



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD ARBÓREA EN EL  
MALPAÍS DE St. TOMÁS DE LOS PLÁTANOS,  
ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**FRANCO ARZATE SELENE**



**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. J. DANIEL TEJERO DIEZ**

**Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A la memoria de mi abuelita y primo †*

## **DEDICATORIAS**

*A mis padres por darme la vida, por su amor, paciencia y dedicación, por ese apoyo incondicional, por hacer de mí una mejor persona y nunca dejarme caer, porque sin importar cuantas veces lo haga uds. estarán para mí, nunca podre agradecerles todo lo que han hecho por mí, sin embargo, este logro también es de uds. y por eso les dedico este trabajo en agradecimiento a su admirable esfuerzo por darme todo lo que me ha hecho feliz en la vida. ¡LOS AMO!*

### **Genaro Franco Rincón y Maribel Arzate Solorio**

*A mis hermanos porque cada uno (a) me dio un ejemplo de vida y gracias a eso he podido lograr mis metas, les agradezco por su apoyo, los momentos de alegría, de tristeza, de enojo, por todo lo que hemos vivido juntos y lo que nos falta por compartir. ¡LOS AMO!*

### **Luis Ángel Franco Arzate, Marisol Franco Arzate y Sandra Maribel Franco Arzate**

*¡Flacooooooooo! Tú has sido más que un amigo para mí y no sabes cuánto te agradezco por estar conmigo, porque sé que aunque cada quien siga su camino vas a estar ahí, así como yo lo voy a estar para ti, ¡eso tenlo por seguro! Estuviste en los mejores y peores momentos, sin embargo, siempre lograste sacarme una carcajada, porque eso era lo que tú hacías, no te importaba lo que estuviéramos haciendo o donde estuviéramos, siempre me hacías reír. Es imposible el no pensar en los momentos que compartimos juntos y no llenarme de nostalgia, definitivamente son cosas que siempre voy a recordar y que extrañare, pero me alegra que tu hayas formado parte de esta etapa. Eres una GRAN persona con un futuro prometedor. ¡TE QUIERO MIL MILLONES FLACO!*

### **José Antonio Pérez Romero**

*¡Uds!, gracias por compartir tantas aventuras a mi lado Team Andrade (flaco, chamuz, papi, china y samurái), por hacer de esta etapa una de las mejores en mi vida, por estar en los momentos más divertidos y aburridos de la escuela, por esas inmejorables prácticas de campo, esta es solo una etapa que hoy concluyo y ahora solo nos queda ver hacia adelante. ¡LOS QUIERO AMIGOS!*

**José Antonio Pérez Romero, Luis Brain Carrasco Martínez, Roberto Francisco Rico Gómez, Cecilia García Martínez y Joan Manuel Guillermo Rodríguez Migoni**

*A mi familia por todo el cariño y apoyo que me han brindado, así mismo por todos ratos alegres que he pasado a su lado y sobre todo por siempre estar unida en los momentos difíciles.*

**Tita Fo, tía Nelly, Berenice, Toño y Martín**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por abrirme las puertas, formarme profesionalmente en esta institución y por permitirme ser parte de su comunidad.*

*A mi director de tesis por su orientación, paciencia, ayuda y tiempo brindado para la realización de este trabajo, así como por su amistad, cariño y consejos de siempre para salir adelante y porque ud. fue el pilar y quien me enseñó esa gran pasión hacia la botánica ¡Lo quiero profe!.*

**Dr. José Daniel Tejero Diez**

*¡Arturooooooo! No podía irme sin agradecerte por tus enseñanzas, por el tiempo, paciencia y dirección para que este trabajo saliera a delante, pero sobre todo por la gran amistad que tenemos, los buenos momentos y aventuras en campo. ¡Te quiero!*

**Arturo Romero Santamaría**

*A mis compañeros de laboratorio que han estado a lo largo de este trabajo, por esas salidas a campo, risas, enojos y todas aquellas aventuras en campo.*

**Laura, Linet, Ivonne, Carlos y Pamela**

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

## ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE.....	VI
RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES .....	4
HIPÓTESIS.....	5
OBJETIVO.....	5
ÁREA DE ESTUDIO .....	5
Ubicación.....	5
Fisiografía.....	6
Geología.....	7
Edafología.....	7
Clima.....	8
Hidrología.....	9
Vegetación y uso de suelo.....	10
Aspectos socio-económicos .....	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
Florístico.....	11
Ecológico .....	12
ESFUERZO Y CALIDAD DE MUESTREO .....	13
CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	14
ORDENACIÓN .....	15
IMPACTO DEL SITIO.....	16
RESULTADOS .....	17
Florístico.....	17
Ecológico .....	18
ESFUERZO Y CALIDAD DE MUESTREO .....	18
CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	19
BTC de <i>Haematoxylum</i> .....	20
BTC de <i>Lysiloma</i> .....	23

BTC de <i>Pseudosmodingium</i> .....	25
BTC de <i>Pseudobombax-Pilosocereus</i> .....	28
BTC de <i>Bursera-Ficus</i> .....	32
BTC de <i>Platymiscium</i> .....	35
ORDENACIÓN .....	37
DISTRIBUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES EN EL GRADIENTE AMBIENTAL .....	37
CORRELACIÓN DE LAS ASOCIACIONES CON FACTORES AMBIENTALES ESPECÍFICOS .....	38
ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	39
IMPACTO DEL SITIO .....	43
DISCUSIÓN.....	43
CONCLUSIONES .....	51
LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICE. Lista de especies .....	61



## RESUMEN

Uno de los tipos de vegetación en México que ha sido sometido con un mayor impacto antrópico es el bosque tropical caducifolio (BTC), aspecto que es evidente en el área de estudiada. Además de lo anterior, son pocos los trabajos de tipo ecológico y/o forestal realizados para los bosques tropicales del área de estudio, razón que impide una evaluación tanto de la importancia biológica o de conservación, como el grado de impacto que afecta a la comunidad. Por estas razones, el objetivo del presente estudio fue: Caracterizar la vegetación (composición, estructura y riqueza arbórea). La toma de datos florísticos y ecológicos en campo, se realizó a partir de 20 unidades de muestreo (UM) de 400m<sup>2</sup> (0.8 ha).

En total se censaron 1002 árboles (arbustos y herbáceas solo por cobertura). Desde el punto de vista florístico, se encontraron 73 especies que se agruparon en 30 familias y 58 géneros y 5 morfoespecies. A partir del análisis de agrupamiento (UPGMA) se identificaron seis asociaciones de bosque tropical caducifolio: *Haematoxylum*, *Lysiloma*, *Pseudosmodingium*, *Pseudobombax-Pilosocereus*, *Bursera-Ficus* y *Platymiscium*. El índice de diversidad de Jost (2006) indica que la asociación *Pseudobombax-Pilosocereus* es la más diversa, mientras que la asociación con mayor impacto es *Pseudosmodingium*.

Palabras clave: malpaís, afloramientos rocosos, bosque tropical caducifolio, vegetación, diversidad, riqueza, ecológico.

## ABSTRACT

One of the types of vegetation in Mexico that has been subjected to a greater anthropic impact is the tropical deciduous forest (BTC), an aspect that is evident in the studied area. In addition to the above, there are few ecologic and / or forestry works carried out for the tropical forests of the study area, which prevents an assessment of both the biological or conservation importance, and the degree of impact that affects the community. For these reasons, the objective of the present study was: Characterize the vegetation (composition, structure and arboreal richness). The taking of floristic and ecological data in the field was carried out from 20 sampling units (UM) of 400m<sup>2</sup> (0.8 ha).

In total, 1002 trees were counted (shrubs and herbaceous trees only for cover). From the floristic point of view, 73 species and 5 morphospecies were found that were grouped into 30 families and 58 genera. From the cluster analysis (UPGMA) six associations of tropical deciduous forest were identified: *Haematoxylum*, *Lysiloma*, *Pseudosmodingium*, *Pseudobombax-Pilosocereus*, *Bursera-Ficus* and *Platymiscium*. The diversity index of Jost (2006) indicates that the *Pseudobombax-Pilosocereus* association is the most diverse, while the association with the greatest impact is *Pseudosmodingium*.

Key words: malpaís, rocky outcrops, tropical dry forest, vegetation, diversity, richness, ecological.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el cambio de uso de suelo con comunidades forestales naturales por actividad antrópica (la roza, tumba y quema, la apertura de nuevos espacios para el establecimiento de cultivos en sistemas de lomeríos, extracción de productos maderables y no maderables y la expansión urbana) se ha convertido en uno de los factores plenamente implicados en las alteraciones climáticas locales y globales. Estos cambios ponen en peligro la supervivencia de las poblaciones vegetales afectando diferentes propiedades funcionales del ecosistema y que finalmente deteriora la propia calidad de vida de los pobladores que provocan dichos cambios (Lambin *et al.*, 1999).

En México, estos cambios son vertiginosos y se deben a la falta de conciencia (y alto grado de intereses y corrupción) en la regulación de las normas y leyes forestales que norman las actividades en zonas rurales y naturales. Esto se suma al poco conocimiento científico local de la dinámica forestal que generalmente conlleva a la mala forma en la que se llevan a cabo las gestiones que se les da a dichas comunidades forestales (Meyer y Turner, 1992).

Uno de los tipos de vegetación en México que ha sufrido mayor impacto es el bosque tropical caducifolio (BTC) (Jaramillo *et al.*, 2010). Se calcula que, en el Estado de México, de un total de 309,481 has de BTC (o 14% del territorio al sur-oeste del estado, entre los 500-1600 m snm), al menos el 57% se encuentra transformado en vegetación antrópica, mientras que se conserva aún 130,571 ha (6% del territorio), de las cuales 85% (110,688 ha.) se considera BTC secundario en la actualidad (CONAFOR, 2015)

La formación vegetal del BTC sobresale por su alta diversidad biológica, mucha de la cuál provee de productos básicos como madera, leña y una gran cantidad de productos no maderables. Son el hábitat de los parientes silvestres de varios de los principales cultivos de México (maíz, frijol y calabaza) y aún presenta numerosas especies con potencial económico (Balvanera y Maass, 2010). Además, realiza servicios de captura de carbono, conservación de suelos y de riberas, así como regulación de clima y mantenimiento de ciclos minerales. Asimismo, es hábitat de especies silvestres endémicas (CONABIO, 2012).

En el contexto de la conservación, los afloramientos rocosos constituyen hábitats particularmente importantes, dado que estos suelos no son aptos para las actividades agropecuarias y difíciles de trabajar en procesos de urbanización. Esta cualidad permite poder destinarlos para la protección ambiental y sumidero de agua precipitada. Además de

lo anterior, distintos autores (Burbanck y Platt, 1964; Wyatt y Fowler, 1977; Alves y Kolbek, 1993) han destacado su riqueza en endemismos y su valor como refugio de especies amenazadas, como resultado del aislamiento producido por las especiales condiciones del suelo y su relación con la retención del agua y los cambios en temperatura y permisibilidad de penetración de raíces (Trejo, 1996).

## **ANTECEDENTES**

Una revisión de literatura florística en localidades con BTC del Pacífico se encuentra en Lott y Atkinson (2010). De los estudios históricos de vegetación más relevantes para la región de la cuenca del río Balsas que nos ocupa, destacan los de Miranda (1941, 1947), quien describió los tipos de vegetación más importantes y las principales asociaciones vegetales y su distribución altitudinal. Por otra parte, Fernández-Nava *et al.* (1998) registraron la existencia de 4,442 especies, de las cuales Rodríguez-Jiménez (2005) señala que 337 son endémicas.

Entre los trabajos florísticos centrados en el BTC de la subcuenca del río Cutzamala destacan el de García-Ruiz (1983) donde realizó un estudio de los árboles y arbustos en Bejucos, Edo. Méx; Guizar-Nolazco (1983) reportó 629 especies en Tejupilco, Edo. Méx; Zepeda-Gómez y Velázquez-Montes (1999) contribuyeron con un estudio de la parte cálido subhúmeda de la sierra de Nanchititla, Luvianos, Edo. Méx. en el cual incluyeron un listado de 288 especies; López-Sandoval *et al.* (2010) realizó un estudio florístico de la parte central de la barranca de Nenetzingo, Ixtapan de la Sal, Edo. Méx. en el cual reportaron 362 especies.

En cuanto a los estudios ecológicos destacan Torres-Zúñiga y Tejero-Diez (1998) quienes realizaron un estudio de flora y vegetación en el municipio de Sultepec, Edo. Méx. en bosque templado principalmente con elementos tropicales y donde reportan 507 spp; Trejo y Dirzo (2002), compararon datos de 20 BTC en México y describieron la diversidad florística; Martínez-De la Cruz *et al.* (2005) reportaron 251 spp, caracterizando la vegetación arbórea de dos cañadas en Tlatlaya, Edo. Méx.; Pineda-García *et al.* (2007) describieron la composición florística, riqueza y diversidad de especies arbóreas en el Tarimo, Guerrero; Méndez-Toribio *et al.* (2014) describieron la composición, estructura y diversidad de los árboles en BTC en Tzirizícuaru, Michoacán.

## **HIPÓTESIS**

Debido a que los pedregales son áreas heterogéneas y con particularidades físicas que facilitan la conservación de la biota dada la dificultad del uso de suelo, se espera que en el malpaís de Santo Tomás de los Plátanos (STP), Edo. Méx., donde se desarrolla un BTC, se presenten asociaciones que permitan entender la compleja estructura de esta vegetación, al tiempo que permita establecer los cambios en ella como producto de la interacción histórica con la actividad de explotación rural del medio.

## **OBJETIVO**

- Caracterizar la vegetación del bosque tropical caducifolio en los malpaíses que afloran en la cañada de Santo Tomás de los Plátanos, Edo. México.

## **ÁREA DE ESTUDIO**

### ***Ubicación***

El área de estudio forma parte del municipio de Santo Tomás, que se encuentra en la porción centro-occidental del Estado de México. El polígono se localiza en línea recta a 8.7 km al sur del poblado de Ixtapan del oro, a 16.3 km al norte de Temascaltepec y a 3.85 kilómetros al oeste de Valle de Bravo. Las coordenadas de los extremos del polígono limitante del área de estudio son 19° 10' 40.45" N, 100° 14' 58.43" O; 19° 11' 9.28" N, 100° 15' 43.52" O y 19° 10' 37.71" N, 100° 16' 29" O. El intervalo altitudinal va de 1100 a 1400 m snm. Se trata de una falla geológica donde coinciden cañadas con río y afloramientos ígneos producto del ascenso y emplazamiento del magma, rodeado por cerros de roca sedimentaria en capas.

Para acceder al municipio a partir del centro de Toluca, se recomienda circular por la carretera federal número 15 Toluca-Zitácuaro (ahora autopista rápida de cuota) y a la altura del poblado de Villa Victoria dirigirse hacia al sur con dirección a Colorines-Valle de Bravo hasta la carretera Colorines-STP; en el kilómetro 22 de la carretera Colorines-STP se encuentra una entrada con un camino local que rodea el área de estudio (*Fig. 1*).

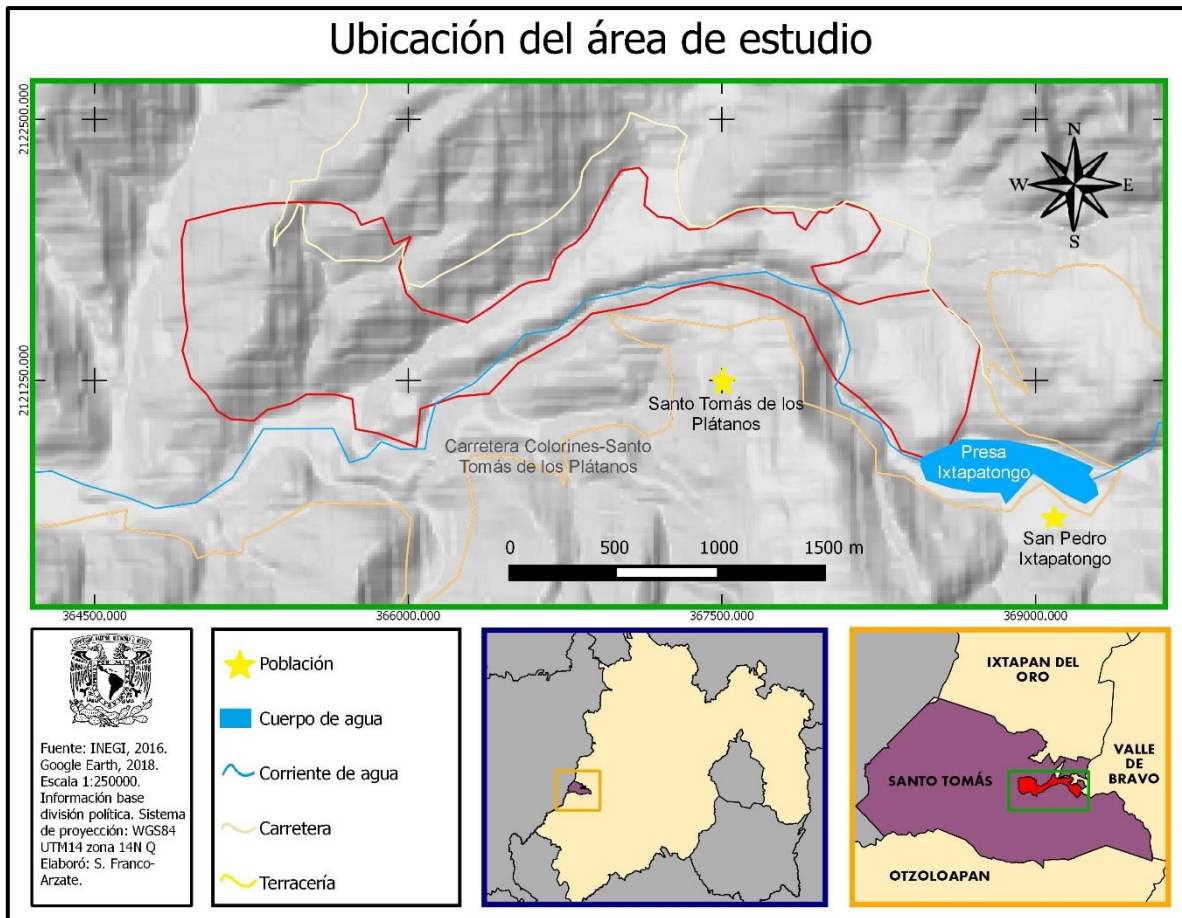


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

### **Fisiografía**

El municipio de Santo Tomás se encuentra en los límites de las subprovincias Mil Cumbres (Estado de México, Michoacán de Ocampo, Guanajuato y Querétaro) de la provincia Faja Volcánica Transversal y la depresión del río Balsas (Estado de México, Guerrero y Michoacán de Ocampo) que corresponde a la Sierra Madre del Sur. Se encuentra en la parte centro-occidental del Estado de México y 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 (SGM, 2013).

El área de trabajo se localiza en la zona descendiente a la depresión del río Balsas. Sus principales unidades geomorfológicas se componen por una serie de cañadas o barrancos poco profundos rodeados por cerros y sierras cortadas por erosión. Las pendientes se encuentran en un rango de 20 a 90° de inclinación y las cañadas son producto de fracturas

geológicas y la erosión de las cañadas está provocada por el río Tilostoc. Se presentan rocas ígneas recientes (pleistocénicas) que ocasiona un microrelieve accidentado, derivado de ello el nombre de Malpaís. Los cerros que bordean la zona de cañadas tienen formación diversa, sobretodo de origen sedimentario (Morán-Zenteno, 1984).

### **Geología**

La región geológica en que se localiza el municipio forma parte de la provincia de la Sierra Madre del Sur, dentro de la subprovincia de la depresión del río Balsas, colinda al norte y noreste con la provincia de la Faja Volcánica Transmexicana (SGM, 2013).

Por lo anterior, las rocas formadas en la porción que corresponde al extremo sur-occidental del estado de México, conforman una región de afloramientos volcano-sedimentarios del Jurásico-Cretácico, parcialmente metamorfizados que son el resultado de la actividad magmática de un límite convergente de placas desarrolladas en el Pacífico durante el Cretácico Temprano y se yuxtaponen a los afloramientos de la secuencia marina cretácica de plataforma. Estas, a su vez, se encuentran cubiertos por rocas volcánicas y sedimentarias continentales del Cenozoico (Campa y Ramírez, 1979), del periodo Cuaternario y edad del Holoceno (Morán-Zenteno, 1984).

Las formaciones de roca ígnea que afloran dentro de la zona de estudio, pertenecen a los llamados segundo y tercer gran evento volcánico del Plio-Pleistoceno en la FVT: el segundo evento está representado por las rocas Oligo-Miocénicas: andesita, ignimbrita y riolita, mientras que el tercer evento extrusivo es de edad Mioceno-Plioceno y está constituido por andesita y basalto. Los extensos afloramientos se extienden desde Michoacán de Ocampo y se dirigen hacia el noreste, para finalizar en las estribaciones del volcán Nevado de Toluca (INEGI, 2001).

La falla geológica ubicada en la zona pertenece al Sistema estructural E-W del estado, específicamente a la primera zona que comprende de Valle de Bravo a Tenango de Arista; donde se encuentran principalmente fallas normales con basculamiento hacia el norte (INEGI, 2001).

### **Edafología**

Entre los principales tipos de suelo en el municipio de Santo Tomás se encuentran:

Leptosol, Cambisol, Phaeozem, Vertisol, Andosol y Luvisol. Específicamente en el polígono a estudiar domina el Leptosol, Cambisol y Luvisol, el primero se encuentra en mayor proporción y se presenta tanto lítico, originado por roca ígnea volcánica, como mollico a partir de roca sedimentaria de lutitas- areniscas. Los de tipo dístrico y éútrico, pueden evolucionar hacia de los Cambisoles o Regosoles según desarrollen o no un horizonte cámbico (INEGI, 2009).

El Cambisol éútrico es un suelo joven con proceso inicial de acumulación de arcilla, poco desarrollado que se caracteriza por presentar un subsuelo rico o muy rico en nutrientes y este generalmente se localiza en la base y explanadas de los cerros circundantes del polígono estudiado (INEGI, 2004).

