). La asociación más ampliamente distribuida es bosque el de *Quercus-Alchornea* con presencia en 15 de las 26 UM; mientras que las asociaciones de *Quercus* secundario, *Liquidambar* secundario y *Quercus-Clethra* están representados en una sola UM.

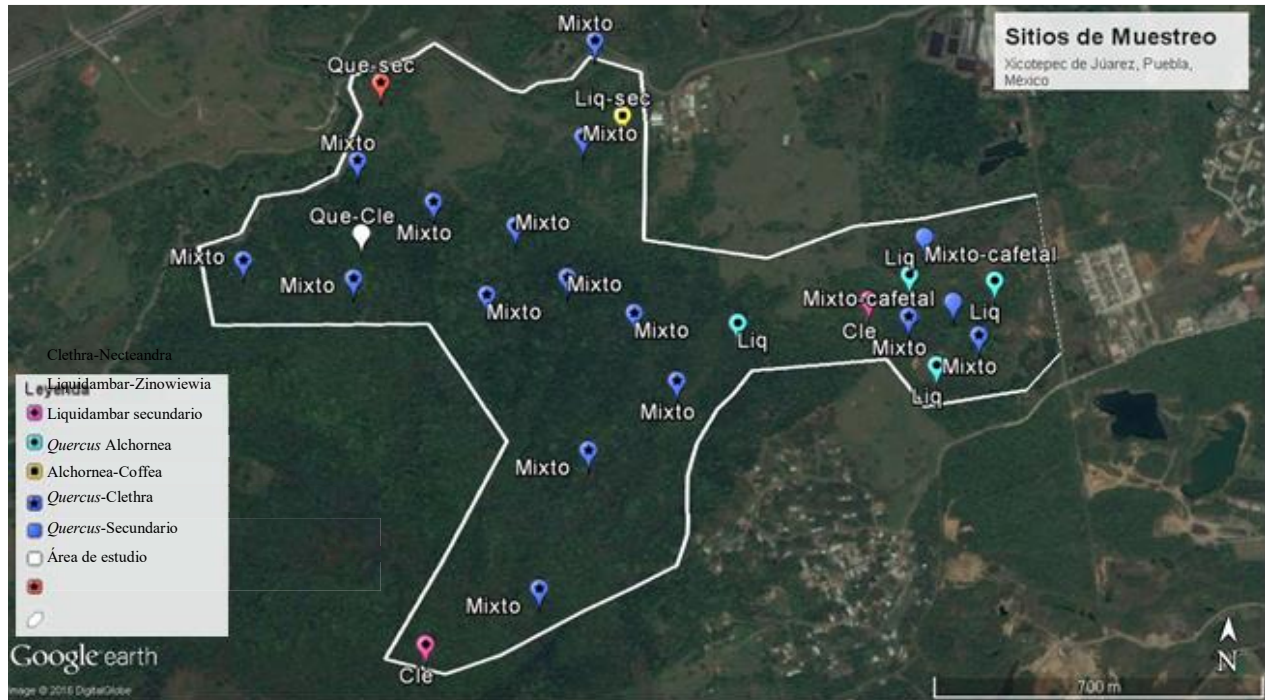


Figura 8: Ubicación de los sitios de muestreo y de la asociación a la que pertenecen.



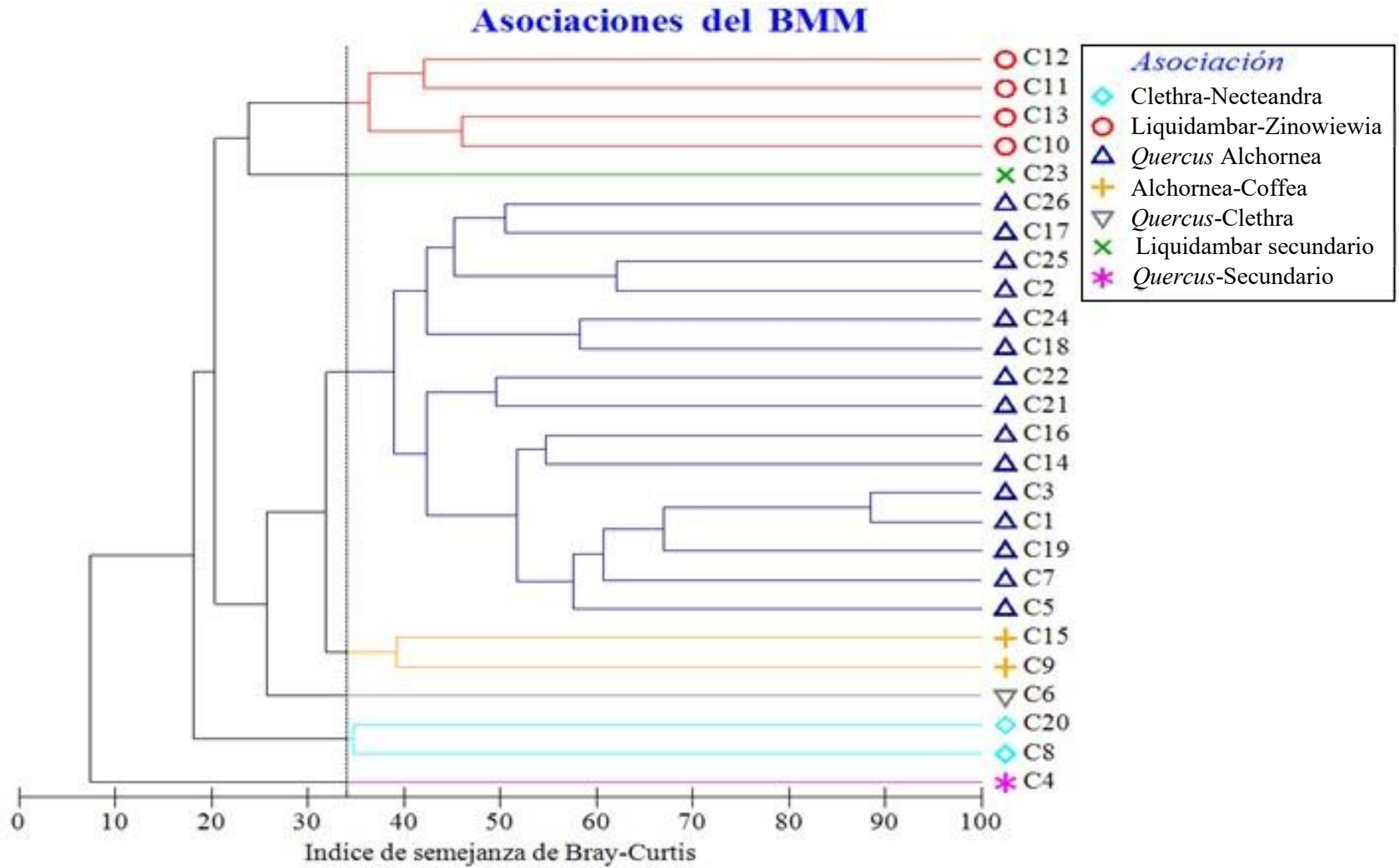


Figura 9: Dendrograma de las asociaciones vegetales presentes en el área de estudio.



### BMM de *Quercus-Alchornea*:

Es la asociación predominante en el área estudiada. Se desarrolla en la zona de domos y laderas protegidas (20-45°). En la zona de domos tiene mayor importancia el género *Quercus* y en la zona baja, de laderas y cañadas, los géneros *Alchornea*, *Cyathea* y *Clethra* adquieren mayor significancia. En esta asociación la densidad arbórea es de 36 ind. (400 m<sup>2</sup>) y se encuentran 41 de las 45 especies arbóreas reconocidas. De acuerdo a los VI (Tabla 4), el género *Quercus* (*Quercus germana* (VI=6.2), *Quercus laurina* (VI=4.82) y *Quercus xalapensis* (VI=4.71)), tiene en conjunto el VI (15.75) más elevado, sin embargo, *Alchornea latifolia* (VI=7.65), *Clethra mexicana* (VI=6.42), *Liquidambar styraciflua* (VI=5.79) y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (VI=5.22) son codominantes.

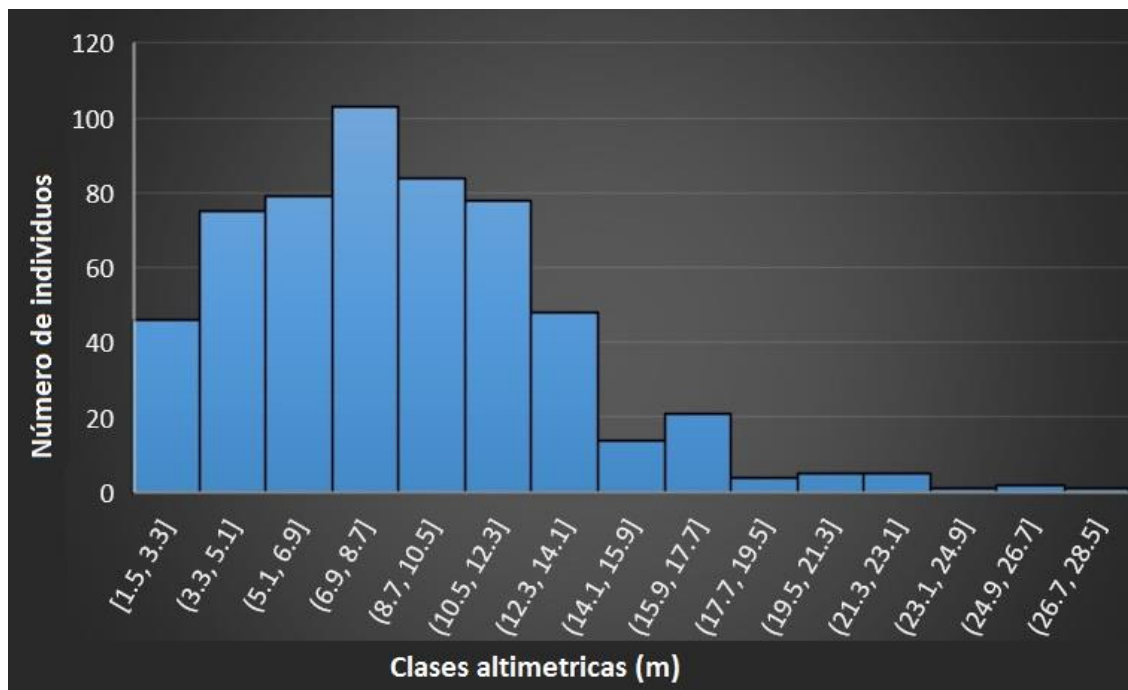


Figura 10: Distribución de clases altimétricas del BMM de *Quercus-Alchornea*.

Esta asociación vegetal está formada por tres sub-estratos no muy diferenciados entre sí, con un dosel traslapado (Fig. 10). El sub-estrato más alto mide entre 16 y 27 m, con cobertura interrumpida, donde *Quercus germana* (27m) es codominante junto con *Alchornea latifolia* y suelen estar acompañados de *Quercus laurina* y *Quercus xalapensis*. El segundo sub-estrato tiene un intervalo de altura entre 7m y 16m y su cobertura es continua. El género *Quercus* en este estrato convive con individuos de otras especies como *Liquidambar styraciflua*, *Clethra mexicana*, *Heliocarpus americanus*, *Croton draco*, *Saurauia villosa* y *Zinowiewia concinna*. El sub-estrato arbóreo bajo presenta intervalos entre 1.5 y 7 m de altura, es el más cerrado y diverso. En este sub-estrato es importante la presencia de helechos arborescentes *Alsophila tryoniana* y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, llegando a ser especies dominantes (al menos de este estrato).





