



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**“ESTUDIO DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN LAS  
BARRANCAS DE TONATICO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO”**

**TESIS PROFESIONAL**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**BIÓLOGA**

PRESENTA:

**KAREN MARGARITA GÓMEZ ROA**

DIRECTOR DE TESIS: DR. J. DANIEL TEJERO DÍEZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla,

Estado de México, México, 2013





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de licenciatura. Asimismo agradezco a todos y cada uno de los profesores que han contribuido en mi formación, no solo académica sino también personal.

A mi asesor, tutor y amigo el Dr. José Daniel Tejero Díez quien estuvo guiándome paso a paso con sabiduría, paciencia y dedicación a lo largo de este proyecto. Gracias por sus enseñanzas y por compartir su pasión por la botánica.

A mis sinodales, la Dra. Silvia Aguilar Rodríguez, la M. en C. Ma. Edith López Villafranco, la M. en C. Leonor Abundiz Bonilla y a la candidata a M. en C. Alin Nadyely Torres Díaz, a todas y cada una de ustedes, gracias por su tiempo y por su dedicación para revisar mi tesis, ya que cada una de sus observaciones y sugerencias ayudaron a mejorar este escrito.

A la Biól. Rosalinda Medina Lemos, por su apoyo en la revisión de los ejemplares del género *Bursera*, al Dr. Adolfo Espejo Serna por su contribución en la revisión de la familia Bromeliaceae y al Dr. Arturo Sánchez González por su colaboración en el análisis e interpretación de los datos ecológicos.

Al Sr. Guillermo Pedroza (Kaliman), al Sr. Daniel y en general a los habitantes de Tonatico, gracias por compartirnos sus conocimientos sobre los nombres, usos de las plantas y por enseñarnos las rutas para explorar las cañadas de la zona de estudio.

A mis colegas y amigos del laboratorio de botánica, por su apoyo tanto en el campo como en el laboratorio, por todos los momentos que compartimos ya que son recuerdos muy preciados para mí, de los cuales aprendí mucho de cada uno de ustedes: África, Enrique, Fernanda, Perla, Rosy y Viry. A Alin y Canek por su disposición para ayudarme en todo momento y por compartir sus experiencias y conocimientos. Todos ustedes han enriquecido este trabajo con sus sugerencias, comentarios, ideas y críticas.

Por último, esta tesis forma parte del proyecto “Diversidad de la flora y estructura de la vegetación en un gradiente de altitud: Región Terrestre Prioritaria Nevado de Toluca”, la cual es una investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IN214712. Agradezco a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

## **Agradecimientos personales**

A mi mamá y a Jessi, ya que aunque físicamente no estén aquí, me acompañan a cada momento y siempre están presentes en mi corazón. Donde quiera que estén se que algún día nos reencontraremos.

A mi papá, a mi abue y a mi tío Rudy, ya que no tengo palabras suficientes para agradecerles todo lo que me han enseñado y todo lo que me han dado, empezando por su amor incondicional y por hacerme la persona que soy el día de hoy.

A toda mi familia por su cariño, motivación y apoyo. En especial a mi tía Araceli, quien a pesar de la distancia siempre esta dispuesta a escucharme y a animarme para seguir adelante.

A Michele, quien ha sido una persona muy especial e importante en mi vida. Gracias por el tiempo compartido y por ser mi mejor amigo. He aprendido mucho a tu lado y tengo miles de momentos atesorados. Has sido un pilar muy imporante en mi vida. Gracias por estar ahí cuando te necesito. Sin ti esto no sería posible.

A todos mis amigos que han estado presentes de una u otra manera en la realización de este trabajo. Estoy segura que no podré nombrarlos a todos, así que ustedes saben bien quienes son ¡mil gracias a todos!

Por último, a la naturaleza quien ha sido mi inspiración.

## Índice

Resumen.....	1
Abstract .....	2
Introducción .....	3
Antecedentes .....	5
Hipótesis.....	6
Objetivos .....	6
Área de estudio .....	7
Ubicación geográfica .....	7
Fisiografía .....	9
Geología.....	11
Edafología.....	12
Clima.....	14
Hidrología .....	15
Vegetación.....	17
Método.....	17
Resultados .....	25
Composición florística .....	25
Distribución geográfica.....	26
Sinantropía de las especies .....	27
Especies que ameritan atención especial .....	28
Curva de acumulación de especies .....	29
Clasificación y ordenación .....	32
Descripción de las comunidades vegetales.....	35
Abundancia y diversidad de las especies .....	41
Discusión .....	45
En conclusión.....	54
Literatura citada .....	56
ANEXO I: Lista de flora arbórea .....	68
ANEXO II: Concentrado de valores relativos y altura de las especies .....	76
EXSÍCCATA .....	77

## Resumen

Con el objetivo de brindar elementos científicos para la potencial toma de decisiones en futuros programas de manejo de recursos, se realizó un estudio sobre la composición arborea y estructura de los remanentes del bosque tropical caducifolio (BTC) de la zona de barrancas del municipio de Tonicato, al suroeste del Estado de México. La zona de estudio muestra una fisiografía compleja que se encuentra entre los 1 500 y 1 800 m snm, con un clima cálido subhúmedo. Pertenece a la provincia florística cuenca del río Balsas, subcuenca alta del río Amacuzac (parte baja de la RTP 109 volcán Nevado de Toluca). La lista florística arborea está basada en la determinación de 106 especies de ejemplares recolectados entre los meses de agosto del 2010 a mayo del 2012. Las familias de especies arbóreas mejor representadas, con cinco o más especies son: Fabaceae (19 spp.), Burseraceae (9 spp.), Moraceae (7 spp.), Asteraceae (5 spp.), Euphorbiaceae (5 spp.) y Rubiaceae (5 spp.); en estas 6 familias se concentra el 47.17% del total de las especies encontradas. El BTC se caracterizó mediante un muestreo ecológico preferencial estratificado (por altitud y geformas), donde se dispusieron 12 unidades de muestreo de 400 m<sup>2</sup> cada una. A partir de valores estructurales de la vegetación (densidad, cobertura y frecuencia relativa), se realizó un análisis de clasificación y ordenación. Se censaron 568 árboles que pertenecen a 46 spp. Se distinguen cinco asociaciones vegetales: bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis*, bosque de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*, bosque de *Thouinia- Lysiloma- Juniperus*, bosque de *Pistacia- Juniperus – Celtis* y bosque de *Lysiloma*. Los ensamblajes de especies identificados responden a un gradiente de perturbación y a la topografía regional. La zona de estudio presenta una diversidad elevada de acuerdo al valor del complemento del índice de Simpson ( $1 - D = 0.9361$ ), sin embargo, los resultados indican que el BTC presenta un mosaico de asociaciones ligadas tanto al disturbio como a factores físicos.

**Palabras clave:** flora, vegetación, bosque tropical caducifolio, Tonicato, Estado de México.

## Abstract

In order to provide scientific evidence for the potential future decision making in resource management programs, we conducted a study on the composition and structure of arboreal tropical dry forest remnants (BTC) in Tonatico Canyon's, southwest of the State of Mexico. The study area shows a complex physiographic is between 1 500 and 1 800 m asl and, with a warm semihumid climate. Floristic province belongs to the Balsas River basin, upper river sub Amacuzac (RTP lower Nevado de Toluca volcano 109). The tree floristic list is based on the determination of 106 species of specimens collected between the months of August 2010 to May 2012. The families best represented tree species with five or more species are Fabaceae (19 spp.), Burseraceae (9 spp.), Moraceae (7 spp.), Asteraceae (5 spp.), Euphorbiaceae (5 spp.) And Rubiaceae (5 spp.); in these six families are concentrated 47.17% of species found. BTC was characterized by a preferential stratified ecological sampling (by altitude and landforms), where 12 units arranged sampling 400 m<sup>2</sup> each. From structural values of vegetation (density, cover and relative frequency), we performed a classification analysis and management. 568 trees were counted 46 belonging spp. It distinguishes five plant associations: forest *Juniperus-Leucaena-Celtis*, forest *Juniperus -Leucaena-Heliocarpus*, *Thouinia- Lysiloma- Juniperus*, forest, *Pistacia-Juniperus- Celtis* forest and *Lysiloma* forest. The identified species assemblages respond to a disturbance gradient and regional topography. The study area has a high diversity according to the value of the complement of the Simpson index ( $1 - D = 0.9361$ ), however, the results indicate that a mosaic of BTC associations linked both as to physical disturbance.

**Keywords:** flora, vegetation, tropical deciduous forest, Tonatico, State of Mexico.

## Introducción

México es reconocido como un país de alta diversidad biológica, en él se encuentran representados casi todos los tipos de vegetación del planeta. Villaseñor (2004) calcula que existen 23 424 especies de plantas vasculares naturales en el país, número que tendría que complementarse con 618 especies de plantas exóticas (Villaseñor y Espinosa, 1998), 891 musgos (Sharp *et al.*, 1994) y 604 hepáticas (Fulford y Sharp, 1990; Bischler-Causse *et al.*, 2005). Por ello, se ha calculado que México posee entre el 10 y 12% de la flora del mundo (Rzedowski, 1991). De acuerdo con las estimaciones hasta ahora publicadas, se encuentra en el cuarto lugar entre los países o regiones con más de 18 000 especies de plantas vasculares; de este número, se calcula que un poco más del 50% son especies endémicas al territorio y 3 de cada 4 lo son al área de Megaméxico 3 (Rzedowski, 1991; Toledo, 1994; Dirzo y Gómez, 1996; Magaña y Villaseñor, 2002).

Diversos autores atribuyen la alta riqueza de especies de México a la posición geográfica del país, su historia geológica y heterogeneidad ambiental (Ramamoorthy, 1993). De las diferentes regiones biológicas en las que México está dividido (Velázquez y Romero, 1999), la cuenca del río Balsas es una de las más sobresalientes. Para esta zona: Fernández *et al.* (1998) calcularon cerca de 4 446 especies de plantas, de las cuales 337 son endémicas de acuerdo con Rodríguez-Jiménez *et al.* (2005). Esta cuenca tiene una extensión aproximada de 112 320 km<sup>2</sup> y se caracteriza por ser una región con una topografía muy accidentada al estar limitada por la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) y la Sierra Madre del Sur, aspecto que provoca a su vez una variación climática y la existencia de varios tipos de vegetación, desde páramo de

altura, bosque de coníferas y de latifoliados, hasta matorrales xerófilos y bosques tropicales (Fernández *et al.*, 1998).

En esta región, el tipo de vegetación más extendido es el bosque tropical caducifolio, (Miranda, 1941; 1947), la cual resalta por la concentración de una gran variedad de especies de fauna y flora que, presentan adaptaciones muy particulares a las presiones climáticas subhúmedas (Olson y Dinerstein, 1998).

La cuenca del río Balsas se ha dividido en tres subregiones: alto, medio y bajo Balsas (figura 1). El área de estudio se encuentra en la porción alta y forma parte de la subcuenca del río Amacuzac. Esta última, nace en la vertiente oriental del volcán Nevado de Toluca (VNT), a partir del deshielo de los glaciares y la precipitación pluvial. Esto da lugar a escurrimientos superficiales y a una infiltración activa, que afloran en numerosos arroyos en la zona templada y semicálida baja del Estado de México (Guzmán-Ramírez, 2009), área donde se centra el presente estudio.

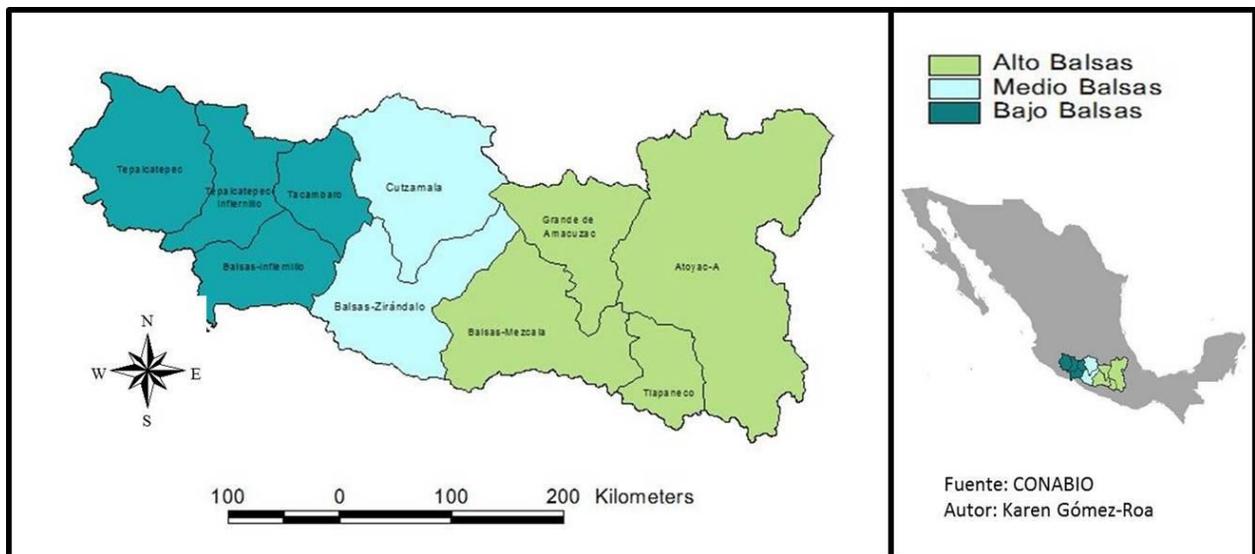


Fig.1. Ubicación de las subcuencas del río Balsas

## Antecedentes

Los primeros trabajos botánicos en la cuenca del río Balsas fueron realizados por Miranda (1947), quien describió las principales asociaciones vegetales y su distribución altitudinal. Soto (1987) enlistó las plantas medicinales. Villaseñor (1987) presentó una clave genérica de asteráceas para la cuenca. Guizar y Sánchez (1991) elaboraron una guía para el reconocimiento de los árboles del Alto Balsas. Fernández *et al.* (1998) calcularon la presencia de 4 442 especies de fanerógamas. Gómez-Serrano y Arreguín-Sánchez (2004) elaboraron una clave de pteridofitas y Rodríguez-Jiménez *et al.* (2005) enlistaron 337 especies de plantas vasculares endémicas.

Entre los estudios de flora existentes para la subcuenca del río Amacuzac referidos al bosque tropical caducifolio (BTC), se encuentran los de Torres y Navarrete (1986), que colectaron en el parque Cerro del Huixteco al norte de Taxco, Zepeda y Velázquez (1999) en la Sierra de Nanchititla, Galindo y Fernández (2002) realizaron un inventario de la flora del municipio Amacuzac, en el estado de Morelos, Martínez *et al.* (2004) listaron 1384 especies de plantas vasculares que crecen en los bosques de la sierra de Taxco (entre Taxco y Zacualpan); López- Sandoval *et al.* (2010) lo hacen para la barranca Nenetzingo en Ixtapan de la Sal y López *et al.* (2012), recopilaron la flora arbórea en el Área Natural Protegida Tenancingo-Malinalco-Zumpahuacán.

Comparativamente con los estudios florísticos, los estudios de estructura y composición de la vegetación en la zona de estudio son muy escasos y sólo se conoce el de Pineda-García *et al.* (2007) quienes calcularon la riqueza y diversidad de las especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, en Guerrero.

Debido a que los datos existentes sobre la vegetación y flora son muy escasos en la depresión del río Balsas, aún se puede considerar a esta zona como una de las regiones del país menos conocidas desde el punto de vista botánico (Fernández *et al.*, 1998). Sin embargo, su biodiversidad y alto grado de endemismo (Rzedowski, 2006, Ceballos *et al.*, 2010) la hacen sin duda una de las regiones del país de mayor interés y prioridad para la conservación.

## **Hipótesis**

La historia biológica, la compleja topografía y la historia de impacto ambiental en el área de estudio, le confieren un mosaico de microhábitats a la zona de Tonatico, por lo que se espera encontrar una alta heterogeneidad de la vegetación y una alta diversidad arbórea donde algunas de las especies podrían ser endémicas.

## **Objetivos**

### General

Generar información sobre la composición y estructura del bosque tropical caducifolio de la región suroeste del Estado de México y cuenca alta del río Balsas, que servirá para la toma de decisiones ambientales en esta región.

### Particulares

- Obtener el inventario de la flora arbórea de la zona de estudio.
- Describir la estructura, composición y dinámica de la vegetación.

- Obtener indicadores que permitan emitir un diagnóstico ambiental de la zona.
- Medir la diversidad  $\alpha$  (número de especies) de la vegetación del lugar.

## Área de estudio

**Ubicación geográfica:** La zona de estudio se localiza en el municipio de Tonicato, al sur del Estado de México, a 88 kilómetros de Toluca y a 30 km de Cuernavaca en línea recta. Colinda al norte con los municipios Ixtapan de la Sal y Villa Guerrero, al este con el municipio Zumpahuacán y al sur con el estado de Guerrero (Hernández, 2000).

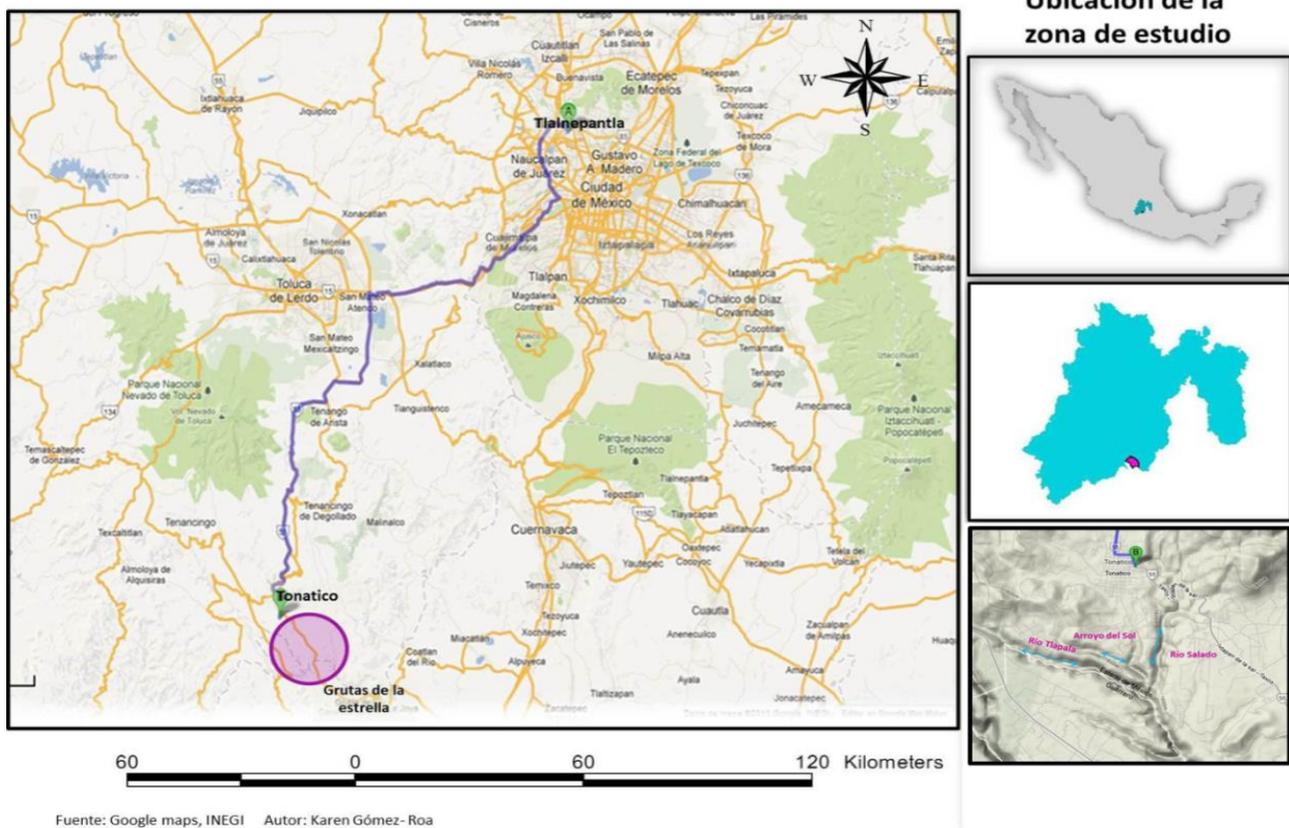


Fig. 2 Ubicación geográfica de la zona de estudio (círculo morado) y vías de comunicación para su acceso (línea azul).