Finalmente, el Luvisol crómico se caracteriza por tener una gran cantidad de arcilla en el subsuelo, además de presentar un color pardo oscuro a rojizo al estar húmedo; se encuentra a lo largo de la vaguada de los ríos en las cañadas (INEGI, 2004).

### ***Clima***

El área de estudio presenta un clima cálido subhúmedo. De acuerdo con los datos de la estación meteorológica Santa Bárbara (19° 12' 22.41" N y 100° 16' 29.28" O, a una altitud de 1152 m s.n.m, con registros desde 1971 al 2000), ubicada en el municipio de Santo Tomás, la temperatura media anual es de 24.1° C. Las temperaturas por arriba de los 24 °C se presentan de marzo a junio, siendo los meses más cálidos abril y mayo. En diciembre y enero se presenta la temporada fría alcanzando temperaturas de 22.8 y 22.6°C (*Fig. 2*).

La precipitación total anual es de 918.2 mm, donde los meses lluviosos son principalmente en verano (mayo a octubre) y los secos se presentan entre noviembre y abril; en invierno la precipitación es menor a los 16 mm, mientras que los meses donde se presentan la mayoría de las tormentas eléctricas coincide con los meses lluviosos, siendo mayo el mes donde se presentan los granizos. La fórmula climática de acuerdo a García (2004) es: Aw (w) ig.



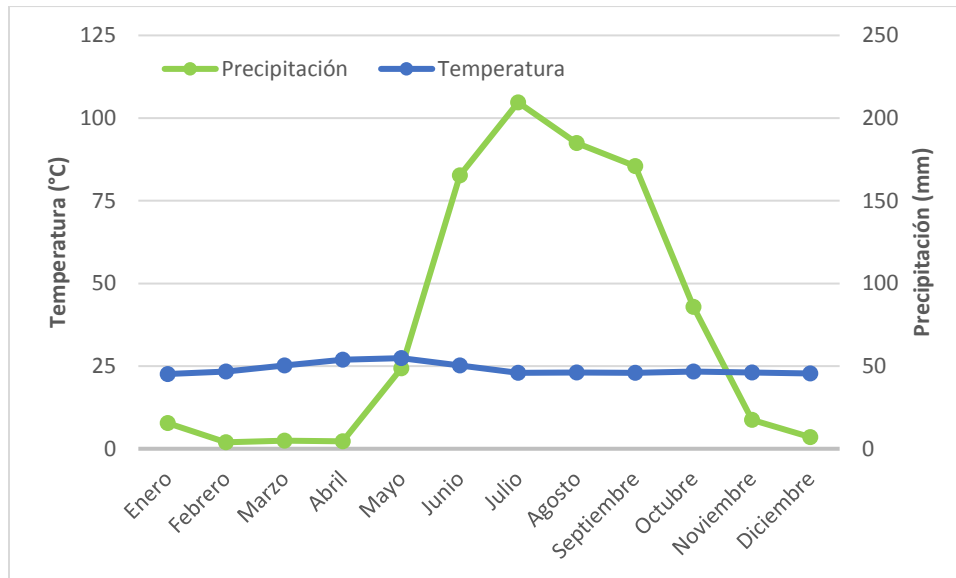


Figura 2. Diagrama ombrotérmico tipo Gaussen. Estación meteorológica Santa Bárbara, Santo Tomás (N° 00015107) latitud 19° 12' 22"N y longitud 100° 19' 29"O, altitud 1 356 m snm, registros de 1971-2000.

## Hidrología

La porción centro-occidental del Estado de México, se encuentra dentro de la región hidrológica número 18 “río Balsas”, en la subcuenca del río Cutzamala, cuya superficie es de 3,411 km<sup>2</sup>. Esta subcuenca se divide a su vez por 6 microcuencas (río Cutzamala, río Zitácuaro, río Tuxpan, río Ixtapan, río Temascaltepec y río Tilostoc); este sistema se extiende entre las entidades de Michoacán y Estado de México (INECC, 2007).

El área de estudio se encuentra dentro de la microcuenca del río Tilostoc, donde se distingue el río Tilostoc y el río Salitre. En esta microcuenca se han construido tres presas: Colorines, Ixtapatongo y Santo Tomás. Las presas de Ixtapatongo y Santo Tomás son los principales cuerpos de agua del municipio, las cuales formaron parte del Sistema Miguel Alemán, operado por la Comisión Federal de Electricidad y, actualmente están dedicadas principalmente al suministro de agua a través del Sistema Cutzamala. Además, debido a la orografía que presenta se forma una gran cantidad de escurrimientos de tipo fluvial como: Agua Fría, Salitrillo, El Salto Barranca Honda, El Aguacate, La Ceiba, El Zapote, Palos Verdes, La Sierrilla, El Pinzan, Las Sirandas Blancas, El Limón, Zuluapan, El Potrero y El Rincón; así como seis manantiales: El Zapote, El Salitre 1, La Ceiba, El Llano, El Salitre 2 y El Ixtapatongo (Robles, 1985).

## ***Vegetación y uso de suelo***

La vegetación potencial del malpaís en el mpio. Santo Tomás es el BTC, el cual se presenta entre los 1100 y 1400 m s.n.m. De acuerdo con Rzedowski (2006), el BTC en estado natural o de escasa perturbación es una comunidad densa, su altura oscila entre los 8 y 12 m, el diámetro de los árboles no sobrepasa de los 50 cm, los fustes con frecuencia son retorcidos y se ramifican a corta altura o casi desde la base, el follaje es de color verde claro y predominan hojas compuestas. En este bosque se identifican generalmente tres estratos estructurales: el arbóreo, el arbustivo y en menos grado o ausencia el estrato herbáceo. Su característica fisonómica predominante es la pérdida de hojas en todos los estratos durante un período de 5 a 8 meses.

Sin embargo, en el área de estudio, el paisaje natural está fragmentado debido a la intercalación de terrenos empleados para la agricultura de temporal, perenne o la ganadería (con notorios sitios donde se observa regeneración por abandono); estas áreas antrópicas ocupan una superficie de 18.77% del municipio. El cultivo más frecuente es el maíz y le siguen en importancia el frijol, el garbanzo y el ajonjolí. En las zonas de inundación de las cañadas existen además algunos frutales de clima caliente (mango principalmente) y se desarrolla el cultivo de flor ave de paraíso (*Strelitzia reginae*) (SEDESOL, 2010).

## ***Aspectos socio-económicos***

En el municipio de Santo Tomás se encuentran varios sitios arqueológicos, los cuales abarcan múltiples etapas históricas de la época prehispánica. Dentro del área de estudio se encuentran pinturas rupestres a la intemperie, que al parecer data de la época tolteca, siendo los Matlatzincas los fundadores y primeros pobladores de STP. En el pedregal del sur-este se localizan áreas con trazos de estructuras arquitectónicas; ambas representaciones indican claramente una ocupación humana prehispánica (Robles, 1985).

El antiguo poblado de STP estaba localizado en un valle al sur del presente pueblo, el cual fue evacuado como producto de la decisión del gobierno mexicano en 1947 de utilizar dicha formación topográfica para la construcción de la actual presa.

El municipio de Santo Tomás cuenta con una población de 9,111 habitantes. La economía se compone principalmente del sector secundario, donde se encuentran actividades de industria manufacturera, construcción, minería y electricidad (8.7%). Lo que corresponde al

sector primario (7.4%) es relegado en su mayoría a una población de escasos recursos a excepción de actividades como la fruticultura (mango, elote, tomate, guayaba, aguacate y jitomate) y la floricultura (ave de paraíso) que está en manos de ejidatarios y privados, los cuales contratan mano de obra rural. Entre otras actividades también destaca la ganadería y el aprovechamiento forestal, lo cual ha provocado la tala no planificada e ilegal de maderas semipreciosas. Se observa la ausencia de capacitación a agricultores en la diversificación del uso de suelo (SEDESOL, 2010).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Florístico***

El polígono de estudio está situado en el área natural protegida “Malpaís de Santo Tomás de los Plátanos” (CEPANAF, 2014) y parte de los límites que encierran a las cañadas (Fig.1). A esta zona se realizaron visitas de campo una vez por mes de agosto del 2016 a agosto del 2018, con el fin de obtener el material biológico y muestreo de la vegetación.

El material botánico se recolectó y prensó de acuerdo a los métodos propuestos en Lot y Chiang (1986). Para la determinación de las plantas se utilizó literatura específica como Flora Novo-Galiciana (McVaugh 1983, 1984, 1985, 1987 y 2001), Flora de Guatemala (Standley & Williams 1977), Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes (Rzedowski y Calderón, 2003), así como monografías y revisiones taxonómicas. En la corroboración de los nombres asignados a los ejemplares se consultó la base de datos de tipos en: Jstor Global Plants, 2017. Para la pertinencia del nombre se contrastaron las bases de datos de Tropicos (2018) y The catalogue of life (2018). La ortografía y forma de abreviar autores se tomó en cuenta de la base de datos de Tropicos (2018). La circunscripción taxonómica de los taxa supraespecíficos estuvo de acuerdo con APG III (2009). Los ejemplares botánicos, una vez determinados y debidamente etiquetados, se donaron al Herbario Nacional de México (MEXU) y una copia al New York Botanical Garden (NY) y al Herbario IZTA de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM.

Del listado de especies se tomaron en cuenta aquellas que se encuentran en alguna categoría de riesgo, de acuerdo a NOM-059-SEMARNAT-2010, el listado de CITES 2016 (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y IUCN 2016 (Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la

Naturaleza).

### **Ecológico**

Con el objetivo de obtener un censo poblacional de las distintas especies vegetales, se diseñó un muestreo mixto de tipo preferencial y estratificado. Así, las unidades de muestreo (UM) se colocaron en los sitios más representativos de cada rodal observado en imágenes satelitales y en recorridos prospectivos y, otro conjunto de UM se colocó al centro de cada cuadro de 500 x 500 m de una gradilla trazada en el polígono a estudiar.

En cada UM se registró la pendiente, orientación, porcentaje de roca aflorada e impacto.

El área mínima de una UM, calculada mediante la técnica de área mínima (Hopkins, 1955) (tomando en cuenta la vegetación representativa con cierto grado de homogeneidad y de menos perturbación según el criterio de Curtis y McIntosh, 1950), fue de 200 m<sup>2</sup>; sin embargo, para tener una mejor representatividad, las UM se realizaron de 20x20 m (400 m<sup>2</sup>). Se colocaron 20 UM que en total sumaron el equivalente a 0.8 ha.

Cada UM se subdividió en parcelas de 10x10 m y se tomó únicamente un subcuadrante (100 m<sup>2</sup>) para trabajar con plántulas de árbol y efectuar la medición de arbustos. Para el muestreo de vegetación herbácea, el tamaño del cuadrante fue de 1x1 m (1 m<sup>2</sup>).

En el censo se consideraron principalmente las especies arbóreas con un diámetro a la altura de pecho (DAP a=130 cm del suelo) >5 cm (López y Williams, 2006). Se consideraron como plántulas aquellos individuos con DAP menor al señalado. Se obtuvieron las siguientes variables básicas de las especies para cada unidad de muestreo:

- Altura: tamaño de los individuos desde la base hasta el ápice del árbol.
- Densidad: número de individuos de una especie dada por UM.

$$Densidad_{relativa} = \left( \frac{Densidad_{absoluta \text{ por especie}}}{\sum Densidad_{absoluta \text{ de todas las especies}}} \right) * 100$$

$$\text{Donde } Densidad_{absoluta} = \frac{\# \text{ de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Frecuencia: probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada en una UM.

$$Frecuencia_{relativa} = \left( \frac{Frecuencia_{absoluta} \text{ por especie}}{\sum Frecuencia_{absoluta} \text{ de todas las especies}} \right) * 100$$

Donde  $Frecuencia_{absoluta} = \frac{\# \text{ de UM en las que se presenta cada especie}}{\# \text{ total de UM}}$

- Área basal a la altura del pecho: se obtuvo mediante la medida del perímetro a la altura de 1.30 m (PAP) de la base de cada individuo arbóreo,

$$DAP = \frac{PAP}{\pi}$$

Por lo tanto:

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

- Cobertura relativa: Proyección del perímetro de la copa (follaje) al suelo y el promedio y su desviación estándar por especie, acomodada a los intervalos de Braun Blanquet (1979), para evitar la variación estacional
  - Traslapada, Continua (>75%)
  - Interrumpida (75-50%),
  - Abierta (50-25%)
  - Dispersa (24-15%)
  - Esporádica (14-5%)
  - Casi ausente (<5%)

Los arbustos y herbáceas se consideraron para la descripción general. En el caso de los arbustos se obtuvo densidad, cobertura (expresado en m<sup>2</sup>) y altura promedio para cada especie. En cuanto a las herbáceas únicamente se tomó en cuenta la cobertura (expresado en m<sup>2</sup>) de cada especie.

## ESFUERZO Y CALIDAD DE MUESTREO

El grado de completitud del muestreo (esfuerzo de muestreo) se calculó por medio de las curvas de acumulación de especies con los estimadores no paramétricos (Chao2 y ACE) (López y Williams, 2006). Estos se calcularon y suavizaron, junto con la curva de especies observadas, mediante el programa de EstimateS (V 9.1.0). También se agregó el modelo

cuantitativo de Clench, calculado mediante el programa de Statistica (V 7.0.61.0) (Jiménez y Hortal, 2003).

## CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Se realizó la clasificación de las unidades de muestreo como una herramienta para tomar decisiones de asociaciones o tipos de vegetación. Esta clasificación se realizó mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957), que es ampliamente aceptado en la ecología cuantitativa (Bloom, 1981; Herrera, 2000) y tiene la capacidad de distinguir asociaciones que difieren por la cobertura o densidad de sus especies aun cuando su composición florística sea similar (Torres-Díaz, 2014). La unión de los grupos en la formación del dendrograma se realizó mediante la técnica de UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (Chao *et al.*, 2005). El análisis se llevó a cabo con paquetería especializada del programa R, se calculó el nivel de corte del dendrograma conforme al número óptimo de asociaciones más frecuente según 16 métodos de interpretación y validación de consistencia de datos dentro de clusters como “silhouette, hartigan, mcclain, gamma, gplus” entre otros.

## DESCRIPCIÓN DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES

Para describir la estructura, una vez definidas las asociaciones del BTC, se calcularon los siguientes atributos dasométricos e índices que auxilian a interpretar los aspectos cruciales del ambiente.

Valor de importancia (IVI), de acuerdo a Curtis y McIntosh (1951):

$$IVI = Dominancia_{relativa} + Densidad_{relativa} + Frecuencia_{relativa}$$

Donde la dominancia es un estimador de biomasa, se calculó a partir del ABP de los individuos de cada especie, calculado mediante la siguiente fórmula:

$$Dominancia_{relativa} = \frac{Dominancia_{absoluta} \text{ por especie}}{\sum Dominancia_{absoluta} \text{ de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Donde: } Dominancia_{absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

## ORDENACIÓN

El acomodo de las asociaciones (sus especies a partir del IVI) en un conjunto de ejes que representan gradientes se llevó a cabo mediante el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) y el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA) se calculó mediante el programa Past3 (Hammer *et al.* 2001), el primero es una técnica de ordenación indirecta en la que los gradientes ambientales son inferidos a partir de los datos de la distribución de las especies (donde su interpretación depende de las propias especies o su conjunto como indicadores ambientales) (Ludwing y Reynolds, 1988). El segundo se trata de una técnica de ordenación directa y representa además un caso especial de regresión múltiple donde la composición de especies es directamente correlacionada con alguna(s) de las variables(s) ambientales, tomándose en cuenta el impacto, pedregosidad y altitud.

## MEDIDAS DE ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

Para comparar la cantidad y representatividad de las especies en cada asociación, se utilizaron los índices de Shannon-Wiener, Simpson y de Diversidad Verdadera (Jost, 2006).

El índice de Shannon-Wiener que indica la uniformidad de la distribución de las especies, con base a su abundancia, su expresión es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$\text{Donde } P_i = \frac{\# \text{ de individuos de la especie } i}{\sum \text{ de individuos de todas las especies}}$$

El uso del Índice de Diversidad Verdadera (Jost, 2006) reconoce la diversidad verdadera como los números efectivos de especies que son valores teóricamente esperados en el supuesto de que todas las especies tuviesen la misma abundancia (Moreno *et al.*, 2011), la ecuación para calcular el número efectivo de especies es:

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

También se utilizó el complemento de diversidad de Simpson (1949):

$$1 - D = 1 - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Donde: 1-D= Índice de diversidad de Simpson; N= número total de individuos en la muestra; n<sub>i</sub>= número de individuos de cada especie.

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

## IMPACTO DEL SITIO

Se estableció un puntaje (0 a 30) para cada sitio muestreado (al menos 200 m de radio a partir de la UM), de acuerdo al sistema de observación de eventos de actividad rural humana (modificado a partir de Ramírez-Bravo y Hernández-Santín, 2016) consistente en cuatro posibles presentaciones: no visible o ausente (0); incipiente (1); evidente (2); amplio (3). Los eventos de impacto pueden ser vistos directamente, relatados por la población local o bien mediante la observación de evidencia indirecta.

- Recolecta estacional de elementos vegetales no maderables vivos (frutos, follaje o plantas vivas) con fines de autoconsumo o comerciales.
- Acopio de leña (maderas muertas) para energía en autoconsumo o comercial.
- Acopio de madera (polines, ramas, etc.) para construcción (alambradas, casas, etc).
- Cacería (presencia de casquillos, observacional o relatado).
- Pastoreo de ganado ramoneador (evaluado por las heces u observacional).
- Pastoreo ganado pacerdor (evaluado por las heces, veredas, observacional, etc.).
- Impacto por actividad de comunicación, transporte y/o recreo (caminos, veredas, líneas, etc.).
- Basura y desechos.
- Actividad agropecuaria (campos de cultivo, potreros, vegetación transformada o inducida en las cercanías).
- Presencia de elementos arquitectónicos (bardas, puentes, cercas, ruinas, etc.).



## RESULTADOS

### Florístico

Se censaron un total de 1002 árboles, de los cuales se determinaron 73 especies y cinco no se pudieron reconocer (morfoespecies); se configuran en 30 familias y 58 géneros.

Las familias mejor representadas por tener cinco o más especies son cinco (Fig. 3), que representan en conjunto el 44% de las especies; de estas, Fabaceae destaca además por presentar el mayor número de géneros. En cuanto a géneros, los más diversos son *Bursera* (7 spp), *Ficus* (4 spp), *Leucaena* (3 spp), *Lysiloma* (3 spp), *Ipomoea* (2 spp) y *Lonchocarpus* (2 spp), que en conjunto representan el 26.92% de las especies.

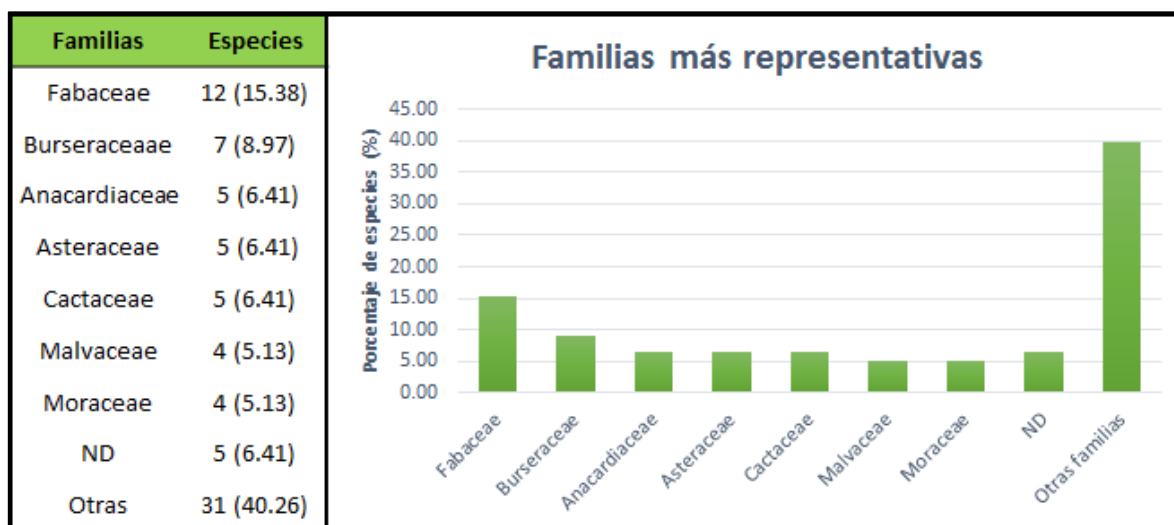


Figura 3. Distribución del número de especies y, entre paréntesis porcentaje especies en las familias más diversas, así como el número de especies en los géneros más importantes en la comunidad de árboles del bosque tropical caducifolio en Sto. Tomás de los Plátanos.

De las 73 especies determinadas, al menos 16 pertenecen a alguna de las categorías de riesgo (Tabla 1).

Tabla 1 Especies en categoría de riesgo. NOM-059 (2010): A=amenazada, P=peligro de extinción; IUCN (2017): Dd=datos insuficientes, Lc=bajo riesgo, Vu=vulnerable; CITES (2017): A II=apéndice II.

Especie	NOM-059	IUCN	CITES
<i>Erythrina coralloides</i>	A		
<i>Ficus velutina</i>		Lc	
<i>Fraxinus berlandieriana</i>		Lc	
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	A	Lc	
<i>Juglans major</i>	A		

<i>Lysiloma acapulcense</i>		Lc	
<i>Mangifera indica</i>		Dd	
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>		Lc	Apéndice II
<i>Opuntia karwinskiana</i>			Apéndice II
<i>Oreopanax peltatus</i>		Vu	
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>		Lc	Apéndice II
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>		Lc	Apéndice II
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	P		
<i>Sapium macrocarpum</i>	A		
<i>Stenocereus queretaroensis</i>		Lc	
<i>Tabernaemontana tomentosa</i>		Lc	

## Ecológico

### ESFUERZO Y CALIDAD DE MUESTREO

Aunque se hayan reconocido 78 especies arbóreas, el análisis de esfuerzo de muestreo no alcanzó la asíntota; sin embargo, de acuerdo a los estimadores no paramétricos (ACE y Chao 2) mostraron que se alcanzó un nivel de completitud de 87.89% y 79.90% respectivamente. El modelo de Clench supone la presencia de 76.58 especies. Estos análisis muestran que el censo realizado cubre entre el 74 y 88% del total de las especies estimadas dentro del área de estudio (Fig. 4).