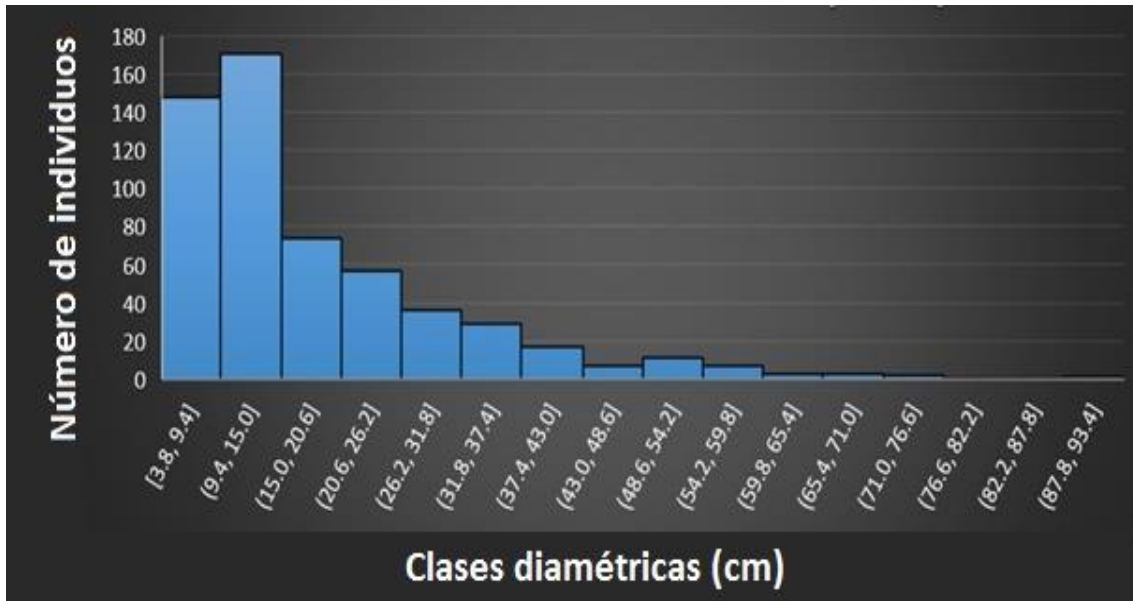
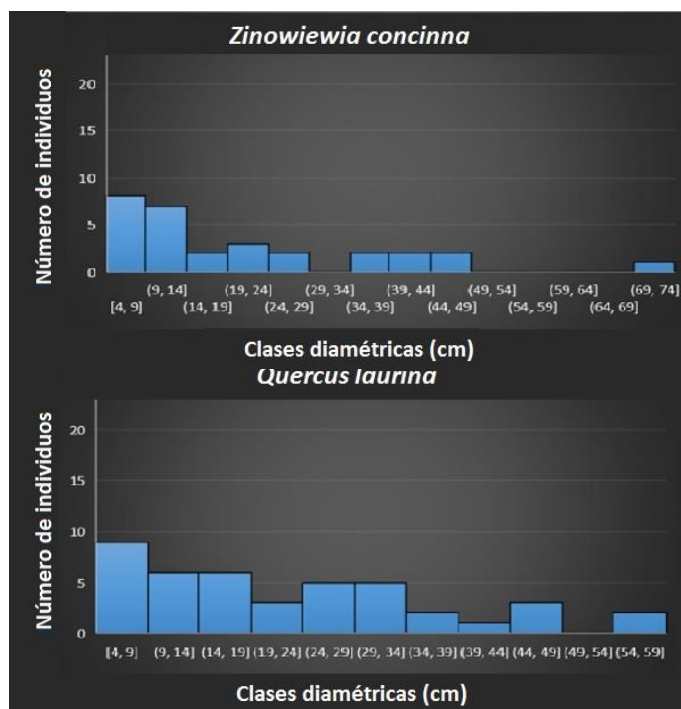


Figura 11: Distribución de clases diamétricas del BMM de *Quercus-Alchornea*.

En cuanto a las clases diamétricas (Fig. 11) la mayor cantidad de individuos se concentran en las dos primeras clases (56.5%), y disminuye el número de miembros conforme el diámetro aumenta. En esta asociación las especies *Alchornea latifolia*, *Quercus germana*, *Clethra mexicana* y *Zinowiewia concinna* (Fig. 12) son las que poseen individuos de mayor DAP. *Alchornea latifolia*, *Zinowiewia concinna* y *Clethra mexicana* son las especies con mayor reclutamiento, formando una relación descendiente. En el caso de *Quercus laurina* muestra una distribución de frecuencias de DAP con mayor homogeneidad, pero aun así decreciente hacia los individuos más gruesos.



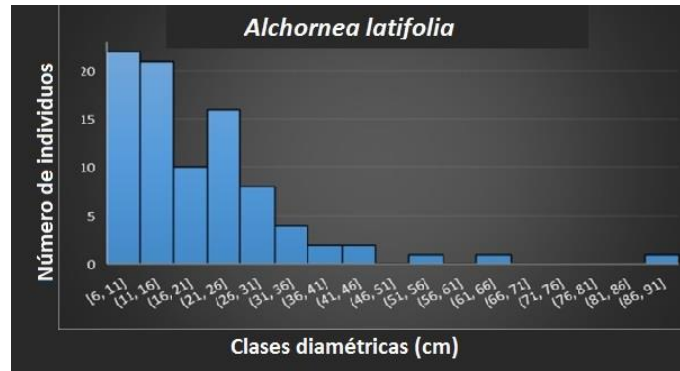


Figura 12: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de Quercus-Alchornea

El estrato arbustivo se encuentra en el intervalo de altura de 1.5 a 2.5 m y tiene una cobertura intermedia a dispersa. Las especies de mayor importancia son *Myrsine coriacea*, *Conostegia arborea* y *Psychotria berteriana*, que en conjunto llegan a tener 50% de cobertura. En sitios de cárcavas y con mayor humedad, *Piper* spp. y *Marattia weinmanniifolia* son importantes. Además de las anteriores es frecuente observar a *Miconia moorei*, *Lyonia squamulosa*, *Miconia sylvatica*, *Inga edulis*, *Lepidaploa tortuosa* y *Vaccinium leucanthum*, entre otros. En general el sotobosque tiene una alta presencia de plántulas, de *Quercus germana*, *Quercus xalapensis*, *Clethra* sp., *Alchornea latifolia*, *Nectandra salicifolia*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Alsophila firma*, entre otras.

Tabla 4: Valores promedio de altura (h) y área basal (AB), número de individuos (# de ind) en 400 m<sup>2</sup>, valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), y Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación Quercus-Alchornea.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Alchornea latifolia</i>	9.8	5.9	0.059	16.33	3.979	2.67	7.65
<i>Clethra mexicana</i>	9.6	4.2	0.061	11.19	4.083	4.01	6.42
<i>Quercus germana</i>	12.7	2.3	0.091	5.87	6.08	6.7	6.21
<i>Liquidambar styraciflua</i>	10.2	2.1	0.072	5.87	4.84	6.67	5.79
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	4.9	3.8	0.018	10.45	1.203	4.01	5.22
<i>Quercus laurina</i>	10.7	2.8	0.075	6.78	5.02	2.7	4.82
<i>Zinowiewia concinna</i>	8.2	2	0.087	4.404	5.85	4.01	4.75
<i>Quercus xalapensis</i>	12.6	2	0.075	5.13	5.01	4.01	4.71
<i>Heliocarpus americanus</i>	11.2	0.3	0.106	0.73	7.12	2.67	3.51
<i>Eugenia xilitlensis</i>	11	0.06	0.081	0.18	5.44	4.01	3.209
<i>Bejaria aestuans</i>	7.7	1.3	0.024	3.67	1.58	4.01	3.08
<i>Myriocarpa longipes</i>	11.3	0.26	0.104	0.73	6.94	1.33	3.01
<i>Alsophila firma</i>	4.6	1.8	0.016	5.13	1.08	2.7	2.96
<i>Vaccinium leucanthum</i>	9.3	0.5	0.053	1.46	3.52	2.7	2.55
<i>Clethra occidentalis</i>	9.9	1.1	0.03	2.93	2.03	2.7	2.54
<i>Turpinia insignis</i>	6.9	0.9	0.035	1.83	2.34	2.7	2.28
<i>Styrax glabrescens</i>	8.5	0.13	0.037	0.36	2	4.01	2.27



<i>Celastrus vulcanicola</i>	6.2	0.7	0.029	2.01	1.95	2.7	2.21
<i>Croton draco</i>	11	0.2	0.047	0.55	3.16	2.66	2.12
<i>Inga edulis</i>	11	0.06	0.07	0.18	4.71	1.33	2.07
<i>Nectandra salicifolia</i>	10	0.5	0.035	1.101	2.36	2.66	2.04
<i>Conostegia arborea</i>	7.2	0.9	0.026	2.38	1.74	1.33	1.82
<i>Alsophila tryoniana</i>	3.6	0.9	0.0161	2.38	1.07	1.33	1.59
<i>Alnus acuminata Kunth</i>	6.4	0.7	0.017	2.01	1.13	1.33	1.49
<i>Citrus aurantiifolia</i>	6	0.13	0.019	0.36	1.28	2.66	1.44
<i>Morella cerifera</i>	12	0.13	0.038	0.36	2.51	1.33	1.41
<i>Saurauia villosa</i>	13.5	0.13	0.037	0.36	2.47	1.33	1.39
Morfo especie árbol 2	7	0.06	0.031	0.18	2.05	1.33	1.19
<i>Ardisia compressa</i>	5.9	0.33	0.014	0.91	0.92	1.33	1.05
<i>Psychotria berteriana</i>	4	0.06	0.003	0.18	0.21	2.66	1.02
Morfo especie árbol 1	6.3	0.2	0.014	0.55	0.95	1.33	0.94
liana compuesta	10.5	0.13	0.014	0.36	0.907	1.33	0.86
<i>Lepidaploa tortuosa</i>	5.6	0.2	0.009	0.55	0.61	1.33	0.83
Bejuco sp. 1 "palo de lluvia"	18.3	0.2	0.006	0.55	0.43	1.33	0.77
<i>Trema micrantha</i>	7.5	0.13	0.007	0.36	0.52	1.33	0.74
<i>Myrsine coriacea</i>	5.3	0.2	0.005	0.55	0.32	1.33	0.73
<i>Oreopanax capitatus</i>	2	0.06	0.004	0.18	0.69	1.33	0.73
<i>Citrus sinensis</i>	8	0.06	0.008	0.18	0.51	1.33	0.67
<i>Sambucus nigra</i>	5	0.06	0.005	0.18	0.33	1.33	0.61
Primulaceae sp	3	0.06	0.0038	0.18	0.25	1.33	0.59
<i>Psidium guajava</i>	3	0.06	0.0032	0.18	0.21	1.33	0.57



### BMM de *Coffea-Liquidambar-Alchornea*:

Esta asociación se presenta en lugares antaño manejados para la cosecha de café. Son sitios de laderas bajas principalmente (5-20°) que han sido abandonados (probablemente 10 años en promedio). La densidad arbórea es de 25 ind/400m<sup>2</sup> y se encuentran 9 de las 45 especies determinadas. Basado en el IVI (Tabla 5), las especies dominantes son *Coffea arabica* (VI=23.3), *Liquidambar styraciflua* (VI=13.8) y *Alchornea latifolia* (VI=12.9).

Se distinguen dos o tres sub-estratos arbóreos bien definidos con un dosel continuo a interrumpido (Fig. 13). El estrato más alto tiene un intervalo de 20 a 28 m, con una cobertura interrumpida, donde *Quercus xalapensis* es dominante. Sin embargo, *Alchornea latifolia* y *Clethra lanata* son especies frecuentes pero subordinadas a *Quercus xalapensis*. El segundo sub-estrato cuenta con un intervalo de 9 a 16 m y una cobertura interrumpida a continua, donde *Liquidambar styraciflua* es la especie más importante. El tercer sub-estrato (si existe), corresponde a alturas mayores de los 2.5 a 6.5 m, donde la única especie es *Coffea arabica*.

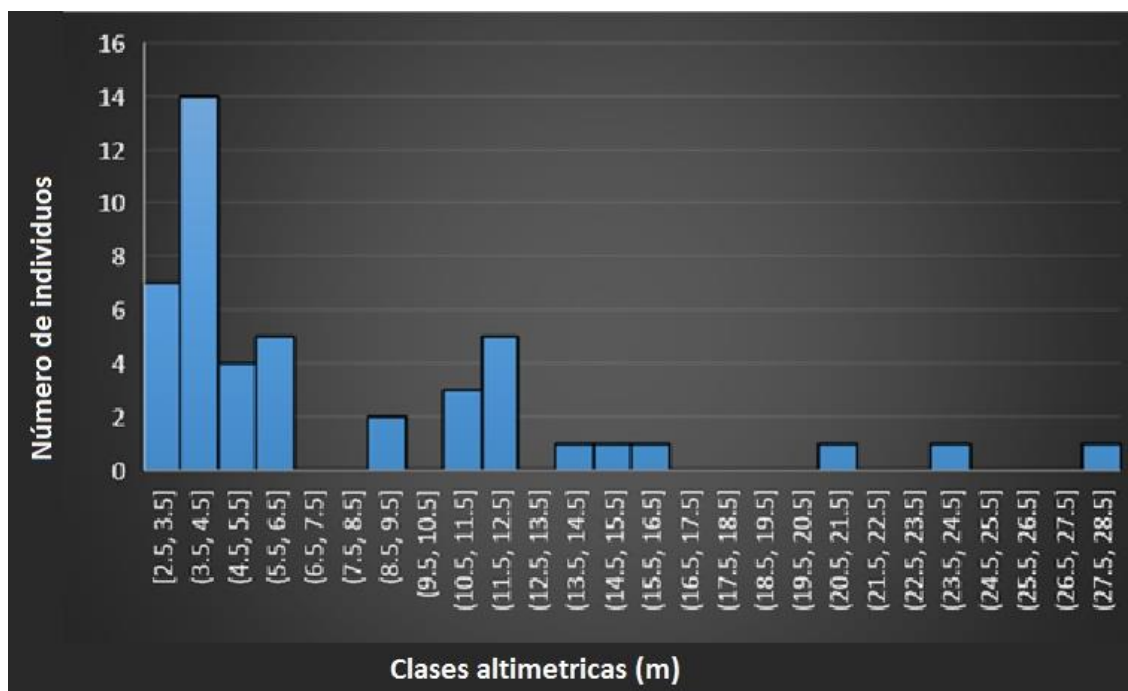


Figura 13: Distribución de clases altimétricas del BMM de *Coffea-Liquidambar-Alchornea*.

Con relación a las clases diamétricas (Fig. 14), los individuos que pertenecen a *Coffea arabica* son arbustivos y el DAP de sus ramas raramente alcanzó el intervalo considerado para medirlo. Fuera de esta excepción, la mayor cantidad de fustes tienen un intervalo de 20-50 cm y muestran una relación homogénea. La especie *Alchornea latifolia* cuenta con el mayor DAP.