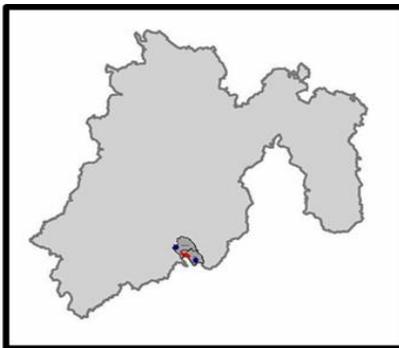
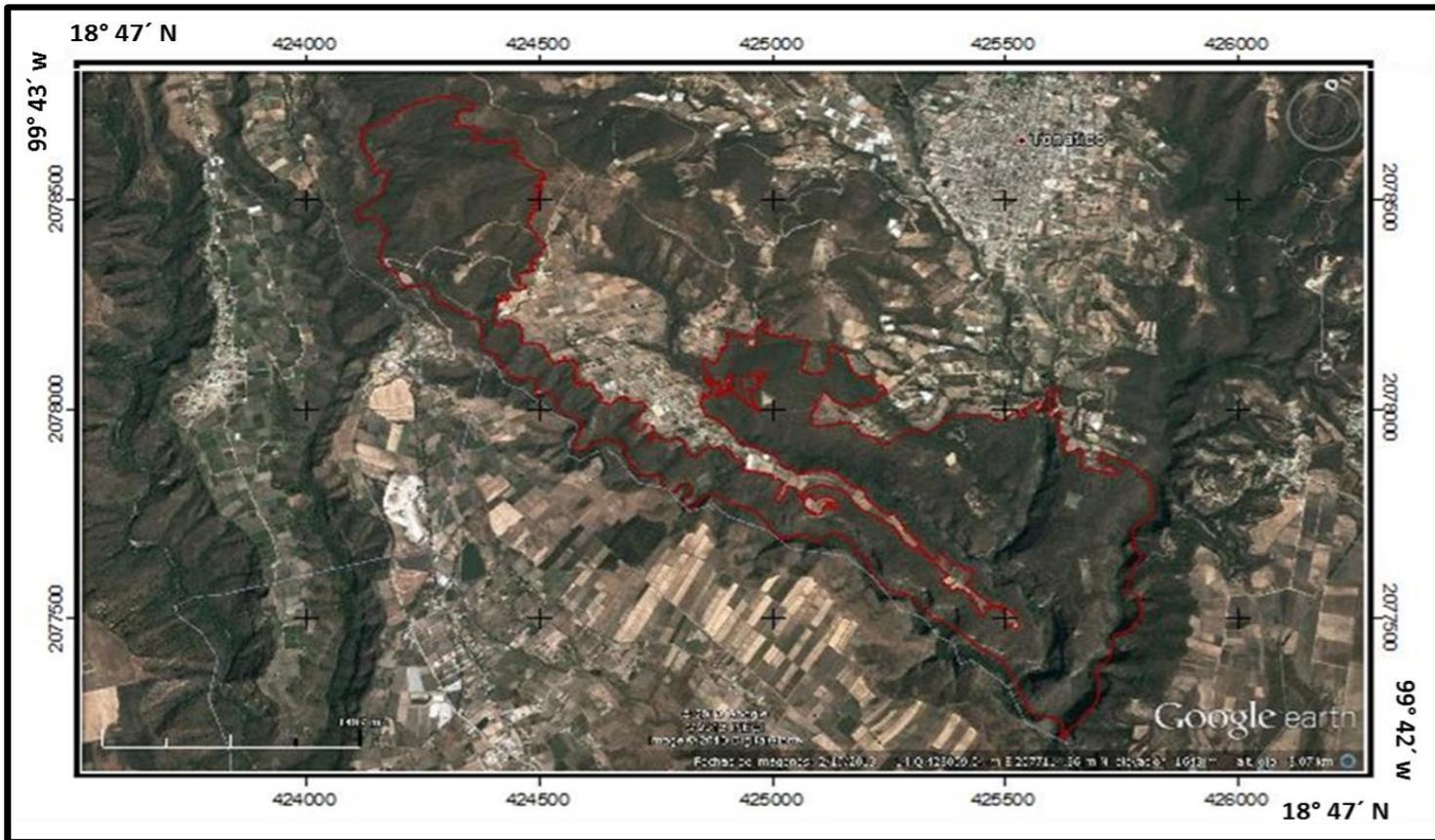


Fig. 3. Polígono de la zona de estudio (contorno rojo).

Para llegar al municipio, se recomienda circular por la carretera federal 55 Toluca-Tenango de Arista, rumbo a Villa Guerrero y seguir hacia Ixtapan de la Sal (figura 2).

Para acceder a los senderos de recolecta en la zona de barrancas y llegar al cauce del río Salado, el río Tlapala y el arroyo del Sol (Inegi, 2000- a), se debe llegar primero a los poblados San Miguel, San José de los Amates y grutas de la estrella. El inicio de los senderos se encuentran en las siguientes coordenadas:

Poblado	Lugar	Norte	Oeste	Altitud
San Miguel	Barranca Tzumpantitlán	18° 46´48.4"	99° 39´56.4"	1525
	Camino a los Amates	18° 46´9.46"	99° 40´8.23"	1655
	El paso	18° 47´36"	99° 42´23.5"	1620
San José de los Amates	Arroyo del Sol	18° 46´58.70"	99° 40´49.93"	1649
	Río Tlapala	18° 46´48"	99° 40´51"	1511
	Río Salado	18° 46´35.22"	99° 39´42.12"	1569
	Los Amates	18° 46´9.46"	99° 40´8.23"	1655

**Fisiografía:** La cuenca del río Balsas es una enorme depresión formada por la intersección de dos provincias fisiográficas: la FVT y la Sierra Madre del Sur. La región sur del estado de México que corresponde a la cuenca del río Balsas, se caracteriza por poseer una topografía muy accidentada y un relieve muy pronunciado por la extensión de las mesetas que forman valles escalonados, pequeños lomeríos y la presencia de barrancas profundas que rompen abruptamente la morfología del terreno (Inegi, 1982; Inegi 2000 b). Esta última región comprende dos subprovincias: depresión del río Balsas (estados México, Morelos Guerrero, Michoacán) y Sierras y Valles Guerrerenses (Guerrero, Morelos y México); en esta última se encuentra el área de trabajo (figura 3).

Los sistemas de toposformas que se presentan en esta última subprovincia son: sierras de cumbres tendidas y laderas escarpadas, lomeríos con llanos aislados y mesetas de aluvión con cañadas (Fernández, 1998; SPP, 1981).



Fig. 3. Ubicación de la zona de estudio en las provincias fisiográficas.

En el municipio de Tonatico, existe una serie de barrancas que rompen la monotonía de una zona de lomeríos y llanos al sur del VNT. Los llanos se encuentran a una altura de 1 600 m snm, y sus barrancas presentan profundidades que van de los 100 a los 120 metros. En este municipio destacan la barranca de Tzumpantitlán, El Paso y otras donde se desciende al arroyo del Sol, río Tlapala y río Salado (figura 4).

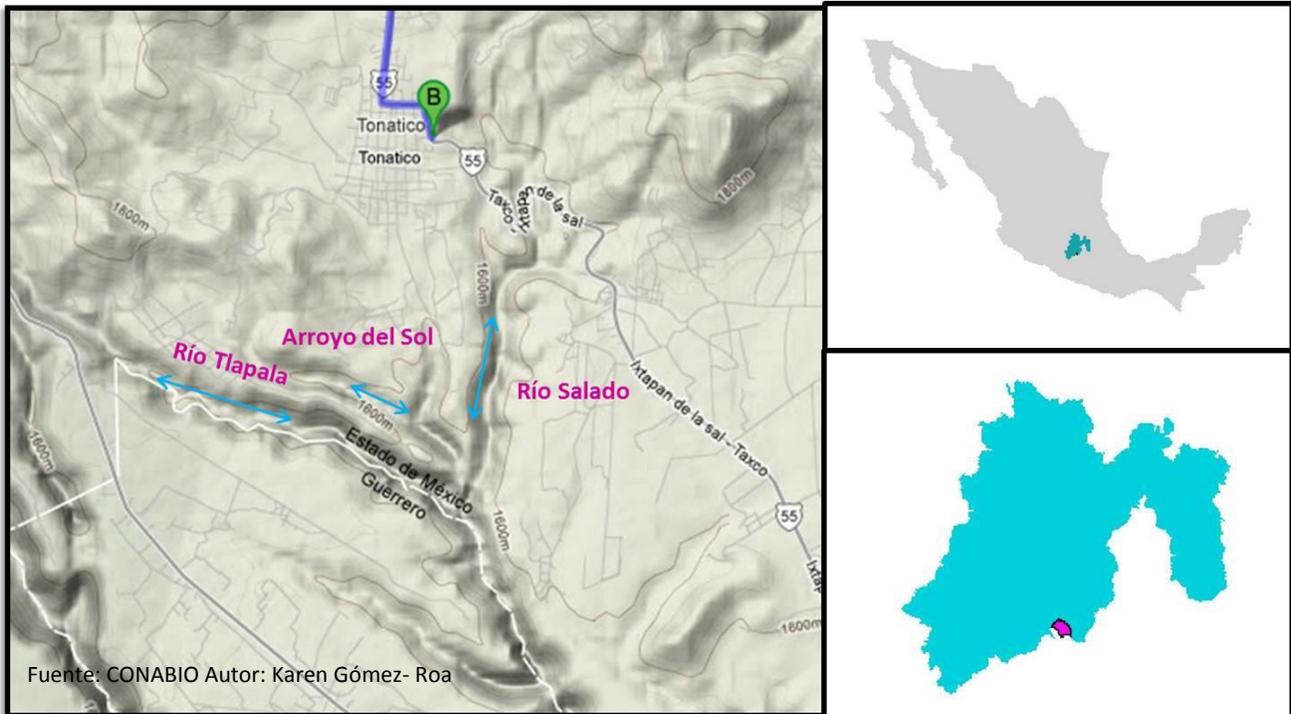


Figura 4. Barrancas de Tonicato, Estado de México.

**Geología:** El área de estudio se encuentra en la provincia geológica de la Sierra Madre del Sur, dentro de la subprovincia sierra y valles guerrerenses. Esta subprovincia se caracteriza por que aflora una combinación de diferentes tipos de rocas (figura 5). Las rocas más antiguas son de tipo metamórficas del Triásico. Del Jurásico existen rocas sedimentarias clásticas, asociadas con piroclastos (tobas). Las rocas del Cretácico son sedimentarias, litológicamente clasificadas como calizas y calizas interestratificadas con lutitas. Estas rocas Cretácicas, aunque no es amplia su extensión, afloran discordantemente cubriendo las rocas metamórficas del Triásico-Jurásico, en localidades como Zumpahuacán, Ixtapan de la Sal y Tonicato. Las rocas del Terciario y Cuaternario son en su gran mayoría volcánicas. Las del Cuaternario son de tipo basáltico y existen además formaciones de depósitos de conglomerados que, por sus

estructuras bien conservadas, evidencian la actividad volcánica reciente, así como por depósitos lacustres y aluviales (Inegi, 1982), presentando por lo tanto en el sur del municipio de Tonalico una variedad de rocas como riolitas, andesitas y basaltos.

De manera general, las fallas que se presentan en el área de estudio y que dieron origen a las barrancas mencionadas, están relacionadas con la Formación Geológica Balsas que data del periodo Terciario de la era Cenozoica (SPP, 1981).

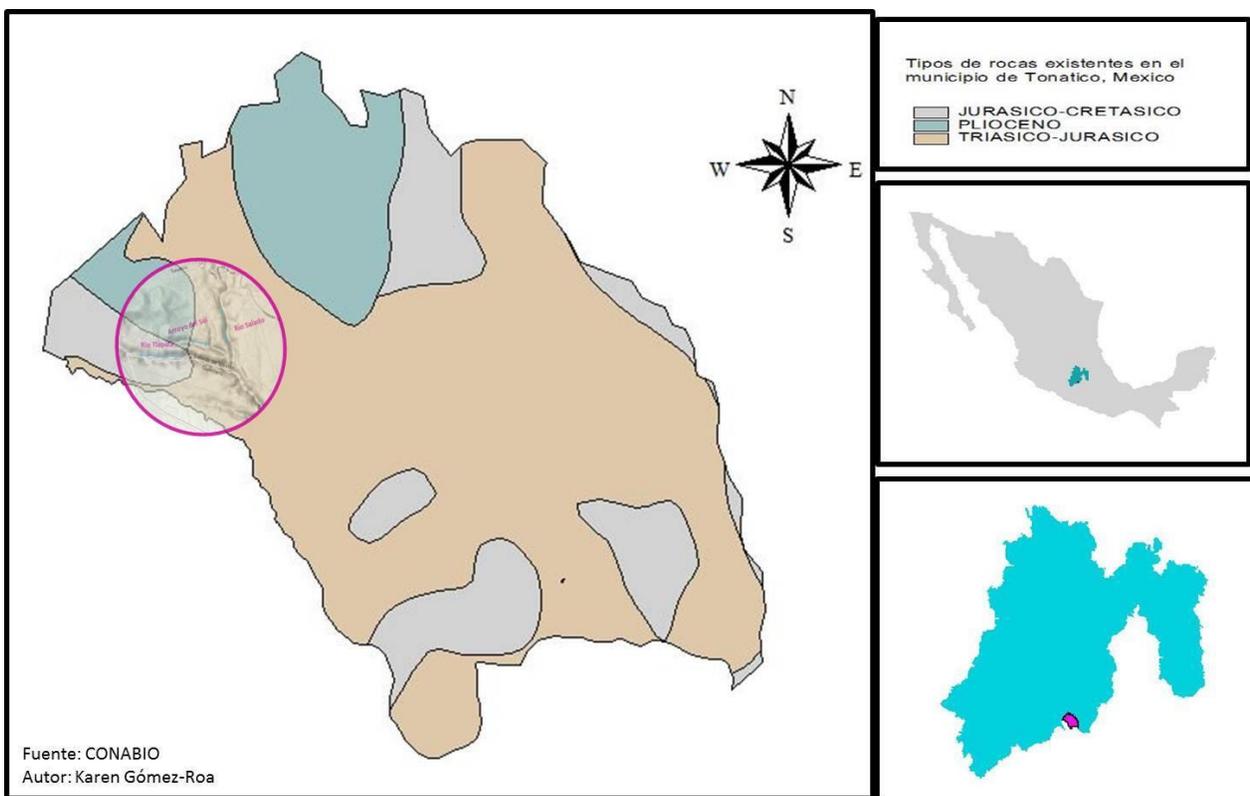


Figura 5. Tipos de roca existentes en Tonalico, Estado de México (círculo rosa: zona de estudio).

**Edafología:** Los suelos que prevalecen en el municipio de Tonalico son de tipo Vertisol, Regosol y Leptosol. El primero abarca cerca del 48.89% del municipio y se caracterizan por ser un suelo muy arcilloso que forma grietas anchas y profundas desde la superficie

hasta el fondo, por lo que presenta una baja susceptibilidad a la erosión, lo que le permite ser utilizados para actividades pecuarias cuando hay terrenos con pastizales. El tipo Regosol abarca cerca del 8.25% del área del municipio, son suelos minerales poco desarrollados y que se extienden en las tierras erosionadas, particularmente en las zonas planas y laderas; su uso agrícola está condicionado por la profundidad. La mayor parte de los suelos de Tonatico 40.77%, pertenece al tipo Leptosol, en terrenos con pendiente pronunciada y en algunos cantiles adyacentes de las barrancas de la región, son muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que contienen afloraciones de material calcárico (Redzina). Estos suelos son grisáceos, cafés y negros con buen drenaje y características derivadas de la roca madre que los ha originado (INEGI, 1982).

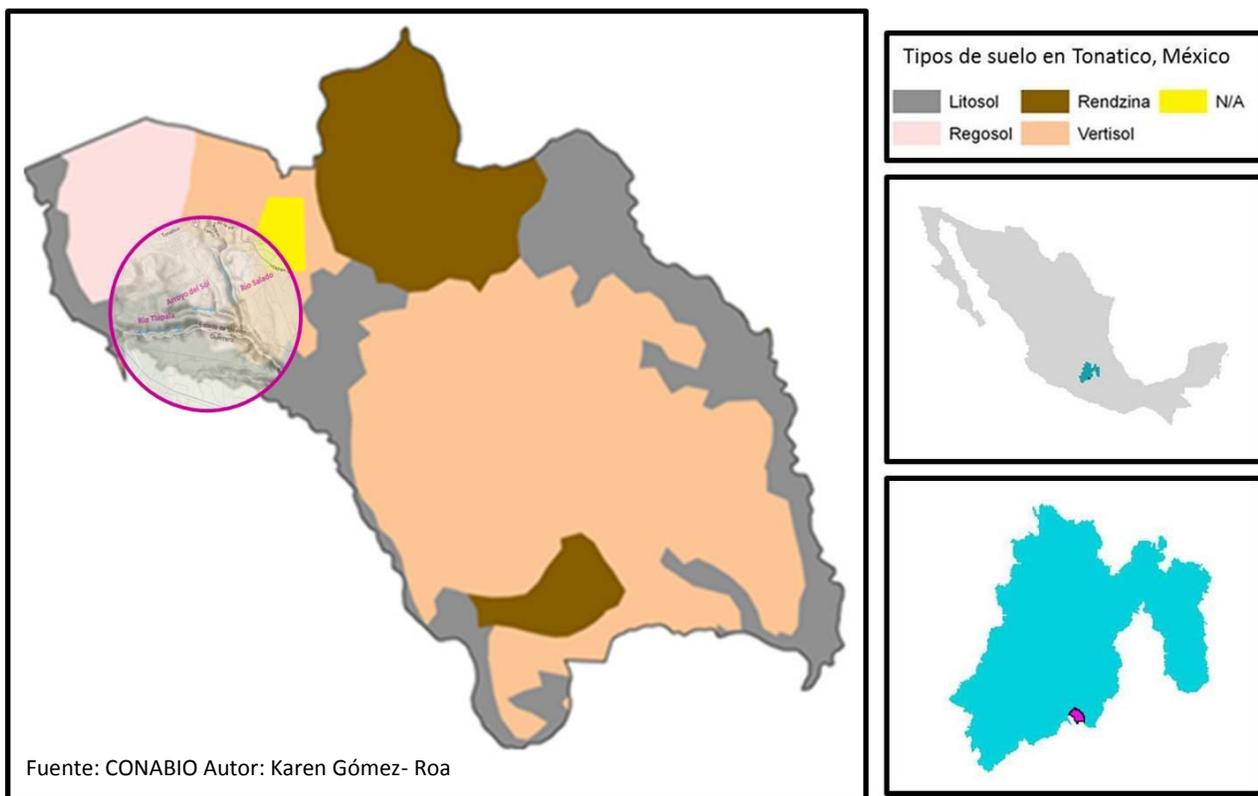
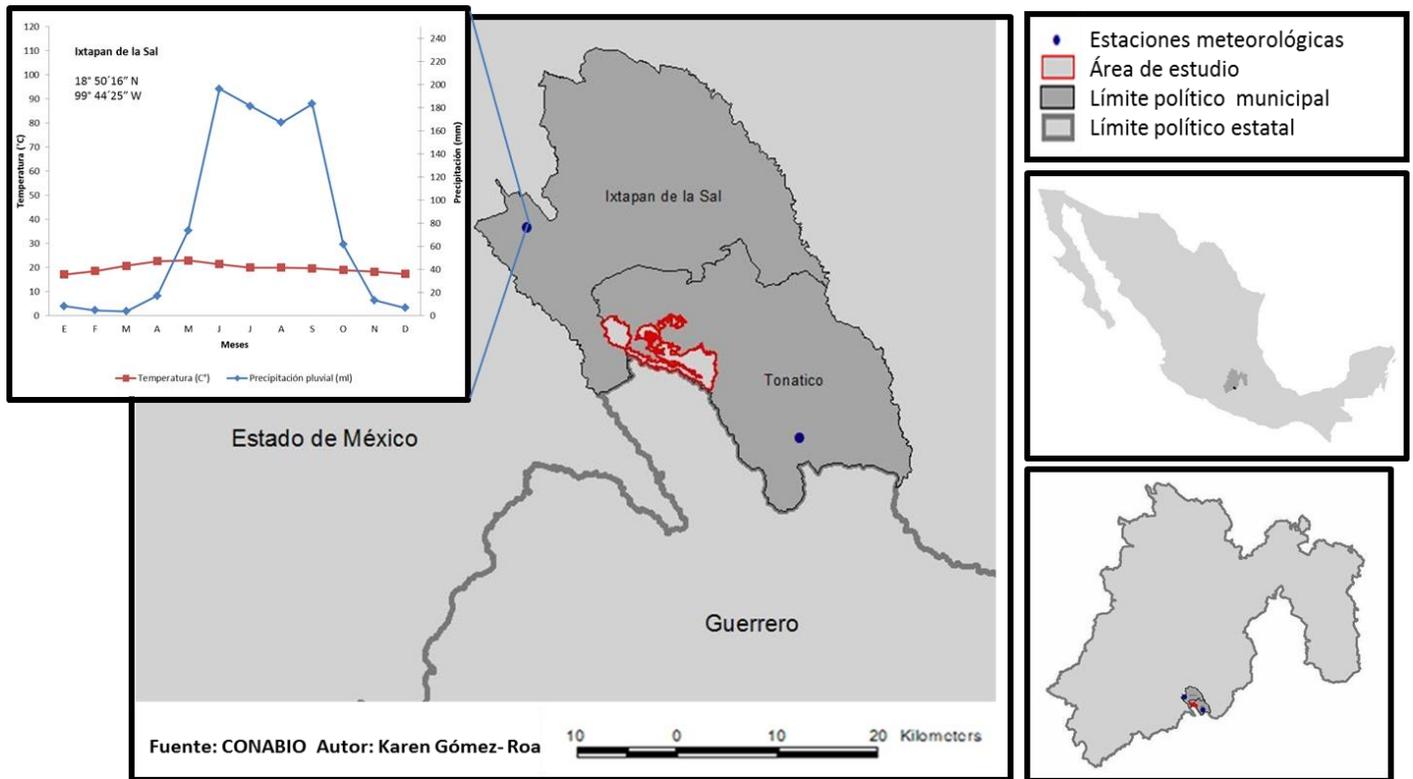


Figura 6. Tipos de suelo presentes en Tonatico, Estado de México (círculo rosa: zona de estudio).