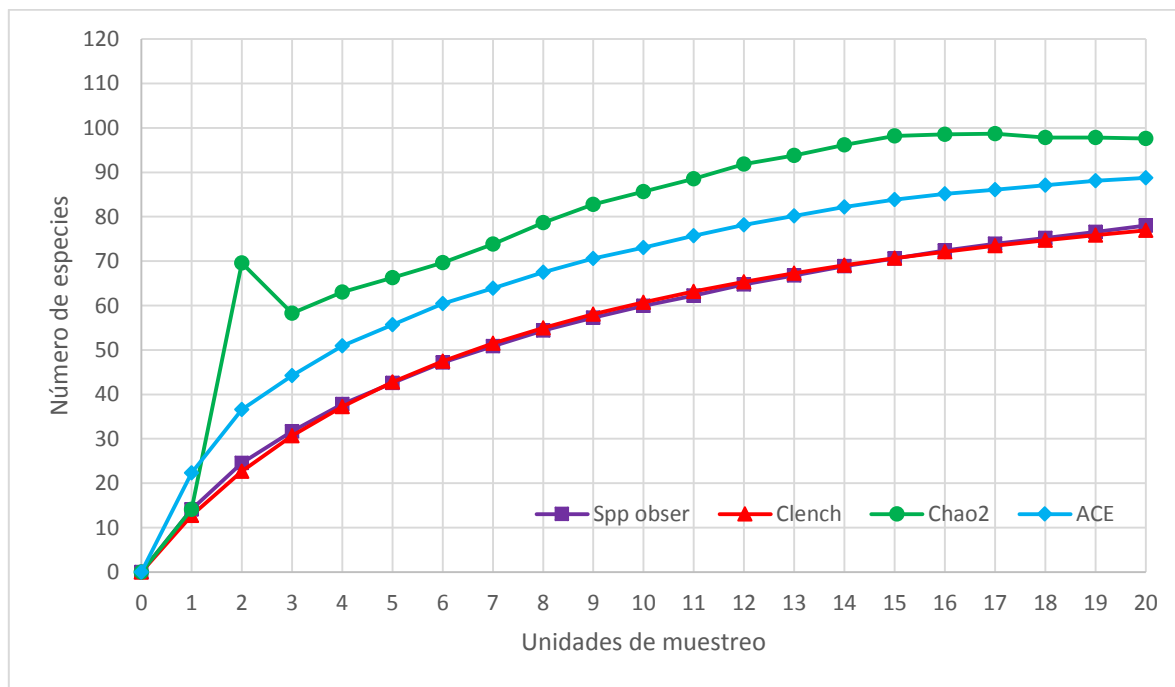


Figura 4. Curvas de acumulación de especies con base a los estimadores no paramétricos, el modelo de Clench y especies observadas.

## CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

De acuerdo a los mapas de vegetación potencial tanto en Rzedowski (1978) como INEGI (2013) y a las características físicas establecidas por Miranda y Hernández (1963) y Rzedowski (2006), la vegetación estudiada en STP corresponde al bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978) o selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963). De este bosque en el área de estudio, se pudieron distinguir seis asociaciones de acuerdo a la clasificación de las UM mediante la aplicación del índice de similitud de Bray-Curtis, llevado a cabo mediante la técnica de análisis de conglomerados por medio de la unión de grupos por promedios aritméticos (UPGMA) y con un nivel de corte de 75% del dendrograma resultante (Fig. 5 y 6). La asociación más ampliamente distribuida en el área de trabajo es el BTC de *Pseudobombax-Pilosocereus* con presencia en ocho de las 20 UM, mientras que el BTC de *Lysiloma* y *Platymiscium* están representados en una sola UM.

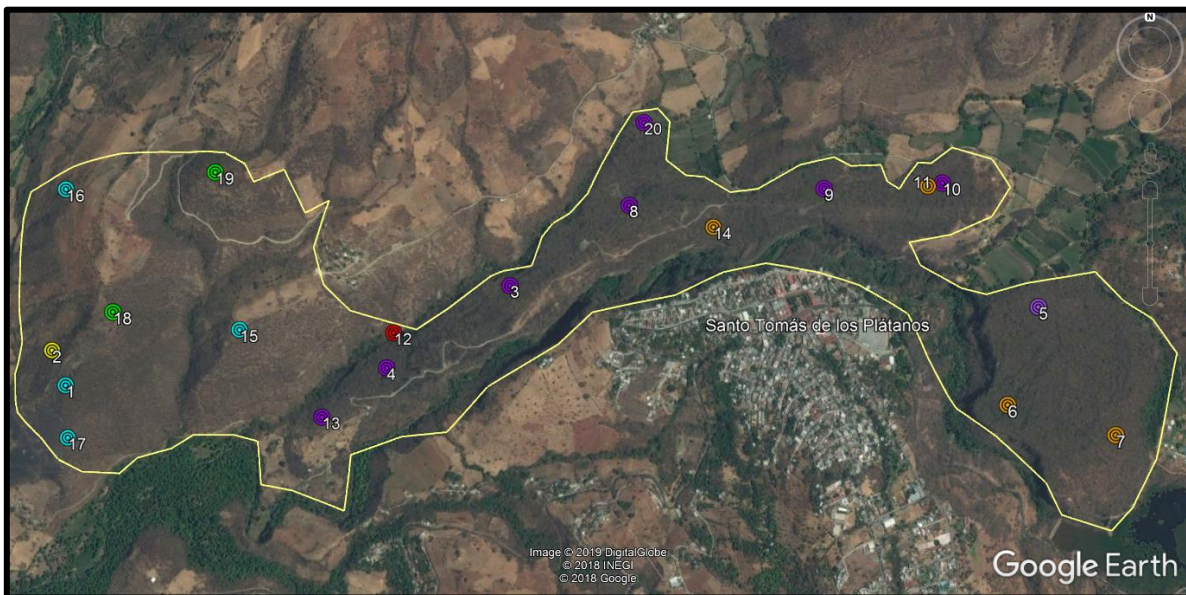


Figura 5. Ubicación de las 20 unidades de muestreo y asociación a la que pertenecen. Unidades correspondientes al bosque de *Haematoxylum* (color azul), bosque de *Lysiloma* (color amarillo), bosque de *Pseudosmodingium* (color verde), bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus* (color morado), bosque de *Bursera-Ficus* (color anaranjado) y bosque de *Platymiscium* (color rojo).

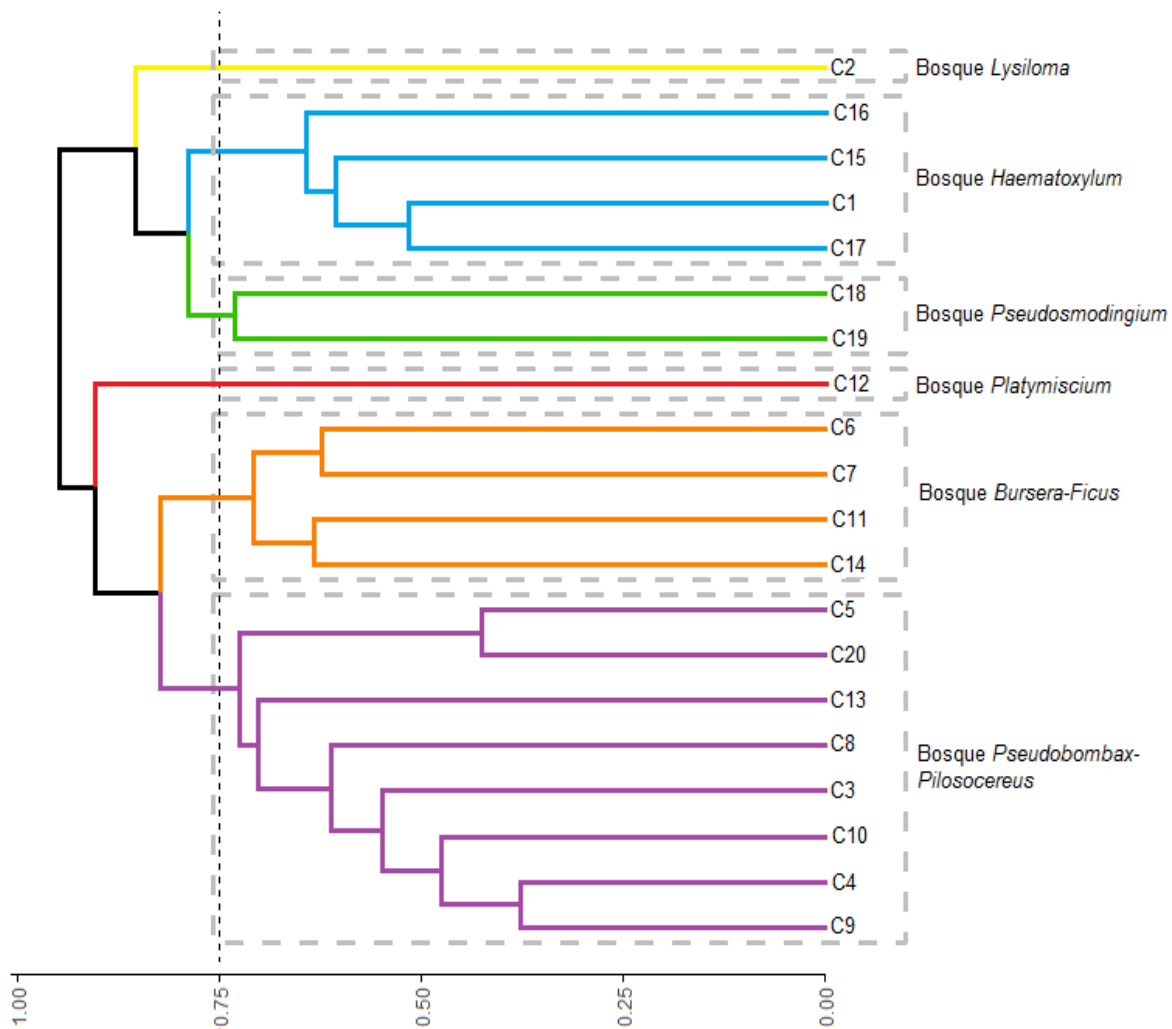


Figura 6. Dendrograma de las asociaciones vegetales en el área de estudio con base al índice de semejanza de Bray-Curtis.

### **BTC de *Haematoxylum***

Es una asociación medianamente representada (cuatro de 20 UM) en los cerros que bordean la cañada (Fig. 5). Se encuentra entre los 1200-1300 m snm en las cañas del cerro, sobre suelos poco profundos y desarrollados (leptosol y regosol) de roca sedimentaria de lutita-arenisca con pendientes de 15° hasta 25° sur. Generalmente están por cultivos de maíz y con evidencia de ganado; presenta un índice de impacto de 9 (IIP). La densidad arbórea es de 34.25 individuos/400m<sup>2</sup> y se encuentran 20 de las 78 especies reconocidas. De acuerdo con el índice de valores de importancia (VI) (Tabla 2), las especies de *Haematoxylum brasiletto* (VI= 76), *Lysiloma divaricatum* (VI= 44), *Pseudosmodingium perniciosum* (VI= 26) e *Ipomoea murucoides* (VI=24) son las más relevantes.

Tabla 2. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de tres UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia (F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Haematoxylum*.

	H	Valores absolutos			Valores relativos			VI
		Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	5.83	0.39091	10.25	1.00	34.63	29.93	11.76	<b>76.32</b>
<i>Lysiloma divaricatum</i>	6.73	0.16906	6.00	1.00	14.98	17.52	11.76	<b>44.26</b>
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	4.83	0.18996	2.25	0.25	16.83	6.57	2.94	<b>26.34</b>
<i>Ipomoea murucoides</i>	4.07	0.04897	3.75	0.75	4.34	10.95	8.82	<b>24.11</b>
<i>Bursera áptera</i>	5.00	0.07081	1.75	0.50	6.27	5.11	5.88	<b>17.26</b>
<i>Ceiba aesculifolia</i>	8.00	0.08664	1.75	0.25	7.67	5.11	2.94	<b>15.73</b>
<i>Leucaena esculenta</i>	8.00	0.03327	1.50	0.50	2.95	4.38	5.88	<b>13.21</b>
<i>Fraxinus berlandieriana</i>	6.08	0.03010	1.50	0.50	2.67	4.38	5.88	<b>12.93</b>
<i>Fouquieria formosa</i>	7.00	0.03331	0.50	0.50	2.95	1.46	5.88	<b>10.29</b>
<i>Bursera ariensis</i>	5.00	0.01895	0.75	0.50	1.68	2.19	5.88	<b>9.75</b>
<i>Bursera copallifera</i>	6.67	0.01456	0.75	0.50	1.29	2.19	5.88	<b>9.36</b>
<i>Bursera bipinnata</i>	5.50	0.02242	0.50	0.25	1.99	1.46	2.94	<b>6.39</b>
<i>Ipomoea wolcottiana</i>	5.83	0.00214	0.75	0.25	0.19	2.19	2.94	<b>5.32</b>
<i>Dendroviguiera puruana</i>	2.83	0.00212	0.75	0.25	0.19	2.19	2.94	<b>5.32</b>
<i>Vachellia campeachiana</i>	6.00	0.00559	0.25	0.25	0.50	0.73	2.94	<b>4.17</b>
<i>Lonchocarpus michoacanicus</i>	6.00	0.00385	0.25	0.25	0.34	0.73	2.94	<b>4.01</b>
<i>Thouinia villosa</i>	6.00	0.00230	0.25	0.25	0.20	0.73	2.94	<b>3.87</b>
<i>Lysiloma microphylla</i>	4.00	0.00179	0.25	0.25	0.16	0.73	2.94	<b>3.83</b>
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	9.00	0.00167	0.25	0.25	0.15	0.73	2.94	<b>3.82</b>
<i>Bocconia frutescens</i>	2.50	0.00051	0.25	0.25	0.05	0.73	2.94	<b>3.72</b>
<b>Total</b>					100	100	100	<b>300</b>

Esta asociación vegetal está formada por dos sub-estratos arbóreos cuya cobertura es continua (Fig. 7). El sub-estrato superior tiene un intervalo de 6.5 a 10 m de alto, con cobertura interrumpida, donde *Lysiloma divaricatum* y *Leucaena esculenta* son las especies dominantes, además *Leucaena esculenta* y *Platymiscium lasiocarpum* son exclusivas de este sub-estrato superior. El sub-estrato inferior tiene un intervalo de 1 a 6.5 m de alto con una cobertura abierta y es el sub-estrato más diverso donde *Haematoxylum brasiletto* y *Lysiloma divaricatum* son árboles dominantes, mientras que, *Fouquieria formosa*, *Thouinia villosa*, *Bursera ariensis*, *Fraxinus berlanderiana* y *Lysiloma microphylla* son especies que se encuentran únicamente en este sub-estrato.

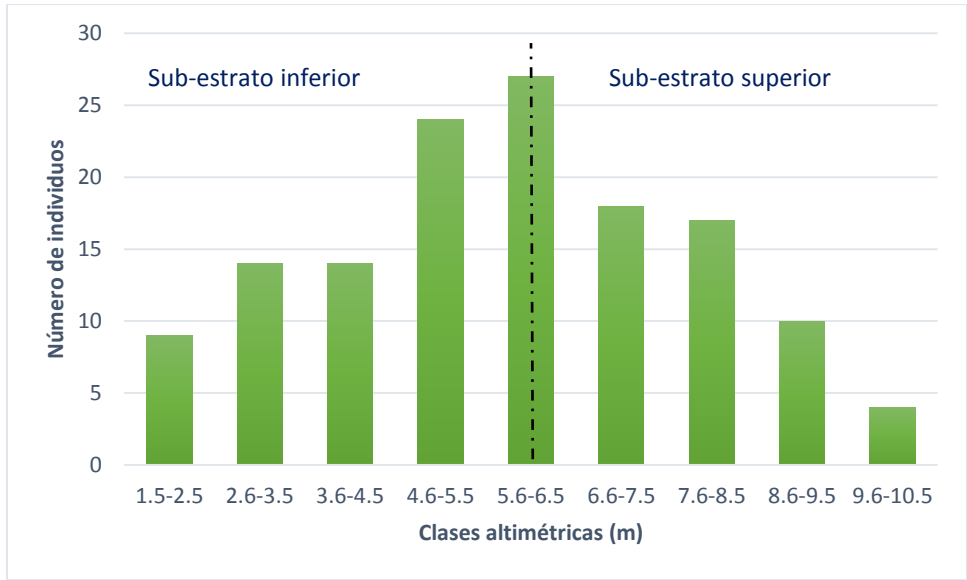


Figura 7. Distribución de la abundancia por clases altimétricas en bosque de *Haematoxylum*.

Con relación a las clases diamétricas (Fig. 8) la mayor cantidad de individuos se concentran en la segunda clase y disminuye drásticamente el número de individuos conforme aumenta el diámetro. La mayor parte (77%) no llega a 21 cm de diámetro y solo el 23% tiene un diámetro mayor a 20 cm. En esta asociación las especies de *Haematoxylum brasiletto*, *Ipomoea murucoides* y *Lysiloma divaricatum* son las especies con mayor reclutamiento.

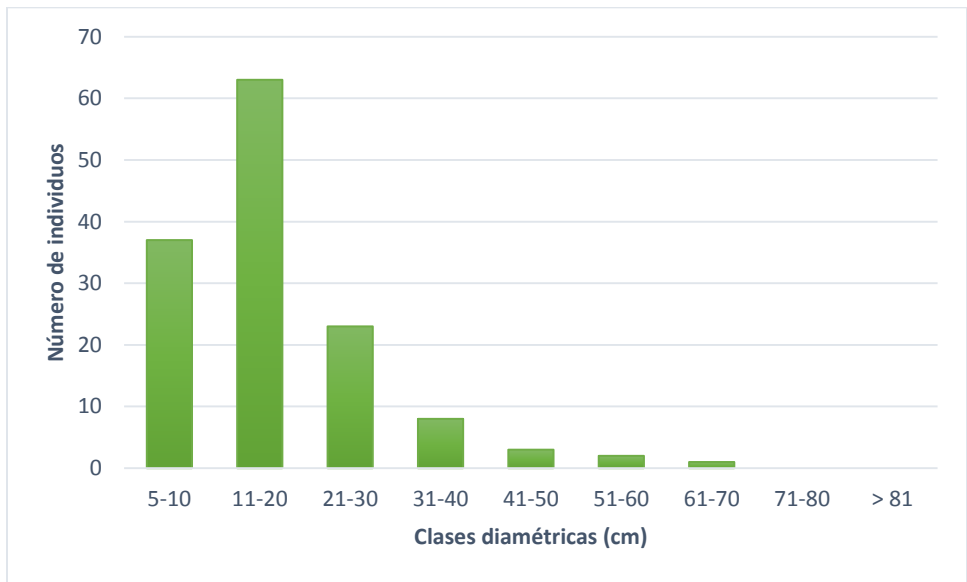


Figura 8. Distribución de la abundancia por clases diamétricas en bosque de *Haematoxylum*

El estrato arbustivo se encuentra en un intervalo de altura que va de 0.50 a los 2 m

solapándose con el estrato bajo arbóreo. La cobertura es dispersa. Se muestrearon un total de ocho especies, de las cuales sobresale el género *Lantana*, con 3 especies (*L. urticoides*, *L. horrida* y *L. camara*), además de *Tonduzia longifolia*, *Bunchosia lindeniana*, *Tournefortia acutiflora*, *Marina speciformis* y *Karwinkia humboldtiana*.

Se muestrearon cuatro lianas y las más frecuentes fueron *Calycobolus nutans* y *Gaudichaudia cycloptera*. Las epífitas mejor representadas fueron *Tillandsia ionantha* y *Tillandsia schiedeana*.

El estrato herbáceo está pobremente representado, con una cobertura dispersa. Se muestrearon un total de 13 especies, de las cuales, las más importantes son *Echeandia durangensis*, *Euphorbia graminea*, *Porophyllum pringlei*, *Oplismenus burmanii*, *Pachyrhizus erosus* y *Adiantum braunii*.

### **BTC de *Lysiloma***

Es una asociación pobremente representada (una de 20 UM) al borde de la cañada (Fig. 5). Se encuentra entre los 1220-1260 m snm, en suelos poco desarrollados de roca sedimentaria, con laderas de fuerte pendiente (25°-30°) orientación noroeste. Presenta elementos de impacto de ganado, comunicación, explotación maderable y no maderable (Ilp= 7). La densidad arbórea es de 64 individuos/400m<sup>2</sup> y se encuentran 12 de las 78 especies arbóreas determinadas. Basado en los VI (Tabla 3), las especies más importantes son *Lysiloma divaricatum* (VI= 114), *Bursera aptera* (VI= 36), *Lonchocarpus michoacanicus* (VI= 26) y *Handroanthus impetiginosum* (VI= 21).

Tabla 3. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de una UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia (F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Lysiloma*.