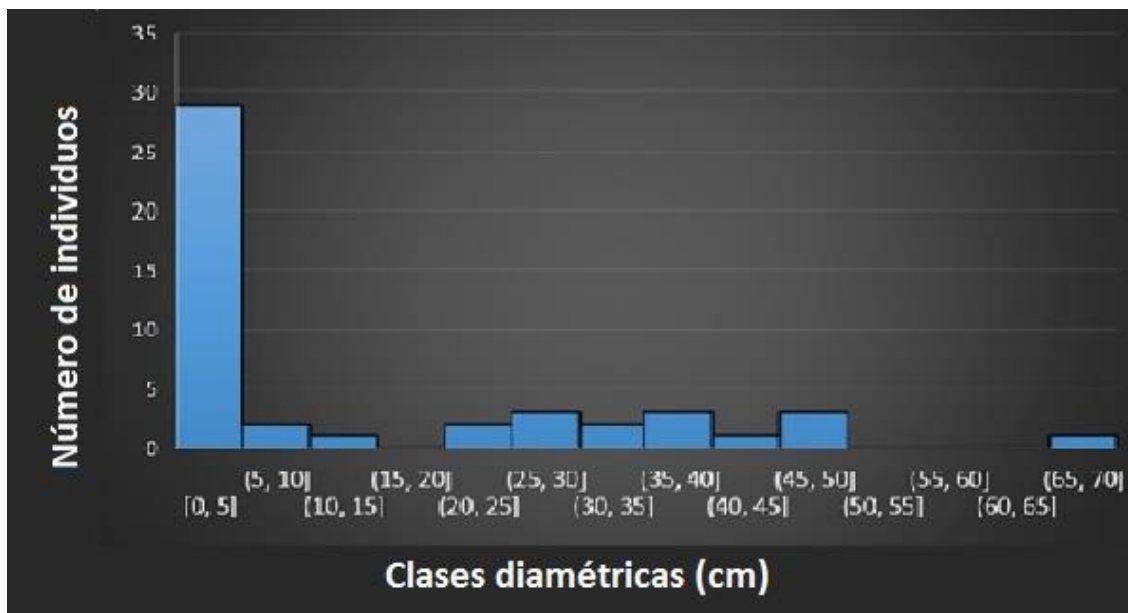


Figura 14: Distribución de clases diamétricas del BMM de *Coffea-Liquidambar-Alchornea*.

El estrato arbustivo tiene una cobertura de continua a interrumpida y se encuentra bien diferenciado del arbóreo, a excepción de los cafetales abandonados, donde *Coffea arabica* se entre mezcla con los arbustos en un intervalo de 1 a 2.5 m. En los sitios más expuestos y con mayor entrada de luz, *Lyonia squamulosa*, *Senecio angulifolius* y *Trema micrantha* cobran importancia. Además de las anteriores, se puede encontrar a *Solanum schlechtendalianum*, *Conostegia arborea*, *Eugenia xilitlensis*, y *Piper arboreum*. En general existe una alta presencia de plántulas de *Quercus germana*, *Conostegia arborea*, *Alchornea latifolia* y *Liquidambar styraciflua*. En este sitio es clave la presencia de tocones.

Tabla 5: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos (# de ind/400 m<sup>2</sup>), valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación *Coffea-Liquidambar-Alchornea*.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Coffea arabica</i>	4.25	14.5	0.011	61.702	0.96	7.407	23.36
<i>Liquidambar styraciflua</i>	11.6	1.5	0.1904	6.38	16.76	18.51	13.89
<i>Alchornea latifolia</i>	18.5	1	0.3081	4.25	27.13	7.407	12.93
<i>Celastrus vulcanicola</i>	12.2	2.5	0.1884	10.63	16.59	7.407	11.54
<i>Quercus germana</i>	12	0.5	0.145	2.12	12.77	18.51	11.13
<i>Quercus xalapensis</i>	15.6	1.5	0.1215	6.38	10.71	11.11	9.401
<i>Clethra mexicana</i>	16	0.5	0.0945	2.12	8.32	11.11	7.18
<i>Clethra lanata</i>	21	0.5	0.0703	2.12	6.19	11.11	6.47
<i>Citrus aurantiifolia</i>	5.5	1	0.006	4.25	0.53	7.407	4.06



### BMM de *Clethra-Nectandra*:

Esta asociación se presenta en laderas de poco a pronunciadas (10-30°). Está compuesta por 9 de las 45 especies determinadas. La densidad arbórea es de 30 ind/400m<sup>2</sup>, de los cuales *Nectandra salicifolia* es la que presenta una mayor densidad (43.4%) del total de individuos. Sin embargo, tomando en cuenta los valores de VI (Tabla 6), las especies dominantes son *Clethra mexicana* (VI=15.35) y *Nectandra salicifolia* (VI= 20.77); la primera esencialmente del sub-estrato alto y la segunda del bajo. No obstante, las especies *Turpinia insignis* (VI=14.7) y *Eugenia xilitlensis* (VI=14.09) son codominantes.

Esta asociación, está formada por tres sub-estratos más o menos homogéneos y tiene un dosel traslapado (Fig. 15). El sub-estrato alto (14 a 16 m) muestra una cobertura interrumpida, en el cual domina *Clethra mexicana*. El segundo nivel tiene un intervalo de 8 a 12m con un dosel traslapado; es el sub-estrato más diverso, no obstante, *Nectandra salicifolia*; es la especie más abundante y característica, y coexiste con *Clethra mexicana*, *Liquidambar styraciflua* (V.I.= 10.38), *Bejaria aestuans* (VI= 7.33), *Zinowiewia concinna* (VI= 7.61), *Eugenia xilitlensis* (VI= 14.09) y *Turpinia insignis*. Ésta última está restringida a este sub-estrato. El tercer sub-estrato cuenta con un intervalo de 2 a 8 m y es el más cerrado. Las especies que forman este estrato son *Clethra lanata* (VI= 4.76) y *Vaccinium leucanthum* (VI=4.96).

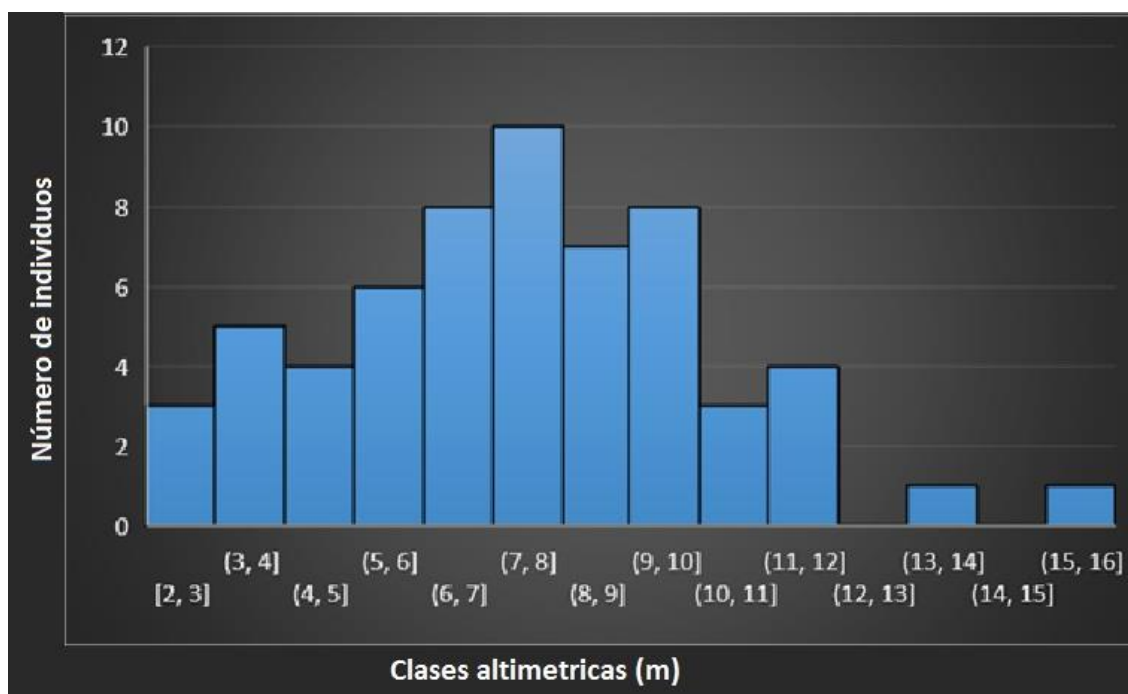


Figura 15: Distribución de clases altimétricas en el BMM de *Clethra-Nectandra*.

En lo que atañe a las clases diamétricas (Fig. 16), dentro de la primera clase diamétrica (6 a 11 cm) se encuentran la mayor cantidad de organismos (46.6%), los cuales decrecen conforme aumenta el diámetro. Por tanto, modela una clara forma de “J” invertida. *Nectandra salicifolia* y *Clethra mexicana* son las especies que presentan individuos con mayor DAP. Además, *Nectandra salicifolia* muestra un alto reclutamiento, con la mayor cantidad de individuos presentes en la primera clase



diamétrica, mientras que *Eugenia xilitlensis* y *Clethra mexicana* muestran una uniformidad en el número de individuos por clase diamétrica de los individuos (Fig. 17).

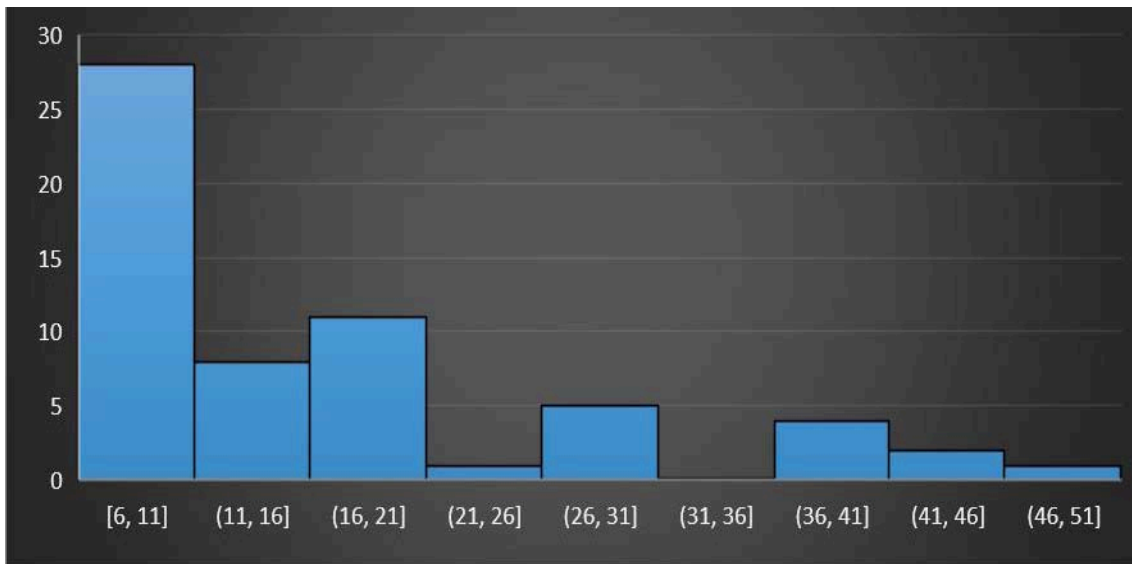
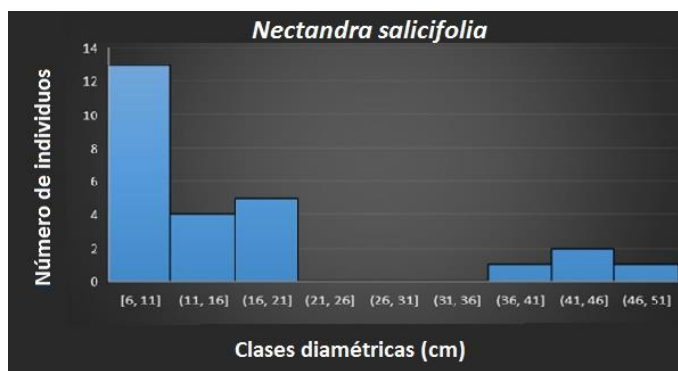


Figura 16: Distribución de clases diamétricas del BMM de *Clethra-Nectandra*.

El estrato arbustivo se sobrepone con el arbóreo bajo en los 3m de altura, y llegan a tener en conjunto el 50% de cobertura. En las zonas de mayor impacto y con mayor incidencia de luz se vuelven importantes *Cnidocolus multilobus* y *Mimosa albida*. En zonas más protegidas y húmedas es común encontrar a *Eugenia xilitlensis*, *Psychotria berteriana*, *Nectandra salicifolia*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *Piper arboreum* e *Inga jinicuil*. En el sotobosque es común encontrar plántulas de *Nectandra salicifolia*, contrario a lo que ocurre con *Clethra mexicana*, *Zinowiewia concinna* y *Liquidambar styraciflua*



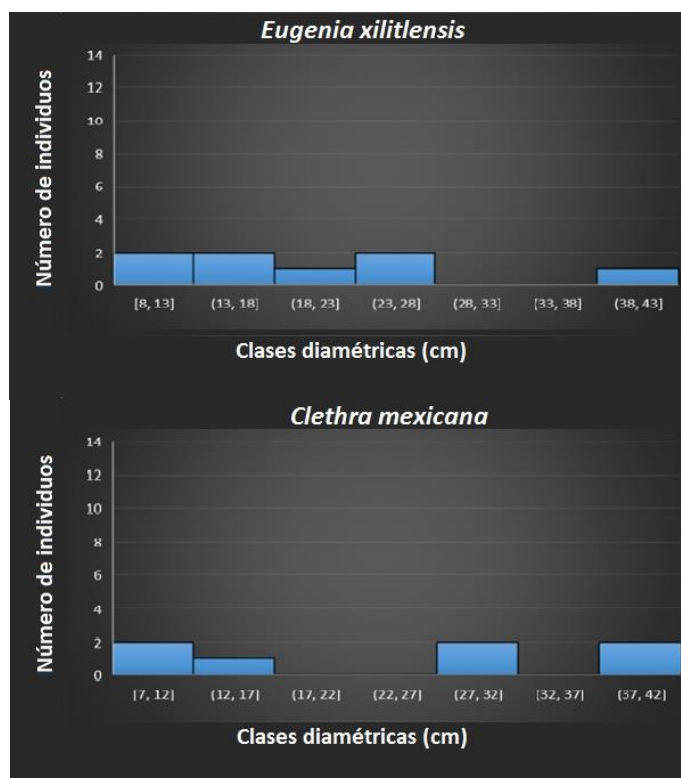


Figura 17: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de Clethra-Nectandra.