**Clima:** El municipio de Tonatico, presenta dos tipos de clima, el primero es semicálido subhúmedo con lluvias en verano A(C)w<sub>2</sub>(w) y conforme se pierde altura, se convierte en un tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw<sub>2</sub>(w) (Inegi, 2000; SMN, 2009).

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica más cercana, ubicada en el municipio de Ixtapan de la Sal, la temperatura promedio anual es de 17.6 °C. Las temperaturas por arriba de los 18 °C se presentan de marzo a septiembre, siendo los meses más cálidos abril y mayo (figura 7). En diciembre y enero se presenta la temporada fría alcanzando temperaturas de hasta 15°C.



Estación climatológica													Clima (García, 2004)		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		Anual	
Ixtapan de la Sal	T	15	15.6	18	19.4	20.3	19	18.1	18.2	18	17.5	16.4	15.2	17.6	<b>(A)Cb(w2)(w)(i)g</b>
1 930 m snm	P	15.6	8.9	6.6	26.9	80.7	201.4	191	183.6	185.1	65.7	16.4	5	986.9	

**Fig. 7** Diagrama ombrotérmico tipo Gausen calculado para el área de estudio.

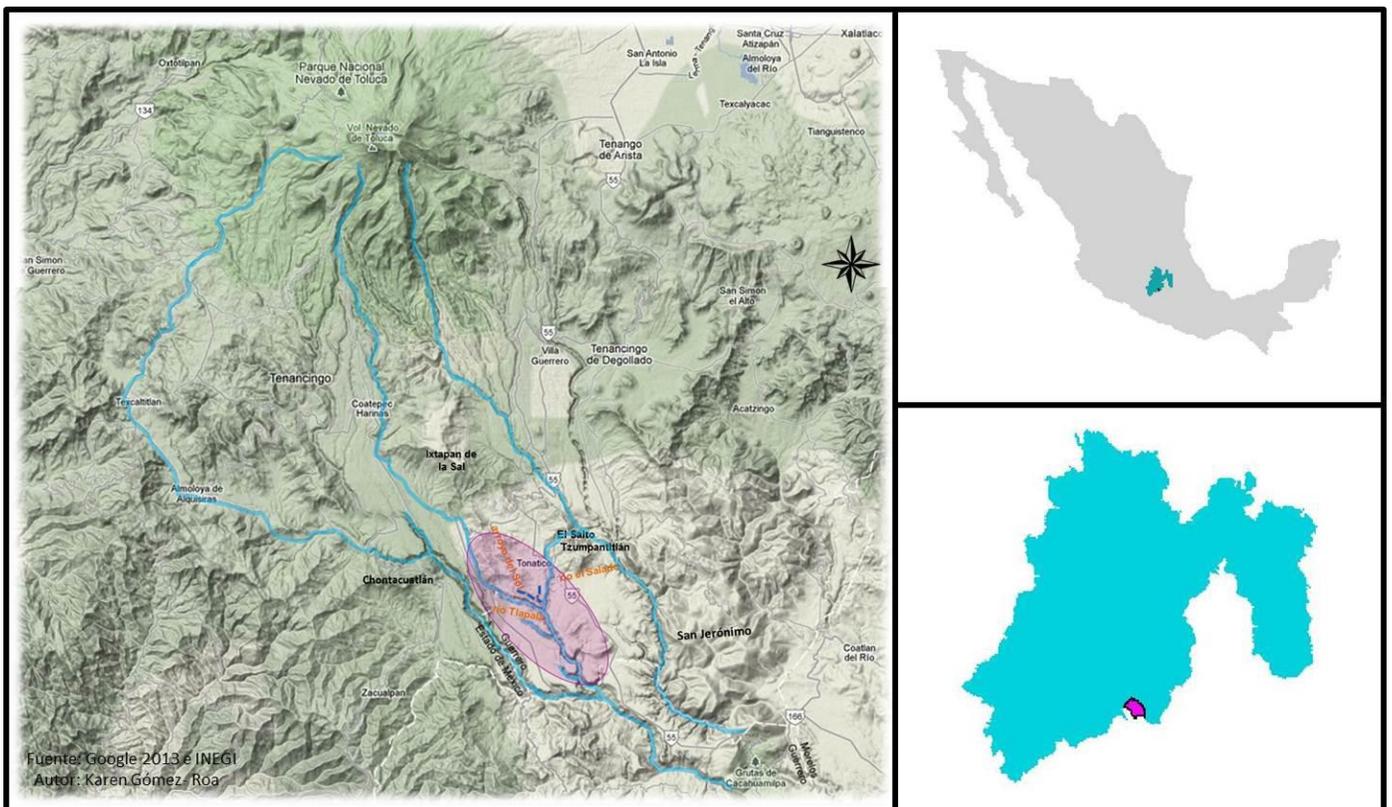
La precipitación total anual es de 986.9 mm; la sequía se hace presente en los meses comprendidos de noviembre a marzo, mientras que los meses lluviosos son de junio a septiembre. La fórmula climática de acuerdo a García (2004) es: (A)Cb(w2)(w)(i')g.

Las tormentas eléctricas se presentan con mayor intensidad en el mes de agosto con un total anual de 12.4 días, mientras que la niebla ocurre principalmente en enero durante aproximadamente 13.2 días y cae granizo ocasionalmente pero con mayor frecuencia en el mes de mayo (SMN, 2009).

La precipitación regional, es en su mayor parte, de origen orográfico-conectivo, producido por el flujo ascendente de los vientos caldeados en la base de la cuenca del río Balsas al desplazarse por las pendientes de las sierras en la región del río Amacuzac (Jáuregui- Ostos y Vidal- Bello, 1981).

**Hidrología:** La porción suroeste del Estado de México, se encuentra dentro de la región hidrológica número 18 “río Balsas”. A su vez pertenece a la parte alta de la subregión número 18F “río Grande Amacuzac, cuya superficie es de 2 870.170 km<sup>2</sup>. El cauce principal de esta cuenca se origina en la cara sur y sureste del volcán Nevado de Toluca, en las subcuencas Pachumeco, Temascaltepec y Tilostoc, a 2 600 m snm. El municipio de Tonicato, presenta seis microcuencas con escurrimientos escasos, los cuales básicamente comprenden las subcuencas de los ríos “Chontacuatlán” (Chonta) y San Jerónimo, donde se distinguen el arroyo el Salitre, río Salado, arroyo del Sol y el río Tlapala.

Al norte del Tónico, en el municipio de Ixtapan de la Sal nace el arroyo El Salitre que da origen a la barranca La Gloria. Más adelante, en una de las barrancas cercanas, nace el río Salado que esta formado por los escurrimientos e infiltramiento a partir del agua precipitada de las cadenas de cerros que se encuentran en el municipio de Ixtapan de la Sal; la infiltración alcanza las antiguas minas de sal, de aquí el nombre del poblado. El río Salado da lugar al salto de Tzumpantitlán y en parte de su recorrido se conoce localmente como arroyo del Sol. Este río, junto con el río el Salitre en Junta de Ríos, termina al incorporarse al río Tlapala. Estos ríos sirven como límite en las partes occidentales y sur occidental con el municipio de Ixtapan de la Sal y el Estado de Guerrero (figura 8) (Hernández, 2000).



**Fig. 8. Localización de los principales ríos y microcuencas nacientes en el Nevado de Toluca de donde obtiene sus recursos hidrológicos el municipio de Tónico.**

**Vegetación:** La vegetación característica en la región alta del río Amacuzac es el bosque tropical caducifolio (BTC), el cual se desarrolla entre los 600 y 1 900 m snm. De acuerdo a Rzedowski (2006), en este tipo de bosque se identifican generalmente tres estratos florísticos: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo. Su característica sobresaliente es la dominancia florística del primer estrato con la pérdida de sus hojas, durante un periodo de 5 a 8 meses del año. En el área de estudio, por su altitud, se encuentra una vegetación intermedia inferior entre la mencionada y los bosques templados de encino o Pino-encino, donde *Juniperus* es indicador de esta condición y a su vez de perturbación (Rzedowski, 2006); buena parte de esta vegetación en el municipio ha sido transformada en potreros y varios lotes se encuentran en proceso de regeneración. También se hacen presentes algunos manchones de vegetación riparia.

Las especies más representativas son: *Acacia* spp. (huizaches), *Agave* spp. (agaves), *Brahea pimo* (palmera), *Bursera* spp. (cuajotes), *Ceiba* spp. (ceibas), *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Ficus* spp. (amates), *Juniperus flaccida* (enebro), *Leucaena* spp. (guajes) y *Mammillaria* spp. (cactáceas).

## **Método**

Para formalizar el proyecto de trabajo, se llevó a cabo una recopilación de estudios geográficos, biológicos y cartográficos para el municipio de Tonalico y zonas adyacentes pertenecientes a la cuenca del río Balsas y a la Faja Volcánica Transmexicana. En la parte operativa, se realizaron salidas al campo, mensuales desde agosto del 2010 a mayo del 2012, durante las cuales, un promedio de tres recolectores recopilaron 849 ejemplares botánicos, estas colectas abarcan todas las formas de vida (hierbas, epífitas, parásitas,

etc.) con el fin de completar el inventario florístico, que formará parte de un proyecto más grande; sin embargo, en este estudio solo se consideraron los ejemplares arbóreos y arborescentes, incluyendo bajo esta denominación a leñosas con yemas de renuevo arriba de 50 cm de altura con un tronco básico.

Las plantas recolectadas fueron herborizadas de acuerdo con los métodos propuestos por Lot y Chiang (1986). El escrito científico consideró las recomendaciones mínimas de Palmer *et al.* (1995) para estandarizar la estructura y datos de un estudio florístico.

En el laboratorio, las muestras se determinaron mediante el uso de literatura especializada, principalmente (Mc Vaugh, 1984, 1985, 1987, 1989, 1993, 2001; Standley y Steyermark, 1977).

Los ejemplares determinados fueron corroborados con los herbarios virtuales de Tropicos (2012), Muestras Neotropicales de Herbario de The Field Museum (2012) y en algunos casos, físicamente en el Herbario Nacional de México (MEXU). También se agradece a los especialistas que ayudaron con la revisión de los ejemplares de algunas familias: Biól. Rosalinda Medina Lemos (*Bursera*) y al Dr. Adolfo Espejo Serna (Bromeliaceae).

En la lista florística obtenida, la ortografía de los nombres científicos y la abreviación de los autores se escribieron de acuerdo a la base de datos de Tropicos (2012). Para la organización de las familias de monocotiledóneas y dicotiledóneas se agrupan siguiendo la revisión de Villaseñor (2004), a excepción de la familia Fabaceae.

Con la finalidad de buscar indicadores ambientales, para cada especie se recabó la siguiente información de campo y bibliográfica:

1) **Ambiente:** Hábitat definido con base a la comunidad vegetal (o fase seral)

dominante:

a) bosque tropical caducifolio

b) vegetación secundaria

2) **Abundancia relativa:** en relación al número relativo de individuos y/ o cobertura, se utilizó la escala de abundancia-cobertura de Braun-Blanquet ligeramente modificada de la siguiente forma (Mateucci y Colma, 1982):

r = Casi ausente con uno o pocos individuos

+ = Ocasional con menos del 5% de cobertura

1 = Escaso a abundante, pero con coberturas menores al 5%

2 = Escaso, con coberturas del 5 al 10%

3 = Regular, con coberturas de 10 al 25% independiente al número de individuos

4 = Abundante, con 25 al 50% de cobertura

5 = Codominante, con 50 al 75% de cobertura

6 = Dominante con 75% al 100% de cobertura

4) **Sinantropía:** de acuerdo a criterios fitosociológicos de las especies

☼ Flora natural (FN) = flora nativa

- ⊗ Flora recurrente (FR) es aquella flora natural que aparece sobrerrepresentada en claros del bosque
- ⊗ Flora sinantrópica (FS)= flora de ambientes secundarios. Se destaca la flora exótica (FS: E), y las malezas agrupadas como ruderales (FS: R), viarias (FS: V) y arvenses (FS: A)
- ⊗ (\*) Las incluidas en el Catálogo de Malezas de México (Villaseñor y Espinosa, 1998).

5) **Distribución geográfica:** una vez determinadas las especies se consideraron, con base en la distribución reportada en la literatura, los siguientes aspectos:

- ⊗ Cosmopolita (Cos): América y otro continente
- ⊗ América (A): Canadá hasta Sudamérica
- ⊗ Norteamérica (NA-M): Desde Canadá o EUA a México
- ⊗ México a Sudamérica (M-SA)
- ⊗ México a Centroamérica (M-CA) (hasta Panamá)
- ⊗ Megaméxico 1 (M1): incluye a México y las zonas biológicas sonorenses, chihuahuenses y tamaulipecas, que se adentran al territorio de los Estados Unidos de América
- ⊗ Megaméxico 2 (M2): incluye a México y el territorio centroamericano hasta el norte de Nicaragua
- ⊗ Megaméxico 3 (M3): comprende las extensiones de Megaméxico 1 y Megaméxico 2
- ⊗ México (M): fronteras políticas (norte y sur)

- ☼ Endémico local (E-l): cuando su distribución es restringida al estado de México o regiones adyacentes en los estados de Guerrero y Morelos.
- ☼ Endémico del Faja Volcánica Transmexicana (E-FVT)
- ☼ Endémico a la Sierra Madre Occidental (E-SMOc)
- ☼ Endémico de la Depresión del Balsas (E-DB)
- ☼ Endémico de la Costa del Pacífico (E-CP)
- ☼ Otras combinaciones entre las ya mencionadas

Con la información de campo recopilada para cada ejemplar y la obtenida en la literatura para cada especie, se estructuró una tabla básica de datos que permitió obtener como resultados:

- 1) Listado básico preliminar de la flora local. Esta lista es la referencia básica con la cual se podrá comparar contra la lista de especies publicada en la NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-059-SERMANAT-2010), la lista roja de la IUCN, 2012 (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales) y CITES, 2012 (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), con el propósito de manifestar la presencia de especies protegidas por las leyes.
- 2) Indicadores que permitan llevar a cabo un análisis de las condiciones ambientales y la relevancia biológica de la localidad.

Finalmente, los ejemplares determinados fueron etiquetados y se donaron en el momento oportuno como material de referencia científica al Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México, con copia para intercambio al Missouri Botanical Garden.

Para obtener los datos que ayudaran a definir a cada comunidad vegetal del área de estudio, se realizó un muestreo de tipo preferencial estratificado. Para ello, se colocaron 12 unidades de muestreo, en zonas que coincidían con cambios florísticos del BTC. El tamaño de las unidades de muestreo consistió en cuadrantes de 400 m<sup>2</sup> que para su mejor manejo se dividieron en cuatro cuadros de 10 x 10 m. En el censo, sólo se consideraron árboles mayores a 5 cm de diámetro a la altura del pecho (Matteucci y Colma, 1982).

Para cada unidad de muestreo se midieron las variables básicas de las especies que conforman los estratos arbóreos (Matteucci y Colma, 1982):

- ⊗ Frecuencia (F): Probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada
- ⊗ Abundancia (A): Número de individuos de cada especie en una unidad de muestreo
- ⊗ Cobertura (C): Proporción de terreno (expresado en %) ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies enraizadas en el interior de un cuadro.

Con las variables anteriores, se obtuvieron los siguientes índices:

a) El valor de importancia (V.I.) de Cottam (1949): que es la suma de los valores promedio relativos de la Frecuencia, Abundancia y Cobertura, divididos entre tres para obtener el porcentaje.

b) Complemento de Simpson (1949), para calcular la complejidad del sistema; se obtuvo mediante la densidad y abundancia relativa del total de individuos censados:

$$1-D = 1 - \sum (n_i/N)^2$$

Dónde: 1-D= índice de diversidad de Simpson; N= número total de individuos en la muestra;  $n_i$  = número de individuos de cada especie

c) Entropía de Shannon-Weaver (1949) para calcular la entropía del sistema; se obtuvo mediante la fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \text{ y } \sum p_i = 1$$

Dónde:  $H'$ = índice de diversidad de Shannon;  $p_i$ = abundancia relativa de la *i-ésima* especie;  $\ln$  = logaritmo natural

La diversidad verdadera (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011) se estimó mediante la conversión del índice de entropía de Shannon- Weaver (1949) a números efectivos de especies mediante la expresión:

$${}^1D = \exp(H')$$

Dónde:  ${}^1D$ = diversidad verdadera;  $H'$ = entropía de Shannon

La clasificación de las unidades de muestreo fue por el método aglomerativo y se realizó mediante datos binarios de presencia/ausencia de las especies censadas. Se utilizó el índice de semejanza de Sorensen para obtener los valores de similitud entre grupos y los enlaces para elaborar el dendrograma se realizaron por medio de promedios aritméticos de los grupos (UPGMA). Como complemento a lo anterior, se realizó la ordenación de la vegetación a los primeros ejes, mediante el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) (Ludwig y Reynolds, 1988). Tanto la clasificación como la ordenación se realizaron con la con el programa Pcord4.

Se realizó la curva de acumulación de especies para estimar la riqueza total de especies. Para ello se realizó una matriz de datos, a partir de las especies y las unidades de muestreo, posteriormente se ingresaron al programa EstimateS para aleatorizar los datos y obtener promedios de ellos, esto con el fin de suavizar la curva. Los datos obtenidos se procesaron en el programa Statistica donde se ajustó la curva al modelo de Clench (Soberón y Llorente, 1993) mediante la función:

$$S_n = a * n / (1 + b * n)$$

Dónde:  $S_n$ = modelo de Clench;  $a$ = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario;  $b$ = parámetro relacionado con la forma de la curva;  $n$ = número de unidades de muestreo realizadas

El ajuste de la función se realizó mediante la estimación no lineal, bajo el algoritmo de Simplex and Quasi-Newton, basado en procedimientos geométricos para minimizar la *loss function* (función que describe el error en el ajuste del modelo a los datos

observados). Se evaluó el ajuste de los datos al modelo de Clench a partir de la  $R^2$  (proporción de varianza explicada por la función), donde un valor cercano a 1, indica un buen ajuste con este modelo. La pendiente calculada mediante  $a / (1+b*n)^2$ , nos permite evaluar la calidad del muestreo donde valores menores a 0.1 nos indican que se logró un muestreo completo. Para conocer el esfuerzo de muestreo requerido para registrar el 95% de arbolado se empleó la función:  $(n_{0.95})=0.95/ [b*(1-0.95)]$  (Jiménez- Valverde y Hortal, 2003).