	H	Valores absolutos			Valores relativos			VI
		Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Lysiloma divaricatum</i>	6.95	0.35574	43.00	1.00	38.50	67.19	8.33	<b>114.02</b>
<i>Bursera aptera</i>	9.00	0.23054	2.00	1.00	24.95	3.13	8.33	<b>36.41</b>
<i>Lonchocarpus michoacanicus</i>	6.50	0.05219	8.00	1.00	5.65	12.50	8.33	<b>26.48</b>
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	8.00	0.10161	1.00	1.00	11.00	1.56	8.33	<b>20.89</b>
<i>Ipomoea muruoides</i>	6.50	0.05749	1.00	1.00	6.22	1.56	8.33	<b>16.12</b>
<i>Amphipterygium adstringens</i>	6.50	0.03362	2.00	1.00	3.64	3.13	8.33	<b>15.10</b>
<i>Hintonia latiflora</i>	4.50	0.02400	2.00	1.00	2.60	3.13	8.33	<b>14.06</b>
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	9.00	0.03158	1.00	1.00	3.42	1.56	8.33	<b>13.31</b>
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	7.00	0.02320	1.00	1.00	2.51	1.56	8.33	<b>12.41</b>



<i>Lysiloma microphylla</i>	11.00	0.00867	1.00	1.00	0.94	1.56	8.33	<b>10.83</b>
<i>Bursera grandifolia</i>	3.50	0.00287	1.00	1.00	0.31	1.56	8.33	<b>10.21</b>
<i>Hoffmannia excelsa</i>	7.00	0.00258	1.00	1.00	0.28	1.56	8.33	<b>10.17</b>
<b>Total</b>					<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Esta asociación está formada por dos sub-estratos arbóreos más o menos homogéneos y tiene una cobertura traslapada (Fig. 9). El sub-estrato superior ocupa un intervalo de 7 y 10 m de alto, con una cobertura continua, está dominado por *Lysiloma divaricatum*. *Lysiloma microphylla* y *Pseudosmodingium perniciosum* son especies no compartidas. El sub-estrato inferior se desarrolla en el intervalo de los 2 a los 6 m de alto y presenta una cobertura interrumpida. Aquí se encuentran las especies *Lysiloma divaricatum*, *Lonchocarpus michoacanicus*, *Hintonia latiflora*, *Bursera grandifolia* y *Amphipterygium adstringens*.

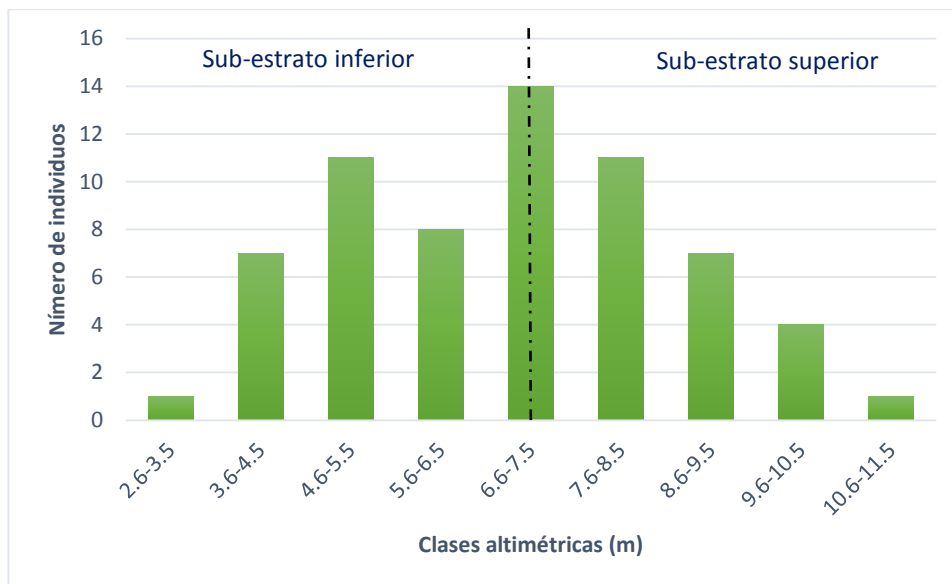


Figura 9. Distribución de la abundancia por clases altimétricas en bosque de *Lysiloma*.

Las clases diamétricas más pequeñas (5-10 cm) son las que tienen mayor cantidad de individuos (Fig. 10), donde *Lysiloma divaricatum* es la especie más abundante. El grupo de individuos con diámetro mediano (<51 cm de diámetro) están pobremente representados. La característica más importante es la ausencia total de árboles gruesos (>51 cm de diámetro).



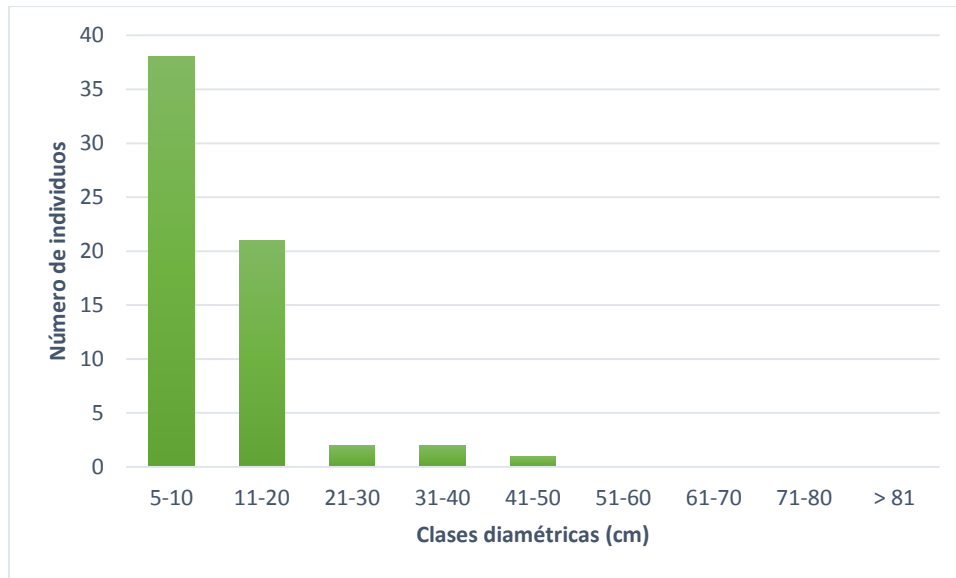


Figura 10. Distribución de abundancias por clases diamétricas en bosque de *Lysiloma*.

El componente arbustivo llega a tener 3 m de alto con una cobertura interrumpida. Se muestrearon un total de cuatro especies, donde *Lantana velutina*, *Verbesina breedlovei*, *Diphysa americana* e *Indigofera cuernavacana* son patentes.

Las trepadoras leñosas no son abundantes y solo se halló a *Calycobolus nutans*.

El estrato herbáceo está poco desarrollado y presenta una cobertura esporádica. Se muestrearon un total de seis especies, con *Cheilanthes lozanoi*, *Euphorbia cyathophora*, *Euphorbia sonora*, *Euphorbia subpeltata*, *Porophyllum pringlei* y *Thyrsanthemum floribundum* como especies comunes.

### **BTC de *Pseudosmodingium***

Es una asociación poco representada (dos de 20 UM). Se desarrolla entre los 1300-1400 m snm, sobre suelos de leptosol y regosol, crece en sitios de laderas pronunciadas (25°-35°), orientación noroeste. Generalmente se encuentra cercano a cultivos de maíz y pastizales, caminos y veredas (Ilp= 15). La densidad arbórea es de 44.5 individuos/400m<sup>2</sup> y se encuentran 19 de las 78 especies arbóreas determinadas. De acuerdo a los VI (Tabla 4), las especies más importantes son *Pseudosmodingium perniciosum* (VI= 96), *Ipomoea murucoides* (VI= 34), *Lysiloma divaricatum* (VI= 22) y *Fraxinus berlanderiana* (VI= 19).

Tabla 4. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de tres UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia

(F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Pseudosmodingium*.

	H	Valores absolutos			Valores relativos			VI
		Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	5.78	0.89700	14.00	1.00	55.33	31.46	9.52	<b>96.32</b>
<i>Ipomoea murucoides</i>	4.96	0.15223	7.00	1.00	9.39	15.73	9.52	<b>34.64</b>
<i>Lysiloma divaricatum</i>	6.44	0.03850	4.50	1.00	2.37	10.11	9.52	<b>22.01</b>
<i>Fraxinus berlandieriana</i>	6.94	0.06367	4.50	0.50	3.93	10.11	4.76	<b>18.80</b>
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4.38	0.04689	4.00	0.50	2.89	8.99	4.76	<b>16.64</b>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.00	0.15442	0.50	0.50	9.53	1.12	4.76	<b>15.41</b>
Morfoespecie sp2	12.00	0.08872	1.50	0.50	5.47	3.37	4.76	<b>13.61</b>
<i>Opuntia karwinskiana</i>	4.50	0.10059	0.50	0.50	6.20	1.12	4.76	<b>12.09</b>
<i>Fraxinus berlanderiana</i>	5.00	0.03746	2.00	0.50	2.31	4.49	4.76	<b>11.57</b>
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	8.00	0.00274	1.50	0.50	0.17	3.37	4.76	<b>8.30</b>
<i>Lysiloma acapulcense</i>	6.25	0.01363	1.00	0.50	0.84	2.25	4.76	<b>7.85</b>
<i>Vitex mollis</i>	5.00	0.00702	0.50	0.50	0.43	1.12	4.76	<b>6.32</b>
Morfoespecie "capulincillo"	3.00	0.00516	0.50	0.50	0.32	1.12	4.76	<b>6.20</b>
Morfoespecie sp3	4.00	0.00382	0.50	0.50	0.24	1.12	4.76	<b>6.12</b>
<i>Leucaena macrophylla</i>	5.50	0.00312	0.50	0.50	0.19	1.12	4.76	<b>6.08</b>
<i>Agonandra racemosa</i>	2.00	0.00229	0.50	0.50	0.14	1.12	4.76	<b>6.03</b>
Morfoespecie "ocotillo"	2.00	0.00229	0.50	0.50	0.14	1.12	4.76	<b>6.03</b>
<i>Heliocarpus parvimontis</i>	2.50	0.00159	0.50	0.50	0.10	1.12	4.76	<b>5.98</b>
<b>Total</b>					<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Esta asociación vegetal está formada por dos sub-estratos arbóreos bien definidos, cuya cobertura combinada se traslapa (Fig. 11). El sub-estrato superior va de 4 a 9 m de alto, con cobertura continua. Aquí se encuentran como dominantes a *Pseudosmodingium perniciosum* (VI= 96) e *Ipomoea murucoides* (VI= 34). El sub-estrato inferior ocupa el intervalo de 1 a 4 m de alto con una cobertura abierta y es el más diverso; nuevamente *Pseudosmodingium perniciosum* es dominante y se presentan únicamente en este estrato *Heliocarpus parvimontis* y *Lonchocarpus eriocarinalis*. Los árboles >9 m de alto que se encuentran son escasos y demasiado aislados para poder considerarlos como formadores de un piso aparte.

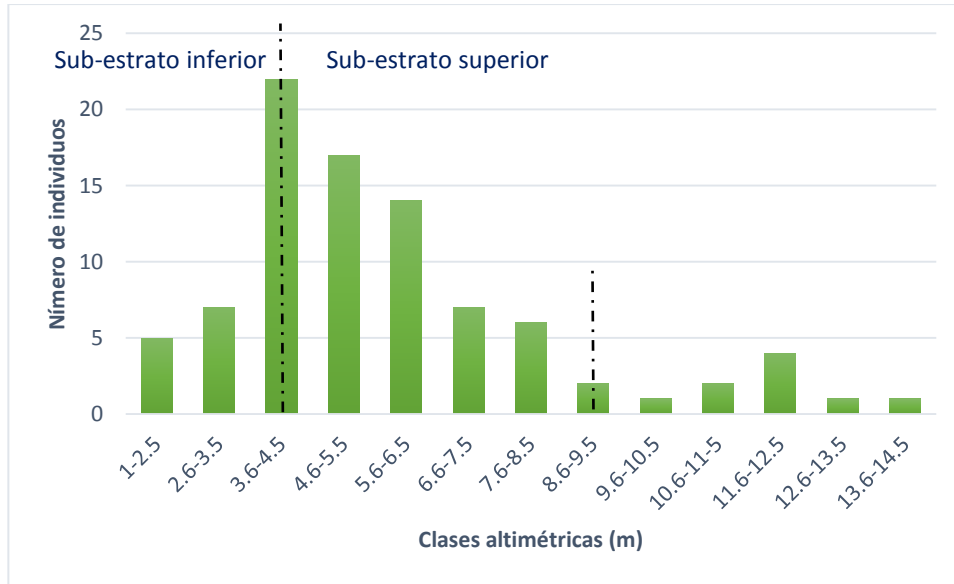


Figura 11. Distribución de abundancias por clases altimétricas en bosque de *Pseudosmodingium*.

La distribución de clases diamétrica (Fig. 12) presentó una mayor proporción (78%) en las clases más estrechas (5-20 cm). La proporción de árboles fue disminuyendo gradualmente en las clases siguientes de mayor grosor. *Pseudosmodingium perniciosum* es la especie que presenta mayor DAP. Además, *Pseudosmodingium perniciosum* y *Lysiloma divaricatum* muestra un alto reclutamiento, con mayor número de individuos presentes en las primeras dos clases diamétricas. En general, se observó una muy baja cantidad de individuos de árboles con un DAP >30 cm.

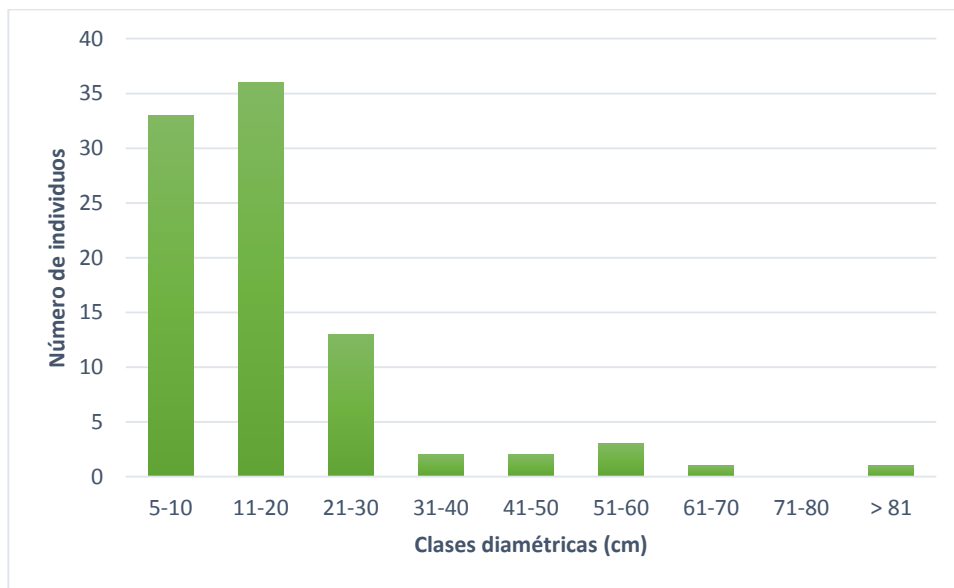


Figura 12. Distribución de abundancias por clases diamétricas en bosque de *Pseudosmodingium*.

El estrato arbustivo se intercala con el estrato arbóreo inferior en los 3 m de alto, llegan a tener en conjunto una cobertura abierta. Se muestrearon un total de ocho especies arbustivas, entre los que destaca *Lantana camara*, *Lantana urticoides*, *Lysiloma tergemina*, *Bouvardia standleyana* y *Tecoma stans*. Por otra parte, existe un gran número de plántulas de *Hintonia latiflora*, *Buersonia hintonii*, *Amphipterygium adstringens*, *Cordia morelosana*, *Lysiloma acapulcense* y *Lysiloma divaricatum*. Las lianas son poco abundantes con la presencia de *Gaudichaudia cycloptera*, *Dioscorea convolvulácea*, *Passiflora mexicana* y *Cissus microcarpa*.

El estrato herbáceo tiene una cobertura abierta y es escasa. Se muestrearon un total de ocho especies, donde, en las zonas con mayor impacto e incidencia de luz se vuelven importantes *Thalictrum gibbosum*, *Oplismenus burmanii*, *Porophyllum viridiflorum* y *Porophyllum pringlei*. En las zonas de mayor humedad es común encontrar *Adiantum braunii*, *Dorstenia drakena*, *Tigridia ehrenbergii* y *Anemia mexicana*.

### **BTC de *Pseudobombax-Pilosocereus***

Es la asociación predominante en el área de estudio, representada en ocho de las 20 UM, en lugares planos (Fig. 5). Se presenta entre los 1150 a 1350 m snm, en sitios conformados por roca volcánica ígnea (pedregal o malpaís) con muy poca acumulación de material edáfico, en laderas poco pronunciadas (0-10°). En esta asociación existen pocos elementos que indiquen impacto como la explotación maderable y no maderable, comunicación y ganado (IIP= 6.25). La densidad arbórea es de 63 individuos/400m<sup>2</sup> y es la asociación más diversa con 53 de las 78 especies arbóreas. Tomando en cuenta los valores de VI (Tabla 5), las especies dominantes son *Pseudobombax ellipticum* (VI= 42), *Pilosocereus chrysacanthus* (VI= 37) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (VI= 33).

Tabla 5. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de ocho UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia (F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus*.

	H	Valores absolutos			Valores relativos			VI
		Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	7.45	5415.03	12.1250	1.00	16.67	19.28	5.97	<b>41.92</b>
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	2.96	7334.17	7.0000	0.50	22.57	11.13	2.99	<b>36.69</b>
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	3.90	6260.02	5.3750	0.88	19.27	8.55	5.22	<b>33.04</b>
<i>Urera caracasana</i>	6.25	1556.91	6.1250	0.75	4.79	9.74	4.48	<b>19.01</b>
<i>Juglans major</i>	7.75	1348.82	2.5000	0.88	4.15	3.98	5.22	<b>13.35</b>

<i>Fouquieria formosa</i>	5.41	891.66	3.6250	0.63	2.74	5.77	3.73	<b>12.24</b>
<i>Comocladia macrophylla</i>	5.87	930.53	3.1250	0.63	2.86	4.97	3.73	<b>11.57</b>
<i>Ficus velutina</i>	9.08	1430.71	1.5000	0.63	4.40	2.39	3.73	<b>10.52</b>
<i>Plumeria rubra</i>	6.50	386.02	2.2500	0.75	1.19	3.58	4.48	<b>9.24</b>
<i>Bursera áptera</i>	6.42	543.68	2.3750	0.63	1.58	3.78	3.73	<b>9.09</b>
<i>Bursera bipinnata</i>	9.03	572.80	1.6250	0.63	1.76	2.58	3.73	<b>8.08</b>
<i>Pseudosmodium perniciosum</i>	7.00	578.77	1.3750	0.50	1.78	2.19	2.99	<b>6.95</b>
<i>Heliocarpus parvimontis</i>	9.45	369.29	1.2500	0.38	1.14	1.99	2.24	<b>5.36</b>
<i>Lysiloma acapulcense</i>	9.00	1210.41	0.2500	0.13	3.73	0.40	0.75	<b>4.87</b>
<i>Bursera copallifera</i>	9.62	526.40	0.5000	0.38	1.62	0.80	2.24	<b>4.65</b>
<i>Erythrina coralloides</i>	9.25	140.32	0.5000	0.50	0.43	0.80	2.99	<b>4.21</b>
<i>Cnidoscolus rostratus</i>	4.10	44.72	0.6250	0.50	0.14	0.99	2.99	<b>4.12</b>
<i>Spondias purpurea</i>	5.91	137.82	0.7500	0.38	0.42	1.19	2.24	<b>3.86</b>
<i>Ceiba aesculifolia</i>	9.25	321.70	0.5000	0.25	0.99	0.80	1.49	<b>3.28</b>
<i>Tonduzia longifolia</i>	1.16	64.95	0.3750	0.38	0.20	0.60	2.24	<b>3.04</b>
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	5.75	197.32	0.5000	0.25	0.61	0.80	1.49	<b>2.90</b>
<i>Sinclairia discolor</i>	6.00	46.22	0.7500	0.25	0.14	1.19	1.49	<b>2.83</b>
<i>Bursera hintonii</i>	7.50	144.44	0.3750	0.25	0.44	0.60	1.49	<b>2.53</b>
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	10.75	302.63	0.5000	0.13	0.93	0.80	0.75	<b>2.47</b>
<i>Dendroviguiera puruana</i>	7.80	232.89	0.6250	0.13	0.72	0.99	0.75	<b>2.46</b>
<i>Ficus petiolaris</i>	6.50	103.40	0.3750	0.25	0.32	0.60	1.49	<b>2.41</b>
<i>Trichilia americana</i>	6.75	37.88	0.5000	0.25	0.12	0.80	1.49	<b>2.40</b>
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	5.12	10.21	0.5000	0.25	0.03	0.80	1.49	<b>2.32</b>
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	5.50	289.11	0.2500	0.13	0.89	0.40	0.75	<b>2.03</b>
<i>Bursera ariensis</i>	8.00	44.81	0.2500	0.25	0.14	0.40	1.49	<b>2.03</b>
<i>Leucaena leucocephala</i>	6.25	25.41	0.2500	0.25	0.08	0.40	1.49	<b>1.97</b>
<i>Agonandra racemosa</i>	6.10	23.68	0.2500	0.25	0.07	0.40	1.49	<b>1.96</b>
<i>Sapium macrocarpum</i>	6.00	10.90	0.2500	0.25	0.03	0.40	1.49	<b>1.92</b>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4.25	5.83	0.2500	0.25	0.02	0.40	1.49	<b>1.91</b>
<i>Parathesis villosa</i>	3.20	16.55	0.6250	0.13	0.05	0.99	0.75	<b>1.79</b>
<i>Leucaena esculenta</i>	12.00	267.54	0.1250	0.13	0.82	0.20	0.75	<b>1.77</b>
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6.33	67.82	0.3750	0.13	0.21	0.60	0.75	<b>1.55</b>
<i>Fraxinus berlanderiana</i>	7.50	192.19	0.1250	0.13	0.59	0.20	0.75	<b>1.54</b>
<i>Bursera grandifolia</i>	12.00	122.56	0.1250	0.13	0.38	0.20	0.75	<b>1.32</b>
<i>Oreopanax peltatus</i>	11.00	20.09	0.2500	0.13	0.06	0.40	0.75	<b>1.21</b>
Morfoespecie "capulincillo"	4.50	15.17	0.2500	0.13	0.05	0.40	0.75	<b>1.19</b>
<i>Clusia salvinii</i>	3.50	12.98	0.2500	0.13	0.04	0.40	0.75	<b>1.18</b>
<i>Ficus máxima</i>	8.00	73.57	0.1250	0.13	0.23	0.20	0.75	<b>1.17</b>
<i>Ipomoea murucoides</i>	10.00	42.03	0.1250	0.13	0.13	0.20	0.75	<b>1.07</b>
<i>Opuntia karwinskiana</i>	2.50	39.48	0.1250	0.13	0.12	0.20	0.75	<b>1.07</b>
<i>Stenocereus queretaroensis</i>	6.00	35.81	0.1250	0.13	0.11	0.20	0.75	<b>1.06</b>

<i>Lysiloma divaricatum</i>	10.00	25.87	0.1250	0.13	0.08	0.20	0.75	<b>1.02</b>
<i>Bursera heteresthes</i>	8.00	22.92	0.1250	0.13	0.07	0.20	0.75	<b>1.02</b>
<i>Handroanthus impetiginosum</i>	6.00	12.19	0.1250	0.13	0.04	0.20	0.75	<b>0.98</b>
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4.50	4.81	0.1250	0.13	0.01	0.20	0.75	<b>0.96</b>
<i>Randia tetraacantha</i>	3.00	3.59	0.1250	0.13	0.01	0.20	0.75	<b>0.96</b>
<i>Ageratina crassiramea</i>	2.00	2.55	0.1250	0.13	0.01	0.20	0.75	<b>0.95</b>
<i>Vitex mollis</i>	4.50	2.55	0.1250	0.13	0.01	0.20	0.75	<b>0.95</b>
<b>Total</b>					<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Se llega a distinguir dos o tres sub-estratos arbóreos bien definidos, que en conjunto tienen una cobertura continua (Fig. 13). El sub-estrato superior es >10 m de alto y puede o no estar presente, la cobertura va de esporádica a casi ausente. Las especies más representativas en este sub-estrato son *Pseudobombax ellipticum* y *Urera caracasana*. El sub-estrato medio tiene un intervalo de 4 a 10m con una cobertura interrumpida, es el más diverso. *Pseudobombax ellipticum* (VI= 42) es la especie dominante y como co-dominantes se encuentran *Urera caracasana* (VI= 19), *Fouquieria formosa* (VI= 12) y *Plumeria rubra* (VI= 9). También, se vuelve importante por la presencia de cactáceas columnares como *Pilosocereus chrysacanthus* (VI= 37), *Pachycereus pecten-aboriginum* (VI= 33) y *Myrtillocactus geometrizans* (VI= 2), ya que se encuentran en dos categorías de riesgo (Tabla 2). El sub-estrato inferior se encuentra en un intervalo que va de los 2 a los 4 m con una cobertura dispersa, cuyas especies características son *Pilosocereus chrysacanthus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pseudobombax ellipticum*.