Tabla 6: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m<sup>2</sup>, valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación Clethra-Nectandra.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Nectandra salicifolia</i>	7.5	13	0.0329	43.33	11.303	7.69	20.77
<i>Clethra mexicana</i>	11.3	3.5	0.0666	11.66	22.85	11.53	15.35
<i>Turpinia insignis</i>	10	1	0.0964	3.33	33.09	7.69	14.705
<i>Eugenia xilitlensis</i>	7.625	4	0.0507	13.33	17.408	11.53	14.09
<i>Liquidambar styraciflua</i>	6.5	2.5	0.0104	8.33	3.603	19.23	10.38
<i>Zinowiewia concinna</i>	6.8	2.5	0.0086	8.33	2.96	11.53	7.61
<i>Bejaria aestuans</i>	8.5	2	0.0111	6.66	3.808	11.53	7.33
<i>Vaccinium leucanthum</i>	6.5	1	0.0112	3.33	3.87	7.69	4.96
<i>Clethra lanata</i>	6	0.5	0.0031	1.66	1.09	11.53	4.76





### BMM de *Liquidambar-Zinowiewia*:

Esta asociación también incluye zonas con presencia de cafetales abandonados y se encuentra en pequeños lomeríos con pendientes poco pronunciadas (0-32°). La cantidad de individuos es de 45 (400 m<sup>2</sup>) y presenta 16 de las 45 especies, siendo la segunda asociación más diversa. Con base a los VI (Tabla 7), las especies *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (VI=13.97), *Liquidambar styraciflua* (VI=10.84) y *Zinowiewia concinna* (VI=10.91) son las más importantes, mientras *Coffea arabica* (VI=6.19) toma importancia en las antiguas zonas de cultivo.

Esta asociación vegetal está formada por tres sub-estratos más o menos bien definidos y la cobertura es cerrada (Fig. 18). El más alto va de 14 a 21 m con una cobertura interrumpida, donde *Liquidambar styraciflua* es la especie dominante; la cual convive con individuos de *Brunellia mexicana* (VI=5.11), *Clethra occidentalis* (VI=5.68), *Styrax glabrescens* (VI=7.97), *Zinowiewia concinna* y *Croton draco* (VI=6.5). El segundo estrato tiene un intervalo de altura entre 9 y 14 m con una cobertura continua. Son codominantes *Liquidambar styraciflua* y *Zinowiewia concinna*. El tercer estrato tiene una altura máxima de 8.5 m con una cobertura interrumpida. Este último estrato es el más diverso y es importante la presencia de los helechos arborescentes *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Alsophila firma* (VI=3.91), además de *Bejaria aestuans* (VI=3.25), *Clethra lanata* (VI=5.66) y *Eugenia xilitlensis* (VI=4.3). En éste estrato, *Coffea arabica* (VI= 6.19) es dominante sólo donde hubo presencia de su cultivo.

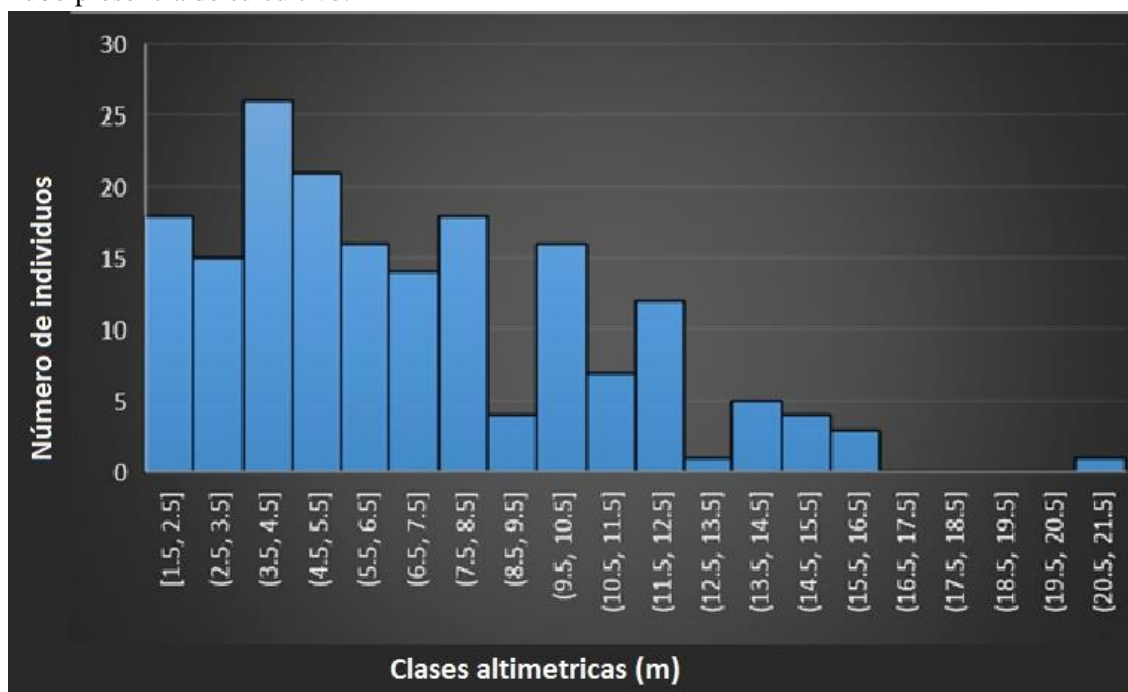


Figura 18 Distribución de clases altimétricas en el BMM de *Liquidambar-Zinowiewia*.

Con respecto a las clases diamétricas (Fig.19), la mayoría de los individuos se concentran en la clase intermedia, la cual muestra un alto reclutamiento y una disminución drástica en los individuos de DAP más ancho. Al igual que en la asociación *Coffea-Liquidambar-Alchornea*, existe un gran número de individuos de *Coffea arabica*. Las especies *Liquidambar styraciflua* y *Zinowiewia concinna* muestran una alta tasa de reclutamiento, caracterizada por una distribución de “J” invertida. Por otro



lado, *Clethra occidentalis* y *Styrax glabrescens* muestran una mayor homogeneidad en la distribución de DAP (Fig. 20).

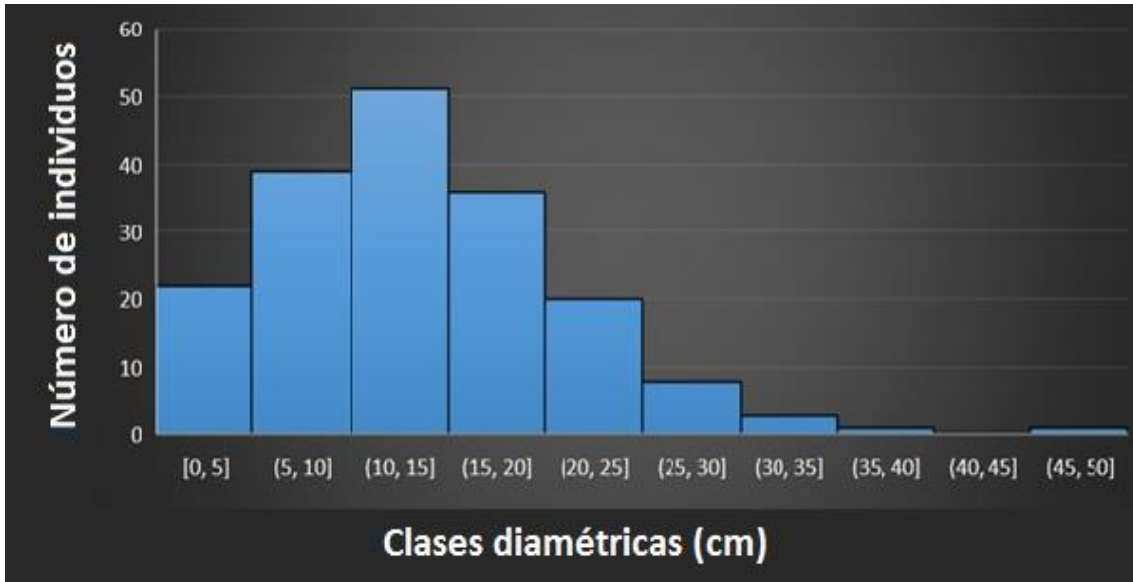
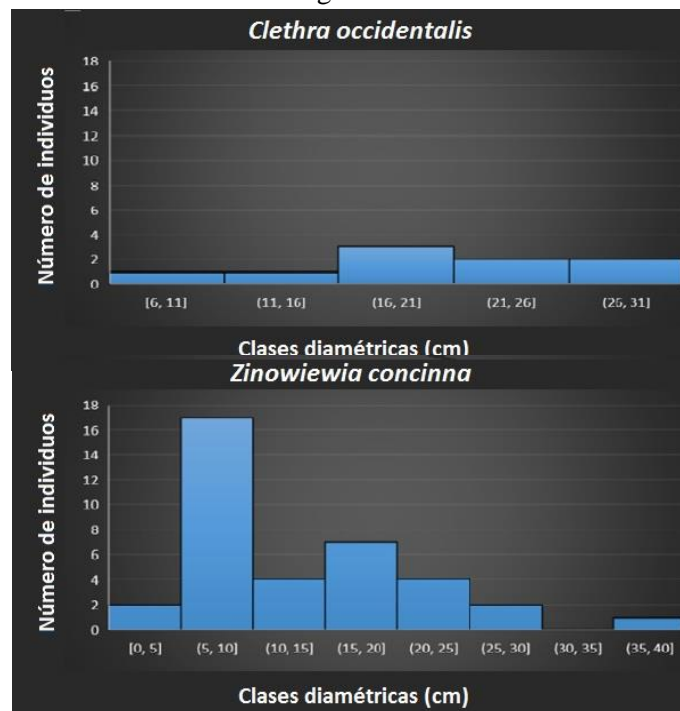


Figura 19: Distribución de clases diamétricas del BMM de *Liquidambar-Zinowiewia*.

El estrato arbustivo es abundante con un intervalo de 1 a 2.5 m, llegando a sobreponerse con el arbóreo bajo en una agregación abierta. Entre los arbustos destaca *Oreopanax capitatus* al ser epífito; además de, *Conostegia arborea*, *Miconia sylvatica*, *Psychotria berteriana*, *Trema micrantha*, *Miconia moorei* y *Piper arboreum*, las cuales llegan a tener hasta un 40% de cobertura. Por otra parte, existe un gran número de plántulas de *Liquidambar styraciflua*, *Zinowiewia concinna*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, *Clethra mexicana*, *Alsophila firma*, *Quercus germana* y de *Alchornea latifolia*, a pesar de no haber hallado individuos con DAP grande.



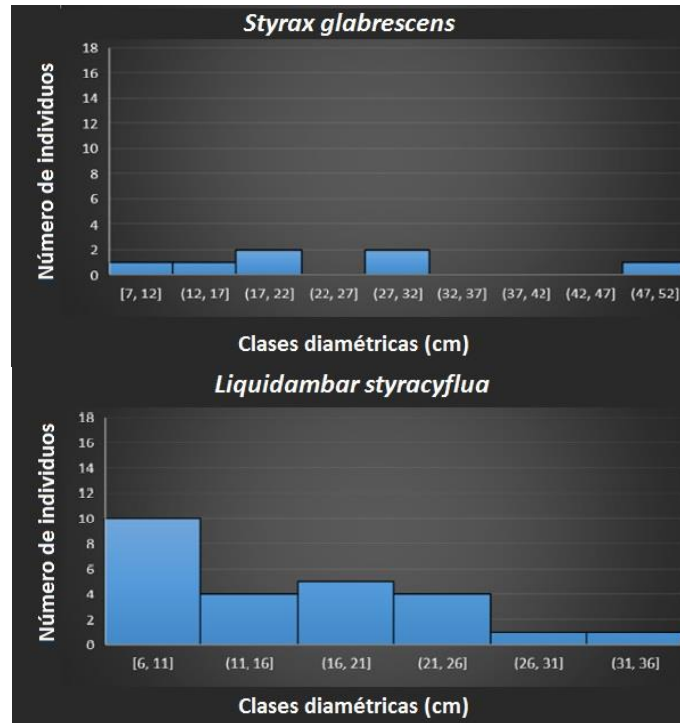


Figura 20: Distribución de clases diamétricas de tres de las principales especies presentes en el BMM de Liquidambar-Zinowiewia.

Tabla 7: Valores promedio de altura ( $h$ ) y área basal ( $AB$ ), número de individuos ( $\#$  de ind) en  $400\text{ m}^2$ , valores relativos de Densidad ( $Den\ R$ ), Dominancia ( $Dom\ R$ ), y Frecuencia ( $Frec\ R$ ); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación Liquidambar-Zinowiewia.