Por último se compararon los datos observados con los esperados teóricos mediante estimadores no paramétricos (ICE, Chao 2, Jackknife1 y Jackknife 2) en el programa EstimateS (Colwell, 2009).

## **Resultados**

### ***Composición florística***

Se obtuvo un listado de 106 especies de árboles y especies arborescentes, las cuales se agrupan en 70 géneros y 36 familias. Dos pertenecen a Pinophyta y el resto (34 familias) a Magnoliophyta; de esta última, corresponden 33 a Magnoliopsida y 1 a Liliopsida (anexo I).

Las familias mejor representadas, con más de cinco especies son: Fabaceae (19 spp.), Burseraceae (9 spp.), Moraceae (7 spp.), Asteraceae (5 spp.), Euphorbiaceae (5 spp.) y Rubiaceae (5 spp.), en estas 6 familias se concentra el 47.17% de las especies encontradas.

### ***Distribución geográfica***

La mayoría de las especies (72%) tienen una distribución que rebasa los límites políticos de México; de éstas sobresalen las que se comparten con América central y América del sur (31% del total), las que se encuentran desde Estados Unidos a América del Sur (13% del total) y las que son pertenecientes a Megaméxico 2 (México a Nicaragua) (20% del total). El 36% restante corresponde a las especies con alguna otra distribución extraterritorial (Cosmopolita, Norteamérica, Megaméxico 1 y 3, etc.) (cuadro 1).

El 28% de las especies son mexicanas, de las cuales el 46.7% son de amplia distribución y el resto son endémicas a una o dos provincias fitogeográficas, entre las que destacan las pertenecientes a la FVT y/o Depresión del Balsas (3 y 27 % especies respectivamente) (cuadro 1).

<b>Amplia distribución: 76 especies que son el 72%</b>			
Distribución fisiográfica	Especies	%	
Cosmopolita	16	21.1	
Estados Unidos a América del Sur	10	13.2	
Estados Unidos a Centroamérica	0	0.0	
México a América del Sur	19	25.0	
México a Centroamérica	5	6.6	
Estados Unidos a Nicaragua (Megaméxico 3)	6	7.9	
México a Nicaragua (Megaméxico 2)	15	19.7	
Estados Unidos y zona árida Sonorense y Chihuahuense (Megaméxico 1)	5	6.6	

Límites políticos de México: 30 especies que son el 28%		
Distribución fisiográfica	Especies	%
Amplia distribución en México	14	46.7
Faja Volcánica Transmexicana	1	3.3
Depresión del Balsas	8	26.7
Sierra Madre Occidental	3	10.0
Costa del Pacífico	4	13.3

Cuadro 1. Distribución geográfica de las especies presentes en Tonatico (arriba: especies cuya distribución excede los límites territoriales de México, abajo: especies endémicas a México).

### ***Sinantropía de las especies***

Del total de las especies consideradas, al menos 87.7 % se puede considerar como flora propia del bosque tropical caducifolio, aunque algunas de estas son recurrentes, (cuadro 2). Lo anterior indica que la flora local ha sido fuertemente influenciada, o es favorecida, por factores de disturbio; la presencia y abundancia de muchas de estas especies (*Cnidocolus multilobus*, *Heliocarpus americanus*, *Ipomoea* spp., *Juniperus flaccida*, *Leucaena* spp., *Lysiloma divaricatum*) puede ser explicada por la severa transformación de la cubierta vegetal a un mosaico heterogéneo de potreros para la ganadería, vegetación secundaria (huertos en barrancas y potreros) y áreas de cultivo.

La presencia de algunos árboles frutícolas (guayaba, mango, guanábana, aguacate, limón, huamúchil) en la zona de barrancas y de algunas especies consideradas como

algún tipo de malezas (12.2%), permiten inferir una actividad antrópica marcada en ciertas zonas de la localidad.

	Número de especies	%
Flora natural	82	77.36
Flora recurrente	11	10.38
Malezas	6	5.66
Exóticas	9	8.49
Consideradas en el catálogo de malezas (Villaseñor y Espinosa, 1998)	19	17.92

Cuadro 2. Sinantropía de las especies.

### ***Especies que ameritan atención especial***

En la zona de estudio se encontraron 4 especies consideradas en alguna categoría de riesgo o protección:

En la lista roja de la UICN se registran:

☼ **Vulnerable:** *Oreopanax peltatus* y *Oreopanax echinops* (Araliaceae), ambas especies muy escasas, generalmente se encontraron en las partes más umbrófilas de las barrancas.

☼ **Riesgo bajo de preocupación menor:** *Alnus acuminata* (Betulaceae), presente con pocos individuos en la orilla del río Tlapala y en El Paso. *Juniperus flaccida* (Cupressaceae), árbol bien representado en el área de estudio, cuya abundancia varía de acuerdo al tipo de impacto y su tiempo de regeneración.

Además de las especies protegidas se deben considerar aquellas cuya distribución se restringe al estado de México o sus colindancias con los estados de Morelos, Michoacán y Guerrero, tales como *Pseudosmodingium perniciosum*.

### ***Curva de acumulación de especies***

Se realizaron 12 unidades de muestreo (UM) de 400 m<sup>2</sup> cada una, con lo cual se cubrió el 0.085% del área total de la zona de estudio (562 Ha). En estas UM fueron censaron 568 árboles, que correspondieron a 46 especies, dentro de las cuales *Juniperus flaccida*, *Lysiloma acapulcense* y *Thouinia villosa* son las especies con mayor número de individuos y por tanto representan la idiosincrasia de la vegetación local. Este ensamble de especies son propias del intervalo altitudinal que ocupa el municipio de Tonatico, la cual es una faja de transición (la inferior) entre el bosque templado subhúmedo compuesto de encinos o encino-pino y el bosque tropical caducifolio propiamente. En esta faja de transición *Juniperus flaccida* es la especie indicadora cuyo intervalo abarca desde los 2 100 a los 1 500 m snm en la cuenca del río Amacuzac, dentro del territorio del estado de México. De acuerdo a Rzedowski (2006) aparentemente esta especie no forma comunidades maduras y en ocasiones su abundancia o presencia obedece a condiciones de disturbio; prácticamente no existen estudios que auxilien a definir su sinecología.

A partir de los datos de acumulación de las especies muestreadas, ajustados a la ecuación de Clench para obtener la curva de colecta, se obtuvo que el coeficiente de determinación resultante ( $R^2$ ) es de 0.9994 (cuadro 11 y en la figura 20), lo que nos indica que los datos tuvieron un buen ajuste con el modelo. Con el valor de la

pendiente, se puede demostrar que el muestreo ecológico realizado es fiable y que se encuentra bastante completo. Por tanto, las 46 especies censadas, equivalen al 71% de los árboles existentes, de acuerdo a las estimaciones obtenidas para el número total de especies (cuadro 12).

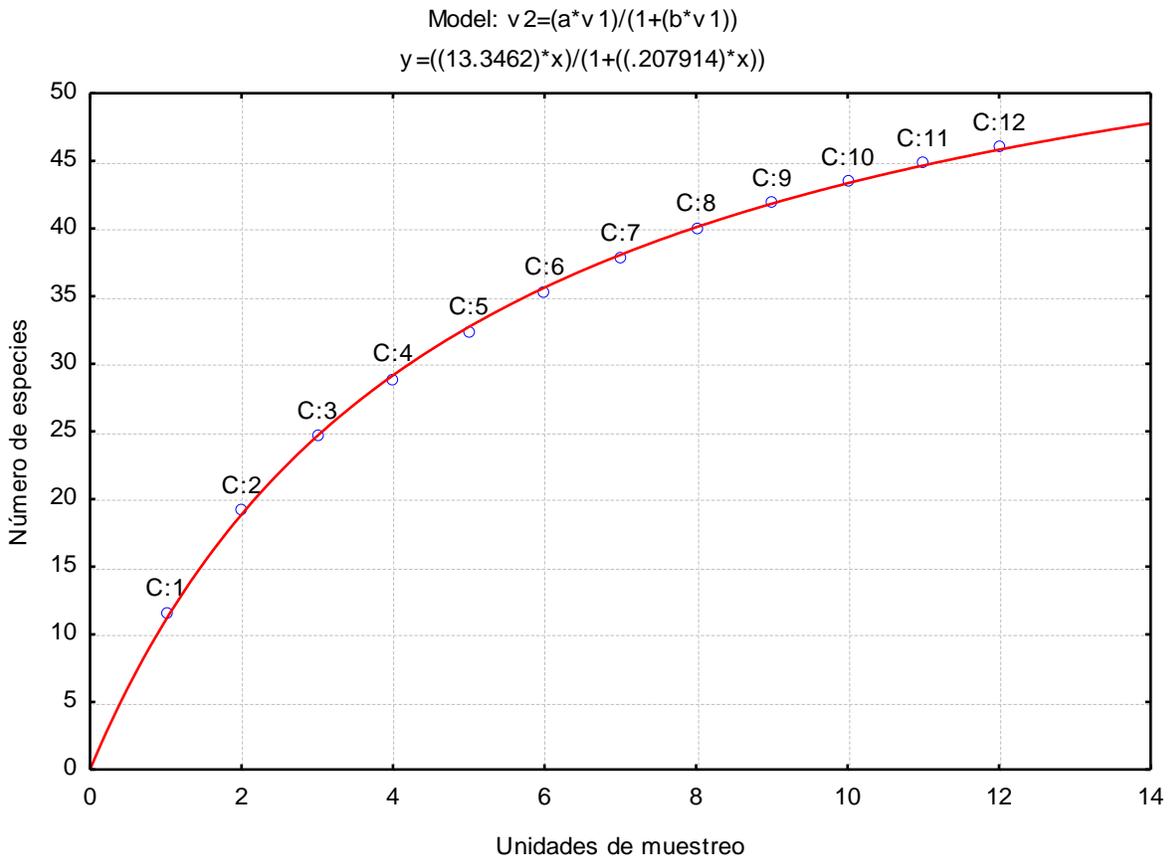


Figura 20. Curva de acumulación de especies arbóreas del BTC de las barrancas de Tonatico, Estado de México.

De acuerdo con estas estimaciones, el área muestreada, representa el 12.47% del esfuerzo de muestreo necesario para registrar el 95% de la flora arbórea estimada para la región (cuadro 11).

R <sup>2</sup> (Coeficiente de determinación)	Parámetros de la función		Pendiente	Proporción de árboles registrados	Esfuerzo de muestreo necesario para el 95% del arbolado
	a	b			
0.999461	13.34615	0.207914	0.063	71%	91.3839

Cuadro 11. Valores calculados en función de la curva de acumulación de especies

El número total de especies calculado a partir de los estimadores no paramétricos mediante el programa EstimateS, muestran que la variación entre los resultados obtenidos es de 12 especies entre el máximo y el mínimo, el valor estimado mínimo (52) fue el obtenido mediante el estimador Chao 2, mientras que el valor máximo fue el calculado como a/b para la asíntota de la curva de acumulación de especies (64) (cuadro 12), dado que el número de especies censadas en el presente estudio es de 46, esto nos indicaría que faltaría censar 18 especies aproximadamente para llegar a la asíntota de la curva.

Estimadores no paramétricos				
ICE	Chao 2	Jack 1	Jack 2	a/b
59	52	59	60	64

Cuadro 12. Valores de los estimadores no paramétricos calculados por el programa EstimateS para la comunidad arbórea.

### Clasificación y ordenación

Del análisis de agrupamiento de las unidades de muestreo (figura 15), a un nivel de corte de 45% de la información procesada, se pueden reconocer cinco conjuntos en la vegetación arbórea del área de estudio. Los conjuntos 1 y 2 corresponden a sitios donde el bosque de *Juniperus flaccida* parece dominar. El conjunto 3 representa a sitios donde *Thouinia villosa* junto con *Juniperus flaccida* son las especies mejor representadas, mientras que los grupos 4 y 5 representan dos asociaciones del bosque donde se presentan pocos individuos de *Juniperus flaccida* y están asociados con más especies, la mayoría de ellas solo presentes en estos sitios de muestreo.

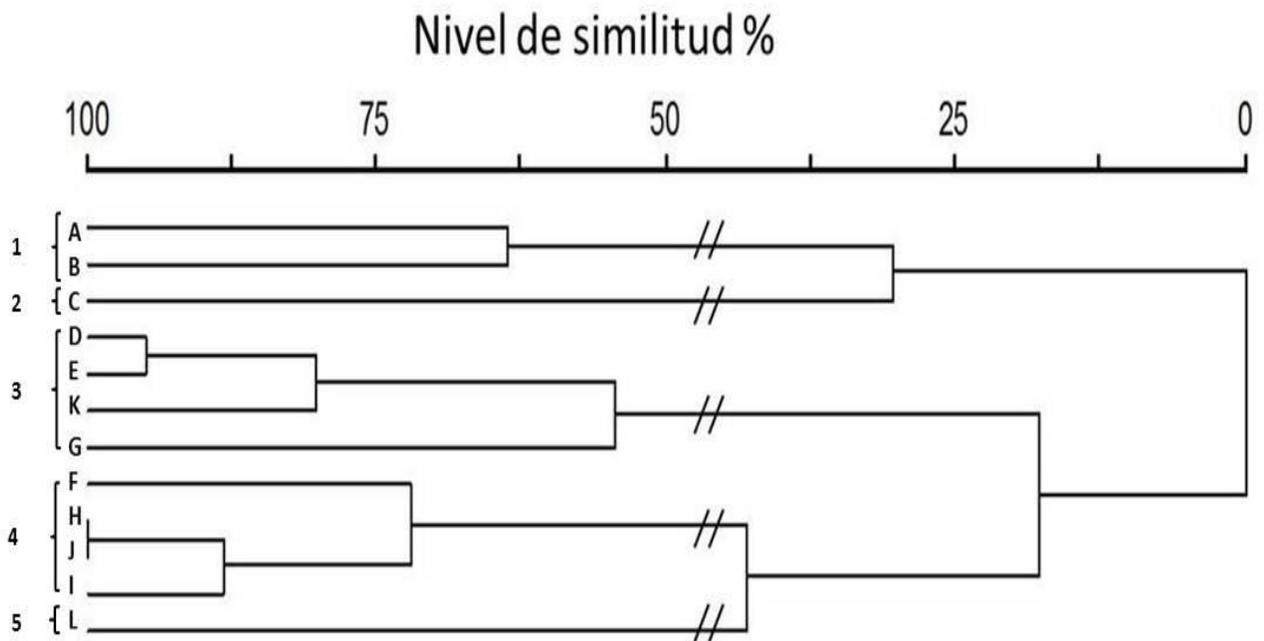


Figura 15. Dendrograma que muestra las relaciones jerárquicas de los agrupamientos de las comunidades vegetales (1) Bosque de *Juniperus-Leucaena-Celtis*, (2) Bosque de *Juniperus-Leucaena-Heliocarpus*, (3) Bosque de *Thouinia-Lysiloma-Juniperus*, (4) Bosque de *Pistacia-Juniperus-Celtis* y (5) Bosque de *Lysiloma*. Cada rama del dendrograma corresponde a una unidad de muestreo (A a L). La escala vertical es la función de Wishart que indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan

El Análisis de Correspondencia Rectificado (DAC) (figura 16), permite visualizar las distancias entre las asociaciones vegetales de acuerdo a lo observado en el análisis de agrupamiento; sin embargo, en este caso se consideran grupos discretos. El valor de la raíz característica del eje 1 (0.4492) indica una alta correlación entre los sitios y las especies (cuadro 8), mientras que los valores bajos de las raíces de los ejes 2 y 3, demuestran la importancia del primer eje.

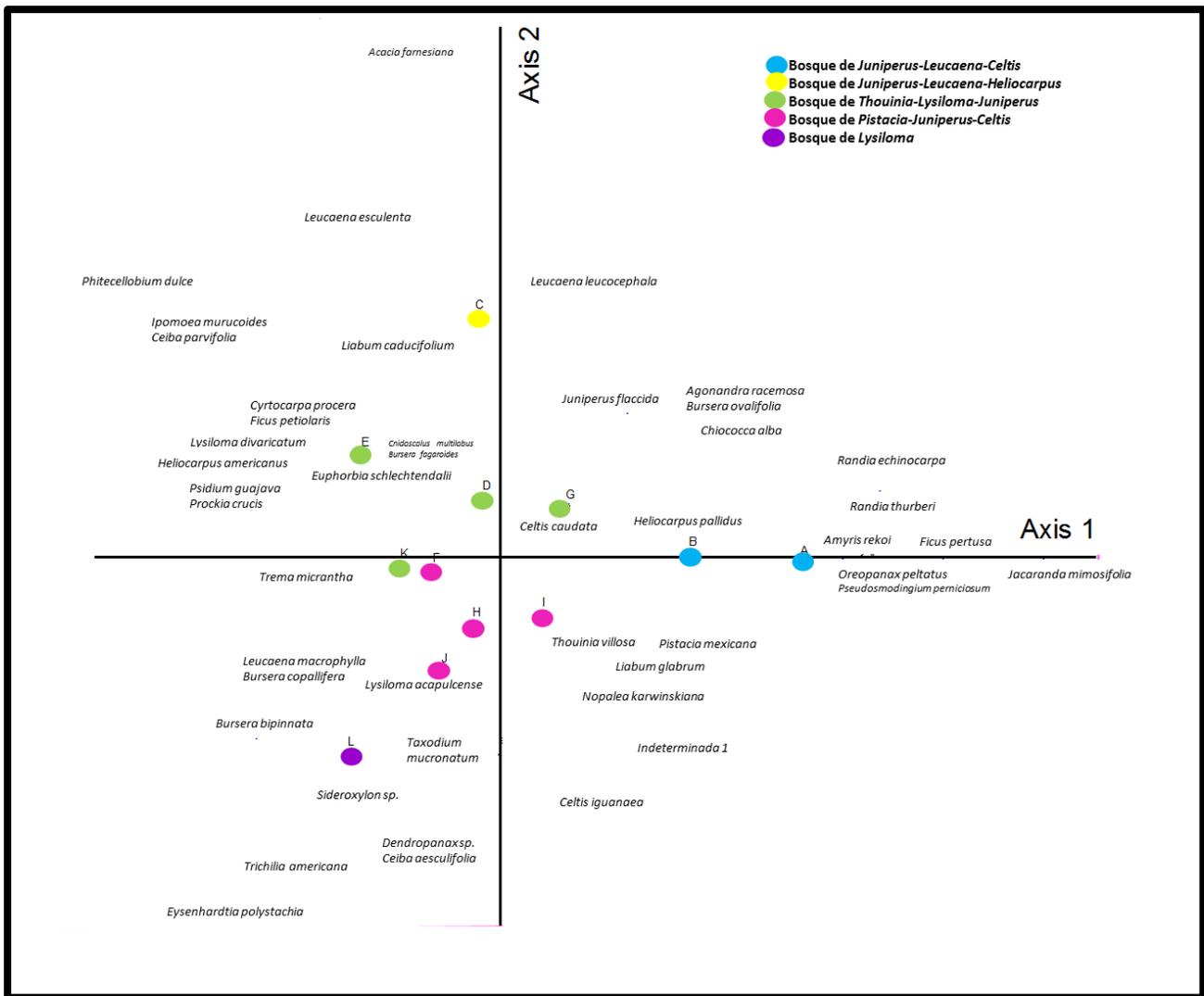


Figura 36. Análisis de correspondencia rectificad (DCA) de las asociaciones vegetales muestreadas.