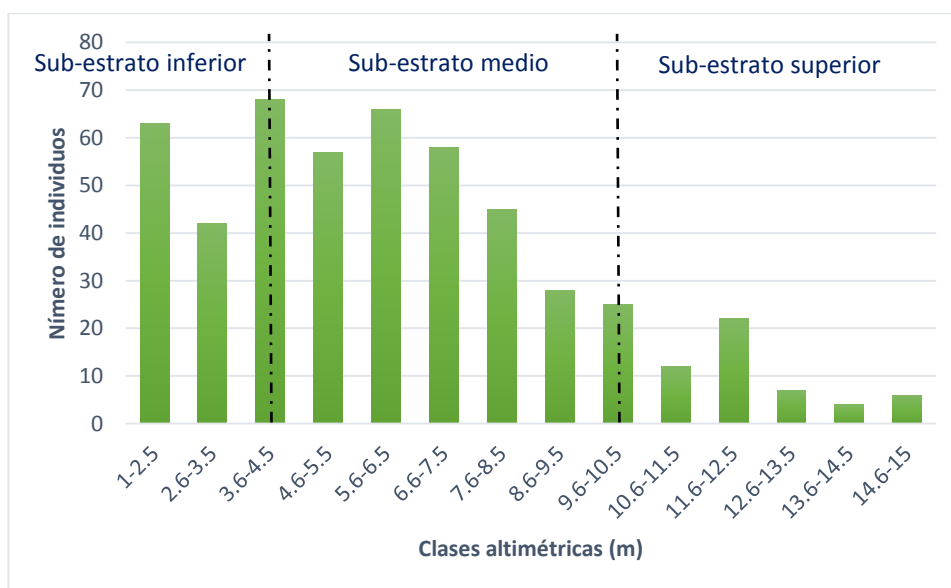


Figura 13. Distribución de abundancias por clases altimétricas en bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus*.

Con respecto a las clases diamétricas (Fig. 14) los árboles más abundantes son aquellos que tienen un diámetro inferior a los 55 cm, sin embargo; existen árboles en las nueve clases diamétricas. Esta tendencia muestra mayor número de individuos con DAP pequeño y una disminución drástica en los individuos de DAP más ancho. La clase más pequeña (5-10 cm) tiene una densidad relativamente baja con 138 individuos; es la segunda clase diamétrica la que concentra la mayor cantidad de individuos (36%), mientras que los árboles gruesos (DAP >50 cm) sólo representan el 4% del total. Las especies de reclutamiento (en el intervalo de menor diámetro) son: *Juglans major*, *Ficus petiolaris*, *Lysiloma divaricatum*, *Cordia morelosana*, *Hintonia latiflora*, *Stenocereus queretaroensis* y *Platymiscium lasiocarpum*.

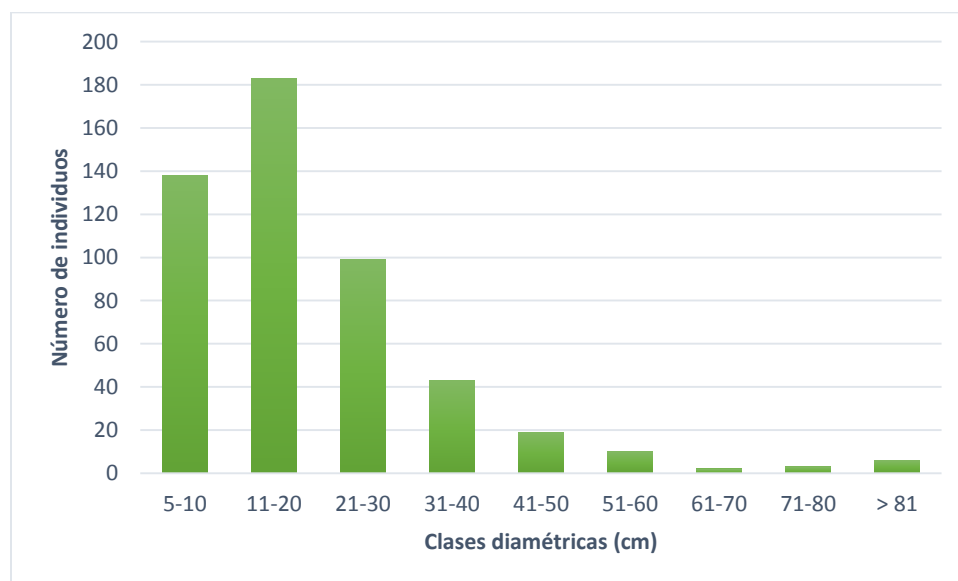


Figura 14. Distribución de abundancias por clases diamétricas en bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus*.

El estrato arbustivo se desarrolla en el intervalo de 1 a 2 m y se alterna con el estrato arbóreo inferior, es poco diverso y su cobertura es abierta. Se muestrearon un total de 8 especies, de las cuales destaca *Agave scabra*, *Euphorbia pulcherrima*, *Verbesina fastigiata* y *Ageratum corymbosum*, las cuales llegan a tener hasta un 40% de cobertura.

El estrato herbáceo presenta una cobertura interrumpida, con un total de 17 especies y se vuelve importante por la presencia de especies en categorías de riesgo. En lugares húmedos abunda la presencia de *Selaginella palleescens*, *Adiantum braunii*, *Commelina erecta*, *Dryopteris karwinskyana*, *Shiedeella crenatula*, *Notholaena candida*, *Begonia biserrata*, *Polypodium colpodes* y *Cheilanthes brachypus*. En zonas donde hay mayor

incidencia de luz y menor humedad se encuentra *Mammillaria spinosissima*, *Pitcairnia hintoniana* y *Hechtia melanocarpa*.

### BTC de *Bursera-Ficus*

Es una asociación medianamente representada (cuatro de 20 UM) en la meseta y lugares palnos (Fig. 5). Se desarrolla a una altitud que va de los 1260 a los 1360 m snm, sobre leptosoles de roca basáltica, semicubierta por un estrato edáfico somero en sitios planos. Son lugares con evidencia de elementos arquitectónicos o manejo forestal antiguo (IIP= 7). Está compuesta por 33 de las 78 especies determinadas con una densidad arbórea de 41.75 individuos/400m<sup>2</sup>, de los cuales *Bursera copallifera* es la que presenta una mayor densidad (7.25 ind/400m<sup>2</sup>). Sin embargo, tomando en cuenta los valores de importancia (Tabla 6), *Ficus velutina* (VI= 43), *Bursera copallifera* (VI= 36), *Ficus cotinifolia* (VI= 23) y *Heliocarpus parvimontis* (VI= 20) son las sobresalientes.

Tabla 6. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de dos UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia (F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Bursera-Ficus*.

	H	Valores absolutos			Valores relativos			VI
		Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Ficus velutina</i>	7.63	1.18992	1.00	0.50	37.30	2.40	3.28	<b>42.98</b>
<i>Bursera copallifera</i>	8.98	0.37023	7.25	1.00	11.61	17.37	6.56	<b>35.53</b>
<i>Ficus cotinifolia</i>	16.00	0.66464	0.25	0.25	20.84	0.60	1.64	<b>23.07</b>
<i>Heliocarpus parvimontis</i>	9.11	0.10947	4.75	0.75	3.43	11.38	4.92	<b>19.73</b>
<i>Trichilia americana</i>	6.97	0.07874	4.00	0.75	2.47	9.58	4.92	<b>16.97</b>
<i>Urera caracasana</i>	5.10	0.03042	2.50	0.75	0.95	5.99	4.92	<b>11.86</b>
<i>Sapium macrocarpum</i>	7.93	0.03278	1.75	1.00	1.03	4.19	6.56	<b>11.78</b>
<i>Lysiloma divaricatum</i>	9.67	0.08474	1.50	0.75	2.66	3.59	4.92	<b>11.17</b>
<i>Bursera aptera</i>	8.00	0.04978	1.50	0.75	1.56	3.59	4.92	<b>10.07</b>
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	8.00	0.11771	1.25	0.50	3.69	2.99	3.28	<b>9.96</b>
<i>Spondias purpurea</i>	4.11	0.01444	2.25	0.50	0.45	5.39	3.28	<b>9.12</b>
<i>Juglans major</i>	9.00	0.05051	0.75	0.75	1.58	1.80	4.92	<b>8.30</b>
<i>Tonduzia longifolia</i>	7.25	0.04424	1.50	0.50	1.39	3.59	3.28	<b>8.26</b>
<i>Comocladia macrophylla</i>	7.25	0.02873	1.50	0.50	0.90	3.59	3.28	<b>7.77</b>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4.63	0.01012	1.00	0.75	0.32	2.40	4.92	<b>7.63</b>
<i>Leucaena esculenta</i>	7.00	0.03556	1.25	0.50	1.11	2.99	3.28	<b>7.39</b>
<i>Plumeria rubra</i>	5.75	0.02672	1.00	0.25	0.84	2.40	1.64	<b>4.87</b>
<i>Lonchocarpus michoacanicus</i>	4.50	0.00460	0.50	0.50	0.14	1.20	3.28	<b>4.62</b>
Morfoespecie "guazima prieta"	7.00	0.07565	0.25	0.25	2.37	0.60	1.64	<b>4.61</b>
<i>Bursera bipinnata</i>	6.00	0.00424	0.50	0.50	0.13	1.20	3.28	<b>4.61</b>



<i>Quercus glaucoides</i>	4.00	0.06446	0.25	0.25	2.02	0.60	1.64	<b>4.26</b>
<i>Mangifera indica</i>	7.50	0.03558	0.50	0.25	1.12	1.20	1.64	<b>3.95</b>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5.17	0.01589	0.75	0.25	0.50	1.80	1.64	<b>3.93</b>
<i>Bursera heteresthes</i>	7.67	0.01356	0.75	0.25	0.43	1.80	1.64	<b>3.86</b>
<i>Lysiloma acapulcense</i>	8.83	0.01322	0.75	0.25	0.41	1.80	1.64	<b>3.85</b>
<i>Bocconia frutescens</i>	4.75	0.00459	0.50	0.25	0.14	1.20	1.64	<b>2.98</b>
<i>Opuntia karwinskiana</i>	1.80	0.00108	0.50	0.25	0.03	1.20	1.64	<b>2.87</b>
<i>Agonandra racemosa</i>	2.00	0.00559	0.25	0.25	0.18	0.60	1.64	<b>2.41</b>
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	9.00	0.00318	0.25	0.25	0.10	0.60	1.64	<b>2.34</b>
<i>Bursera ariensis</i>	6.00	0.00272	0.25	0.25	0.09	0.60	1.64	<b>2.32</b>
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5.00	0.00244	0.25	0.25	0.08	0.60	1.64	<b>2.31</b>
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	6.00	0.00244	0.25	0.25	0.08	0.60	1.64	<b>2.31</b>
<i>Sinclairia discolor</i>	11.00	0.00179	0.25	0.25	0.06	0.60	1.64	<b>2.29</b>
<b>Total</b>					<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Esta asociación está formada por dos sub-estratos arbóreos bien definidos, cuyo conjunto tiene una cobertura continua (Fig. 15). El sub-estrato superior (8 a 16 m de alto) muestra una cobertura continua donde, *Bursera copallifera* es la especie dominante, la cual convive con individuos de *Lysiloma divaricatum*, *Helicarpus parvimontis*, *Pseudobombax ellipticum* y *Sapium macrocarpum*, el primero es exclusivo de este sub-estrato. El sub-estrato inferior tiene un intervalo de altura entre 3 y 8 m con una cobertura continua; es el más diverso, donde *Trichilia americana*, seguido de *Bursera copallifera*, *Urera caracasana* y *Spondias purpurea* son los más abundantes y *Bocconia frutescens*, *Bursera ariensis*, *Bursera bipinnata*, *Byrsonima crassifolia*, *Lonchocarpus michoacanicus*, *Opuntia karwinskiana*, *Plumeria rubra*, *Quercus glaucoides* y *Spondias purpurea* están restringidos a este sub-estrato.

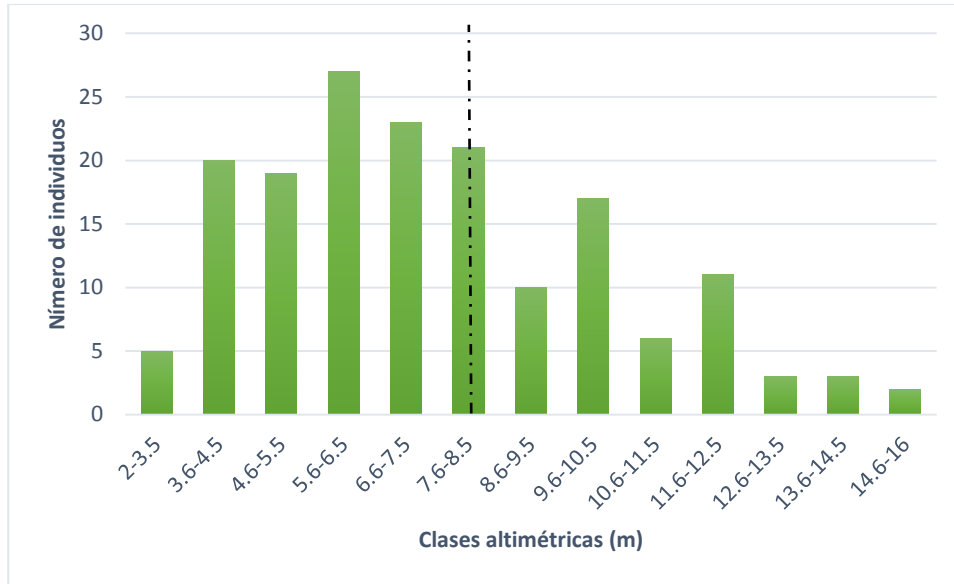


Figura 15. Distribución de abundancias por clases altimétricas en bosque de *Bursera-Ficus*.

El espectro de las clases diamétricas (Fig. 16), se distingue principalmente por la relativa escases de árboles angostos (5-10 cm) y por la mayor abundancia de la clase intermedia (11-20 cm). Entre las especies con menor diámetro se encuentra *Bursera copallifera*. A pesar de ello, la mayor parte (94%) de árboles no superan los 40 cm de diámetro, es decir hay una disminución drástica (6%) de los diámetros mayores a 41 cm.

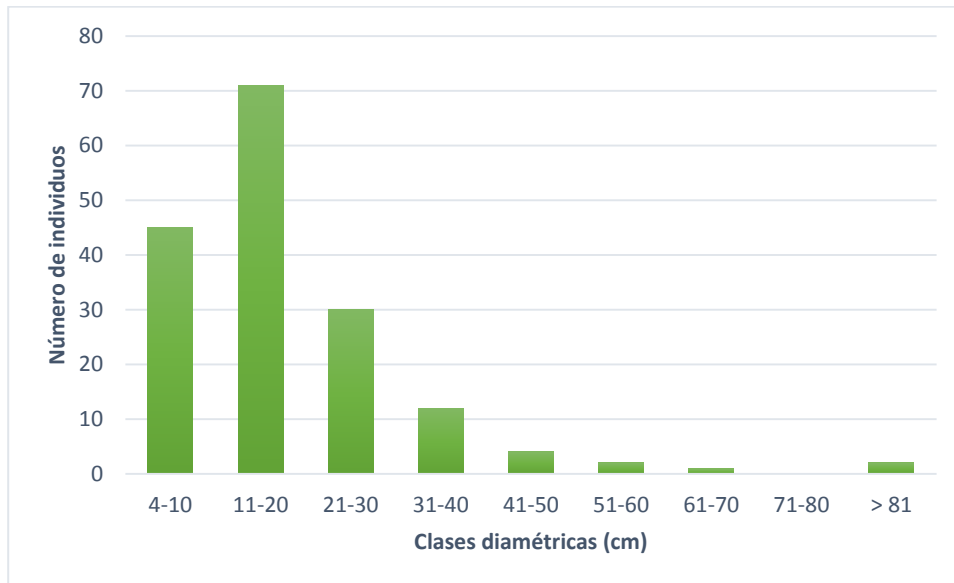


Figura 16. Distribución de abundancias por clases diamétricas en bosque de *Bursera-Ficus*.

El estrato arbustivo esta poco representado, con menos del 5% de cobertura y está

compuesto por *Euphorbia pulcherrima* y *Verbesina breedlovei*.

El estrato herbáceo también está pobremente representado, con una cobertura esporádica. Se muestrearon un total de siete especies, donde *Oplismenus burmanii*, *Adiantum braunii*, *Mammillaria espinosissima* y *Shiedeella crenatula* son las especies que medran.

### BTC de *Platymiscium*

Es una asociación pobremente representada (una de 20 UM), se desarrolla en la base de la cañada a los 1157 m snm, en la zona más abierta (< 15°) (Fig. 5). Se le puede encontrar sobre sustrato de tipo coluvial y luvisoles derivados de roca volcánica. Podría considerarse como una asociación riparia de la zona más ancha de la vaguada del río. Presenta un impacto moderado con elementos de basura, extracción maderable, caminos y veredas (IIP= 7). La densidad arbórea del sitio es de 42 individuos/400 m<sup>2</sup> y se encuentran 13 de las 78 especies arbóreas registradas.

Las especies más representativas son *Platymiscium lasiocarpum* (VI= 61), *Alvaradoa amorphoides* (VI= 33), *Trichilia americana* (VI= 31) y *Tabernaemontana tomentosa* (VI= 24) (Tabla 8).

Tabla 7. Valores absolutos y relativos (en 400m<sup>2</sup> a partir de una UM) de dominancia (Dom), densidad (Den) y frecuencia (F), altura promedio (H) y valor de importancia (VI) de las especies presentes en el bosque de *Platymiscium*.

	Valores absolutos				Valores relativos			VI
	H	Dom	Den	F	Dom	Den	F	
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	8.55	0.24978	9.00	1.00	31.64	21.43	7.69	<b>60.76</b>
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	6.07	0.06743	7.00	1.00	8.54	16.67	7.69	<b>32.90</b>
<i>Trichilia americana</i>	7.30	0.08957	5.00	1.00	11.35	11.90	7.69	<b>30.94</b>
<i>Tabernaemontana tomentosa</i>	4.00	0.03753	5.00	1.00	4.75	11.90	7.69	<b>24.35</b>
<i>Sapium macrocarpum</i>	6.75	0.04588	4.00	1.00	5.81	9.52	7.69	<b>23.03</b>
<i>Vernonanthura cordata</i>	9.00	0.08118	1.00	1.00	10.28	2.38	7.69	<b>20.36</b>
<i>Spondias purpurea</i>	12.00	0.07643	1.00	1.00	9.68	2.38	7.69	<b>19.76</b>
<i>Sapindus saponaria</i>	5.66	0.02566	3.00	1.00	3.25	7.14	7.69	<b>18.09</b>
<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	5.00	0.04444	2.00	1.00	5.63	4.76	7.69	<b>18.08</b>
<i>Heliocarpus parvimontis</i>	2.00	0.04241	1.00	1.00	5.37	2.38	7.69	<b>15.45</b>
<i>Byrsonima crassifolia</i>	5.00	0.00755	2.00	1.00	0.96	4.76	7.69	<b>13.41</b>
<i>Urera caracasana</i>	5.50	0.01833	1.00	1.00	2.32	2.38	7.69	<b>12.40</b>
<i>Verbesina fastigiata</i>	4.50	0.00318	1.00	1.00	0.40	2.38	7.69	<b>10.48</b>
<b>Total</b>					<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

Esta asociación se encuentra formada por dos sub-estratos arbóreos no muy bien diferenciados entre sí y poco estructurada, con una cobertura conjunta interrumpida (Fig. 17). El sub-estrato superior está representado por individuos que tienen entre 7 y 14 m de alto, la cobertura es interrumpida; como especie dominante se encuentra *Platymiscium lasiocarpum* y como co-dominantes están *Spondias purpurea*, *Sapium macrocarpum* y *Trichilia americana*. En el sub-estrato inferior se encuentran individuos de 1 y 7 metros de alto y presenta una cobertura interrumpida. Las especies que representan este estrato son *Alvaradoa amorphoides*, *Platymiscium lasiocarpum*, *Tabernaemontana tomentosa* y *Trichilia americana*.