Especie	$h$	# de ind	$AB$	$Den\ R$	$Dom\ R$	$Frec\ R$	$IVI$
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	4.8	13.25	0.0272	29.28	5.508	7.14	13.97
<i>Zinowiewia concinna</i>	7.5	9.25	0.025	20.44	5.15	7.14	10.91
<i>Liquidambar styraciflua</i>	10.16	6.25	0.034	13.81	6.81	11.9	10.84
<i>Quercus germana</i>	10	0.25	0.086	0.55	17.38	11.9	9.94
<i>Styrax glabrescens</i>	9.3	1.75	0.064	3.86	12.91	7.14	7.97
<i>Croton draco</i>	15.5	0.5	0.066	1.104	13.39	4.76	6.42
<i>Coffea arabica</i>	4.1	5.25	0.011	11.602	2.21	4.76	6.19
<i>Clethra occidentalis</i>	10.05	2.25	0.036	4.97	7.32	4.76	5.68
<i>Clethra lanata</i>	7	0.25	0.046	0.55	9.28	7.14	5.66
<i>Brunellia mexicana</i>	10.7	3.25	0.029	7.18	5.79	2.38	5.11
<i>Eugenia xilitlensis</i>	6	0.25	0.026	0.55	5.22	7.14	4.31
<i>Alsophila firma</i>	3.3	1.25	0.021	2.76	4.23	4.76	3.91
<i>Bejaria aestuans</i>	6	0.25	0.011	0.55	2.08	7.14	3.25
<i>Heliocarpus americanus</i>	8	0.5	0.008	1.104	1.59	4.76	2.48
<i>Psychotria berteriana</i>	4	0.25	0.002	0.55	0.41	4.76	1.908
<i>Miconia moorei</i>	4.5	0.5	0.003	1.104	0.66	2.38	1.38



### BMM de *Quercus-Clethra*:

Esta asociación se desarrolla sobre laderas protegidas en pendientes de 20-30°. Está constituida con 5 de las 45 especies determinadas. La densidad arbórea es de 28 ind/400m<sup>2</sup>, de los cuales *Quercus laurina* es la que presenta mayor densidad (85.7%). Basado en los IVI (Tabla 8), el género *Quercus* (VI=34.36) en conjunto es dominante (*Quercus laurina* (VI= 23.37) y *Quercus xalapensis* (VI= 10.98)). Sin embargo, *Clethra mexicana* (V.I.=21.42) es la segunda especie con VI más alto.

El arbolado está formado por tres sub-estratos bien diferenciados, con una cobertura que oscila entre continua a traslapada (Fig. 21). El sub-estrato alto ocupa un intervalo de entre 23.5ya 27 m, con una cobertura dispersa, está dominado completamente por *Quercus laurina*. El segundo estrato tiene un intervalo de 10 a 18 m de alto con un dosel continuo. Aquí se encuentran las especies *Quercus laurina*, *Quercus xalapensis* y *Clethra mexicana*. El sub-estrato arbóreo bajo se desarrolla de los 2.5 a los 7.5 m, es el que cuenta con un mayor número de individuos y una cobertura continua. Las especies características del tercer estrato son *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (VI=9.04), *Styrax glabrescens* (VI=7.6) y *Quercus laurina*.

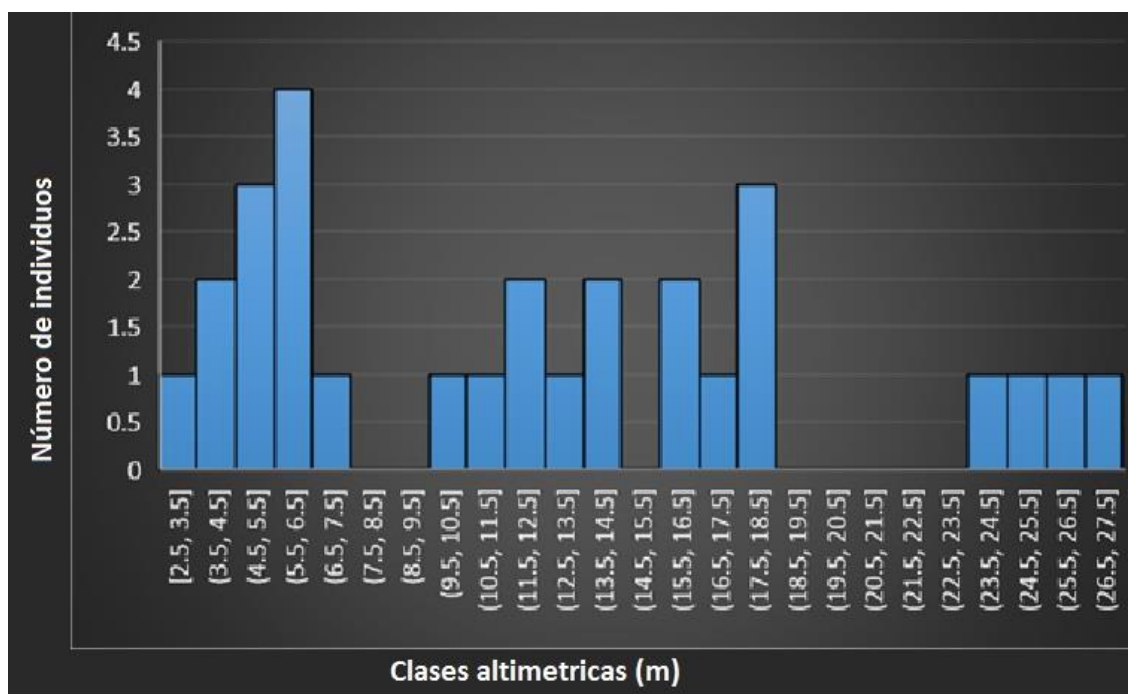


Figura 21: Distribución de clases altimétricas en el BMM de *Quercus-Clethra*.

Las clases diamétricas más estrechas son las que muestran una mayor cantidad de individuos (Fig. 22). La forma en que se distribuyen las clases diamétricas se deben a la alta tasa de reclutamiento de *Quercus laurina*, con apenas unos cuantos individuos de talla grande.



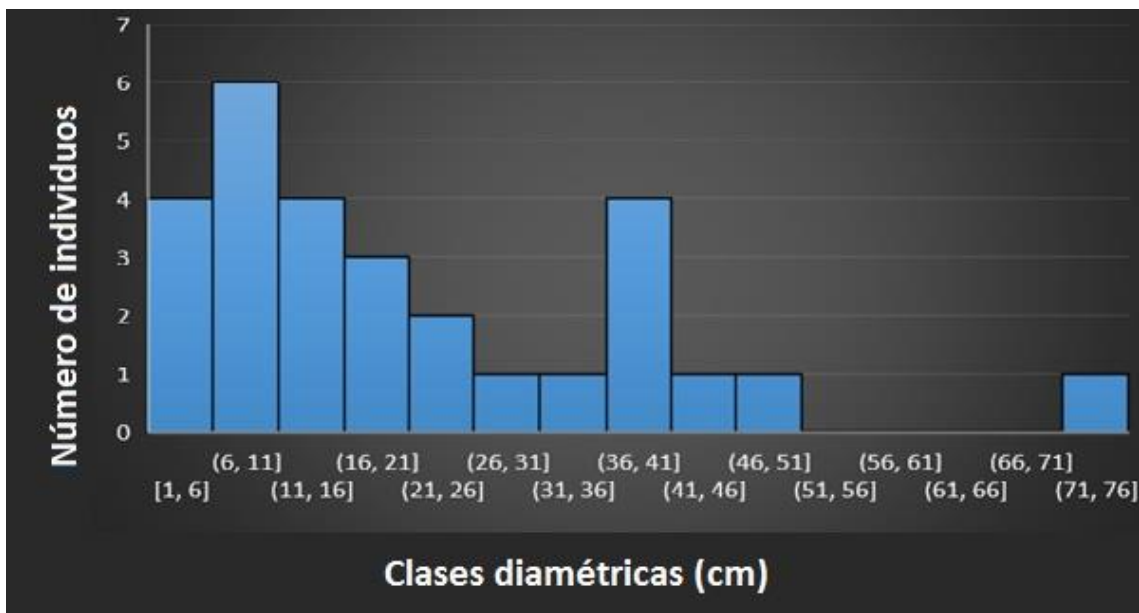


Figura 22: Distribución de clases diamétricas en el BMM de *Quercus-Clethra*.

El componente arbustivo llega a tener 4 m de alto y suele coincidir con el arbóreo bajo. Tiene una cobertura relativa de 30%. Tres especies de este estrato son las dominantes (60% de cobertura): *Miconia moorei*, *Trema micrantha* y *Odontonema callistachyum*. Por otra parte, en el sotobosque existe alta presencia de tocones, además de un gran número de plántulas principalmente de *Quercus laurina* y *Quercus xalapensis*

Tabla 8: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m<sup>2</sup>, valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación *Quercus-Clethra*.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Quercus laurina</i>	12.9	24	0.0827	21.42	35.49	13.18	23.37
<i>Clethra mexicana</i>	17	1	0.1016	0.89	43.61	19.78	21.42
<i>Quercus xalapensis</i>	13	1	0.0286	0.89	12.29	19.78	10.98
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	6	1	0.0151	0.89	6.46	19.78	9.04
<i>Styrax glabrescens</i>	4	1	0.0049	0.89	2.13	19.78	7.602

De esta vegetación se presentan parches cuya estructura ha sido totalmente trasformada y está representada solamente por arboles de sombra para el aprovechamiento pecuario, con apenas unos cuantos individuos de gran tamaño. La regeneración natural propicia que la riqueza y cobertura de especies recurrentes del estrato arbustivo sea alta.



### BMM de *Liquidambar* (secundario)

Se encuentra en zonas cercanas a los asentamientos urbanos. Se compone de 4 individuos de *Liquidambar styraciflua* (Tabla 9). Con sólo un estrato arbóreo alto de 18 a 24 m, y una cobertura del 60%. es la especie dominante con un VI de 100%. Por otro lado, el estrato arbustivo tiene una cobertura intermedia, donde destacan *Conostegia xalapensis*, *Vaccinium leucanthum* y *Lepidaploa tortuosa* con el 60% de cobertura. Además, también se encuentran *Psychotria berteriana*, *Neomirandea araliifolia*, *Bartlettina sordida*, *Morella cerifera* y *Psidium guajava*.

Tabla 9: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m<sup>2</sup>, valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación *Liquidambar* secundario.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Liquidambar styraciflua</i>	22.5	4	0.0041	100	100	100	100

### BMM de *Quercus* (secundario)

Se distribuye en las zonas de mayor paso entre potreros y asentamientos urbanos. Se registraron 5 individuos de *Quercus germana* (Tabla10), Tiene un estrato arbóreo alto con intervalo de 12 a 16 m de alto y una cobertura interrumpida de cerca de 50%. Los arbustos tienen una situación favorecida, puesto que alcanzan hasta 80% de cobertura, las principales especies son *Moussonia deppeana*, *Conostegia xalapensis*, *Jacobinia chrysostephana*, *Zinowiewia concinna*, *Odontonema callistachyum*, *Senecio angulifolius*, y *Dendropanax arboreus*- Por otra parte, se presentaron plántulas de *Liquidambar styraciflua*, *Clethra occidentalis*, *Citrus sinensis*, *Heliocarpus americanus* y *Zinowiewia concinna*.

Tabla 10: Valores promedio de altura (h), área basal (AB), número de individuos # de ind/400 m<sup>2</sup>, valores relativos de Densidad (Den R), Dominancia (Dom R), Frecuencia (Frec R); e Índice de Valor de importancia, de las especies de la asociación *Quercus* secundario.

Especie	h	# de ind	AB	Den R	Dom R	Frec R	IVI
<i>Quercus germana</i>	14	5	0.3462	100	100	100	100



### Diversidad:

Como ya se indicó, la asociación de BMM *Quercus-Alchornea* es la que ocupa mayor proporción de terreno, y por ello, es la que cuenta con el mayor número de especies, lo que evidentemente se ve reflejado en la diversidad ecológica. En el resto de las asociaciones el índice de diversidad desciende abruptamente (Tabla 11).

Tabla 11: Valores de Diversidad alfa basado en Shannon y Jost.

	<i>Quercus-Alchornea</i>	<i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i>	<i>Clethra-Nectandra</i>	<i>Liquidambar-Zinowiewia</i>	<i>Quercus-Clethra</i>	<i>Liquidambar secundario</i>	<i>Quercus secundario</i>
<b>Shannon H</b>	2.967	1.402	1.771	2.064	0.6082	0	0
<b>Jost 1</b>	19.43	4.06	5.87	7.87	1.83	1	1

La asociación *Quercus-Alchornea* es 1.46 veces más diversa que la asociación de *Liquidambar* y, en el mismo sentido, es 2.3 y 3.7 veces más diversa que las asociaciones *Clethra-Nectandra* y *Coffea-Liquidambar-Alchornea*, respectivamente. A pesar de que la estimación hipotética dada por el valor de Jost en grado 1, es menor en todos los casos a la encontrada (a excepción de las asociaciones secundarias de *Liquidambar* y *Quercus*), la proporción en cuanto al número de especies se mantiene y manifiesta la diferencia de la riqueza específica entre las diferentes asociaciones.