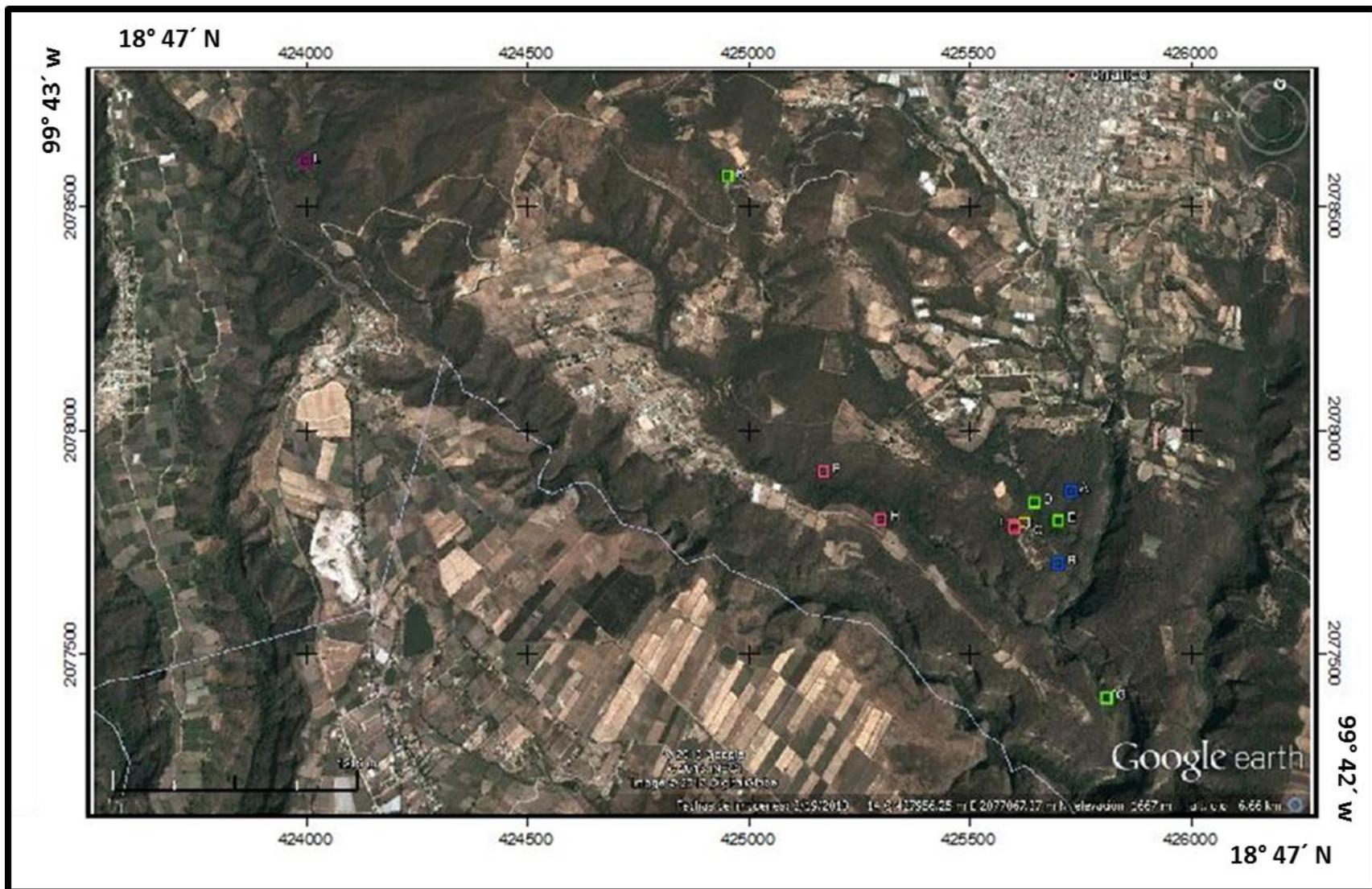


Figura 17. Ubicación de las áreas representativas de las diferentes comunidades vegetales (Bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis*: globos azules; Bosque de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*: globos amarillos; Bosque de *Thouinia- Lysiloma- Juniperus*: globos verdes; Bosque de *Pistacia- Juniperus- Celtis*: globos rosas; Bosque de *Lysiloma*: globos morados).

Así, en la figura 16, a lo largo del eje 1, de izquierda a derecha se suceden las asociaciones de mayor a menor riqueza de especies respectivamente, con lo que aparentemente representa un gradiente en la regeneración de estas asociaciones, ligada a la topografía de la zona.

Ejes	1	2	3	Inercia total
Raíces características	0.4492	0.2752	0.1367	2.5648

Cuadro 8. Valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por los primeros dos ejes de ordenación.

### *Descripción de las comunidades vegetales*

**1) Bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis*:** Se localiza en las partes altas de las cañadas, cerros y lomas, entre 1 575 y 1 595 m snm, asociado a terrenos de poca pendiente, con cierto grado de humedad y suelo semiprofundo, donde potreros y áreas subrurales (caminos, huertos y terrenos abandonados) están presentes o se mezclan. Aparentemente representa la regeneración (varias edades) de lotes abandonados. Sin embargo, aunque es difícil de definir por la variación en edades y presencia de especies exóticas, se puede indicar lo siguiente: En sitios con vegetación madura (en edad), el estrato arbóreo está compuesto de dos subestratos, el superior tiene una altura entre 8 y 12 m, su cobertura es de (máximo) 76.91%, las especies características son *Juniperus flaccida* (VI= 20) y *Leucaena leucocephala* (VI= 12.8), las cuales están acompañadas, en orden decreciente según su valor de importancia por *Celtis caudata*, *Thouinia villosa*, *Celtis iguanaea*, Indeterminada 1, *Pseudosmodingium perniciosum*,

*Jacaranda mimosifolia*, *Amyris reko* y *Chiococca alba* que ocupan la porción superior del dosel. El subestrato inferior, con alturas de 4 a 7 m, llega a cubrir del 2 al 5% del espacio y está conformado por especies arborescentes y arbóreas como: *Randia echinocarpa* (VI= 5.76), *Ficus petiolaris* (VI= 4.60), *Randia thurberi* (VI=4.02), *Liabum glabrum* var. *Hyp oleucum* (VI= 3.86), dentro de las especies con mayor valor de importancia, mientras que *Pistacia mexicana*, *Heliocarpus terebinthinaceus* y *Oreopanax peltatus* obtuvieron los valores de importancia más bajos (figura 15 y 16, cuadro 3 y anexo II).

Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Celtis</i>							
Estrato	Especies	h	A	DAP	C	F	VI
Superior	<i>Juniperus flaccida</i>	8.57	27.14	14.07	20.26	13.46	20.29
	<i>Leucaena leucocephala</i>	9.83	7.14	13.43	19.66	11.54	12.78
	<i>Celtis caudata</i>	12.18	15.71	5.36	6.16	7.69	9.85
	<i>Thouinia villosa</i>	7.50	2.86	13.64	13.03	7.69	7.86
	<i>Celtis iguanaea</i>	7.50	8.57	3.30	3.77	3.85	5.39
	<i>Indeterminada 1</i>	7.50	2.86	2.09	3.05	7.69	4.53
	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	12.00	1.43	10.12	4.88	3.85	3.39
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	8.00	1.43	2.09	4.07	3.85	3.12
	<i>Amyris reko</i>	8.00	1.43	3.52	1.83	3.85	2.37
	<i>Chiococca alba</i>	8.50	1.43	3.74	0.20	3.85	1.83
Inferior	<i>Randia echinocarpa</i>	5.65	7.14	1.79	2.44	7.69	5.76
	<i>Ficus petiolaris</i>	4.82	5.71	3.79	2.32	5.77	4.60
	<i>Randia thurberi</i>	6.81	4.29	3.35	3.92	3.85	4.02
	<i>Liabum glabrum</i> var. <i>hypoleucum</i>	5.00	2.86	4.84	4.88	3.85	3.86
	<i>Pistacia mexicana</i>	6.65	4.29	2.64	3.05	3.85	3.73
	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	6.67	4.29	4.31	2.61	3.85	3.58
	<i>Oreopanax peltatus</i>	7.00	1.43	7.92	3.87	3.85	3.05

Cuadro 3. Promedio de altura (h) y valores relativos de abundancia (A), cobertura (C), frecuencia (F), valores de importancia (VI) de las especies que componen el bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis*.

**2) El bosque de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*:** Ocupa sitios de transición entre la zona de potreros y cañadas donde el suelo es delgado y hay una máxima exposición.

Es una asociación pobre en especies arbóreas y está compuesto de dos subestratos; el superior tiene una altura entre 7 y 8 m, con cobertura de 64.9 %, donde la especie mejor representada es *Juniperus flaccida* (VI= 34.5), acompañada por *Leucaena leucocephala* (VI= 7.9) y *Heliocarpus americanus* (VI= 7.4). El subestrato inferior, con alturas de 4 a 7 m, llega a cubrir el 35.14 % del espacio y está conformado por *Leucaena esculenta* (VI= 39.60) y *Acacia farnesiana* (VI= 10.66) (figura 15 y 16, cuadro 4 y anexo II).

<b>Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Heliocarpus</i></b>						
<b>Estrato</b>	<b>Especies</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>F</b>	<b>VI</b>
<b>Superior</b>	<i>Juniperus flaccida</i>	7.50	21.88	48.27	33.33	34.49
	<i>Leucaena leucocephala</i>	7.50	6.25	9.05	8.33	7.88
	<i>Heliocarpus americanus</i>	7.50	6.25	7.54	8.33	7.37
<b>Inferior</b>	<i>Leucaena esculenta</i>	6.96	59.38	26.09	33.33	39.60
	<i>Acacia farnesiana</i>	3.50	6.25	9.05	16.67	10.66

Cuadro 4. Promedio de altura (h) y valores relativos de abundancia (A), cobertura (C), frecuencia (F) y valores de importancia (VI) de las especies que componen el bosque secundario de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*.

**3) Bosque de *Thouinia- Lysiloma- Juniperus*:** Ocupa una amplia superficie en zonas altas y medias de las barrancas entre 1 537 y 1 757 m snm, donde el impacto histórico y actual de las actividades humanas ha sido incipiente. Es una asociación rica en especies donde el estrato arbóreo está compuesto de dos subestratos, el superior tiene una altura entre 8 y 17.5 m, su cobertura es densa (76.91%) y las especies características son *Thouinia villosa* (VI= 6.84), *Lysiloma acapulcense* (VI= 6.30) y *Juniperus flaccida* (VI= 6.08), *Heliocarpus americanus* (VI= 5.08), acompañados por *Celtis caudata*, *Leucaena leucocephala* y *Trema micrantha*. El subestrato inferior, con

alturas de 3 a 7 m, llega a cubrir el 57.65 % del espacio y está conformado por *Leucaena esculenta* (VI= 11.51), *Pistacia mexicana* (VI= 7.41) y *Cnidocolus multilobus* (VI= 5.77), junto con *Liabum caducifolium*, *Phitecellobium dulce*, *Bursera ovalifolia*, *Prockia crucis*, *Randia thurberi*, *Psidium guajava* y *Leucaena macrophylla* (figura 15 y 16, cuadro 5 y anexo II).

Bosque de <i>Thouinia- Lysiloma- Juniperus</i>						
Estrato	Especies	h	A	C	F	VI
Superior	<i>Thouinia villosa</i>	8.94	12.68	2.00	5.83	6.84
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	9.73	11.22	4.77	2.91	6.30
	<i>Juniperus flaccida</i>	8.75	8.78	4.45	4.85	6.03
	<i>Heliocarpus americanus</i>	13.50	4.39	6.96	3.88	5.08
	<i>Celtis caudata</i>	8.04	6.83	2.49	2.91	4.08
	<i>Leucaena leucocephala</i>	8.00	0.98	6.19	3.88	3.68
	<i>Trema micrantha</i>	8.75	2.44	5.11	2.91	3.49
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	7.66	2.44	3.30	3.88	3.21
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	10.00	0.49	3.87	1.94	2.10
	<i>Celtis iguanaea</i>	8.75	1.46	0.81	3.88	2.05
	<i>Ceiba parvifolia</i>	17.50	0.98	1.93	1.94	1.62
	<i>Agonandra racemosa</i>	8.00	0.49	0.46	1.94	0.96
	Inferior	<i>Leucaena esculenta</i>	7.40	7.80	19.92	6.80
<i>Pistacia mexicana</i>		5.00	4.39	12.01	5.83	7.41
<i>Cnidocolus multilobus</i>		3.78	11.22	1.72	4.37	5.77
<i>Liabum caducifolium</i>		6.46	6.34	1.10	3.88	3.78
<i>Pithecellobium dulce</i>		4.75	0.98	3.87	3.88	2.91
<i>Bursera ovalifolia</i>		6.55	2.44	2.24	3.88	2.86
<i>Bursera fagaroides</i>		5.88	2.44	1.93	2.43	2.27
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>		4.50	1.46	2.32	2.91	2.23
<i>Ipomoea murucoides</i>		7.00	1.46	2.05	2.91	2.14
<i>Chiococca alba</i>		7.00	0.49	3.87	1.94	2.10
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>		4.75	1.46	0.93	3.88	2.09
<i>Bursera bipinnata x B. copallifera</i>		3.88	1.95	1.01	2.91	1.96
<i>Bursera copallifera</i>		4.75	1.46	0.50	3.88	1.95
<i>Randia echinocarpa</i>		6.00	0.49	1.55	1.94	1.33
<i>Prockia crucis</i>		5.50	0.98	0.77	1.94	1.23
<i>Randia thurberi</i>		4.00	0.49	0.77	1.94	1.07
<i>Psidium guajava</i>		3.00	0.49	0.77	1.94	1.07
<i>Leucaena macrophylla</i>	4.00	0.49	0.31	1.94	0.91	

Cuadro 5. Promedio de altura (h) y valores relativos de abundancia (A), cobertura (C), frecuencia (F), valores de importancia (VI) de las especies que componen el bosque de *Thouinia-Lysiloma-Juniperus*.

**4) Bosque de *Pistacia- Juniperus-Celtis*:** Se desarrolla desde las orillas de los ríos en las barrancas, hasta las laderas de cerros de difícil acceso, en sitios con pendiente suave hasta muy abrupta y con todo tipo de exposición; es una asociación rica en especies leñosas y parece representar al bosque con menor perturbación. El estrato arbóreo está compuesto de dos subestratos, el superior tiene una altura entre 7 y 10 m, su cobertura es abierta (39.26%); las especies características son *Pistacia mexicana* (VI= 7.82) y *Juniperus flaccida* (VI= 7.06), *Celtis caudata* (VI= 6.13) y *Lysiloma divaricatum* (VI= 5.18). El subestrato inferior, con alturas de 3 a 7 m, llega a cubrir el 60.74% del espacio, está conformado por *Heliocarpus americanus* (VI= 7.92), *Lysiloma acapulcense* (VI= 7.34), *Thouinia villosa* (VI= 6.35), (VI= 5.77), Indeterminada 1 (VI= 5.26), y *Bursera bipinnata* x *B. copallifera* (VI= 4.14); las de menor presencia son: *Bursera fagaroides* (VI= 2.14), *Leucaena leucocephala* (VI= 2.10), *Bursera copallifera* (VI= 1.35) y *Nopalea karwinskiana* (VI= 1.12) son las especies con un valor de importancia más bajo (figura 15 y 16, cuadro 6 y anexo II).

Bosque de <i>Pistacia- Juniperus- Celtis</i>						
Estrato	Especies	h	A	C	F	VI
Superior	<i>Pistacia mexicana</i>	7.58	12.02	4.89	6.56	7.82
	<i>Juniperus flaccida</i>	7.53	11.59	3.58	6.01	7.06
	<i>Celtis caudata</i>	8.18	9.01	3.55	5.83	6.13
	<i>Lysiloma divaricatum</i>	8.15	4.29	2.52	8.74	5.18
	<i>Dendropanax arboreus</i>	8.18	2.15	7.19	3.28	4.21
	<i>Leucaena macrophylla</i>	10.00	0.43	7.38	2.19	3.33
	<i>Ceiba aesculifolia</i>	10.00	0.86	5.90	2.19	2.98
	<i>Sideroxylon sp.</i>	8.00	0.43	3.69	2.19	2.10
	<i>Cyrtocarpa procera</i>	9.00	0.86	0.55	2.19	1.20
Inferior	<i>Heliocarpus americanus</i>	7.33	12.45	3.65	7.65	7.92
	<i>Lysiloma acapulcense</i>	7.03	9.44	5.29	7.29	7.34
	<i>Thouinia villosa</i>	7.28	10.73	3.96	4.37	6.35
	<i>Indeterminada 1</i>	6.00	9.44	2.70	3.64	5.26
	<i>Bursera bipinnata x B. copallifera</i>	6.80	3.86	3.47	5.10	4.14
	<i>Trema micrantha</i>	6.50	1.72	8.30	2.19	4.07
	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	4.60	2.15	3.06	6.56	3.92
	<i>Trichilia americana</i>	7.20	2.15	3.36	3.64	3.05
	<i>Liabum glabrum var. hypoleucum</i>	5.50	0.86	3.87	4.37	3.03
	<i>Taxodium mucronatum</i>	5.50	0.86	5.90	2.19	2.98
	<i>Ficus pertusa</i>	7.00	0.43	5.53	2.19	2.72
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	5.50	0.86	4.43	2.19	2.49
	<i>Bursera fagaroides</i>	4.83	1.72	1.78	2.91	2.14
	<i>Leucaena leucocephala</i>	5.00	0.43	3.69	2.19	2.10
	<i>Bursera copallifera</i>	2.75	0.86	1.01	2.19	1.35
	<i>Nopalea karwinskiana</i>	3.00	0.43	0.74	2.19	1.12

Cuadro 6. Promedio de altura (h) y valores relativos de abundancia (A), cobertura (C), frecuencia (F), valores de importancia (VI) de las especies que componen el bosque de *Pistacia- Juniperus- Celtis*.

**5) Bosque de *Lysiloma*:** Se encuentra presente en zonas llanas donde los potreros han tenido relativamente poco tiempo de abandono y están en proceso de regeneración. Es por lo anterior, una asociación pobre en especies leñosas, donde el estrato arbóreo superior, con una altura de 9 m y cobertura abierta (24.14%) está representado por *Lysiloma acapulcense* (VI= 29.47), una especie de rápido crecimiento. El subestrato inferior, de 4 a 7 m, tiene cobertura de 75.86 % y está conformado por *Eysenhardtia polystachia* (VI= 17.92), *Trichilia americana* (VI= 16.89), *Heliocarpus*

*americanus* (VI= 15.90), *Celtis iguanaea* (VI= 14.77) y *Bursera bipinnata* x *B. copallifera* (VI= 5.05) (figura 15 y 16, cuadro 7 y anexo II).

Bosque de <i>Lysiloma</i>						
Estrato	Especies	h	D	C	F	VI
Superior	<i>Lysiloma acapulcense</i>	9.12	35.71	24.14	28.57	29.47
	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7.38	14.29	25.17	14.29	17.92
	<i>Trichilia americana</i>	6.00	10.71	25.66	14.29	16.89
Inferior	<i>Heliocarpus americanus</i>	7.25	17.86	15.55	14.29	15.90
	<i>Celtis iguanaea</i>	3.70	17.86	5.03	21.43	14.77
	<i>Bursera bipinnata</i> x <i>B. copallifera</i>	4.00	3.57	4.44	7.14	5.05

Cuadro 7. Promedio de altura (h) y valores relativos de abundancia (A), cobertura (C), frecuencia (F), valores de importancia (VI) de las especies que componen el bosque de *Lysiloma*.

### ***Abundancia y diversidad de las especies***

En general, la abundancia de las especies en la localidad decrece gradualmente en el polígono estudiado (cuadro 9, figura 19), lo que da origen a una elevada diversidad: de acuerdo al complemento del índice de Simpson es  $1-D=0.9365$ . *Juniperus flaccida*, *Lysiloma acapulcense* y *Thouinia villosa* son las especies que presentan el mayor número de individuos. Posteriormente se encuentran las especies de abundancia media-alta como *Celtis caudata*, *Heliocarpus americanus* y *Pistacia mexicana*, estas especies son las que caracterizan a las diferentes asociaciones descritas. El resto de las especies (29) se pueden considerar como raras, entre las que se encuentran *Agonandra racemosa*, *Amyris rekoj*, *Ficus pertusa*, *Nopalea karwinskyana*, *Oreopanax peltatus*, *Pseudosmodingium perniciosum*, *Psidium guajava* y *Sideroxylon* sp.