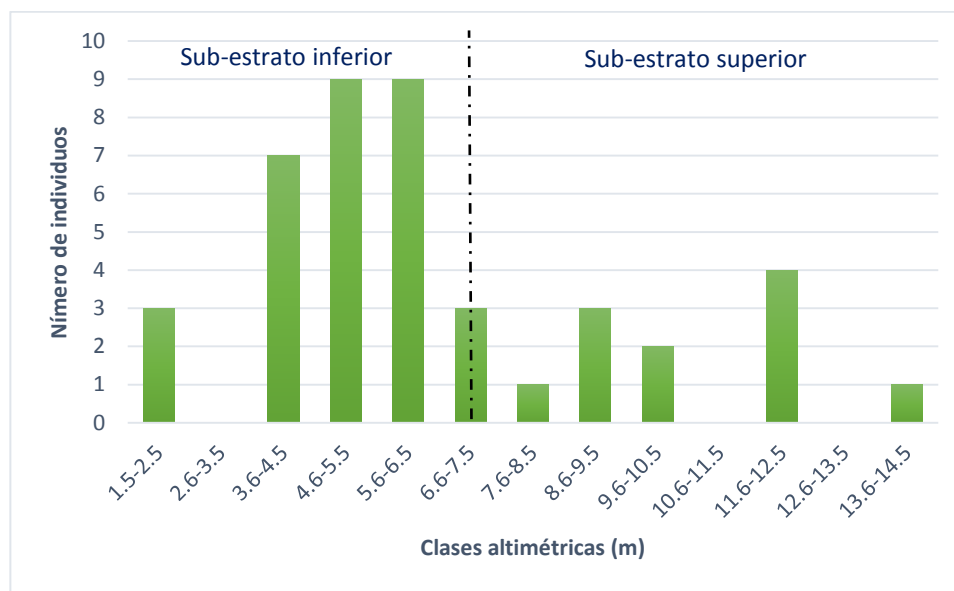


Figura 17. Distribución de abundancias por clases altimétricas en bosque de *Platymiscium*.

Referente a las clases diamétricas (Fig. 18), todos los árboles son delgados, la mayor parte (79%) se encuentra en las dos primeras clases y solo el 21% de los individuos presentan un diámetro de 21 a 40 cm. La característica más relevante de esta asociación es que existe una ausencia total de árboles gruesos (que superen los 40 cm de diámetro).

El estrato arbustivo esta pobremente representado. Es comparativamente bajo, de 0.5 a 1.5 m de alto, donde *Duvernoia salviiflora*, *Tetramerium nervosum* y *Piper amalago* tienen cobertura esporádica. El estrato herbáceo se encuentra ausente.

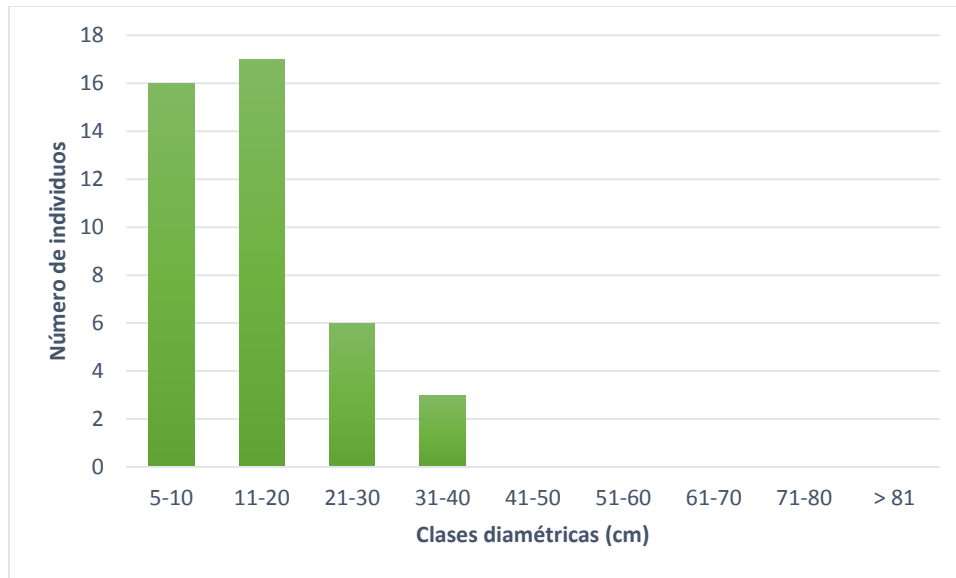


Figura 18. Distribución de abundancias por clases diamétricas en bosque de *Platymiscium*.

## ORDENACIÓN

### DISTRIBUCIÓN DE LAS ASOCIACIONES EN EL GRADIENTE AMBIENTAL

Se establece un ordenamiento de las asociaciones vegetales sobre los dos ejes principales (X e Y) por medio de un análisis indirecto a partir de la información sobre las especies contenidas en las unidades de muestreo (análisis de correspondencia rectificado (DCA)) (Fig. 21), lo cual permite visualizar las distancias entre las asociaciones vegetales. El elevado valor de la raíz característica del eje 1 (0.7), indica una alta correlación entre el sitio y las especies. Por otra parte, los bajos valores de las raíces características para los ejes 2 y 3 (0.58 y 0.48 respectivamente), así como la corta longitud de dichos gradientes corroboran la importancia del primer eje.

El primer eje de ordenación, de acuerdo a las especies y las características de las UM posiblemente representa un gradiente relacionado a la composición del suelo (Fig. 19), donde aparecen en primer lugar las asociaciones de *Haematoxylum*, *Pseudosmodingium* y de *Lysiloma*; estas asociaciones se presentan mayoritariamente en un suelo formado por lutitas-areniscas. A una mayor distancia se encuentran las asociaciones de *Bursera-Ficus* y *Pseudobombax-Pilosocereus*, que se desarrollan en suelo de rocas volcánicas. Finalmente, la asociación de *Platymiscium* se encuentra a cierta distancia de los anteriores y en el extremo del eje 2, el cual posiblemente es la representación de un suelo distinto formado a partir de coluviales y luvisoles que, incluso tiene mayor humedad en promedio

anual.

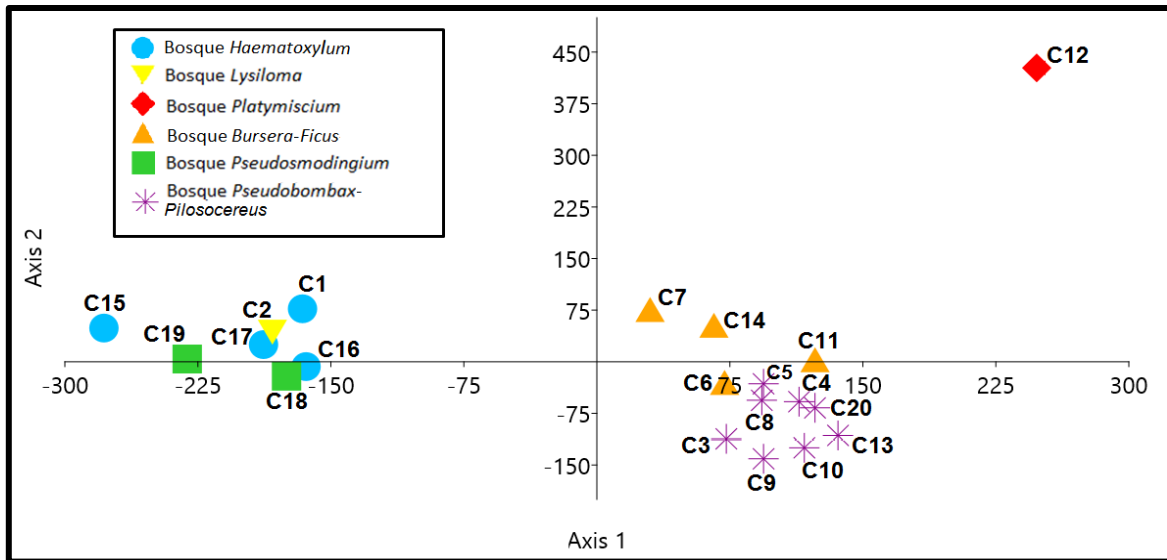


Figura 19. Análisis de correspondencia rectificad (DCA) de las 20 UM.

## CORRELACIÓN DE LAS ASOCIACIONES CON FACTORES AMBIENTALES ESPECÍFICOS

En este caso, se trata de representar el intervalo de variación de las magnitudes de factores ambientales que fueron medidos o estimados *ex professo* en las distintas unidades de muestreo, estimados mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) (Fig. 22). El valor de las raíces características para los tres primeros ejes de la ordenación (Tabla 9) sugieren que hay una buena separación entre las asociaciones vegetales, relacionadas con gradientes ambientales (Ter Braak, 1987; Velázquez, 1994). A semejanza de la ordenación indirecta, a lo largo del primer eje de ordenación se separan dos conjuntos de asociaciones fuertemente influenciados por el origen del tipo de leptosol en que se desarrollan (basáltico vs. sedimentario) (Fig. 20), mientras que en cada uno de los subconjuntos (ejes 2 y 3) aparentemente son influenciados por el impacto del sitio y la altitud en la que aparecen.

En la figura 20 el primer conjunto muestra la asociación de *Platymiscium* separada de los demás sitios, posteriormente se distingue un grupo constituido por los sitios de muestreo de la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus* y *Bursera-Ficus*; el segundo conjunto está formado por la asociación de *Haematoxylum*, *Lysiloma* y *Pseudosmodingium*, no obstante, los cuadrantes 18 y 19 se encuentran en la correlación negativa, separados entre sí e influenciados por la altura y el impacto del sitio.

Tabla 8. Valores de las raíces características de los resultados obtenidos de análisis de correspondencia canónico.

Ejes	1	2	3
Raíces características	0.6451	0.3641	1.116 <sup>-06</sup>

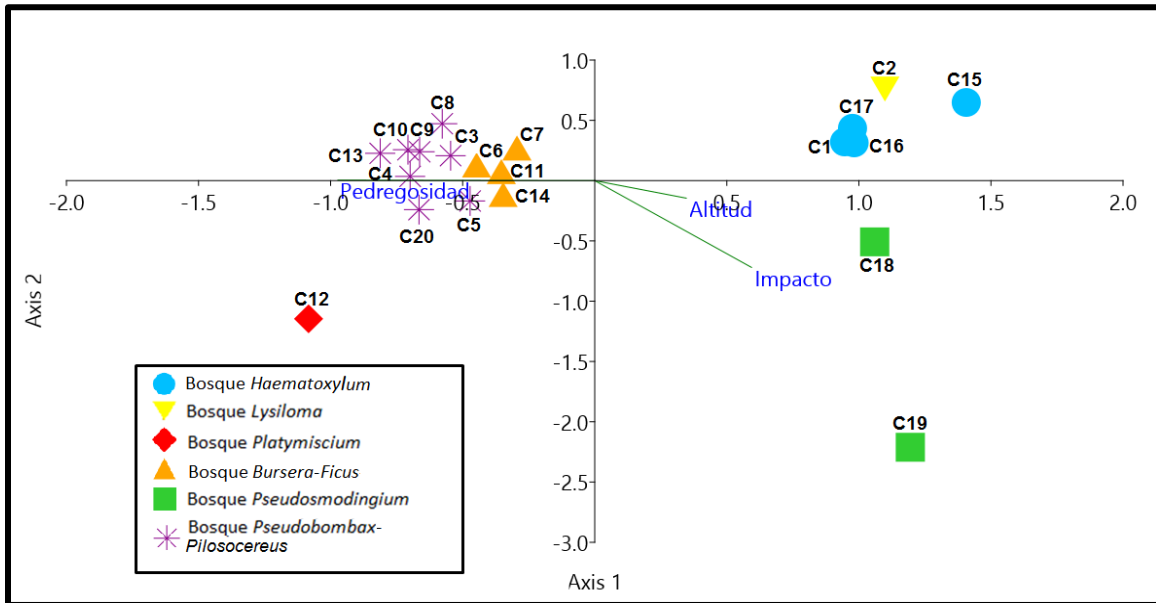


Figura 20. Análisis de correspondencia canónica (CCA) de las 20 UM.

## ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESPECIES

### a) Abundancia relativa de las especies

La especie más abundante es *Pseudobombax ellipticum*, posteriormente se encuentran las especies de abundancia media-alta como *Lysiloma divaricatum*, *Urera caracasana*, *Pilosocereus chrysacanthus*, *Pseudosmodingium perniciosum* y *Pachycereus pecten-aboriginum*. El número de individuos va disminuyendo, pudiendo considerar a las especies finales como raras, entre las que se encuentran *Ficus cotinifolia*, *Ficus maxima* y *Leucaena macrophylla*. A partir de estos datos y de acuerdo al valor del complemento del Índice de Simpson ( $1-D=0.9595$ ) se establece que la zona de estudio presenta una diversidad alta (Tabla 9).

Tabla 9. Abundancia de las especies arbóreas y diversidad del área de estudio.

Especies	Ni	ni/N	(ni/N) <sup>2</sup>	Especies	ni	ni/N	(ni/N) <sup>2</sup>
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	102	0.102	0.010363	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4	0.004	0.000016
<i>Lysiloma divaricatum</i>	83	0.083	0.006862	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	4	0.004	0.000016
<i>Urera caracasana</i>	60	0.060	0.003586	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	0.004	0.000016
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	57	0.057	0.003236	<i>Oreopanax peltatus</i>	4	0.004	0.000016
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	49	0.049	0.002391	<i>Bursera hintonii</i>	3	0.003	0.000009
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	43	0.043	0.001842	Morfoespecie "capulincillo"	3	0.003	0.000009
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	41	0.041	0.001674	<i>Ficus petiolaris</i>	3	0.003	0.000009
<i>Bursera copallifera</i>	36	0.036	0.001291	<i>Ipomoea wolcottiana</i>	3	0.003	0.000009
<i>Bursera aptera</i>	34	0.034	0.001151	<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i>	3	0.003	0.000009
<i>Comocladia macrophylla</i>	31	0.031	0.000957	<i>Sapindus saponaria</i>	3	0.003	0.000009
<i>Fouquieria formosa</i>	31	0.031	0.000957	Morfoespecie sp2	3	0.003	0.000009
<i>Heliocarpus parvimontis</i>	31	0.031	0.000957	<i>Amphipterygium adstringens</i>	2	0.002	0.000004
<i>Ipomoea murucoides</i>	31	0.031	0.000957	<i>Bocconia frutescens</i>	2	0.002	0.000004
<i>Trichilia americana</i>	25	0.025	0.000623	<i>Bursera grandifolia</i>	2	0.002	0.000004
<i>Juglans major</i>	23	0.023	0.000527	<i>Clusia salvinii</i>	2	0.002	0.000004
<i>Plumeria rubra</i>	22	0.022	0.000482	<i>Handroanthus impetiginosum</i>	2	0.002	0.000004
<i>Fraxinus berlanderiana</i>	20	0.020	0.000398	<i>Hintonia latiflora</i>	2	0.002	0.000004
<i>Bursera bipinnata</i>	17	0.017	0.000288	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.002	0.000004
<i>Ficus velutina</i>	16	0.016	0.000255	<i>Lysiloma microphylla</i>	2	0.002	0.000004
<i>Spondias purpurea</i>	16	0.016	0.000255	<i>Mangifera indica</i>	2	0.002	0.000004
<i>Sapium macrocarpum</i>	13	0.013	0.000168	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	0.002	0.000004
<i>Leucaena esculenta</i>	12	0.012	0.000143	<i>Opuntia karwinskiana</i>	2	0.002	0.000004
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	11	0.011	0.000121	<i>Vernonanthura cordata</i>	2	0.002	0.000004
<i>Ceiba aesculifolia</i>	11	0.011	0.000121	<i>Vitex mollis</i>	2	0.002	0.000004
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	11	0.011	0.000121	<i>Ageratina crassiramea</i>	1	0.001	0.000001
<i>Lonchocarpus michoacanicus</i>	11	0.011	0.000121	<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.001	0.000001
<i>Platymiscium lasiocarpum</i>	10	0.010	0.000100	<i>Ficus maxima</i>	1	0.001	0.000001
<i>Tonduzia longifolia</i>	10	0.010	0.000100	Morfoespecie "Guazima prieta"	1	0.001	0.000001
<i>Byrsonima crassifolia</i>	8	0.008	0.000064	<i>Hoffmannia excelsa</i>	1	0.001	0.000001
<i>Dendroviguiera puruana</i>	8	0.008	0.000064	<i>Leucaena macrophylla</i>	1	0.001	0.000001
<i>Lysiloma acapulcense</i>	7	0.007	0.000049	<i>Quercus glaucooides</i>	1	0.001	0.000001
<i>Sinclairia discolor</i>	7	0.007	0.000049	<i>Randia tetraacantha</i>	1	0.001	0.000001
<i>Bursera ariensis</i>	6	0.006	0.000036	Morfoespecie sp3	1	0.001	0.000001
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i>	6	0.006	0.000036	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	1	0.001	0.000001
<i>Cnidocolus rostratus</i>	5	0.005	0.000025	<i>Thouinia villosa</i>	1	0.001	0.000001
<i>Parathesis villosa</i>	5	0.005	0.000025	<i>Vachellia campeachiana</i>	1	0.001	0.000001
<i>Tabernaemontana tomentosa</i>	5	0.005	0.000025	<i>Verbesina fastigiata</i>	1	0.001	0.000001
<i>Agonandra racemosa</i>	4	0.004	0.000016				
<i>Bursera heteresthes</i>	4	0.004	0.000016				
Índice de Dominancia						<b>0.040448</b>	
Complemento de Simpson						<b>0.959552</b>	



La distribución en la clase geométrica x2 de la abundancia de las especies (Fig. 21) muestra una curva logarítmica normal, es decir, la mayoría de las especies tienen una densidad media y disminuyen hacia los extremos.

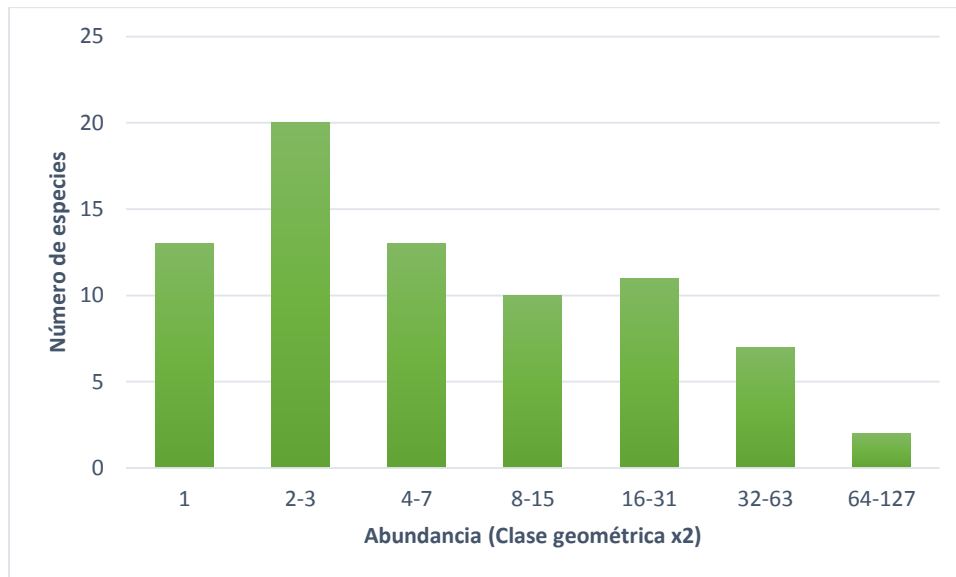


Figura 21. Frecuencia de la abundancia de las especies arbóreas.

#### b) Diversidad alfa

Como ya se indicó, el bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus* es el que ocupa mayor proporción de terreno y por ello, cuenta con mayor número de especies, lo que evidentemente se ve reflejado en la diversidad ecológica de 3.06 (Tabla 10). En orden decreciente continua la asociación de *Bursera-Ficus* (3.02) con muy poca diferencia, posteriormente la asociación de *Haematoxylum* (2.33); las menos diversas son las asociaciones de *Pseudosmodingium* (1.49) y *Lysiloma* (1.31).

De acuerdo al número efectivo de especies la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus* presenta 0.75 especies más que la asociación de *Bursera-Ficus*. Sin embargo, de acuerdo al índice de Simpson, la asociación más diversa es *Bursera-Ficus*, seguido de *Pseudobombax-Pilosocereus* con una diferencia en número efectivo de especies de 1.47 especies, las demás asociaciones presentan el mismo orden.

#### c) Diversidad beta

De acuerdo a la diversidad beta (Tabla 11), se observa que la tasa de recambio entre las

diferentes asociaciones presenta un alejamiento casi gradual, donde, la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus* ocupa una situación casi intermedia entre la asociación de *Haematoxylum*. Sin embargo, el bosque de *Ficus-Bursera* tiene mayor similitud con la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus*.