En cuanto a la diversidad beta (Tabla 12), se observa que la tasa de recambio entre las diferentes asociaciones presenta un alejamiento casi gradual, donde, la asociación de *Liquidambar* ocupa una situación intermedia entre el bosque de *Quercus-Alchornea* y el resto de las asociaciones establecidas.

Tabla 12: Diversidad beta con base al índice de Wilson y Shmida.

	<i>Quercus-Alchornea</i>	<i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i>	<i>Clethra-Nectandra</i>	<i>Liquidambar-Zinowiewia</i>	<i>Quercus-Clethra</i>	<i>Liquidambar secundario</i>	<i>Quercus secundario</i>
<i>Quercus-Alchornea</i>	0						
<i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i>	0.72	0					
<i>Clethra-Nectandra</i>	0.68	0.66	0				
<i>Liquidambar-Zinowiewia</i>	0.57895	0.68	0.6	0			
<i>Quercus-Clethra</i>	0.78261	0.71	0.85	0.81	0		
<i>Liquidambar secundario</i>	0.95238	0.8	0.8	0.88	1	0	
<i>Quercus secundario</i>	0.95238	0.8	1	0.88	1	1	0



## DISCUSIÓN

Este estudio tiene un grado de confianza elevado, a pesar de no haber alcanzado la asíntota en el muestreo y en la completitud del inventario (Fig. 7). Se reconocieron 45 especies de importancia estructural en la zona de estudio. Sin embargo, a partir de la recolecta florística local se localizaron 77 especies arbóreas; el 14% del total de la flora (536 especies) (Fermín-Escobar *et al.*, en preparación). Cabe destacar que no todas estas especies conllevan la misma significancia en la estructura de la vegetación; por lo que las especies que no fueron obtenidas en el censo son consideradas especies raras, cuya importancia radica especialmente en la identidad florística local. Empero, considerando el total de especies leñosas (77) reportadas para la zona, este sobrepasa 37% a lo estimado por la curva de acumulación con base al modelo de Clench y entre el 0.8-57% con los estimadores no paramétricos. Considerando lo anterior, se concluyó que el muestreo resultó adecuado.

Las especies leñosas de la región (árboles, arbustos y trepadoras), censadas en un área total de 1.04 ha de un fragmento de BMM en la región de Xicotepec, fue el principal objetivo de muestreo del presente trabajo. Desde el punto de vista operativos se censaron 891 individuos, de las cuales se registraron 40 especies y cinco morfo especies arbóreas y trepadoras pertenecientes a 34 géneros y 28 familias en un total de 1.04 ha (área total de las UM). Si esta riqueza de árboles se compara con la obtenida en otros estudios realizados en BMM de la zona ecológica templado húmeda del Golfo de México, se observa que es 1.67 veces mayor a la región de Honey-Pahuatlán, Puebla (Reyes 2003, 17 especies de árboles/1666ha); 3.2 veces mayor a un fragmento de BMM en el municipio de Xico, Veracruz (García de la Cruz *et al.* 2013, 14 spp/6000 m<sup>2</sup>); 0.55 veces mayor en Copalillos, SLP. (Fortanelli-Martínez *et al.* 2014, 23 spp/área sin especificar) y aproximadamente del mismo orden que en Monte Grande en Lolotla, Hidalgo (Ponce-Vargas *et al.* 2006, 40 spp). En zonas del Pacífico, Santana *et al.* (2014) realizaron un muestreo en el BMM de las montañas de la provincia fisiográfica de la Sistema Volcánico Transversal de Michoacán, y obtuvieron un total de 57 spp. entre árboles y arbustos en un área de 1100 m<sup>2</sup>.

Esta variación en cuanto al número de especies en las distintas áreas de muestreo aquí mencionadas puede deberse a diversos aspectos, tales como las condiciones ambientales, heterogeneidad del área de estudio, frontera con otras comunidades vegetales, y de la propia historia en el manejo y aprovechamiento del suelo, entre otros (Rzedowski, 1996; Bravo-Bolaños, 2016). Es evidente que el BMM en Xicotepec, Puebla es privilegiado en riqueza de especies. Es probable que la posición de baja altitud, el gradiente de ladera y piedemonte, el de humedad y el impacto ambiental son los factores que seguramente propician tan elevada riqueza arbórea.

Sin embargo, independientemente de los factores que promuevan la alta riqueza de especies arbóreas, es importante señalar que el 68.8% de los árboles (31 especies) se encuentran en alguna categoría de riesgo, dentro de las cuales tres especies (*Zinowiewia concinna*, *Alsophila firma* y *Cyathea divergens* var. *tuerckeimii*) están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dos en la IUCN (*Conostegia arborea* y *Saurauia villosa*). De estas, que son las de mayor preocupación, *Zinowiewia* tiene su principal distribución en la Cinturón Volcánico Transmexicano, mientras que las demás son especies que se distribuyen en la SMO. Tal cantidad de taxones en distintas categorías de riesgo afirma el impacto negativo que prevalece en el BMM. Y por lo tanto es prioritario el proteger este tipo de





vegetación (CONABIO, 2010). Así, el valor biológico que agregan estas especies al BMM de Xicoteppec justificaría por sí mismo que el área de trabajo se decretase como una zona de reserva y protección.

De acuerdo con la composición de especies, el BMM de Xicoteppec, Puebla se diferencia de forma notable de otros BMM localizados en la región de las montañas del Golfo de México. Verbigracia, con Xico, Veracruz (García-De la Cruz *et al.*, 2013), comparte cinco especies y ocho géneros (de 14 especies y 12 géneros), con Copalillos, San Luis Potosí (Fortanelli-Martinez *et al.*, 2014) se comparte siete especies y siete géneros de los que describen como estructuralmente importantes. En general elementos como *Liquidambar styraciflua*, *Quercus germana*, *Quercus xalapensis* y *Myrsine coriacea* son característicos del BMM de la SMOr y, además, estas especies que comparten valores de importancia altos en diferentes estudios (García-De la Cruz *et al.*, 2013; Fortanelli-Martinez *et al.*, 2014).

Evidentemente, la similitud florística tiende a disminuir conforme se compara con BMM de regiones distantes (Ruiz-Jiménez, *et al.*, 2012). Así, en el occidente de la Cinturón Volcánico Transmexicano, se comparten dos especies y seis géneros con Michoacán (Santana *et al.*, 2014) y dos especies y siete géneros con Valle de Bravo (López-Pérez *et al.*, 2011). Sin embargo, llama la atención cuando la disimilitud ocurre inclusive en áreas relativamente cercanas, aspecto que es común de observar en este tipo de formación vegetal en México (Ruiz-Jiménez *et al.*, 2012; Alcántara y Luna-Vega, 1997), y que apoya la hipótesis del proceso de vicarianza en esta formación vegetal (Luna-Vega y Alcántara-Ayala, 2001)

Por otra parte, las diferencias florístico-estructurales (IVI) permitieron la separación de diferentes asociaciones en el BMM estudiado. La vegetación local está caracterizada por presentar variaciones en el ensamblaje de las especies debido principalmente a la influencia de dos factores, (1) por un lado, la variación topológica (heterogeneidad espacial) que obliga a un acoplamiento natural de las especies de acuerdo con las diferencias micro ambientales: Por ejemplo, a) *Quercus-Alchornea* en sitios de contraladeras y cañadas. b) *Liquidambar-Zinowiewia* en sitios más expuestos y (2) por otra parte, una alta intervención antrópica, debido a la cercanía de la mancha urbana (*Liquidambar-Zinowiewia*, *Clethra-Nectandra* y *Coffea-Liquidambar-Alchornea*), la presencia de potreros (*Liquidambar* y *Quercus* secundarios) y evidencias de cultivo de café (*Coffea-Liquidambar-Alchornea* y *Liquidambar-Zinowiewia*), lo que altera considerablemente las características estructurales y dinámica de la vegetación al favorecer la dominancia de ciertas especies en cada caso de impacto.

El índice de Shannon a pesar de concordar con los datos de Jost y las especies observadas, no muestra una diferencia real entre las diferentes asociaciones, por lo que subestima la riqueza de las mismas. Mientras que el analizar la diversidad de las asociaciones, en términos del número efectivo de especies, permitió tener una mejor interpretación de la diferencia entre las mismas. Se observa que el BMM de *Quercus-Alchornea* es la asociación con mayor diversidad y la más ampliamente representada, mientras que el resto de las asociaciones mencionadas son puntuales, o de menor amplitud espacial, y muestran valores bajos de diversidad, lo que induce a pensar que son secundarias. Chao y Shen (2003) mencionan que, si una comunidad está submuestreada, los estimadores de diversidad basado en la cobertura de la muestra darán valores notablemente más altos que los de la diversidad observada: la afirmación de estos autores puede explicar la diferencia de los valores de



diversidades entre el BMM *Quercus-Alchornea* y las demás asociaciones descritas. No obstante, también denota una mayor complejidad estructural, la cual evita la dominancia uniespecífica, y no una heterogeneidad ambiental y variabilidad fisonómica capaz de albergar más especies.

Los resultados de diversidad alfa concuerdan también con los valores de diversidad beta, los cuales permitieron inferir que las asociaciones secundarias con *Quercus* y *Liquidambar* presentan mayor recambio con respecto al resto de las asociaciones, puesto que sólo comparten una especie arbórea entre sí. El hecho de que, el bosque de *Liquidambar* haya presentado los valores más bajos de diversidad beta (con respecto al de *Quercus-Alchornea*), se puede explicar por el reconocido papel de esta especie para facilitar la recuperación de la cobertura vegetal (Ramírez y Bamonde, 2005), lo que se comprueba con el alto número de individuos de talla menor que se observaron, indicando que es un bosque en recuperación y cercano al bosque *Quercus-Alchornea*, el cual alberga cubiertas vegetales con diferentes etapas de madurez.

En este sentido, ciertas UM de la asociación de *Quercus-Alchornea* son consideradas como representativas de la comunidad madura. Por el contrario, la mayoría de las asociaciones que se reconocen, presentan una tendencia en la distribución de clases diamétricas de “J” invertida. Este patrón se reconoce comúnmente para escenarios donde, debido a un alto grado de impacto, existe un proceso de regeneración. Sin embargo, por sí mismo no explica en su totalidad los resultados obtenidos en el área estudiada. Verbigracia, Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel (2012), señalan que la distribución de “J” corresponde al patrón típico de especie tolerantes o semi-tolerantes a la sombra, en el que los individuos jóvenes que se desarrollan en altas densidades en sitios de alta riqueza, compiten por recursos, lo cual conduce a la eliminación de los individuos de especies menos competitivas con el tiempo. Lo que conlleva a una configuración donde los individuos jóvenes son abundantes. En este sentido, por ejemplo, la familia Fagaceae tiene este comportamiento (Muñiz-Castro, 2013).

Otro patrón relacionado con la distribución diamétrica en forma de “J” invertida es la temporalidad del establecimiento de plántulas. Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel (2012), mencionan que *Quercus crassipes*, al establecerse en diferentes lapsos de tiempo, genera una alta densidad de juveniles con una disminución logarítmica a medida que aumenta el tamaño de los diámetros. Otro patrón de dispersión con esta tendencia se observa con *Alchornea latifolia*, la cual produce una gran cantidad de semillas, las cuales generan una alta descendencia. Sin embargo, después se observa una disminución drástica en la densidad de individuos conforme las tallas diamétricas incrementan (Jhon, 1993)

Las diferencias estructurales y de composición de especies que se observa en las asociaciones generan una mayor riqueza funcional y se caracterizan por presentar variantes de un “mosaico sucesional” (*sensu* García-De la Cruz *et al.*, 2003), donde la generación de varios tipos de uso de suelo (ganadero, forestal, fruticultura, bordes de bosque, viaria, acahuales y en distintas etapas de madurez) son los componentes principales del paisaje.

Considerando lo anterior, las asociaciones del BMM relicto estudiadas en Xicotepec, Puebla muestran estados multidireccionales, tanto de regeneración como de impacto, influenciados por los factores expuestos en los párrafos anteriores. Ello conlleva a observar los diferentes ensamblajes de especies que se relacionan con la recuperación de la cobertura vegetal en las zonas limítrofes con la actividad



humana o con diferentes grados de explotación en la comunidad madura (extracción hormiga de madera y de especies de importancia comercial), donde la frecuencia e intensidad con que se han dado los disturbios y su severidad (manejo), son los elementos que influyen directamente en la regeneración del estrato arbóreo.

Para poder observar las relaciones que guardan entre sí las diferentes asociaciones del BMM, se construyó un modelo de flujo, tomando como supuesto el análisis de agrupamiento y los resultados analizados de clases diamétricas y de diversidad (Fig. 23). En este sentido, se puede observar una serie de tendencias, que se reconocen por la composición florística y estructural, limitadas por sus características históricas y ambientales.

De acuerdo con lo expresado y teniendo en cuenta la heterogeneidad de la vegetación, que van desde potreros a bosques maduros, Aide *et al.* (1996), Holl (1999), Cubiña y Aide (2001), indican que la regeneración de potreros está ligada a especies anemócoras, principalmente mencionan a *Liquidambar styraciflua*, *Clethra mexicana*, *Carpinus caroliniana*, *Alnus* spp., *Heliocarpus* spp., entre otras, y que además, son tolerantes a la luz; estas especies se encuentran en las asociaciones más perturbadas de la zona de estudio (*Liquidambar-Zinowiewia*, *Clethra-Nectandra* y algunos bosques jóvenes que se agruparon en *Quercus-Alchornea*). Por otra parte, se ha identificado a *Liquidambar styraciflua*, como tolerante a diferentes tipos de compactación de suelo (Pedraza y Williams-Linera, 2003), por ganado, por ejemplo, lo cual añade aún más valor a esta especie como promisoras en la regeneración.