Especies	(n <sub>i</sub> )	n <sub>i</sub> /N ó (p <sub>i</sub> )	(n <sub>i</sub> /N) <sup>2</sup>	Especies	(n <sub>i</sub> )	n <sub>i</sub> /N ó (p <sub>i</sub> )	(n <sub>i</sub> /N) <sup>2</sup>
<i>Juniperus flaccida</i>	71	0.1250	0.015625	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	5	0.0088	0.000077
<i>Lysiloma acapulcense</i>	55	0.0968	0.009376	<i>Ficus petiolaris</i>	4	0.0070	0.000050
<i>Thouinia villosa</i>	53	0.0933	0.008707	<i>Liabum glabrum var. hypoleucum</i>	4	0.0070	0.000050
<i>Celtis caudata</i>	46	0.0810	0.006559	<i>Randia thurberi</i>	4	0.0070	0.000050
<i>Heliocarpus americanus</i>	45	0.0792	0.006277	<i>Ipomoea murucoides</i>	3	0.0053	0.000028
<i>Pistacia mexicana</i>	40	0.0704	0.004959	<i>Acacia farnesiana</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Leucaena esculenta</i>	35	0.0616	0.003797	<i>Ceiba aesculifolia</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	28	0.0493	0.002430	<i>Ceiba parvifolia</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Indeterminada 1</i>	24	0.0423	0.001785	<i>Chiococca alba</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Lysiloma divaricatum</i>	15	0.0264	0.000697	<i>Leucaena macrophylla</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Bursera bipinnata x B.copallifera</i>	14	0.0246	0.000608	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Celtis iguanaea</i>	14	0.0246	0.000608	<i>Cyrtocarpa procera</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Liabum caducifolium</i>	13	0.0229	0.000524	<i>Prockia crucis</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Leucaena leucocephala</i>	10	0.0176	0.000310	<i>Taxodium mucronatum</i>	2	0.0035	0.000012
<i>Bursera fagaroides</i>	9	0.0158	0.000251	<i>Agonandra racemosa</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Trema micrantha</i>	9	0.0158	0.000251	<i>Amyris rekoii</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Trichilia americana</i>	8	0.0141	0.000198	<i>Ficus pertusa</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	6	0.0106	0.000112	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Randia malacocarpa</i>	6	0.0106	0.000112	<i>Nopalea karwinskiana</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Dendropanax arboreus</i>	5	0.0088	0.000077	<i>Oreopanax peltatus</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Bursera copallifera</i>	5	0.0088	0.000077	<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Bursera ovalifolia</i>	5	0.0088	0.000077	<i>Psidium guajava</i>	1	0.0018	0.000003
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	5	0.0088	0.000077	<i>Sideroxylon sp.</i>	1	0.0018	0.000003
						<b>Ind. Dominancia</b>	<b>0.063495</b>
						<b>Complemento Simpson</b>	<b>0.936505</b>

Cuadro 9. Abundancia de las especies arbóreas y diversidad del área de estudio. Dónde: (n<sub>i</sub>)= número total de individuos, (p<sub>i</sub>)= proporción del número total de individuos que constituyen la i-ésima especie y (n<sub>i</sub>/N)<sup>2</sup>= probabilidad conjunta.

Los datos de las frecuencias de abundancias obtenidas a partir de las doce unidades de muestreo, permiten observar que en el área de estudio, las abundancias de las especies en clase geométrica escala x2 se ajustan a una curva logarítmica normal ligeramente desplazada a la derecha (figuras 18 y 19), lo que nos indica una regularidad en la estructura de la comunidad, una alta diversidad de especies y haber realizado un muestreo representativo que nos permite describir la vegetación de la zona de estudio.

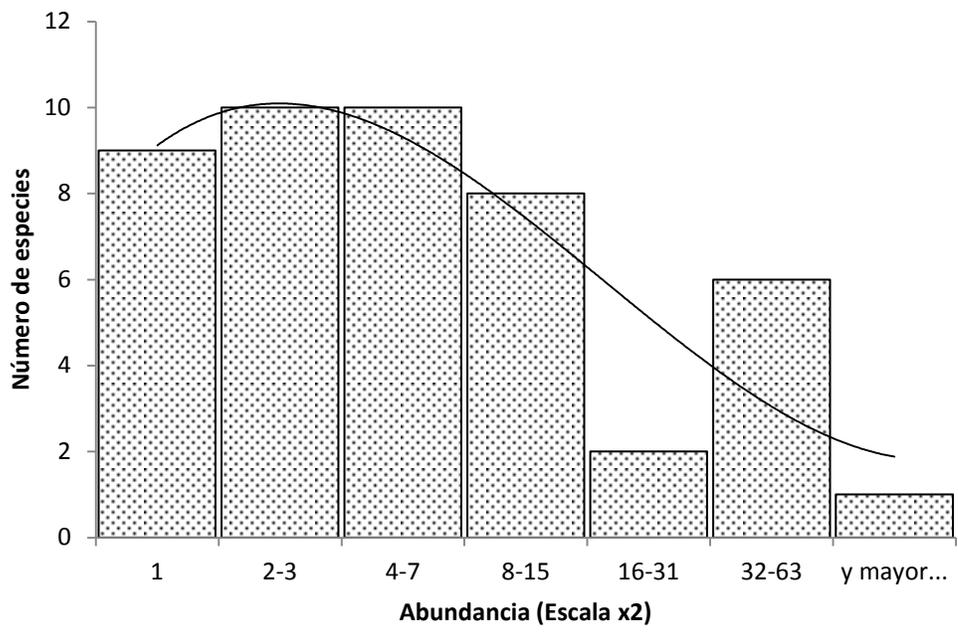


Figura 18. Distribución logarítmica normal de la abundancia total de la flora arbórea de la zona de estudio.

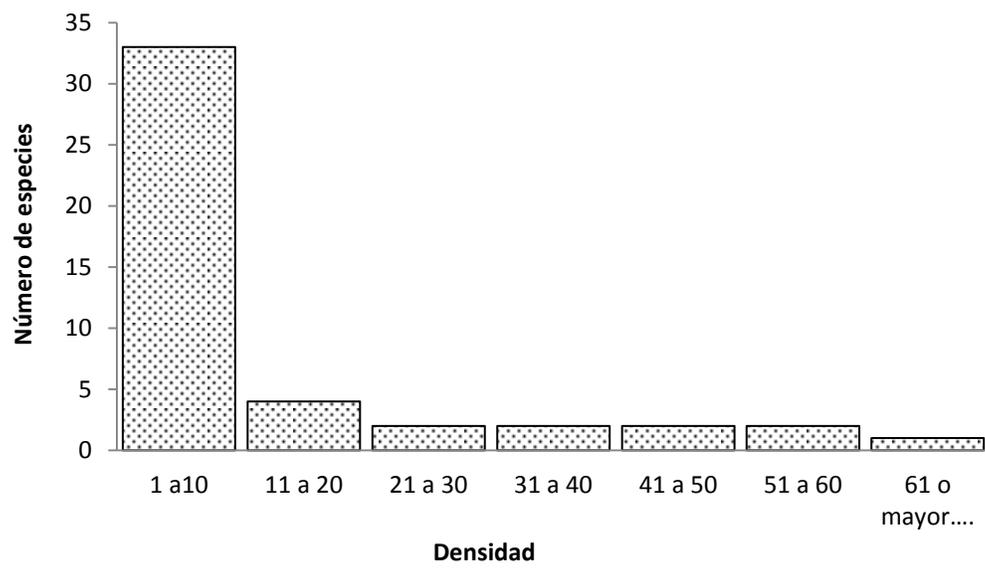


Figura 19. Densidad por número de especies de la flora arbórea de la zona de estudio.

El cuadro 13, presenta el número de especies y los valores obtenidos mediante las fórmulas de Simpson, Shannon- Weaver, así como del complemento de Simpson y el valor de diversidad verdadera calculados para cada asociación vegetal obtenida. Los valores del complemento de Simpson (1-D) aplicados a las comunidades vegetales descritas en lo individual varían de muy bajos en una de las comunidades, a altos en otras dos de las cinco áreas muestreadas.

Los valores más bajos corresponden a un bosque en el que *Juniperus flaccida*, *Leucaena esculenta* y *Heliocarpus americanus* son los dominantes (cuadro 12). Por el contrario, las comunidades con los valores más altos (1-D= 0.93 y 0.91 respectivamente), corresponden a asociaciones en donde *Juniperus flaccida* pasa a ser una especie menos abundante y comparte su importancia y equitatividad con otras especies como *Pistacia mexicana* y *Thouinia villosa*.

Asociación	Número de especies (S)	Índice de Simpson (D)	Entropía de Shannon (H')	Complemento de Simpson (1-D)	Diversidad verdadera ( <sup>1</sup> D) (Just, 2006)
Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Celtis</i>	17	0.13	2.41	0.87	11.12
Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Heliocarpus</i>	<b>5</b>	<b>0.41</b>	1.16	0.59	3.19
Bosque de <i>Thouinia- Lysiloma- Juniperus</i>	30	0.07	<b>2.91</b>	<b>0.93</b>	<b>18.33</b>
Bosque de <i>Pistacia- Juniperus- Celtis</i>	25	0.09	2.68	0.91	14.51
Bosque de <i>Lysiloma</i>	6	0.22	1.62	0.78	5.04

Cuadro 13. Indices de diversidad de algunas asociaciones vegetales.

## Discusión

Del listado florístico de árboles y arborescentes obtenido, las familias mejor representadas por su elevado número de componentes fueron: en primer lugar Fabaceae que, como lo mencionan Sousa y Delgado (1998) y Sousa *et al.* (2001), es una familia de las más numerosas en el país, con afinidad a las zonas cálidas y semiáridas, además de que son muy prominentes tanto en las comunidades maduras, como en las sucesionales (Rzedowski y Rzedowski, 2013), por lo que es innegable su gran representatividad en la zona de estudio. En segundo lugar se encuentra Burseraceae, la cual es ampliamente dominante, debido a que México; en especial la cuenca del río Balsas (Rzedowski *et al.*, 2005) es uno de sus centros de diversificación y *Bursera*, es uno de los géneros arbóreos con mayor número de especies dentro del BTC en México (Cuevas *et al.*, 1998; Trejo, 1998; Zepeda y Velázquez, 1999; Rzedowski *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 1998; Gual, 1995; Peralta, 1995; Valencia-Ávalos, 2011). Moraceae se encuentra en tercer lugar, representada por el género *Ficus*, cuya diversidad pantropical es alta y esta ligada a zonas riparias y húmedas (Corner, 1962; Berg, 1989).

Estas tres familias, coinciden con lo reportado para los bosques tropicales del occidente de México (Trejo, 1998) y con otros estudios para el bosque tropical caducifolio (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski y Rzedowski, 2013), donde estas familias tienen una clara representación y dominio, que alternan, con otras familias menos diversas, pero que juegan un papel estructural de leñosas relevante en el BTC como: Anacardiaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae (*Ceiba* y *Pseudobombax*),

Cactaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Solanaceae y Verbenaceae.

El grupo de familias con alta representación en la zona (Fabaceae, Burseraceae, Moraceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae) imprimen una peculiaridad a la comunidad estudiada. Tomando en consideración los trabajos de Gual (1995) y Peralta (1995) para la microregión Cañón del Zopilote en el estado de Guerrero, donde registraron 256 especies de plantas leñosas; y comparar la composición arbórea y arborescente de ambas zonas, se puede ver que el incremento en la riqueza florística es reflejo del recambio de especies entre las comunidades de bosque tropical caducifolio, tanto a nivel local como a nivel micro regional. Dicho recambio, se encuentra influido por la altitud, además de la ubicación geográfica, la heterogeneidad topográfica y al grado de perturbación que presenta cada una de las zonas.

Cabe mencionar que de los 70 géneros registrados para este estudio, tres de ellos son endémicos a México (Villaseñor, 2004) y el resto corresponden a especies con una amplia distribución que rebasa los límites políticos de México. De estos últimos, la mayoría se comparten con América central y América del Sur, lo que era de esperarse de acuerdo a lo propuesto por Rzedowski (1991), donde se presume que la mayor parte del territorio de México menor a 1 600 m snm se encuentra dentro del reino florístico neotropical.

A nivel de especie se obtuvo que 30 de ellas son endémicas de México, de las cuales 14 coinciden con Mc Vaugh (1984, 1985, 1987, 1989, 1993, 2001), Trópicos (2012) y Standley y Steyermark (1977) como de amplia distribución dentro de los límites del país

y 8 se distribuyen solamente en la depresión del Balsas de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2005).

En lo referente al comportamiento sinantrópico de las especies, se obtuvo una gran cantidad de especies que forman la vegetación natural madura de la región (88.7%). De ésta, algunas especies (11) son flora natural recurrente que se expresa debido a las numerosas áreas impactadas por la actividad agropecuaria local. Este impacto sobre el uso del suelo y la cercanía de actividad florícola-frutícola o el abandono de huertos, ha provocado que otras 9 spp. (8.49%), correspondan a plantas exóticas (Villaseñor y Espinosa, 1998).

Dentro de la flora recurrente presente en el área de estudio, sobresale *Juniperus flaccida*, la cual presenta una elevada abundancia en ciertos parajes. La presencia de esta especie es un indicador de que la zona de estudio se encuentra en la transición inferior de los bosques templados y el bosque tropical caducifolio propiamente (Rzedowski, 2006), sin embargo, el análisis de la distribución de las familias y géneros presentes en el bosque tropical caducifolio estudiado, muestra un pleno dominio de elementos tropicales (anexo I), lo que establece que es parte de la región tropical a una altura semicálida.

Con los datos obtenidos a partir de la función en la curva de acumulación de especies, podemos decir que el inventario arbóreo y el esfuerzo de muestreo fueron suficientes para completar aproximadamente el 71% del total estimado (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El esfuerzo es adecuado, ya que nunca se logran censar en su totalidad las especies dado que las probabilidades de incorporar al censo una especie rara va

disminuyendo considerablemente, lo que hace que se deba multiplicar exponencialmente el muestreo (Gotelli & Colwell, 2001; Adler y Lauenroth, 2003).

Las estimaciones hechas con los valores de diversidad verdadera, indican que la diversidad que presenta la zona de estudio es lo equivalente a tener una comunidad con una riqueza de 60 especies arbóreas, donde cada una de ellas tuviera la misma abundancia, dicho valor no varió tanto de acuerdo a los obtenidos con los estimadores no paramétricos calculados en el programa EstimateS, mediante datos de presencia-ausencia. Sin embargo, al hacer la comparación entre el número de árboles estimados a partir de los muestreos ecológicos (60 spp.) con los inventariados en el listado florístico (106 spp.), notamos una diferencia de 46 especies entre lo esperado y lo observado. Esto puede deberse principalmente a que hubo zonas que no fueron muestreadas ecológicamente debido a la inaccesibilidad del terreno y el inventario arbóreo se completó mediante recorridos florísticos.

El bosque estudiado guarda una estructura general propia de los sistemas tropicales secos en la región de la cuenca del Pacífico (Rzedowski y Rzedowski, 2013, Miranda y Hernández, 1963), donde la dominancia de especies arbóreas está dispuesta en uno o dos estratos y se encuentran representados por géneros como *Bursera*, *Ceiba*, *Ficus*, *Ipomoea*, *Leucaena* y *Lysiloma*, así como *Cyrtocarpa procera*, *Pistacia mexicana*, *Guazuma ulmifolia*, y algunos ejemplares de cactáceas columnares como *Isolatocereus dumortieri*. Estas especies nos permiten diferenciar el bosque tropical caducifolio de un matorral espinoso pese a que sus límites son muy difíciles de establecer (Búrquez y Martínez-Yrizar, 2010). La presencia, a veces dominante de *Juniperus flaccida* así como la codominancia de especies arbóreas de *Leucaena*, *Ipomoea* y *Heliocarpus*,

consideradas como indicadores de disturbio (Soto, 1987), muestra que la zona de estudio presenta un historial de impacto, donde existen numerosos parches que representan diferentes etapas de recuperación, a partir de sitios donde se establecieron huertas (en cañadas) o potreros (en sitios llanos de Tonatico) o se continúa con el uso agropecuario (Rzedowski, 2006).

Las barrancas y cañones se distinguen por la presencia de grandes árboles, la abundancia de epífitas, principalmente del género *Tillandsia* y helechos de los géneros *Cheilanthes* y *Notholaena* (Búrquez y Martínez-Yrizar, 2010). Dentro de las especies que se encuentran en las partes más altas de esta topografía destacan por su abundancia *Lysiloma* spp., *Senna atomaria*, *Erythrina lanata*, *Ipomoea* spp, *Ceiba* spp. y *Croton* spp., mientras que en las partes medias y bajas se encuentran *Ficus* spp., *Guazuma ulmifolia*, *Jatropha curcas* y otras especies que se caracterizan por conservar por un periodo más prolongado el follaje durante la época de sequía, debido a que en estas zonas existe un mayor grado de humedad. En las partes más profundas de las barrancas destaca *Taxodium mucronatum* que llega a formar pequeños manchones de vegetación riparia a lo largo de los ríos junto con algunas especies de *Agonandra racemosa*, *Inga eriocarpa*, *Myriocarpa brachystachys* y *Salix* spp. Por el contrario en los cantiles las laderas más secas con exposición al sur, son comunes las especies xerofíticas como *Isolatocereus dumortieri*, *Nopalea karwinskiana* algunos representantes del género *Hechtia*, *Mammillaria* y especies de leguminosas y euforbiáceas (figura 16).

De acuerdo al análisis de ordenación (DCA), en el eje 1 aparecen primero las asociaciones con mayor riqueza de especies: *Thouinia- Lysiloma- Juniperus* y *Pistacia-*

*Juniperus-Celtis*, donde ambos grupos se mantienen muy cercanos debido a que intercambian especies entre sí, dando lugar a bosques que se encuentran principalmente en las barrancas, laderas y riberas del río, en sitios cerrados que presentan más humedad, lo que permite a estas especies que puedan desarrollarse adecuadamente. Siguiendo dicho eje, aparece separado el bosque de *Juniperus-Leucaena-Celtis*, con especies asociadas a terrenos de poca pendiente y suelo semiprofundo que se localiza en las partes altas de las cañadas, además de contar con la presencia de *Pseudosmondium perniciosum* la cual es indicadora de disturbio (Rzedowski, 2006). Con respecto al eje 2, se puede observar el acomodo de las asociaciones vegetales de arriba hacia abajo, lo que coincide con un gradiente de insolación, donde el bosque de *Juniperus-Leucaena-Heliocarpus*, es el primero en aparecer, con cierta separación del bosque de *Thouinia-Lysiloma-Juniperus* y el bosque de *Pistacia-Juniperus-Celtis* mientras que el bosque de *Juniperus-Leucaena-Celtis* y el bosque de *Lysiloma* son los más alejados. Dichos gradientes inician en las laderas expuestas, decrece hacia la parte media de las barrancas y termina donde se encuentra el bosque de *Juniperus-Leucaena-Celtis* y el bosque de *Lysiloma* al fondo de la cañada. El bosque de *Pistacia-Juniperus-Celtis* y el bosque de *Thouinia-Lysiloma-Juniperus*, se encuentran fuertemente ligados debido a que son comunidades muy parecidas florísticamente y su diferencia radica en la abundancia, altura y diversidad de las especies. Por su parte, el bosque de *Juniperus-Leucaena-Celtis* se encuentra un poco más distanciado de las otras asociaciones debido a que son muy pocas las especies que comparte con ellas y son altamente dominantes, por lo que su composición es mucho más sencilla y la diferencia se hace más marcada.

A pesar de que se encuentran zonas en el área de estudio donde el impacto es muy marcado (bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis* y bosque de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*), con pocas unidades de muestreo (12) se logró censar la mayor parte de especies raras (figuras 18 y 19), esto debido a que las especies presentan una alta equitatividad y a que su distribución es bastante homogénea. Esta observación se confirma con el valor obtenido del complemento de Simpson y la entropía de Shannon, donde vemos que la diversidad de la comunidad vegetal del polígono de estudio es bastante elevada, lo que es de esperarse en algunos ecosistemas semicálidos, fases serales intermedias a avanzadas o ecosistemas con pocas restricciones (Krebs, 1985).

Sin embargo, analizando la riqueza de especies y los índices de diversidad calculados, se pueden diferenciar asociaciones con tendencias sucesionales influenciadas por algunos factores abióticos como la humedad y el suelo. De esta manera, el bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis* está ligado a la regeneración de terrenos y huertos abandonados cercanos a un arroyo, el bosque de *Juniperus- Leucaena - Heliocarpus* es la regeneración próxima a los potreros y zonas con suelos muy delgados, el bosque de *Thouinia – Juniperus- Lysiloma* parece ocupar zonas con una regeneración en las partes con suelos más profundos, mientras que el bosque de *Pistacia- Juniperus- Celtis* representa la vegetación en un estado más maduro y conservado, dado que se encuentra en las cañadas con pendiente abrupta. El bosque de *Lysiloma* se encuentra en potreros de reciente abandono en zonas con suelos inundables cercanos al río.