Las asociaciones que presentan un suelo pedregoso tienen mayor similitud entre si que aquellas que tienen un suelo formado, derivado de sedimentos. La asociación de *Lysiloma* y *Platymiscium* no presentan ninguna similitud con un valor de 1.

Tabla 10. Valores de diversidad alfa basados en Shannon, Simpson y Jost.

	<i>Haematoxylum</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Pseudosmongium</i>	<i>Pseudobombax-Pilosocereus</i>	<i>Bursera-Ficus</i>	<i>Platymiscium</i>
Especies observadas (S)	20	12	19	<b>53</b>	33	13
Índice de Shannon ( $H'$ )	2.33	1.31	1.49	<b>3.06</b>	3.02	2.28
Número efectivo de especies ( $e^{H'}$ )	10.28	3.69	4.44	<b>21.24</b>	20.49	9.80
Índice de Simpson (1-D)	0.85	0.53	0.84	0.92	<b>0.93</b>	0.88
Número efectivo de especies (1/D)	6.74	2.12	6.34	12.51	<b>13.98</b>	8.09

Tabla 11. Diversidad beta con base al índice de Wilson y Shmida. Donde 0= menor recambio y 1= mayor recambio

	<i>Haematoxylum</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Pseudosmongium</i>	<i>Pseudobombax-Pilosocereus</i>	<i>Bursera-Ficus</i>	<i>Platymiscium</i>
<i>Haematoxylum</i>	0					
<i>Lysiloma</i>	0.655117	0				
<i>Pseudosmongium</i>	0.71429	0.69231	0			
<i>Pseudobombax-Pilosocereus</i>	0.64706	0.79661	0.66154	0		
<i>Bursera-Ficus</i>	0.71429	0.85	0.69565	0.39241	0	
<i>Platymiscium</i>	0.93548	1	0.92857	0.77049	0.71429	0

## IMPACTO DEL SITIO

Las actividades socio económicas y culturales registradas en la localidad son muy diversas: el paisaje despliega una heterogeneidad que va desde parcelas despalmadas o compuestas por especies exóticas producto de la actividad agrícola o pastizales secundarios inducidos para el pastoreo, alternados con áreas de vegetación natural que crece en pedregales de roca ígnea o regosoles a partir de roca sedimentaria de lutita-arenisca. En la vegetación natural, objetivo de este estudio, se observan desde parcelas regeneradas o en dicho proceso hasta la vegetación primaria. Estas últimas, a su vez, están sometidas a procesos de recolección de diferente magnitud. Algunas de estas actividades son estacionales y ocurren en épocas específicas del año; como la recolección de frutas de diferentes especies y follaje o plantas de uso medicinal u ornamental para el comercio. Por otro lado, la extracción de madera se produce durante todo el año para cocinar y construir.

De acuerdo a los valores de impacto aplicado en las UM de sitios aparentemente conservados dentro de los pedregales, la asociación de *Pseudosmodingium* es la que presenta mayor impacto con relación a las demás asociaciones (Ip= 15). Por el contrario, la asociación con menos impacto es la de *Pseudobombax-Pilosocereus* (Ip= 6.25) (Tabla 12).

**Tabla 12.** Valores promedio del impacto (o índice de perturbación= IP) de cada asociación. Las asociaciones se clasificaron según el valor de la puntuación, con los sitios conservados o de baja perturbación aquellos con puntuaciones <10, los sitios de media perturbación con puntuación de hasta 20 y sitios perturbados >20.

	<i>Haematoxylum</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Pseudosmongium</i>	<i>Pseudobombax-Pilosocereus</i>	<i>Bursera-Ficus</i>	<i>Platymiscium</i>
<b>Impacto</b>	9	7	15	6.25	7	8

Los principales impactos que se presentaron en el área fueron la presencia de elementos alóctonos, caminos y bardas de construcción y explotación maderable. Así mismo, se presenta la extracción de plantas para comercio o para uso doméstico.

## DISCUSIÓN

La curva de acumulación de especies con base a los modelos no paramétricos ACE y Chao 2 estiman del 78-88% de completitud, mientras que el modelo paramétrico de Clench obtuvo 77 especies potenciales, lo cual coincide con el número real obtenido. Sin embargo, al

calcular la completitud del muestreo, este nos indica que solamente se alcanzó un 74% en las 0.8 has. muestreadas, lo que coincide con el valor de la pendiente (1.02) que es mayor a 0.1, lo cual indica que se trataría de un inventario poco fiable y que dista de ser completo. En este sentido, a pesar del alto valor de la pendiente, se estimó que para obtener un 85% de complementariedad harían falta 21 UM y para un 95% 48 UM extras. Para tan solo aumentar el 11% de las especies se tendría que realizar un 105% de trabajo adicional, este dato lo vuelve muy poco probable debido al gran esfuerzo de muestreo que se tendría que realizar, el gasto temporal y económico, la poca accesibilidad del sitio y la estacionalidad de las especies.

Con el muestreo realizado se obtuvo un total de 1002 árboles, de los cuales se determinaron 73 especies y cinco morfoespecies; estas conforman 30 familias y 58 géneros. Si esta riqueza se compara con otros estudios realizados en BTC de México (*Tabla 13*), se podrá observar que la riqueza del área de estudio es inferior a la media obtenida (84 ssp/ha). En los distintos trabajos revisados (*Tabla 13*) no se observa un patrón de riqueza con respecto a la altitud o situación geográfica y de acuerdo a Trejo y Dirzo (2002) es la combinación de la cantidad de agua y estacionalidad el parámetro que más influye en ello. En el caso del BTC del área de STP se podría colocar entre los sitios con BTC extremos al intervalo inferior en cuanto a estacionalidad y precipitación. Aun así, se observa que hay menos especies en las asociaciones ligadas al sustrato de roca sedimentaria (lutita-arenisca) que los de roca ígnea, por lo que desde el punto de vista de la variación local podría suponerse que el sustrato de crecimiento ejerce una presión sobre la riqueza de especies del BTC (*Fig. 19 y 20*). Probablemente también juega un papel importante el impacto humano, pero este aspecto raramente es evaluado en los trabajos de esta índole así como el sustrato en que se desarrolla la vegetación. Por otro lado, la escasa riqueza de especies en STP puede estar relacionada con el estrés que provoca el sustrato ígneo de basalto oscuro (atrae calor) y con poco suelo (no hay retención de agua); en general, las condiciones extremas impiden riquezas florísticas elevadas ya que se relacionan con especies tolerantes (Krebs, 1985).

Tabla 13. Riqueza de especies arbóreas de malpaís de Santo Tomás de los Plátanos comparada con otros sitios.

Autor	Ubicación	Altitud (m snm)	Área	Riqueza
Presente estudio	Malpaís Sto. Tomás de los Plátanos, Edo. Méx.	1100-1400	0.8 Ha	78 spp
Trejo y Dirzo (2002)	Infiernillo, Michoacán	237	0.1 Ha	116 spp
	La Burrera, BCS	538	0.1 Ha	70 spp
	Alamos, Sonora	666	0.1 Ha	69 spp
	Jesús María, Nayarit	622	0.1 Ha	76 spp
	Caleta, Michoacán	97	0.1 Ha	152 spp
	Trinitaria, Chiapas	890	0.1 Ha	84 spp
	Sayil, Yucatán	100	0.1 Ha	80 spp
	Ayutla, Querétaro	670	0.1 Ha	69 spp
	El limón, Morelos	1403	0.1 Ha	83 spp
	Cerro Tuxpan, Guerrero	1259	0.1 Ha	105 spp
	Cañón del Zopilote, Guerrero	863	0.1 Ha	121 spp
	Calipam, Puebla	1118	0.1 Ha	35 spp
	El Pensil, Tamaulipas	380	0.1 Ha	52 spp
Cuicatlán, Oaxaca	1047	0.1 Ha	100 spp	
Pineda-García <i>et al.</i> (2007)	El Tarimo, Guerrero	500-1000	0.4 Ha	43 spp
Méndez-Toribio <i>et al.</i> (2014)	Tziritzícuaro, Michoacán	200-1000	0.36 Ha	78 spp

En lo general, la vegetación estudiada en STP presenta patrones típicos del BTC del Pacífico, tales como el clima y sustrato, su alta densidad, cobertura y fisionomía-estructura, la fenología foliar, la riqueza florística concentrada en pocas familias (Rzedowski, 2006; Trejo, 2010) y dominancia de árboles y arbustos de las familias de Fabaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Asteraceae, Burseraceae, Bignoniaceae y Anacardiaceae (Lott y Atkinson, 2010). Así mismo, es característica la presencia de géneros como *Bursera*, *Heliocarpus*, *Leucaena*, *Lonchocarpus*, *Lysiloma*, *Opuntia* y *Sideroxylon* entre otros (Lott y Atkinson, 2010; Rzedowski y Calderón, 2013). Ya se esperaba la preponderancia de la familia Fabaceae en el área de estudio, tal como diversos autores destacan para la cuenca del río Balsas (Trejo y Dirzo, 2002; Trejo, 2005; Pineda-García *et al.*, 2007; Rzedowski y Calderón, 2013; Méndez-Toribio *et al.*, 2014); esta familia no solo resulta ser la segunda familia más numerosa de plantas con flor en México, sino que además presenta afinidad a las zonas cálidas (sobre todo el componente arbóreo) y semiáridas (Sousa y Delgado, 1993). Sin embargo, esta preponderancia no fue homogénea, ya que en las cañadas donde se encontraba mayor humedad se favoreció Anacardiaceae, Asteraceae y Malvaceae, vs.

Fabaceae, Moraceae, Burseraceae y Cactaceae que se presentan, de acuerdo a Lot y Atkinson (2010) en condiciones de poca humedad y estas zonas en STP son agravadas por los basaltos.

A nivel de género no sorprende encontrar que el taxón con mayor número de especies sea *Bursera*, ya que la cuenca del río Balsas ha sido reconocida como centro de endemismo y diversificación de este género (Rzedowski, 1978, 1991; Becerra, 2005; De-Nova *et al.*, 2012). También entre los géneros más diversos están *Ficus*, *Leucaena* y *Lysiloma* coincidiendo con Rzedowski y Calderón (2013) donde los menciona como algunos de los géneros que están mejor representados en el BTC.

Cabe mencionar que, independientemente de la mediana riqueza que se obtuvo, se pudo evaluar la relevancia biológica del bosque en la región estudiada, ya que el 20.5 % de las especies leñosas (16 especies) se encuentran dentro de las diferentes listas que protegen y consideran ilegalmente el tráfico; ya sea por tener una distribución restringida o por encontrarse amenazada por su explotación o la pérdida y fragmentación de sus hábitats: cinco están en la NOM-059, cuatro se incluye en los apéndices de CITES-II y once en la IUCN (*Tabla 1*). Sumando a lo anterior, existen especies endémicas propias de la cuenca del río Balsas como *Heliocarpus parvimontis*, *Cnidoscopus rostratus* y *Leucaena esculenta*. Esta información deja en claro que a la zona estudiada se le debe de tomar importancia con respecto a su protección, manejo y conservación. Lo cual permite considerar a los pedregales de Sto. Tomás como un reservorio digno de protección federal.

El bosque estudiado guarda una estructura general propia de los sistemas tropicales secos de la región de la cuenca del Pacífico (Rzedowski y Calderón, 2013), donde la dominancia de especies arbóreas está dispuesta en uno o dos estratos y se encuentran representados por géneros como *Bursera*, *Ceiba*, *Ficus*, *Ipomoea*, *Lysiloma*, *Leucaena*, así como *Pseudosmodingium perniciosum*, *Haematoxylum brasiletto*, *Plumeria rubra* y algunos ejemplares de cactáceas columnares de género *Pachycereus* (Trejo, 2005). La presencia, a veces dominante de *Heliocarpus*, *Ipomoea*, *Gyrocarpus*, *Alvaradoa*, *Guazuma* y *Leucaena* son consideradas como indicadores de disturbio (Soto, 1987; McVaugh, 1987), esto muestra que la zona de estudio presenta un historial de impacto, donde existen numerosos parches que presentan diferentes etapas de recuperación, a partir de sitios donde se establecieron áreas arquitectónicas, corte de leña, huertas o se continúa con el uso agropecuario.

El análisis de clasificación, de acuerdo a las diferencias florístico-estructurales (IVI) permitió la separación de seis tipos de asociaciones. La asociación *Haematoxylum*, que junto con *Leucaena esculenta*, son especies características del BTC (Trejo, 2005; Rzedowski, 2006), que en lugares abiertos están acompañados de géneros como *Bursera* y especies arborescentes de *Ipomoea* (McVaugh, 1987). No obstante *Haematoxylum* y *Lysiloma* son indicadores de suelos degradados y se les reconoce con gran potencialidad para su utilización en la restauración (Arriaga *et al.*, 1994). Esta asociación, por lo tanto, seguramente es producto de la regeneración, característica de las laderas internas de los cerros que bordean a la cañada, antaño usados para cultivos.

Otras de las asociaciones presentes en el área de estudio fue la de *Pseudosmodingium* y *Lysiloma*, asociados al impacto y pastizales. Dentro del BTC es común encontrar los “cuajiotales” (*Pseudosmodingium perniciosum*) y *Lysiloma*, que son especies que crecen en sitios abiertos, ligados al fuego-pastoreo. Rzedowski (2006) menciona que es usual encontrarlas en ciertas localidades donde sean dominantes y únicas. En estos bosques secundarios también se encuentran especies del género *Leucaena*, *Agonandra*, *Bursera* y *Ceiba*. Esta última controla la erosión y regenera el suelo (Aguilar y García, 2004).

La asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus*, fue la asociación con menor impacto y se encontraba sobre un sustrato de roca volcánica, *Pseudobombax ellipticum* es una especie que forma parte del BTC, y juega un papel estructural relevante (Trejo, 1999; Lott y Atkinson, 2010). Se acompaña de cactáceas columnares y candelabriformes y *Fouquieria*, lo que corroboran lo expresado por Rzedowski (1978), quien señala la afinidad de estos elementos en las fases más secas del BTC; aspecto, que en la localidad está favorecido por encontrarse sobre afloramientos de rocas ígneas y oscuras que absorben mucho calor y prácticamente no retienen agua.

La asociación de *Bursera-Ficus*, presentó poco impacto y fue una de las asociaciones con mayor diversidad, sobre afloramientos volcánicos. Dentro de la cuenca del río Balsas el género *Bursera* está representado en el BTC por muchas especies, muchas endémicas y pueden llegar a ser dominantes absolutas (Miranda, 1947; Rzedowski, 2006). También es característico las especies de *Ficus*; consideradas como “eminencias” por su masa y cobertura ya que no son abundantes: sin embargo, las asociaciones con *Ficus* se relacionan a suelos pedregosos con cierto sustrato basáltico y generalmente se les relaciona como un producto de una regeneración secundaria del BTC (Piedra-Malagón, *et al.*, 2006;

Rzedowski, 2006). Otra especie con un VI alto fue *Heliocarpus parvimontis*, el cual también es considerada como un árbol pionero (Stevens *et al.*, 2001), pero de acuerdo a Gual-Díaz y Diego-Peréz (2018) es una especie endémica de México con distribución reducida por ello se le considera un peligro crítico (CR).

La asociación de *Platymiscium* en este estudio, se presenta muy separada en los ordenamientos del resto de las asociaciones. De acuerdo a Fernández-Nava *et al.* (1998) *Platymiscium lasiocarpum* es una especie del bosque tropical subcaducifolio, esto porque es una especie que no suele soportar perder sus hojas completamente y se selecciona en sitios más húmedos; sin embargo, diversos autores (García *et. al.*, 2007; Rzedowski y Calderón, 2013; Zepeda-Gómez, 2017) mencionan que es un género que puede habitar de forma exclusiva o preferencial en BTC; este carácter dual le permite sobrevivir en los sitios con mejor ubicación (con respecto al suministro de humedad como el fondo de cañada) de la localidad, permitiendo su reacción positiva en los años en que las lluvias se atrasan. Por otra parte, esta asociación es de gran importancia, ya que, *Platymiscium lasiocarpum* y *Sapium macrocarpum* están consideradas en la NOM-059 (Tabla 1). Además de las anteriores *Alvaradoa amorphoides* (de distribución ubicuista) son propias de esta asociación en cañada.

De acuerdo a las clases altimétricas de las diferentes asociaciones, la altura de los árboles no sobrepasa los 15 m de altura (con excepción de algún individuo), se concentran la mayor parte de los individuos entre los 2 a 8 m, lo cual corresponde con la descripción del BTC (Trejo, 2005; Rzedowski, 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, esta vegetación es de poca importancia para la explotación maderable (Rzedowski, 2006). No obstante, localmente se usa la madera para diversas actividades, principalmente la leña, construcción de elementos rurales (cercas, chozas, silos, etc) y en menor medida la fabricación de objetos de artesanía, utensilios diversos, y en infusiones medicinales como toronjo cimarrón (*Cochlospermum vitifolium*) o la quina (*Hintonia latiflora*).

La distribución diamétrica de los individuos mostró una tendencia hacia los diámetros delgados (DAP < 20 cm), lo cual confirma estudios previos de Trejo (2005) donde señala que se trata de una característica estructural del BTC. Sin embargo, también el análisis de las clases diamétricas por asociación nos permite inferir el estado demográfico de las masas del bosque y sus posibles problemas con la conservación. En principio, una distribución en forma de L o J invertida, es decir con una mayor proporción de las clases estrechas, se



supone que corresponden a árboles más jóvenes producto del reclutamiento y la regeneración de la población (Taylor y Halpern, 1991). Esta característica se observó en las asociaciones de *Haematoxylum*, *Lysiloma*, *Pseudobombax-Pilosocereus*, *Pseudosmodingium*, y *Bursera-Ficus*.

De las seis asociaciones del BTC identificadas, de acuerdo a las técnicas de ordenación (DCA y CCA), parece ser que se disponen dos conjuntos, cada uno asociado a un tipo de sustrato rocoso de los dominantes: Dos asociaciones están ligadas a roca ígnea y tres a roca sedimentaria. Uno más el de *Platymiscium*, parece salirse de estos parámetros y se desarrolla bajo un conjunto de elementos físicos ligados a suelo coluvial y mayor humedad. A su vez, en cada conjunto de asociaciones está influenciado por el impacto ambiental que los pobladores han ejercido históricamente en la localidad (cambio de suelo para agricultura y ganadería, extracción de maderas). Así pues, la pedregosidad y su origen es un factor abiótico que influye en el intercambio de cationes, tipo de minerales que sustentan, la retención de humedad del suelo, filtración del agua, profundidad del sedimento acumulado en las fisuras y grietas, permisibilidad de penetración y aeración de las raíces; todas ellas tienen un efecto directo sobre la tolerancia de las especies cuyos conjuntos forman grupos funcionales que están correlacionadas de forma específica en cada sitio. Mientras que, el impacto, la altitud y la orientación adquieren relevancia en niveles más sutiles de la partición del BTC.

La diversidad de las asociaciones vegetales, medida a través de los índices empleados, varía entre ellos, por ejemplo el índice de Shannon-Wiener, muestra una mayor diversidad para la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus* ( $H' = 3.06$ ) y con muy poca diferencia la asociación de *Bursera-Ficus* ( $H' = 3.02$ ); mientras que los más bajos es la asociación de *Lysiloma*. Sin embargo, al considerar el índice de Simpson y el número efectivo de especies (Moreno, 2001), el orden de las asociaciones varía; ya que la asociación de *Bursera-Ficus* tiene el mayor valor ( $1-D = 0.93$ ), seguido por una diferencia muy pequeña por la asociación de *Pseudobombax-Pilosocereus* ( $1-D = 0.92$ ). Lo anterior se explica por la elevada dominancia que *Bursera* presenta en la asociación donde es dominante, a diferencia de la asociación de *Pseudobombax* donde las abundancias son más equitativas.

En cuanto a la diversidad beta, es el BTC de *Platymiscium* el que presenta los valores más altos de recambio con respecto a las asociaciones con sustrato de roca sedimentaria, puesto que comparten muy pocas especies entre ellas. Las asociaciones con sustrato de roca

ígnea (*Pseudobombax-Pilosocereus*, *Bursera-Ficus* y *Platymiscium*) presentan menor recambio entre sí. Aunque estos dos conjuntos de asociaciones están ligadas a sustratos divergentes se observa un recambio de especies importante.

El conjunto de especies raras (representadas por pocos individuos) es mayor al de especies comunes (representadas por una gran cantidad de individuos); la heterogeneidad en las poblaciones del ecosistema favorece la diversidad encontrada en el sistema. Lo anterior y el hecho mismo de encontrar mediana riqueza de especies, indica el alto grado de complejidad que guarda el sistema estudiado, lo que es una prueba de que estas especies son el resultado histórico de las relaciones adaptativas al medio. Las actividades humanas causan una pérdida de flora y una reorganización de la estructura del ecosistema, generalmente consistente en una disminución en el conjunto de especies raras que tendrá como consecuencia una menor riqueza y diversidad, junto con cambios en la estructura; por lo que se requerirán acciones de mitigación y compensación para este impacto.

De acuerdo a los indicadores previamente discutidos, así como por el número de especies que se encuentran dentro de una categoría de riesgo que alberga el área de estudio, ponen en manifiesto la importancia biológica de la región de STP. Sin embargo, su remoción por actividad agropecuaria en la zona de cerros y la presencia de especies beneficiadas por la perturbación, recurrentes o como árboles de regeneración secundaria (*Tabla 14*), se pueden diferenciar asociaciones con distintas tendencias de sucesión/regeneración. De esta manera el bosque de *Haematoxylum* está ligado a la regeneración de terrenos cercanos a cultivos; el bosque de *Lysiloma* parece ocupar zonas con una regeneración en las partes de suelo más profundos; el bosque de *Pseudosmodingium* está relacionado con zonas cercanas a lugares con fuego y pastizales, mientras que el bosque de *Pseudobombax-Pilosocereus* representa la vegetación en un estado más conservado en las zonas donde principalmente se encuentra un suelo pedregoso somero; quizá este último es el mejor conservado ya que el sustrato dificulta el establecimiento de la agricultura, sin embargo, en esta asociación se encontró evidencia de ocupación rural. El bosque de *Bursera-Ficus* aparentemente se encuentra asociado a la regeneración del BTC en suelos anteriores de roca ígnea, cuya evidencia es la presencia de elementos arqueológicos humanos. Finalmente, el bosque de *Platymiscium* al fondo de cañadas, en el que no queda claro que tanto influye la presencia de basura y la evidencia de explotación maderable-no maderable y ganado.