La colonización de estas especies, genera proceso de facilitación en el establecimiento de otras poco tolerantes (al menos en etapas juveniles) a las condiciones de sitios abiertos (Ramírez-Bamonde, 2005), que se caracterizan por mayor oscilación térmica, menor cantidad de materia orgánica edáfica, mayor impacto eólico, diferentes grados de compactación edáfica, mayor competencia inter-específica con elementos herbáceos y arbustivos, entre otros elementos (Pedraza y Williams-Linera, 2003; Posada *et al.*, 2000; Ramírez-Marcial *et al.*, 2005; Guevara y Laborde, 1993). Aunado a lo anterior, Ramírez-Marcial (2005) indica que *Quercus germana* y *Quercus xalapensis* se pueden establecer también en lugares de luz directa. Por lo tanto, no es ajeno, el suponer que la regeneración de la asociación *Quercus*-secundario, anteceda directamente a especies de *Clethra* spp. y *Liquidambar styraciflua* (Fig. 8).

De acuerdo con Saldaña (2001) *Zinowiewia concinna* puede colonizar sitios abiertos y soleados, sin embargo, su permanencia en la comunidad, disminuye a medida que aumenta la madurez del sistema. Algo parecido ocurre con *Alchornea latifolia*, que muestra una alta tasa de colonización en claros y bordes de bosque, sin embargo, su abundancia disminuye al competir con otras especies de estadios maduros (Jhon, 1993). Esto último coincide con lo observado en el área estudiada, puesto que la mayoría de individuos que se encontraron han sido de DAP grande de *Alchornea latifolia* en la asociación de *Quercus-Alchornea*, por lo que principalmente se establece como una especie dominante a sub-dominante de dosel bajo, mientras que *Zinowiewia concinna* es codominante del dosel arbóreo junto con *Liquidambar styraciflua* en etapas secundarias. Al favorecer un microclima apropiado para el establecimiento de especies menos tolerantes a condiciones abiertas, se observa que la sucesión es más abrupta cuando han colonizado especies pioneras que entre no pioneras (claros y bordes de bosque) (Muñiz-Castro, 2008; Brown, 1992). Por lo contrario, las especies esciófilas



producen semillas grandes transportadas por gravedad o animales (Muñiz-Castro, 2013) y suelen estar presentes en las etapas tardías de sucesión. Estas pertenecen a familias como Fagaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Podocarpaceae y Symplocaceae, entre otras

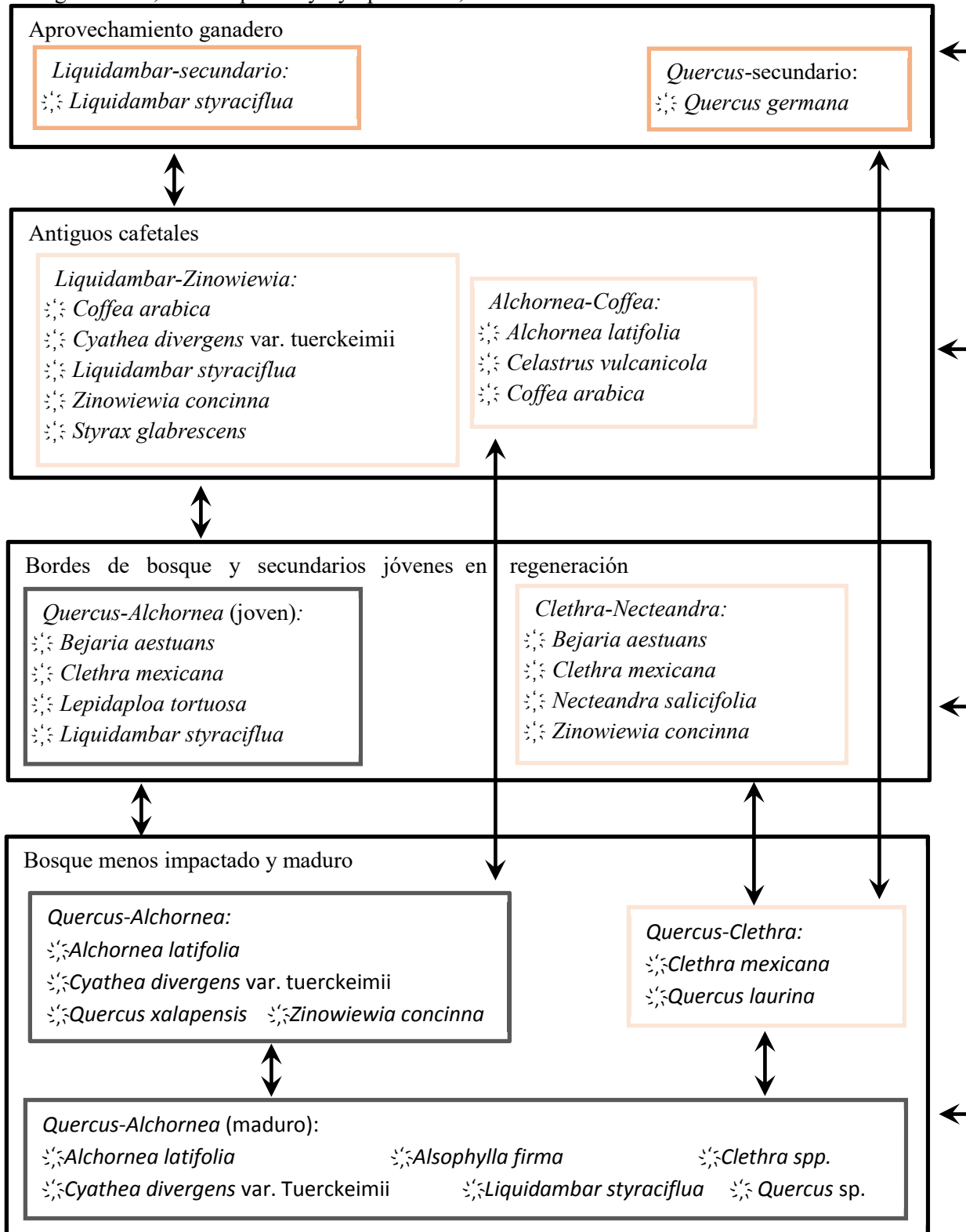


Figura 23: Propuesta del flujo de sucesión del BMM en Xicotepec de Juárez, Puebla, México.



En consecuencia, las asociaciones observadas en el presente trabajo muestran una respuesta a diversas influencias de impacto ambiental y regeneración. Que resultan en diversos grados de regeneración limitados por las diferentes fuentes de perturbación y buscan converger en una fisonomía madura y estable, aparentemente representada por la asociación *Quercus-Alchornea* en zonas de cañadas y pie de monte.



## CONCLUSIONES:

La vegetación de la Sierra norte de Puebla tienen un alto valor tanto biológico como por los servicios ecosistémicos que aporta a la sociedad, pero está entre las más pobremente estudiadas de México, y se distribuye en zonas de alto rezago social. La región estudiada presenta un alto grado de impacto, principalmente debido a la elevada tasa de cambio de uso de suelo y del cual resulta especialmente afectado el bosque mesófilo de montaña. Los efectos del disturbio se ven reflejados en la dominancia de especies secundarias en algunas asociaciones, tales como, *Zinowiewia-Liquidambar*, *Clethra-Nectandra* y bosque de aprovechamiento pecuario (*Liquidambar* y *Quercus* secundarios).

Por lo anterior, los datos generados en el presente trabajo conforman una importante aportación al conocimiento del estado en el que se encuentra este tipo de vegetación y pueden usarse para comprender aspectos de la estructura y dinámica del mismo. A pesar de que se considera que el BMM del área de Xicotepec de Juárez, Puebla, se encuentra en un estado de perturbación alarmante, puede recuperarse y conservarse con la implementación de un manejo apropiado sin necesidad de afectar las actividades económicas de la región y los servicios ecosistémicos.



## LITERATURA CITADA:

Aide, T. M.; J. K. Zimmerman; M. Rosario & H. Marcano. 1996. Forest recovery in abandoned cattle pastures along an elevational gradient in Northeastern Puerto Rico. *Biotropica* 28:537-548.

Alcántara, O. & I. Luna-Vega. 1997. Florística y análisis biogeográfico del bosque mesófilo de montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 68:57-106.

Alcántara, O. & I. Luna-Vega. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 54:51-87.

Almeda F. 1993. Melastomataceae. 10:1-38. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

Anta-Fonseca, S.; C. Galindo-Leal; F. González-Medrano; P. Koleff; J. A. Meave; H. Moya-Moreno & A. Victoria-Hernández. 2010. IX. Sierra Norte de Oaxaca. En: Toledo-Aceves, T. (Coord.). *El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. Conabio. México, pp. 108-115.

Ávila Sánchez, P.; A. Sánchez-González & C. Catalán-Everástico. 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.

Bárcena A. 1981. Clethraceae. Fascículo 15:1-20. En: Sosa V. Ed. *Flora de Veracruz*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa.

Bravo-Bolaños, O.; A. Sánchez-González; J. A. de Nova-Vazquéz & N. P. Pavón-Hernández. 2016. Composición y estructura arbórea y arbustiva de la vegetación de la zona costera de Bahía de Banderas, Nayarit, México. *Botanical Sciences*. 94 (3):1-21.

Brown, V. K. 1992. Plant succession and life history strategy. *Trends Ecol. Evol.* 7 143-144.

Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 185-228.

Carranza-González E. 1993. Styracaceae. 21:1-14. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

Carranza-González E. 1995. Betulaceae. 39:1-22. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

Carranza-González E. 2014 (1). Myricaceae. 189:1-8. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

Carranza-González E. 2014 (2). Myrsinaceae. 182:1-34. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.



Cartujano, S.; S. Zamudio; O. Alcántara & I. Luna-Vega. 2002. El bosque mesófilo de montaña en el municipio de Landa de Matamoros, Querétaro, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 70:13-43.

CEFP. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. 2001. El Mercado de Café en México. Palacio Legislativo de San Lázaro. D.F. 35 pp.

Cerón Carpio, A.; M. Arreguín-Sánchez & R. Fernández-Nava. 2006. Listado con anotaciones de las pteridofitas del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México y distribución de las especies en los diferentes tipos de vegetación. *Polibotánica*. 021: 46-60.

Cerón-Carpio, A. B.; J. L. Contreras-Jiménez & V. H. De Gante-Cabrera. 2012. Inventario pteridoflorístico del área de protección de recursos naturales “cuenca hidrográfica del río Necaxa”, porción Puebla, México. *Polibotánica*. 33: 41-55

Challenger, A. 1998. Utilización de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología, UNAM y Agrupación Sierra Madre. 847 pp.

Chao, A. & T. J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10:429-433.

CITES. The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2017. Apéndices I, II y III. 76 pp. Activo en: <https://cites.org/sites/default/files/notif/S-Notif-2016-068-A.pdf>

CONABIO. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. CONABIO. 197 pp. México D.F., México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2014. APRN Cuenca Hidrológica del Rio Necaxa. Activo 30 de Julio del 2014 En: [http://regiongolfodemexico.conanp.gob.mx/rionecaxa.php#.U-wzU\\_15NHM](http://regiongolfodemexico.conanp.gob.mx/rionecaxa.php#.U-wzU_15NHM)

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2013. Estudio previo justificativo para la modificación de la Declaratoria del área de protección de Recursos Naturales “Zona Protectora Forestal Vedada Cuenca Hidrográfica del Rio Necaxa” ubicada en los estados de Hidalgo y Puebla. México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 121 pp.

Cubiña, A. & T. M. Aide. 2001. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. *Biotropica* 33:260-267.

Curtis J. T. & McIntosh R. P. 1951. An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496. En: Zarco-Espinosa, VM; J. I. Valdez-Hernández; G. Ángeles-Pérez; & O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.





Escutia-Sánchez, J. 2004. Análisis estructural del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande de Lolotla, Hidalgo, México. Tesis, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 98 p.

Fermín-Escobar, J. [ y A. Romero-Santamaría]. En preparación. Diagnóstico Florístico del Bosque Mesófilo de Montaña y áreas impactadas del municipio de Xicotepac de Juárez, Puebla, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores. UNAM.

Fortanelli-Martínez, J.; J. García-Pérez & P. Castillo-Lara. 2014. Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de copalillos, San Luis Potosí, México. *Acta Botánica Mexicana*. 106: 161-186.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. Serie Libros. Num. 6. 90pp.

García-De La Cruz, Y.; L. A. Olivares-López & J. M. Ramos Prado. 2013. Estructura y composición arbórea de un fragmento de bosque mesófilo de montaña en el estado de Veracruz. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 19: 91-101

García-Franco, J.; G. Castillo-Campos; K. Mehlreter; M. Martínez & G. Vázquez. 2008. Composición florística de un bosque mesófilo del centro de Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 83:37-52.

González-Elizondo, M. S. & M. González-Elizondo. 2014. Ericaceae. 183:1-128. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

González-Villareal, L. M. 1996. Clethraceae. 47:1-18. En: Rzedowski J. & Calderón G. Eds. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

González-Espinosa, M.; J. A. Meave; F. G.; Lorea-Hernández; G.; Ibarra-Manríquez; A. & Newton. C. 2011. *The Red List Of Mexican Cloud Forest Trees*. Flora y Fauna International, Cambridge, UK. 149 pp.