La principal transformación de estos bosques en las localidades de Tonatico y los Amates, se debe principalmente al desmonte del bosque para la agricultura de temporal (principalmente maíz, frijol, cacahuate) o para ganadería (siembra de pastos), aunque

sus rendimientos son muy limitados (Burgos, 2004; Gutiérrez, 1993). Se observaron además relictos de antiguos huertos de frutales en la zona de cañadas (a su vez que se abren o reabren viejos espacios cerca del río), lo que trae como consecuencia que cuando este tipo de bosque es destruido, generalmente por las prácticas de cultivo en el sistema de roza-tumba-quema, con el tiempo se genera en su lugar una vegetación secundaria rica en leguminosas arbustivas y algunas otras especies arbóreas y arbustivas (Soto, 1987). Estas asociaciones secundarias reciben generalmente el nombre de "renovales", teniendo gran importancia alimenticia para el ganado. Por mencionar algunas de las principales especies tenemos: *Acacia angustissima*, *A. farnesiana*, *A. pennatula*, *Mimosa polyantha*, *Caesalpinia pulcherrima* y *Pithecellobium acatlense* (Fernández, 1998).

El BTC en nuestro país está desapareciendo a tasas alarmantes (Trejo- Vázquez y Dirzo, 2000), razón por la cual es importante detener esta transformación y conservar estos bosques que poseen una alta importancia biológica, cultural y ecológica. La pérdida de estos hábitats está provocando lo que en un futuro podría ser el mayor evento de extinción de especies en la historia del planeta (Laurance *et al.*, 2012), además de que está contribuyendo a generar grandes cambios ambientales a nivel global (Wright, 2005) con fuertes repercusiones negativas para la humanidad (MEA, 2005). Por lo que el futuro de la biodiversidad y por lo tanto de los servicios ecosistémicos, depende de la conservación de los remanentes de vegetación (Daily *et al.*, 200; Guevara *et al.*, 2004), del entendimiento de los procesos de regeneración natural y sucesión secundaria (Chazdon *et al.*, 2007, 2009; Quesada *et al.*, 2009) y de la aplicación de prácticas de restauración, todo ello bajo la perspectiva de manejo de

los bosques bajo criterios que sean social y ecológicamente sostenibles (Smith *et al.*, 1999; Harvey *et al.*, 2008).

Por lo que al presentar este bosque, zonas en proceso de regeneración, es indispensable asegurar su conservación mediante iniciativas como el pago por servicios ambientales, donde los bosques tropicales tienen el potencial de incorporar los servicios ecosistémicos hidrológicos, la retención de suelos, así como los de almacenamiento de carbono y el de mantenimiento de la diversidad biológica como corredores ecológicos para mantener la conectividad con otros sistemas.

## **En conclusión**

Este trabajo contribuye al conocimiento del bosque tropical caducifolio del municipio de Tonicato, analizando la composición, estructura arbórea y determinismo ecológico de sus diferentes asociaciones vegetales, tratando de interpretar las tendencias sucesionales que éstas presentan. Sus resultados proveen bases para futuras investigaciones de diversa índole, además de fomentar acciones de restauración y conservación.

El btc de Tonicato presenta una alta complejidad en el ensamblaje de sus comunidades vegetales y una estructura propia de los bosques tropicales, además de que albergar algunas especies endémicas a la cuenca del Balsas y/o con protección especial, por lo que esta zona posee una gran importancia ecológica, la cual se ve fuertemente amenazada debido a la mala gestión sobre el manejo de sus recursos.

Los cambios en su estructura y por lo tanto en la composición florística se ven reflejados en la cantidad de especies sinantrópicas y en la fragmentación del bosque, formando así un mosaico de parches asociaciones vegetales ligadas a la regeneración del bosque. Sin embargo, las cronosecuencias indican que las comunidades vegetales del bosque mantienen la capacidad de recuperarse en las parcelas agropecuarias que han sido abandonadas, mientras que en las cañadas se ubica la vegetación madura y mejor conservada.

Dado que las cañadas son las zonas de alta diversidad biológica y dado que mantienen fragmentos de comunidades bióticas conservados, su importancia radica en ser zonas que permiten la conectividad entre parches de vegetación y/o con otros sistemas

biológicos. Dicha conectividad es importante para el mantenimiento de la diversidad biológica, procesos ecológicos y evolutivos, mediante la facilitación, tanto de la migración, como de la dispersión de especies de flora y fauna silvestres, asegurando de esta manera la conservación de las mismas, a largo plazo.

La conectividad es uno de los principios básicos de los corredores biológicos y de estrategias para la conservación, ya que permiten maximizar el uso sostenible del bosque y los derivados de los servicios ambientales. Es importante destacar que estos bosques brindan algunos servicios ecosistémicos importantes, como lo es la temporalidad del agua, el disminuir el riesgo de erosión y retener la fertilidad de los suelos, además de proveer combustibles como madera y leña, algunos frutos comestibles y materia para realizar construcciones y artesanías.

Una manera de cooperar con la construcción de prácticas de manejo sostenible del bosque es la de desarrollar, junto con la comunidad, programas de educación ambiental, que incorporen las necesidades e intereses de todos los actores sociales, por lo que este estudio brinda información de la zona para ser utilizada en la planeación del uso de los recursos forestales del área.

## Literatura citada

- Adler P. B. y Lauenroth W. K. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters* **6**: 749–756.
- Arreguín-Sánchez M. L., Fernández R., Quiroz-García D. L. y Acosta-Castellanos S. 2009. Análisis de la distribución de las especies de helechos y afines del Valle de México, notas ecológicas y florísticas. *Polibotánica* **28**:15-36.
- Berg C. C. 1989. Classification and distribution of *Ficus*. *Experientia* **45**: 605-611.
- Bischler-Causse H., Gradstein S. R., Jovet-Ast S., Salazar Allen N. y Long D. 2005. Marchantiidae. *Flora Neotropica Monograph* **97**: 1-275.
- Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología. *Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones. España. 820 pp.
- Burgos A. L. 2004. Estrategia para el abordaje ecosistémico de una investigación en restauración ecológica, aplicada al caso del bosque tropical seco de la región de Chamela. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán. 192 pp.
- Búrquez A. y Martínez-Yrizar A. 2010. Límites geográficos entre selvas secas y matorrales espinosos y xerófilos: ¿qué conservar? pp. 53-62. En: Ceballos G., Martínez L., García A., Espinoza E., Bezaury C. J. y Dirzo R. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Comisión Nacional para el fomento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. 596 pp.

- Ceballos G., Martínez L., García A., Espinoza E., Bezaury J. y Dirzo A. 2010. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. FCE, CONABIO, CONANP, Alianza WWF-TELCEL, Ecociencia S. C., TELMEX. México, D.F. 594 pp.
- Chazdon R. L., Harvey C. A., Komar O., van Breugel M., Ferguson B.G., Griffith D.M., Martínez-Ramos M., Morales M., Nigh R., Soto-Pinto L. y Philpott S. M. 2009. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in tropical cultural landscapes. *Biotropica* **41**: 142-153.
- Chazdon R. L., Letcher S. G., Van Breugel M., Martínez-Ramos M., Bongers F. y Finegan B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **362**: 273-289.
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2012. En <http://www.cites.org/esp/app/appendices.html>. Revisada: Diciembre 2012.
- Colwell K. R. 2009. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 8.2. En: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Revisada: Diciembre 2012.
- Corner E. J. H. 1962. The classification of the Moraceae. *Gardens Bulletin of Singapore* **19**:187-252.
- Cottam G. 1949. The Phytosociology of an Oak Woods in Southwestern Wisconsin. *Ecology* **30**: 271-287.

- Cuevas G.R., Núñez L., Guzmán H. y Santana M. 1998. El bosque tropical en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* **5**: 445-491.
- Daily G. C., Ehrlich P. R. y Sánchez-Azofeifa G. A. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of Southern Costa Rica. *Ecological Applications* **11**: 1-13.
- Dirzo R. y Gómez B. 1996. Ritmos temporales de la investigación taxonómica de plantas vasculares en México y una estimación del número de especies conocidas. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **83**: 396-403.
- Fernández N. R., Rodríguez J. C., Arreguín S. M. L. y Rodríguez J. A. 1998. Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica* **9**: 1-151.
- Fulford M. y Sharp A. J. 1990. The leafy Hepaticae of Mexico: One Hundred and twenty-seven years after C.M.Gottsche. *Memoirs of the New York Botanical Garden* **63**: 1-86.
- Galindo, B. G. y Fernández N. R. 2002. Inventario florístico del municipio de Amacuzac, Morelos, México. *Polibotánica* **13**: 107- 135.
- García E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie libros 6: 90 p. + 1 CD.
- Gómez G. y Arreguín M. L. 2004. Clave Genérica Ilustrada para la Identificación de Pteridofitas de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica* **17**: 45-69.
- Gotelli N. J. y Colwell R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* **4**: 379-391.

- Gual D. M. 1995. Cañón del Zopilote (Área Venta Vieja). En: Diego-Pérez N. y Fonseca R. M. (Eds.). *Estudios Florísticos en Guerrero* Núm. 6. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF. 39 pp.
- Guevara S., Laborde J. y Sánchez-Ríos G. 2004. Rain forest regeneration beneath the canopy of fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* **36**: 99-108.
- Guizar N. E. y Sánchez V. A. 1991. *Guía para el reconocimiento de los principales árboles del Alto Balsas*. Universidad Autónoma Chapingo. México. 207 pp.
- Gutiérrez A. R. 1993. *La ganadería extensiva en el trópico seco mexicano: causas, consecuencias y manifestaciones en su medio social*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 78 pp.
- Guzmán- Ramírez N. B. 2009. El manejo comunitario del agua en la cuenca del río Amacuzac: Conflictos y pobre gobernanza del agua. XXVIII Congreso Latin American Studies Association (LASA 2009). *El estado del arte en materia de investigación en gestión integrada de recursos hídricos*. Casos de estudio en México BIO008. Río de Janeiro del junio 11 al 14 de 2009.
- Harvey C. A., Komar O., Chazdon B.G., Ferguson B., Finegan D., Griffith M., Martínez-Ramos H., Morales R., Nigh L., Soto- Pinto L., van Breugel M. y Whis. M. 2008. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* **22**: 8-15.
- Hernández M. I. 2000. Colectores emisores y plantas de tratamiento de aguas residuales de las localidades Ixtapan de la Sal- Tonicato, Estado de México. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. UNAM. FES- Aragón. 175 pp.

- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1982. Carta Topográfica, Escala 1:50000, Clave E14 A47. México
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000 a. Carta Topográfica, Escala 1:50000, Clave E14 A47. México.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000 b. Anuario Estadístico del Estado de México. México.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000 c. Diccionario de datos climáticos: escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México. 57 pp.
- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales). 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2012. En: <<http://www.iucnredlist.org>>. Revisada: Octubre 2012.
- Jáuregui- Oslos. E. y Vidal -Bello J. 1981. Aspectos de la climatología del Estado de México. *Boletín del Instituto de Geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México **11**: 21-54.
- Jiménez- Valverde A. y Hortal J. 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.
- Krebs C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y abundancia*. Segunda Edición. Harla. México D. F. 753 pp.
- Laurance W. F., Useche D. C., Rendeiro J., Kalka M., Bradshaw C. J. A., Sloan S. P. 2012. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. *Nature* **489** (7415): 290-293.

- López P. E. J., López- Sandoval J. A., Beltrán A. S. R., Aguilera I. L. G. 2012. Composición de la flora arbórea en el Área Natural Protegida Tenancingo- Malinalco- Zumpahuacán, Estado de México, México. *Polibotánica* **34**: 51-98.
- López-Sandoval J.A., Koch S. D., Vázquez-García L. M., Munguía-Lino G., Morales-Rosales E. J. 2010. Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo. *Polibotánica* **30**: 9-23.
- Lot A. y Chiang F. (Comp.).1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México D.F. 142 pp.
- Ludwig A. J. y Reynolds F. J. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. Wiley. New York. 337 pp.
- Magaña P. y Villaseñor J. L. 2002. La flora de México: ¿Se podrá conocer completamente? *Ciencias* **66**:24-26.
- Martínez G. M., Cruz D. R., Castrejón R. J., Valencia A. S. F., Jiménez R. J. y Ruíz-Jiménez C.A.. 2004. Flora vascular de la porción guerrerense de la Sierra de Taxco, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* **75** (2): 105-189.
- Matteucci, S. y Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. *Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología, Monografía 22*. 168 pp.
- McVaugh R. 1984. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico. Compositae*. The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 12. 1157 pp.

- McVaugh R. 1985. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Orchidaceae. The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 16. 363 pp.
- McVaugh R. 1987. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Leguminosae .The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 5-I. 786 pp.
- McVaugh R. 1989. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Bromeliaceae to Dioscoreaceae.The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 15.398 pp.
- McVaugh R. 1993. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Limnocharitaceae to Typhaceae .The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 13. 462 pp.
- McVaugh R. 2001. Flora Novo-Galiciana. *A Descriptive Account of the Vascular Plants of Western Mexico*. Ochnaceae to Loasaceae .The University of Michigan Press.U.S.A. Volumen 3. 751 pp.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and well-being. Island Press, Washington DC, USA. 68 pp.
- Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **28**: 29-179.
- Miranda F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México I. La vegetación de los cerros al sur de la meseta de Anáhuac- El Cuajiotal. *Anales del Instituto de Biología*. Serie Botánica **12**: 569-614.

- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México V. Rasgos de la vegetación de la Cuenca del Río Balsas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* **8** (1-4): 95-114.
- Monge-Nájera J., Moreno C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- Muestras Neotropicales de Herbario. En: <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/index.php>.  
Revisada: mayo 2012.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre del 2010.
- Olson D. M y Dinerstein E. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* **12**: 502 – 515.
- Palmer M. W., Wade G. L. y Neal P. 1995. Standards for the writing of floras. *BioScience* **45**: 339-345.
- Peralta G. S. 1995. El Cañón del Zopilote: Área Papalotepec. En: Diego-Pérez N. y Fonseca R. M. (Eds.). *Estudios Florísticos en Guerrero* Núm. 5. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF. 37 pp.
- Pineda-García F., Arredondo-Amezcuca L., Ibarra-Manríquez G. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **78**: 129-139.

- Quesada M., Sanchez-Azofeifa G. A., Alvarez M., Stoner K., Ávila-Cabadilla L. D., Calvo-Alvarado J. C., Castillo A., Espírito-Santo M. M., Fagundes M., Fernandes G. W., Gamon J., Lopezaraiza-Mikel M., Lawrence D., Morellato L. P. C., Powers J., Neves F. S., Rosas-Guerrero V., Sayago R. y Sanchez-Montoya G. 2009. Succession and Management of Tropical Dry Forests in the Americas: Review and New Perspectives. *Forest Ecology and Management* **258**: 1014-1024.
- Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. E. (eds.). 1993. *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*. Oxford University Press, New York. 144 pp.
- Rodríguez-Jiménez C., Fernández R., Arreguín-Sánchez Ma. de la L., Rodríguez-Jiménez A. 2005. Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* **20**: 73-99.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la Flora Fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana* **14**: 3-21.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: T. P. Ramamoorthy., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Comps.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 129-145 pp.
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp. Edición digital.
- Rzedowski J., Lemos M. R. y Rzedowski G. C. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botanica Mexicana* **70**: 85-111.

- Rzedowski J. y Rzedowski G. C. 2013. Datos para la apreciación de la flora Fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botanica Mexicana* **102**: 1-23.
- Shannon C. E. y Weaver W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Sharp A. J., Crum H. y Eckel P. M. 1994. *The moss flora of Mexico*. Memoirs of the New York Botanical Garden **69**:1-1113.
- Simpson E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* **163**: 688.
- Smith J., van de Kop P., Reategui K., Lombardi I., Sabogal C. y Diaz A. 1999. Dynamics of secondary forests in slash-and-burn farming: interactions among land use types in the Peruvian Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **76**: 85–98.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). Comisión Nacional del Agua. 2009. En: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75). Revisada: Octubre 2011.
- Soberón J. y Llorente J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* **7**: 480-488.
- Soto N. C. J. 1987. Las plantas medicinales y su uso tradicional en la cuenca del río Balsas, Estados de Michoacán y México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 231 pp.
- Sousa S. M., Ricker M. y Hernández H. M. 2001. Tree species of the family Leguminosae in México. *Harvard Papers in Botany* **6**:339-365.
- Sousa S. M. y Delgado A. 1998. Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y orígenes. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.) *Diversidad*

- biológica de México: Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 449-493 pp.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. *Síntesis Geográfica del Estado de México*. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. México. D.F. 174 pp.
- Standley P. C. y Steyermark J. A. 1977. Fieldiana: Botany. *Flora of Guatemala*. Field Museum of Natural History. Chicago. Volumen 24. Colección completa Parte 1-12.
- Toledo V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventas. *Ciencias* **34**: 43-59.
- Torres S. y Navarrete E. 1986. Estudio florístico del parque Nacional Alejandro Humboldt, Guerrero (Parque cerro El Huixteco). *Biología de campo*. Área Botánica. Facultad de Ciencias. UNAM. 107 pp.
- Trejo I. 1998. *Distribución y diversidad de selvas bajas en México: relaciones con el clima y el suelo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 210 pp.
- Trejo-Vázquez I. y Dirzo R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* **94**: 133-142.
- Tropicos. 2012. Missouri Botanical Garden. En: <http://www.tropicos.org>. Revisada: 27 Mayo 2012
- Valencia-Ávalos S., Cruz-Durán R., Martínez-Gordillo M. y Jiménez-Ramírez J. 2011. La flora del municipio de Atenango de Río, Estado de Guerrero, México. *Polibotánica* **32**: 9-39.
- Vázquez-Yanes C. A., Batis Muñoz I., Alcocer Silva M. I., Gual Díaz M. y Sánchez Dirzo C. 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración*

*ecológica y la reforestación*. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO - Instituto de Ecología. UNAM.

Velázquez A. y Romero F. J. 1999. *Biodiversidad de la Región de Montaña del sur de la cuenca de México*. Universidad Autónoma Metropolitana. Secretaria de Medio Ambiente Ciudad de México. México. 352 pp.

Villaseñor, J. L. 1987. Clave genérica para las compuestas de la cuenca del río Balsas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **47**: 65-86.

Villaseñor J. L. y Espinosa F. J. 1998. *Catálogo de malezas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 449 pp.

Villaseñor J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **75**: 105-135.

Wright S. J. 2005. Tropical forests in a changing environment. *Trends In Ecology & Evolution* **10**: 553-560.

Zepeda G. C. y Velázquez M. E. 1999. El bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra de Nanchititla, Estado de México: la composición y la afinidad geográfica de su flora. *Acta Botanica Mexicana* **46**: 29-55.

## ANEXO I: Lista de flora arbórea

**ID=** Número de identificación.

**Asociaciones vegetales:** **J-L-C:** bosque de *Juniperus- Leucaena- Celtis*; **J-L-C:** bosque de *Juniperus- Leucaena- Heliocarpus*; **T-J-L:** bosque de *Thouinia- Lysiloma- Juniperus*; **P-J-C:** bosque de *Pistacia- Juniperus- Celtis* y **L:** bosque de *Lysiloma*.

**Abundancia relativa:** **r=** casi ausente (uno o pocos individuos); **+=** ocasional (pocos individuos); **1=** escaso a abundante < 5%; **2=** escaso 6-10%; **3=** regular 11-25%; **4=** abundante 26-50%; **5=** codominante 51-75%; **6=** dominante 76-100%.

**Topoforma:** **Lla=** llano; **R=** rivera del río; **La=** ladera; **A=** acantilado.

**Distribución geográfica:** **Cos=** cosmopolita; **A=** América; **NA-M=** Norteamérica a México; **M-SA=** México a Sudamérica; **M-CA=** México a Centroamérica; **M1=** Megaméxico 1; **M2=** Megaméxico 2; **M3=** Megaméxico 3; **M=** México; **E-FVT=** endémico a la Faja Volcánica Transmexicana; **E-SMOc=** endémico a la Sierra Madre Occidental; **E-DB=** endémico de la Cuenca del Balsas; **E-CP=** endémico de la Costa del Pacífico; **E-I=** endémico local.

**Comportamiento:** **\*** = catálogo de malezas de Villaseñor y Espinosa (2004); **FN=** flora Natural; **FR=** flora recurrente; **FS=** flora sinantrópica; **FS: R=** ruderales; **FS: V=** viarias; **FS: A=** arvenses.