Gual-Díaz, M., & González-Medrano, F. (2014). Los bosques mesófilos de montaña en México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 19(1), 91-101.

Guevara, S. & J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108:319-338.

Hamilton, L.S.; J.O. Juvik & F.N. Scatena. 1995. *Tropical Montane Cloud Forests*. Ecological Studies. 110pp.

Hammer, O.; Harper D. A. T. & Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for eucation and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

Holl, K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica* 31:229-242.



Hopkins, B. 1955. The Species-Area Relations of Plant Communities, *J. Ecol.*, 43: 409-426. En: Matteucci, S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los estados americanos, U.S.A. 168 pp.

<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21197a.html>.

INAFED. Instituto Federal para Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2010. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. 08/10/2015. en

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2007. Serie IV Uso de suelo y vegetación, escala 1/1,000,000. INEGI. México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Xicotepetl, Puebla. INEGI. México.

Jano-Tolama H. R. & A. R. Andrés-Hernández. 2011. Diversidad de pteridofitas de la localidad la gloria en Apulco, Puebla, México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo*. 2(3): 38-50.

Jhon K., F. 1993. *Alchornea latifolia* Achiotillo. SO-ITF-SM-60. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5p.

Jiménez-Valverde A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363-375.

López-Ferrari, A. R. 1993. Araliaceae. 20:1-16. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.

López-Gómez, A. M. y Williams-Linera, G. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. (78) 7-15 pp.

López-Pérez, Y.; J.D. Tejero-Díez; A. N. Torres-Díaz & I. Luna-Vega. 2011. Flora del bosque mesófilo de montaña y vegetación adyacente en Avándaro, Valle de Bravo, Estado De México, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (88) 35-53 pp.

Lot A. & F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México. A.C. México D.F. 142 pp.

Luna-Vega, I. & Alcántara Ayala, O. 2001. Análisis de simplicidad de endemismos (PAE) para establecer un modelo de vicarianza preliminar del bosque mesófilo de montaña mexicano. En: Llorente, J. & J. J. Morrone. 2001. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Facultad de Ciencias UNAM. México. DF. 1era Edición. 277 pp.



- Luna-Vega, I.; L. Almeida-Leñero; L. Villers & L. Lorenzo. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficas del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 48:35-63.
- Luna-Vega, I.; S. Ocegueda & O. Alcántara. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 65:31-62.
- Martínez, M. Á.; Evangelista, V.; Basurto F.; Mendoza M. & Cruz-Rivas A. 2007. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(1), 15-40.
- Matteucci, S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los estados americanos, U.S.A. 168 pp.
- Moreno, C. E.; F. Barragán; E. Pineda; & N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1249-1261.
- Muñiz-Castro M. A. 2008. Sucesión secundaria y establecimiento de especies arbóreas nativas para restauración de Bosque Mesófilo De Montaña en potreros abandonados del centro de Veracruz. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz. 1:174.
- Nee M. 1985. Brunelliaceae. Fascículo 44:1–8. En: Sosa V. Ed. Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa.
- Olvera-Vargas, M. & B.L. Figueroa-Rangel. 2012. Caracterización estructural de bosques montanos dominados por encino en el centro-occidente de México. *Ecosistemas*. 21 (1-2): 74-84
- Pedraza, R.A. & G. Williams-Linera. 2003. Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest. *New Forests* 26:83-99.
- Ponce-Vargas, A.; I. Luna-Vega, O. Alcántara & C.A. Ruiz-Jiménez. 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:177-190.
- Posada, J. M.; J. M. Aide; & J. Cavelier. 2000. Cattle and weedy shrubs as restoration tools of tropical montane rain forest. *Restoration Ecology* 8: 370-379.
- Ramírez-Bamonde, E.S.; L.R. Sánchez-Velásquez & A. Andrade-Torres. 2005. Seedling survival and growth of three species of mountain cloud forest in Mexico, under different canopy treatments. *New Forests* 30: 95-101.
- Ramírez-Marcial, N.; A. Camacho-Cruz & M. González-Espinosa. 2005. Potencial florístico para la restauración de bosques en Los Altos y Montañas del Norte de Chiapas. En: González-Espinosa M., Ramírez-Marcial N., Ruiz-Montoya L. (Coordinadores). 2005. *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza y Valdés, ECOSUR, COCyTECH. México, D.F. 484 p. pp. 325-365.



Ramírez-Marcial, N.; M. González-Espinosa & G. Williams-Linera. 2001. Antropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forest in Chiapas, México. *Forest Ecology and Management* 154:311-326.

Reyes, M. 2003. Estudio de la vegetación en los municipios de Honey y Pahuatlán de la sierra Norte de Puebla, Puebla. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 81 p...

Ruiz-Jiménez, C. A.; J. Escutia; N. Mejía-Domínguez & P. Mendoza. 2005. Estructura y composición de la vegetación sobre un trazo carretero: un estudio en un bosque amenazado. *Memorias del I Simposio Ecología, manejo y conservación de los ecosistemas de montaña en México*, 17-18.XI.2005, Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz.

Ruiz-Jiménez, C. A.; O. Téllez-Valdés & I. Luna-Vega. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(4), 1110-1144.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 pp.

Saldaña, A. M. A. 2001. Dinámica y patrones de establecimiento de especies del Bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, División de estudios de Postgrado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 78 p.

Sánchez-González, A. & L. López-Mata. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*. 74(1): 47-71.

Sánchez-Vindas P. E. 1990. Myrtaceae. Fascículo 62:1–141. En: Sosa V. Ed. *Flora de Veracruz*. Instituto de Ecología, A.C. y University of California–Riverside, Xalapa.

Santana, G.; M. Mendoza; V. Salinas; D. Pérez-Salicrup; Y. Martínez & I. Aburto. 2014. Análisis preliminar de la diversidad y estructura arbórea-arbustiva del bosque mesófilo en el Sistema Volcánico Transversal de Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85 (4), 1104–1116.

SEDESOL. Secretaria de Desarrollo Social. 2010. Unidad de microrregiones: cédulas de información municipal (SCIM). Consultado en: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=pdzp&ent=21&mun=197>

SEMARNAT. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, 30 de diciembre de 2010. 78 pp.



- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2015. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), 21 de diciembre de 2015. 87 pp.
- SGM. Servicio Geológico Mexicano. 2013. Panorama Minero del Estado de Puebla. Panorama minero de los estados. Secretaría de economía. 42 pp.
- Soejarto D. D. 1984. Actinidiaceae. Fascículo 35:1–28. En: Gómez–Pompa A. Ed. Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa.
- Sosa V. 1979. Araliaceae. Fascículo 8:1–41. En: Gómez–Pompa A. Ed. Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa.
- Standley, P. C. 1946-1975. Flora of Guatemala. Fieldiana: Botany 1-24.
- Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. CONABIO - Universidad Nacional Autónoma de México. 40 pp. México, D.F.
- Villaseñor, J. L.; & E. Ortiz. 2013. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad s/n.
- Visita Xicotepec. 2017. Sitio Web. En: [visitaxicotepec.com/datos-del-municipio-de-xicotepec](http://visitaxicotepec.com/datos-del-municipio-de-xicotepec) (activo 13 de enero del 2017).
- Werff van den H. 1997. Lauraceae. 56:1-58. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.
- Zamudio S. 2002. Podocarpaceae. 105:1-11. En: Rzedowski J. y Calderón G. Eds. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro.



## APÉNDICE. Lista de especies.

Tabla 13: Especies presentes en cada asociación del BMM divididas en árboles y arbustos.

Especie/Familia	<i>Quercus-Alchornea</i>	<i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i>	<i>Clethra-Nectandra</i>	<i>Liquidambar-Zinowiewia</i>	<i>Quercus-Clethra</i>	<i>Liquidambar-secundario</i>	<i>Quercus-secundario</i>
<b>ARBOLES:</b>							
<b>ACTINIDIACEAE</b>							
<i>Saurauia villosa</i> DC.	1						
<b>ADOXACEAE</b>							
<i>Sambucus nigra</i> L.	1						
<b>ALTINGIACEAE</b>							
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	1	1	1	1		1	
<b>ARALIACEAE</b>							
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	1						
<b>ASTERACEAE</b>							
<i>Lepidaploa tortuosa</i> (L.) H.Rob.	1						
liana compuesta	1						
<b>BETULACEAE</b>							
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	1						
<b>BRUNELLIACEAE</b>							
<i>Brunellia mexicana</i> Standl.				1			
<b>CANNABACEAE</b>							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1						
<b>CELASTRACEAE</b>							
<i>Celastrus vulcanicola</i> Donn. Sm.	1	1					
<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell	1		1	1			
<b>CLETHRACEAE</b>							
<i>Clethra lanata</i> M.Martens & Galeotti		1	1	1			



<i>Clethra mexicana</i> DC.	1	1	1		1	
<i>Clethra occidentalis</i> (L.) Kuntze	1			1		
<b>CYATHEACEAE</b>						
<i>Alsophila firma</i> (Baker) D.S. Conant	1			1		
<i>Alsophila tryoniana</i> (Gastony) D.S. Conant	1					
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M. Tryon	1			1	1	
<b>ERICACEAE</b>						
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	1		1	1		
<i>Vaccinium leucanthum</i> Schldtl.	1		1			
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	1	1				
<i>Croton draco</i> Schldtl.	1			1		
<b>FABACEAE</b>						
<i>Inga edulis</i> Mart.	1					
<b>FAGACEAE</b>						
<i>Quercus germana</i> Schldtl. & Cham.	1	1		1		1
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	1				1	
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	1	1			1	
<b>LAURACEAE</b>						
<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees	1		1			
<b>MALVACEAE</b>						
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	1			1		
<b>MELASTOMATACEAE</b>						
<i>Conostegia arborea</i> Steud.	1					
<i>Miconia moorei</i> Wurdack				1		
<b>MYRICACEAE</b>						
<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	1					



<b>MYRSINACEAE</b>							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1						
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Eugenia xilitlensis</i> McVaugh	1		1	1			
<i>Psidium guajava</i> L.	1						
<b>PRIMULACEAE</b>							
<i>Ardisia compressa</i> Kunth	1						
Primulaceae sp	1						
<b>RUBIACEAE</b>							
<i>Psychotria berteriana</i> DC.	1			1			
<i>Coffea arabica</i> L.		1		1			
<b>RUTACEAE</b>							
<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	1	1					
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1						
<b>STAPHYLLACEAE</b>							
<i>Turpinia insignis</i> (Kunth) Tul.	1		1				
<b>STYRACEAE</b>							
<i>Styrax glabrescens</i> Benth.	1			1	1		
<b>URTICACEAE</b>							
<i>Myriocarpa longipes</i> Liebm.	1						
<b>ND</b>							
Bejuco sp 1 "palo de lluvia"	1						
Morfo especie árbol 1	1						
Morfo especie árbol 2	1						
<b>ARBUSTOS:</b>	<i>Quercus-Alchornea</i>	<i>Coffea-Liquidambar-Alchornea</i>	<i>Clethra-Nectandra</i>	<i>Liquidambar-Zinowiewia</i>	<i>Quercus-Clethra</i>	<i>Liquidambar-secundario</i>	<i>Quercus-secundario</i>
<b>ACANTHACEAE</b>							





<i>Jacobinia chrysostephana</i> (Hook. f.) Benth. & Hook. f.							1
<i>Odontonema callistachyum</i> (Schltdl. & Cham.) Kuntze					1		1
<b>ARALIACEAE</b>							
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.							1
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.w				1			
<b>ASTERACEAE</b>							
<i>Bartlettina sordida</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.							1
<i>Lepidaploa tortuosa</i> (L.) H.Rob.	1						1
<i>Neomirandea araliifolia</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.							1
<i>Senecio angulifolius</i> DC.		1					1
<b>CANNABACEAE</b>							
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		1		1	1		
<b>CELASTRACEAE</b>							
<i>Zinowiewia concinna</i> Lundell							1
<b>ERICACEAE</b>							
<i>Lyonia squamulosa</i> M. Martens & Galeotti	1	1					
<i>Morella cerifera</i> (L.) Small							1
<i>Vaccinium leucanthum</i> Schltdl.	1						1
<b>EUPHORBIACEAE</b>							
<i>Cnidoscolus multilobus</i> (Pax) I. M. Johnst				1			
<b>FABACEAE</b>							
<i>Inga edulis</i> Mart.	1						
<i>Inga jinicuil</i> Schltdl.				1			
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.				1			



<b>GESNERIACEAE</b>							
<i>Moussonia deppeana</i> (Schltdl. & Cham.) Klotzsch ex Hanst.							1
<b>LAURACEAE</b>							
<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees			1				
<b>MARATTIACEAE</b>							
<i>Marattia weinmanniifolia</i> Liebm	1						
<b>MELASTOMATACEAE</b>							
<i>Conostegia arborea</i> Steud.	1	1		1			
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.						1	1
<i>Miconia moorei</i> Wurdack	1			1	1		
<i>Miconia sylvatica</i> (Schltdl.) Naudin	1			1			
<b>MYRSINACEAE</b>							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1						
<b>MYRTACEAE</b>							
<i>Eugenia xilitlensis</i> McVaugh		1	1				
<i>Psidium guajava</i> L.						1	
<b>PIPERACEAE</b>							
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	1	1	1			
<b>RUBIACEAE</b>							
<i>Psychotria berteriana</i> DC.	1		1	1		1	
<i>Coffea arabica</i> L.		1		1			
<b>SOLANACEAE</b>							
<i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.		1					