ID	Familia / Especie	Valores de Importancia por asociación					Abundancia relativa (Braun-Blanquet)	Topoforma	Distribución geográfica	Comportamiento
		J-L-C	J-L-H	T-J-L	P-J-C	L				
<b>PINOPHYTA</b>										
<b>I. Cupressaceae</b>										
1	<i>Juniperus flaccida</i> Schlttdl.	20.3	34.5	6.0	7.1		3	Ll, La, R	M1	FR
<b>II. Taxodiaceae</b>										
2	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.						3.0	R	Cos	FN
<b>MAGNOLIOPHYTA</b>										
<b>MAGNOLIOPSIDA</b>										
<b>III. Anacardiaceae</b>										
3	<i>Cyrtocarpa procera</i> Kunth				1.2		1	La	M1	FN
4	<i>Mangifera indica</i> L.						r	La	Cos	FS: E
5	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	3.7		7.4	7.8		2	La	M3	FN
6	<i>Pseudosmodium perniciosum</i> (Kunth) Engl.	3.4					+	La	E-DB	FR
<b>IV. Annonaceae</b>										
7	<i>Annona cherimola</i> Mill.						+	R	M1	FS: E
<b>V. Apocynaceae</b>										
8	<i>Plumeria rubra</i> L.						1	La	M3-SA	FN
9	<i>Stemmadenia pubescens</i> Benth.						+	La	M-SA	FN
10	<i>Thevetia thevetioides</i> (Kunth) K. Schum.						1	La	E-FVTM	FN
<b>VI. Araliaceae</b>										
11	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.				4.2		+	La	M-SA	FN
12	<i>Oreopanax echinops</i> (Cham. & Schlttdl.) Decne. & Planch.						r	La	M2	FN

13	<i>Oreopanax peltatus</i> Linden	3.1			1	La	M2	FN
<b>VII. Asteraceae</b>								
14	<i>Liabum caducifolium</i> B.L. Rob. & Bartlett		3.8		2	La	E-DB	FN
15	<i>Liabum glabrum</i> var. <i>hypoleucum</i> Greenm.	3.9		3.0	1	La	E-CP	FN
16	<i>Montanoa bipinnatifida</i> (Kunth) K. Koch				1	La	Cos	*, FS: V
17	<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F. Blake				1	LI	E-SMOc	*, FN
18	<i>Pittocaulon praecox</i> (Cav.) H. Rob. & Brettell				+	A	M	FN
<b>VIII. Betulaceae</b>								
19	<i>Alnus acuminata</i> Kunth				1	R	M-SA	FN
<b>IX. Bignoniaceae</b>								
20	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	3.1			r	La	Cos	FS: E
21	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth				2	La y LI	M3-SA	*, FN
<b>X. Bombacaceae</b>								
22	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.			3.0	2	La	M-CA	FN
23	<i>Ceiba parvifolia</i> Rose		1.6		+	La	M	FN
24	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand				+	La	M2	FN
<b>XI. Burseraceae</b>								
25	<i>Bursera</i> aff. <i>ariensis</i>				1	La	E-SMOc	FN
26	<i>Bursera ariensis</i> (Kunth) McVaugh & Rzed.				1	La	M	FN
27	<i>Bursera bipinnata</i> x <i>B. copallifera</i>	2.0	4.1	5.1	2	La	M	FN
28	<i>Bursera copallifera</i> (DC.) Bullock	2.0	1.4		1	La	E-SMOc	FN
29	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	2.3	2.1		+	La	M3-SA	FN
30	<i>Bursera glabrifolia</i> (Kunth) Engl.				+	La	E-DB	FN

31	<i>Bursera kerberi</i> Engl.			1	La	Cos	FN
32	<i>Bursera lancifolia</i> x <i>Bursera discolor</i>			2	La	M-SA	FN
33	<i>Bursera ovalifolia</i> (Schltdl.) Engl.	2.9		1	La	M-SA	FN
<b>XII. Convolvulaceae</b>							
34	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	2.1		+	La y LI	M2	*, FR
35	<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose			+	La	M2	FN
<b>XIII. Euphorbiaceae</b>							
36	<i>Cnidoscolus multilobus</i> (Pax) I.M. Johnst.	5.8	3.9	1	La	M-SA	*, FS: V
37	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur			+	La	M2	FN
38	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	2.2	2.5	2	La	M2	FN
39	<i>Jatropha curcas</i> L.			1	R	M3-SA	FN
40	<i>Ricinus communis</i> L.			+	R	Cos	*, FS: E, FS: R
<b>XIV. Fabaceae</b>							
<b>Subfamilia Caesalpinioideae</b>							
41	<i>Caesalpinia</i> sp.			r	La	M3-SA	FN
42	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.			+	LI y La	M-SA	FN
43	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby			3	La	M-CA	FN
44	<i>Senna hirsuta</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby			+	LI	Cos	*, FN
<b>Subfamilia Mimosoideae</b>							
45	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze			+	LI	M2	*, FR
46	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	10.7		1	LI	Cos	*, FR
47	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.			1	LI	M-SA	*, FR
48	<i>Inga eriocarpa</i> Benth.			1	R	M	FN

49	<i>Leucaena esculenta</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Benth.	39.6	11.5			2	Ll y La	E-DB	*, FR
50	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	12.8	7.9	3.7	2.1	2	Ll y La	Cos	*, FS: R
51	<i>Leucaena macrophylla</i> Benth.		0.9	3.3		+	La	E-CP	FN
52	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.		6.3	7.3	29.5	3	Ll y La	M-SA	FN
53	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.		3.2	5.2		2	Ll y La	M2	FR
54	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.		2.9			1	Ll	Cos	*, FR
<b>Subfamilia Papilionoideae</b>									
55	<i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl					+	La	Cos	FN
56	<i>Erythrina lanata</i> Rose					+	Ll y La	M	FN
57	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.		2.1		17.9	+	La	M1	FN
58	<i>Lonchocarpus eriophyllus</i> Benth.					r	La	E-DB	FN
59	<i>Lonchocarpus hintonii</i> Sandwith					+	La	E-DB	FN
<b>XV. Flacortiaceae</b>									
60	<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.		1.2			3	La y R	M-SA	FN
<b>XVI. Lauraceae</b>									
61	<i>Persea americana</i> Mill.					r	La	Cos	FS: A, FS: E
<b>XVII. Malpighiaceae</b>									
62	<i>Malpighia mexicana</i> A. Juss.					+	La	M	*, FS: V
<b>XVIII. Malvaceae</b>									
63	<i>Malvaviscus arboreus</i> Cav.					r	La	M3-SA	*, FS: E
<b>XIX. Meliaceae</b>									
64	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn.			3.1	16.9	1	La y R	M-CA	FR
65	<i>Trichilia hirta</i> L.					1	La	M3-SA	FN

<b>XX. Moraceae</b>							
66	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth				r	La	M FN
67	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.				r	La	M-SA FN
68	<i>Ficus insipida</i> Willd.				r	La	M-SA FN
69	<i>Ficus maxima</i> Mill.				+	La	M-SA FN
70	<i>Ficus pertusa</i> L. f.		2.7		2	La	M-SA FN
71	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth	4.6			2	La	M FN
72	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.				+	La	M-SA FN
<b>XXI. Myrsinaceae</b>							
73	<i>Ardisia compressa</i> Kunth				+	La	M3 FN
<b>XXII. Myrtaceae</b>							
74	<i>Psidium guajava</i> L.	1.1			1	Ll y La	Cos *, FS: E
<b>XXIII. Oleaceae</b>							
75	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.				1	R	M3-SA FN
<b>XXIV. Opiliaceae</b>							
76	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.	1.0			1	R	Cos FN
<b>XXV. Phytolaccaceae</b>							
77	<i>Rivina humilis</i> L.				+	La	Cos *, FN
<b>XXVI. Rhamnaceae</b>							
78	<i>Colubrina triflora</i> Brongn. ex G. Don				+	La	M3 FN
79	<i>Condalia mexicana</i> Schlttdl.				r	La	Cos FN
<b>XXVII. Rubiaceae</b>							
80	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	1.8	2.1		1	La	E-DB *, FN

81	<i>Chione venosa</i> var. <i>mexicana</i> (Standl.) David W. Taylor				+	La	M	FN
82	<i>Hamelia versicolor</i> A. Gray				+	La	M	FN
83	<i>Randia malacocarpa</i> Standl.	5.8	1.3		1	La	M2	FN
84	<i>Randia thurberi</i> S. Watson	4.0	1.1		1	La	M2	FN
<b>XXVIII. Rutaceae</b>								
85	<i>Amyris rekoii</i> Blake	2.4			1	La y R	M1	FN
86	<i>Casimiroa sapota</i> Oerst.				r	La	M3	FN
87	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck				r	La	M	FS: E
<b>XXIX. Salicaceae</b>								
88	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth				+	R	M3	FN
89	<i>Salix paradoxa</i> Kunth				+	R	M	FN
90	<i>Salix taxifolia</i> Kunth				+	R	M3	FN
<b>XXX. Sapindaceae</b>								
91	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.				r	La	M2	FN
92	<i>Thouinia villosa</i> DC.	7.9	6.8	6.4	3	La	M2	FN
<b>XXXI. Sapotaceae</b>								
93	<i>Sideroxylon</i> sp.			2.1	r	La	M3-SA	FN
<b>XXXII. Sterculiaceae</b>								
94	<i>Ayenia mexicana</i> Turcz.				+	La	M-CA	FN
95	<i>Ayenia micrantha</i> Standl.				+	La	M-CA	FN
96	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.				+	La	M-SA	FN
97	<i>Physodium adenodes</i> var. <i>adenodes</i>				r	La	E-CP	FS: E
<b>XXXIII. Tiliaceae</b>								

98	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	7.4	5.1	7.9	15.9	2	La	M-SA	FR
99	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (D.C.) Hochr.	3.6	2.1			1	La	E-CP	FN
100	<i>Triumfetta lappula</i> L.					1	La	M-SA	FN
<b>XXXIV. Ulmaceae</b>									
101	<i>Celtis caudata</i> Planch.	9.9	4.1	6.1		+	La	M-SA	FN
102	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	5.4	2.1		14.8	2	La	M2	FN
103	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		3.5	4.1		2	La	M3-SA	*, FN
<b>XXXV. Urticaceae</b>									
104	<i>Myriocarpa brachystachys</i> S. Watson					r	La	E-DB	FN
105	<i>Pouzolzia occidentalis</i> var. <i>palmeri</i> (S. Watson) Friis & Wilmot-Dear					r	La	M	FN
<b>LILIOPSIDA</b>									
<b>XXXVI. Arecaceae</b>									
106	<i>Brahea pimo</i> Becc.					1	La	M2	FN

## ANEXO II: Concentrado de valores relativos y altura de las especies

Especies	Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Celtis</i>					Bosque de <i>Juniperus- Leucaena- Heliocarpus</i>					Bosque de <i>Thouinia- Juniperus- Lysiloma</i>					Bosque de <i>Pistacia- Juniperus- Celtis</i>					Bosque de <i>Lysiloma</i>									
	h	A	C	F	VI	h	A	C	F	VI	h	A	C	F	VI	h	A	C	F	VI	h	A	C	F	VI					
<i>Acacia farnesiana</i>						3.50	6.25	9.05	16.67	10.66																				
<i>Agonandra racemosa</i>											8.00	0.49	0.46	1.94	0.96															
<i>Amyris rekoii</i>	8.00	1.43	1.83	3.85	2.37																									
<i>Dendropanax sp.</i>																					8.18	2.15	7.19	3.28	4.21					
<i>Bursera bipinnata x Bursera copallifera</i>											3.88	1.95	1.01	2.91	1.96	6.80	3.86	3.47	5.10	4.14	4.00	3.57	4.44	7.14	5.05					
<i>Bursera copallifera</i>											4.75	1.46	0.50	3.88	1.95	2.75	0.86	1.01	2.19	1.35										
<i>Bursera fagaroides</i>											5.88	2.44	1.93	2.43	2.27	4.83	1.72	1.78	2.91	2.14										
<i>Bursera ovalifolia</i>											6.55	2.44	2.24	3.88	2.86															
<i>Ceiba aesculifolia</i>																10.00	0.86	5.90	2.19	2.98										
<i>Ceiba parvifolia</i>											17.50	0.98	1.93	1.94	1.62															
<i>Celtis caudata</i>	12.18	15.71	6.16	7.69	9.85						8.04	6.83	2.49	2.91	4.08	8.18	9.01	3.55	5.83	6.13										
<i>Celtis iguanaea</i>	7.50	8.57	3.77	3.85	5.39						8.75	1.46	0.81	3.88	2.05						3.70	17.86	5.03	21.43	14.77					
<i>Chiococca alba</i>	8.50	1.43	0.20	3.85	1.83						7.00	0.49	3.87	1.94	2.10															
<i>Cnidocolus multilobus</i>											3.78	11.22	1.72	4.37	5.77	4.60	2.15	3.06	6.56	3.92										
<i>Pistacia mexicana</i>	6.65	4.29	3.05	3.85	3.73						5.00	4.39	12.01	5.83	7.41	7.58	12.02	4.89	6.56	7.82										
<i>Eysenhardtia polystachya</i>											10.00	0.49	3.87	1.94	2.10						7.38	14.29	25.17	14.29	17.92					
<i>Euphorbia schlehtendalii</i>											4.50	1.46	2.32	2.91	2.23	5.50	0.86	4.43	2.19	2.49										
<i>Ficus pertusa</i>																7.00	0.43	5.53	2.19	2.72										
<i>Ficus petiolaris</i>	4.82	5.71	2.32	5.77	4.60																									
<i>Heliocarpus americanus</i>						7.50	6.25	7.54	8.33	7.37	13.50	4.39	6.96	3.88	5.08	7.33	12.45	3.65	7.65	7.92	7.25	17.86	15.55	14.29	15.90					
<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i>	6.67	4.29	2.61	3.85	3.58						4.75	1.46	0.93	3.88	2.09															
<i>Ipomoea murucoides</i>											7.00	1.46	2.05	2.91	2.14															
<i>Indeterminada 1</i>	7.50	2.86	3.05	7.69	4.53											6.00	9.44	2.70	3.64	5.26										
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	8.00	1.43	4.07	3.85	3.12																									
<i>Juniperus flaccida</i>	8.6	27.143	20.255	13.462	20.287	7.50	21.88	48.27	33.33	34.49	8.75	8.78	4.45	4.85	6.03	7.53	11.59	3.58	6.01	7.06										
<i>Leucaena esculenta</i>						6.96	59.38	26.09	33.33	39.60	7.40	7.80	19.92	6.80	11.51															
<i>Leucaena leucocephala</i>	9.8	7.1429	19.662	11.538	12.781	7.50	6.25	9.05	8.33	7.88	8.00	0.98	6.19	3.88	3.68	5.00	0.43	3.69	2.19	2.10										
<i>Leucaena macrophylla</i>											4.00	0.49	0.31	1.94	0.91	10.00	0.43	7.38	2.19	3.33										
<i>Liabum caducifolium</i>											6.46	6.34	1.10	3.88	3.78															
<i>Liabum glabrum var. hypoleucum</i>	5.00	2.86	4.88	3.85	3.86											5.50	0.86	3.87	4.37	3.03										
<i>Lysiloma acapulcense</i>											9.73	11.22	4.77	2.91	6.30	7.03	9.44	5.29	7.29	7.34	9.12	35.71	24.14	28.57	29.47					
<i>Lysiloma divaricatum</i>											7.66	2.44	3.30	3.88	3.21	8.15	4.29	2.52	8.74	5.18										
<i>Nopalea karwinskiana</i>																3.00	0.43	0.74	2.19	1.12										
<i>Oreopanax peltatus</i>	7.00	1.43	3.87	3.85	3.05																									
<i>Pithecellobium dulce</i>											4.75	0.98	3.87	3.88	2.91															
<i>Cyrtocarpa procera</i>																9.00	0.86	0.55	2.19	1.20										
<i>Prockia crucis</i>											5.50	0.98	0.77	1.94	1.23															
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	12.00	1.43	4.88	3.85	3.39																									
<i>Psidium guajava</i>											3.00	0.49	0.77	1.94	1.07															
<i>Randia malacocarpa</i>	5.65	7.14	2.44	7.69	5.76						6.00	0.49	1.55	1.94	1.33															
<i>Randia thurberi</i>	6.81	4.29	3.92	3.85	4.02						4.00	0.49	0.77	1.94	1.07															
<i>Sideroxylon sp.</i>																8.00	0.43	3.69	2.19	2.10										
<i>Taxodium mucronatum</i>																5.50	0.86	5.90	2.19	2.98										
<i>Thouinia villosa</i>	7.50	2.86	13.03	7.69	7.86						8.94	12.68	2.00	5.83	6.84	7.28	10.73	3.96	4.37	6.35										
<i>Trema micrantha</i>											8.75	2.44	5.11	2.91	3.49	6.50	1.72	8.30	2.19	4.07										
<i>Trichilia americana</i>																7.20	2.15	3.36	3.64	3.05	6.00	10.71	25.66	14.29	16.89					

## EXSÍCCATA

**Colectores:** DT= José Daniel Tejero-Díez,

**KG-RL=** Karen Margarita Gómez-Roa y Rosalba Luna- Céspedes

1) KG, RL- 100, 171, 228. 2) KG, RL- 184. 3) KG, RL- 798. 4) KG, RL- 274. 5) KG, RL- 276, 279. 6) KG, RL- 421. 7) KG, RL- 601. 8) KG, RL- 316, 461. 9) KG, RL- 110. 10) KG, RL- 94, 310. 12) KG, RL- 717. 13) KG, RL- 240. 14) KG, RL- 561. 15) KG, RL- 668. 16) KG, RL- 176. 17) KG, RL- 76. 18) KG, RL- 780. 19) KG, RL- 314, 773. 20) KG, RL- 810. 21) KG, RL- 189, 227, 257, 649. 22) KG, RL- 284, 321. 24) KG, RL- 665. 25) KG, RL- 169. 26) KG, RL- 315. 27) KG, RL- 811. 28) KG, RL- 812. 29) KG, RL- 190. 30) KG, RL- 506. 31) KG, RL- 814. 32) KG, RL- 813. 33) KG, RL- 323. 34) KG, RL- 818. 35) KG, RL- 19. 36) KG, RL- 63. 37) KG, RL- 711. 38) KG, RL- 41. 39) KG, RL- 430. 40) KG, RL- 624. 41) KG, RL- 98, 236. 42) KG, RL- 610. 43) KG, RL- 411. 44) KG, RL- 819. 45) KG, RL- 540. 46) KG, RL- 422, 450, 716. 47) KG, RL- 800. 48) KG, RL- 29. 49) KG, RL- 687. 50) KG, RL- 26. 51) KG, RL- 67. 52) DT- 6774. 53) KG, RL- 14. 54) KG, RL- 776. 55) KG, RL- 437. 56) KG, RL- 324, 420. 57) KG, RL-563. 58) KG, RL- 196, 526. 59) KG, RL- 355. 60) KG, RL- 713. 61) KG, RL- 604. 62) KG, RL- 308, 771. 63) KG, RL- 175, 309. 64) KG, RL- 104. 65) KG, RL- 237, 311. 66) KG, RL- 186. 67) DT- 6654. 68) KG, RL- 225. 69) KG, RL-675. 70) KG, RL- 102. 71) KG, RL- 96. 72) KG, RL-97. 73) KG, RL- 616, 730. 74) KG, RL- 258, 330, 334. 75) KG, RL- 114, 429, 557, 300. 76) KG, RL- 546, 751, 707. 77) KG, RL- 371, 145, 318. 78) KG, RL- 185. 79)

KG, RL- 823. **80)** KG, RL- 174, 344. **81)** KG, RL- 793. **82)** KG, RL-486. **83)** KG, RL- 474. **84)**  
KG, RL- 786. **85)** KG, RL- 487, 304, 317, 285. **86)** KG, RL- 281, 301. **87)** KG, RL- 824. **88)**  
KG, RL- 762. **89)** KG, RL- 564. **90)** KG, RL- 619. **91)** KG, RL- 721. **92)** KG, RL- 684, 429,  
180, 268. **93)** KG, RL- 111. **94)** KG, RL- 312. **95)** KG, RL- 828. **96)** KG, RL- 238. **97)** KG,  
RL- 829. **98)** KG, RL- 462. **99)** KG, RL- 175. **100)** KG, RL- 68, 621, 676. **101)** KG, RL- 320,  
322. **102)** KG, RL- 112, 498. **103)** KG, RL- 326, 340, 766. **104)** KG, RL- 328, 726. **105)** KG,  
RL- 830. **106)** KG, RL- 833.