Tabla 14. Especies beneficiadas por la perturbación, recurrentes o como árboles de regeneración secundaria presentes en las asociaciones.

	<i>Haematoxylum</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Pseudosmongium</i>	<i>Pseudobombax- Pilosocereus</i>	<i>Bursera- Ficus</i>	<i>Platymiscium</i>
<i>Alvaradoa amorphoides</i>				x		x
<i>Byrsonima crassifolia</i>				x	x	x
<i>Cnidoscylus rostratus</i>				x		
<i>Ficus cotinifolia</i>				x	x	
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	x					
<i>Heliocarpus parvimontis</i>			x	x	x	x
<i>Ipomoea murucoides</i>	x	x	x	x		
<i>Karwinskia humboldtiana</i>		x	x	x	x	
<i>Leucaena esculenta</i>				x	x	
<i>Lysiloma divaricatum</i>	x	x	x	x	x	
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i>	x	x	x	x		
<i>Urera caracasana</i>				x	x	x

Entre las actividades humanas que se realizan continuamente en la zona de estudio destacan la tala de árboles, extracción de plantas, agricultura, presencia de huertos familiares y pastoreo de ganado. Dichas actividades han provocado la disminución del área de la vegetación original y la expansión de la vegetación secundaria; sólo la presencia dispersa en el paisaje de algunas especies como *Gyrocarpus jatrophifolius*, *Fouquieria Formosa*, *Amphipterygium adstringens*, *Pseudobombax ellipticum*, *Ficus velutina*, *Ceiba aesculifolia*, *Bursera copallifera*, *Bursera bipinnata*, *Plumeria rubra*, *Bursera aptera* y *Bursera hintonii* evidencian la antigua extensión del bosque tropical caducifolio.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los indicadores previamente discutidos, el número de especies que se encuentran dentro de una categoría de riesgo que alberga el área de estudio, los endemismos y las asociaciones con alta diversidad y buena estructura, ponen de manifiesto la importancia biológica que aún guarda la región de STP. Contrariamente a lo anterior, existe en el paisaje dominancia de sitios con claro uso de suelo agropecuario, por ello la heterogeneidad del paisaje es muy pronunciado, con dominancia de asociaciones producto de la regeneración.

Sin embargo, es importante señalar que este bosque brinda servicios ecosistémicos en la región; principalmente de provisión, pero es claro también que la temporalidad del agua,

regulación climática y biológica (como es el caso de las plagas y los polinizadores), disminución en la erosión y retención de la fertilidad de los suelos están implicados directamente. Es importante destacar que la comunidad rural hace un uso intensivo (e incluso comercial) de la leña como combustibles, la extracción de frutos comestibles, material para realizar construcciones y artesanías y, una gran cantidad de productos medicinales. Muchos de ellos, forman parte de la dinámica económica de los pobladores rurales de menores recursos económicos.

Este trabajo precisamente contribuye a entender esta dinámica suelo-impacto del BTC y proporciona las bases para la conservación y restauración de la flora.

## **LITERATURA CITADA**

Aguilar, S. R y García, R. 2004. Catálogo de plantas reportadas como parte de la dieta de la guacamaya verde en la región de la cañada Oaxaqueña. Instituto Politécnico Nacional. 44 pp.

Alves, R. y Kolbek, J. 1993. Penumbral rock communities in campo rupestre sites in Brazil. *J. Veg. Sci.* 4: 357-366.

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society.* 161: 105-121.

Arriaga, V., Cervantes, V. & Vargas-Mena, A. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

Balvanera, P. & Maass, M. 2010. Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, J., Dirzo, R. (eds.). *Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*, 251-269. CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México DF, México.

Becerra, J. X. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102 (31):

10919-10923.

Bloom, S. A. 1981. Similarity Indices in Community Studies: Potential Pitfall. *Marine ecology-Progress series*. 5: 125-128.

Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones. España. 820 pp.

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

Bray, J. R. & Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs* 27(4): 325-349.

Burbanck, M. P. & Platt, R. B. 1964. Granite outcrops communities of the piedmont plateau in Georgia. *Ecology*. 45: 292-306.

Campa, C. U., & Ramírez, J. 1979. *La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero*. Universidad Autónoma de Guerrero.

Catalogue of Life: 31st July 2018. 2018. En: <http://www.catalogueoflife.org/col/>.

CEPANAF (Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna). 2014. *Áreas Naturales Protegidas*. En: [https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema\\_nacional/documentos/ANPL/Mex/SUPERFICIE\\_PARQUES\\_JUNIO\\_2014.pdf](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/Mex/SUPERFICIE_PARQUES_JUNIO_2014.pdf).

Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. & Shen, T. J. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology letters*. 8: 148-159.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2016. En: <https://www.cites.org/esp>

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 2012. En: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html>.

CONAFOR. 2015. Inventario estatal forestal y de suelos: estado de México-2014. SEMARNAT México 190 pp.

Curtis, J. T. & McIntosh, R. P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31: 434-455.

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

De-Nova, J. A., Medina, R., Montero, J. C., Weeks, A., Rosell, J. A., Olson, M. E., Eguiarte, L. E. & Magallón, S. 2012. Insights into the historical construction of species-rich Mesoamerican seasonally dry tropical forests: the diversification of *Bursera* (Burseraceae, Sapindales). *New Phytologist* 193:276-287.

Fernández, N. R., Rodríguez, J. C., Arreguín, S. M. L. & Rodríguez, J. A. 1998. Listado florístico de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica* 9: 1–151.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie libros. Número 6: 90 pp.

García-Ruiz, I. 1983. Contribución al conocimiento de los árboles y arbustos de Bejucos, Estado de México. Tesis de Licenciatura (Biología), Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes Iztacala, Estado de México, México. 105 pp.

Gual-Díaz, M. & Diego-Pérez, N. 2018. Diversidad de las subfamilias Grewioideae y Tilioideae (Malvaceae) en Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* 122: 33-96.

Guízar-Nolazco, E. 1983. Estudio ecológico florístico de la vegetación del municipio de Tejupilco, Estado de México. Tesis de Licenciatura (Ingeniero Agrónomo), Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 146 pp.

Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software

package for education and data analysis. *Paleontología electrónica* 4(1): 9.

Herrera, A. 2000. La clasificación numérica y su aplicación en la ecología. Universidad INTEC, Programa Ecomar. Inc. Ed. Sanmenycar. Santo Domingo 121 pp.

Hopkin, B. 1955. The species-Area Relations of Plains Communities, *J. Ecol.*, 43: 409-426.  
En: Matteucci, S.D. & Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los Estados Americanos. U.S.A. 168 pp.

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2007. La cuenca del río Balsas.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. Síntesis de información geográfica del estado de México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2004. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2019. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Santo Tomás, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Carta de uso de suelo y vegetación.

IUCN. Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza. 2016. En: <https://www.iucn.org/es>

Jaramillo, C., Ochoa, D., Contreras, L., Pagani, M., Carbajal-Ortiz, H., Pratt, L. M., Krishnan, S., Cardona, A., Romero, M., Quiroz, L., Rodríguez, G., Rueda, M. J., de la Parra, F., Morón, S., Green, W., Bayona, G., Montes, C., Quintero, O., Ramírez, R., Mora, G., Schouten, S., Bermudez, H., Navarrete, R., Parra, F., Alvarán, M., Osorno, J., Crowley, J. L., Valencia, V. & Vervoort, J. 2010. Effects of rapid global warming at the Paleocene-Eocene boundary on neotropical vegetation. *Science*, 330(6006): 957-961.

Jiménez-Valverde, A. & 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.

Jstor Global Plants. Herbario virtual. 2017. En: <http://plants.jstor.org.pbidi.unam.mx:8080/>.

Krebs, C. J. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y abundancia*. Harla, México, D.F. 753 pp.

Lambin, E. F. 1999. Monitoring forest degradation in tropical regions by remote sensing: some methodological issues. *Global ecology and biogeography*, 8(3-4): 191-198.

López-Gómez, A. M. & Williams-Linera, G. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de la riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 88: 35-53.

López-Sandoval, J. A., Vázquez-García, L. M., Munguía-Lino, G. & Morales-Rosales, E. R. 2010. Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, Municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México. *Polibotánica*. 30: 9-33.

Lot A. & Chiang F. (Comp.). 1986. *Manual de herbario*. Consejo Nacional de Flora de México, A. C. México D.F. 142 pp.

Lott, E. & Atkinson, T. H. 2010. Diversidad florística. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. 63-76. México: Fondo de Cultura Económica, CONABIO.

Ludwing, A. J. & Reynolds, F. J. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. Wiley, New York. 337 pp.

Martínez-De la Cruz, I., Aguilera-Gómez, L. I., Rivas-Manzano, I. V. & Aguilar-Ortigoza, C. J. 2005. El bosque tropical subcaducifolio en dos cañadas de Tlatlaya, Estado de México. *Polibotánica*. 41: 1-29.

McVaugh, R. 1983. *Poaceae*. *Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account Of The Vascular Plants Of Western México*. The University of Michigan. EUA. 14: 436 pp.

McVaugh, R. 1984. *Compositae*. *Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account Of The*



- Vascular Plants Of Western México. The University of Michigan. EUA. 12: 1157 pp.
- McVaugh, R. 1985. Orchidaceae. Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account Of The Vascular Plants Of Western México. The University of Michigan. EUA. 16: 363 pp.
- McVaugh, R. 1987. Leguminosae. Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account Of The Vascular Plants Of Western México. The University of Michigan. EUA. 5: 786 pp.
- McVaugh, R. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. Flora Novo-Galiciana: A Descriptive Account Of The Vascular Plants Of Western México. The University of Michigan. EUA. 3: 751 pp.
- Méndez-Toribio M., Martínez-Cruz, J., Cortés-Flores, J., Rendón-Sandoval, F. & Ibarra-Manríquez, G. 2014. Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tziritzicuaró, Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (4): 1117-1128.
- Meyer, W. B., & Turner, B. L. 1992. Human population growth and global land-use/cover change. *Annual review of ecology and systematics*, 23: 39-61.
- Miranda, F. & Hernández, E. X. 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 Cuajitotal. *An. Inst. Biol. Méx.* 12: 569-614.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río de las Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8: 95-114.
- Morán-Zenteno, D. J. (1984). *Geología de la República Mexicana: México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales & Tesis SEA*, vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Oficina regional de ciencia y tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO (ORCYT) y Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España. 84 pp.

Piedra-Malagón, E. M., Ramírez, R. R. & Ibarra-Manríquez, G. 2006. El género *Ficus* (Moraceae) en el Estado de Morelos, México. *Acta Botánica Mexicana*. 75: 45-75.

Pineda-García, F., Arredondo-Amezcu, 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.

Ramírez-Bravo, O. E. & Hernández-Santín, L. 2016. Plant diversity along a disturbance gradient in a semi-arid ecosystem in Central Mexico. *Acta botánica mexicana*, 117 11-25.

Rodríguez-Jiménez, C., Fernández-Nava, R., Arreguín-Sánchez, M. L. & Rodríguez-Jiménez, A. 2005. Plantas vasculares endémicas de la cuenca del río Balsas, México. *Polibotánica*, 20: 73-99.

Robles, T. J. I. 1985. Monografía municipal Santo Tomás de los Plátanos. 76 pp.

Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. 2003. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, fascículos. Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerógama del bosque tropical caducifolio de México. *Acta Botánica Mexicana*. 102: 1-23.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 432 pp.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*. 14: 3-21.

Rzedowski, J. 2006. Cap. 12. Bosque Tropical Caducifolio. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2010. Unidad de Microrregiones, Cédulas de Información Municipal (SCIM), Municipios: PDZP.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF).

SGM. Servicio Geológico Mexicano. 2013. Panorama Minero del Estado de México.

- Panorama minero de los estados. Secretaría de Economía. 42 pp.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. 163: 688 pp.
- Soto, N. C. J. 1987. Las plantas medicinales y su uso tradicional en la cuenca del río Balsas, Estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 231 pp.
- Sousa, S. & Delgado, A. 2016. Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y orígenes. En T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, *Diversidad biológica de México, orígenes y distribución* (1st ed., pp. 449-493). Ciudad de México, México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Standley & Williams 1977. *Fieldiana: Botany. Flora of Guatemala*. Botanical Series of Field Museum of Natural History, vol. 24, Chicago Natural History Museum.
- Stevens, W. D., Ulloa U., Pool, A. & Montiel, O. M. 2001. *Flora de Nicaragua*. Vol. 85, tomos I, II y III. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
- Taylor, A. H. & Halpern, C. B. 1991. The structure and dynamics of *Abies magnifica* forest in the southern Cascade Range, USA. *J. Veg. Sci.* 2: 189-200.
- Ter Braank, C. J. F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetation* 69: 69-77.
- Torres-Díaz, A. N. 2014. *Diversidad florística y botánica económica de las plantas leñosas del Parque Ecológico Jaguaroundi en Veracruz, México*. Tesis de Maestría (Biología ambiental), Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. México. 101 pp.
- Torres-Zúñiga, M. A., & Tejero-Díez, J. D. 1998. Flora y vegetación de la Sierra de Sultepec, Estado de México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. 69(2): 135-174.
- Trejo, I. & Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*. 11: 2063-2084.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas. Boletín Instituto de Geografía. Número Especial* 4: 95-110.

Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. 39: 40-52.

Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. En G. Halffter Salas, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic, Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma (1st ed.). Ciudad de México, México. pp. 111-122.

Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico mexicano. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, J., Dirzo, R. (eds.). Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México, 251-269. CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México DF, México.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 2018. En <http://www.tropicos.org/>

Velázquez, A. 1994. Multivariate analysis of the vegetation of the volcanoes Tlaloc and Pelado, Mexico. Journal of Vegetation Science 5: 263-270.

Wyatt, R. & Fowler, N. 1977. The vascular flora and vegetation of the North Carolina granite outcrops. Bull. Torrey Bot. Club. 102(3): 245-253.

Zepeda, C. G. & Velázquez, E. M. 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 Botánica Mexicana. 46: 29-55.

Zepeda, G. C., Burrola, A. C., White, O. L. & Rodríguez, S. C. 2017. Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. Madera y Bosques. Xalapa, México. 23:3. 101-119.

## APÉNDICE. Lista de especies

Tabla 15: Especies presentes en cada asociación del BTC divididas en árboles, arbustos, lianas, epífitas y herbáceas. H= Asociación *Haematoxylum*, L= Asociación *Lysiloma*, PS= Asociación *Pseudosmodingium*, P-P= Asociación *Pseudobombax-Pilosocereus*, B-F= Asociación *Bursera-Ficus* y P= Asociación *Platymiscium*. H= altura promedio (m) y Cob= cobertura relativa (porcentaje), para arbustos y herbáceas Cob= m<sup>2</sup>.

	H		L		PS		P-P		B-F		P	
	H	Cob	H	Cob	H	Cob	H	Cob	H	Cob	H	Cob
<b>ANACARDIACEAE</b>												
<i>Amphipterygium adstringens</i> (Schlechtend.) Schiede ex Standl.			6.5	4								
<i>Comocladia macrophylla</i> (Hook. & Arn.) L. Riley							5.8	3.7	7.5	3.7		
<i>Mangifera indica</i> L.									7.5	4.5		
<i>Pseudosmodingium perniciosum</i> (Kunth) Engl.	4.8	2	9	4.2	5.8	6.4	7	7.3				
<i>Spondias purpurea</i> L.							5.9	3.5	4.1	7.1	12	20
<b>APOCYNACEAE</b>												
<i>Plumeria rubra</i> L.							6.5	3.1	5.7	4.9		
<i>Tabernaemontana tomentosa</i> (Greenm.) A.O.Simões & M.E.Endress											4	6.1
<i>Tonduzia longifolia</i> (A. DC.) Markgr.							1.1	2.2	7.2	5.2		
<b>ARALIACEAE</b>												
<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel.							11	13				
<b>ASTERACEAE</b>												
<i>Ageratina crassiramea</i> (B.L. Rob.) R. King & H. Rob.							2	0.7				
<i>Dendroviguiera puruana</i> (Paray) E.E.Schill. & Panero	2.8	1.1					7.8	3.5				
<i>Sinclairia discolor</i> Hook. & Arn.							6	2.5	11	3.1		
<i>Verbesina fastigiata</i> B.L. Rob. & Greenm.											4.5	1.8
<i>Vernonanthura cordata</i> (Kunth) H. Rob.											9	5
<b>BIGNONIACEAE</b>												

<i>Handroanthus impetiginosum</i> (Mart. ex DC.) Mattos			8	0.8			6	3.1		
<b>BIXACEAE</b>										
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.							6.3	1.8	5	3.1
<b>BURSERACEAE</b>										
<i>Bursera aptera</i> Ramírez	5	4.7	9	7.2			6.4	2.1	8	4.2
<i>Bursera ariensis</i> (Kunth) McVaugh & Rzed	5	3.1					8	3.1	6	3.1
<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.	5.5	2.8					9	2.7	6	7.1
<i>Bursera copallifera</i> (Sesse & Moc. ex DC.) Bullock	6.7	5.8					9.6	6.4	9	6.6
<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.			3.5	1.3			12	13		
<i>Bursera heteresthes</i> Bullock							8	7	7.6	1.3
<i>Bursera hintonii</i> Bullock							7.5	7.9		
<b>CACTACEAE</b>										
<i>Opuntia karwinskiana</i> Salm-Dyck					4.5	0.8	2.5	1.7	1.8	0.2
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console							5.5	6.6		
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose							3.9	0.5		
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i> (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley							2.9	0.4	9	1.8
<i>Stenocereus queretaroensis</i> (F.A.C. Weber) Buxb.							6	13		
<b>CLUSIACEAE</b>										
<i>Clusia salvinii</i> Donn. Sm.							3.5	1.2		
<b>CONVOLVULACEAE</b>										
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	4	3.5	6.5	3.1	4.9	6.6	6	4.1		
<i>Ipomoea wolcottiana</i> Rose	5.8	2.1								
<b>EUPHORBIACEAE</b>										
<i>Cnidoscolus rostratus</i> Lundell							4.1	6.8		
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch							5.1	0.7		
<i>Sapium macrocarpum</i> Müll. Arg.							6	11	7.9	5.6
									6.7	5.4
<b>FABACEAE</b>										
<i>Erythrina coralloides</i> DC.							9.2	2.9		

<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	5.8	3.8										
<i>Leucaena esculenta</i> (DC.) Benth.	8.0	6.4					12	20	7	10		
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit							6.2	0.7				
<i>Leucaena macrophylla</i> Benth.					5.5	1.8						
<i>Lonchocarpus eriocarinalis</i> Micheli					8.0	3.9						
<i>Lonchocarpus michoacanicus</i> M. Sousa	6	1.5	6.5	2.1					4.5	1.9		
<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.					6.2	7.8	9	7.8	8.8	2.8		
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr	6.7	4.5	6.9	3.6	6.4	4.8	10	13	9.6	7.1		
<i>Lysiloma microphylla</i> Benth.	4	3.1	11	5.7								
<i>Platymiscium lasiocarpum</i> Sandwith	9	3.1								8.5	6.8	
<i>Vachellia campeachiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger	6	1.7										
<b>FAGACEAE</b>												
<i>Quercus glaucooides</i> M. Martens & Galeotti									4	1		
<b>FOUQUIERIACEAE</b>												
<i>Fouquieria formosa</i> Kunth	7	7					5.4	4.2				
<b>HERNANDIACEAE</b>												
<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i> Domin							11	3.9		5	0.8	
<b>JUNGLADIACEAE</b>												
<i>Juglans major</i> (Torr.) Heller							7.5	7.1	9	8.8		
<b>LAMIACEAE</b>												
<i>Vitex mollis</i> Kunth					5	4.9	4.5	1.7				
<b>MALPIGHIACEAE</b>												
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth							4.2	1.2	4.6	3.1	5	3.9
<b>MALVACEAE</b>												
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	8	2					9.2	11				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.					10	20			5.1	7		
<i>Heliocarpus parvimontis</i> Gual					2.5	1.8	9.4	4.2	9.1	4.9	2	1.8
<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand							7.4	3.2	8	8.7		

<b>MELIACEAE</b> <i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn.					6.7	4.4	6.9	8	7.3	2.5
<b>MORACEAE</b> <i>Ficus cotinifolia</i> Kunth <i>Ficus maxima</i> Mill. <i>Ficus petiolaris</i> Kunth <i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.					8	7	16	38		
					6.5	2.3				
					9	15	7.6	10		
<b>OLEACEAE</b> <i>Fraxinus berlandieriana</i> A. DC.	6	0.7		6.9	8	7.5	9.6			
<b>OPILIACEAE</b> <i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.				9	2	6.1	1.9	6	0.8	
<b>PAPAVERACEAE</b> <i>Bocconia frutescens</i> L.	2.5	2						4.7	2.8	
<b>PICRAMNIACEAE</b> <i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.						5.7	6.7		6	2.4
<b>PRIMULACEAE</b> <i>Parathesis villosa</i> Lundell						3.2	0.9			
<b>RHAMNACEAE</b> <i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc.			7	3.1	4.3	4.2	4.5	0.7	6	1.8
<b>RUBIACEAE</b> <i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock <i>Hoffmannia excelsa</i> (Kunth) K.Schum. <i>Randia tetraacantha</i> (Cav.) DC.			4.5	2.5						
			7	3.1						
							3	1.7		
<b>SAPINDACEAE</b> <i>Sapindus saponaria</i> L. <i>Thouinia villosa</i> DC.	6	1.1							5.6	1.7
<b>URTICACEAE</b> <i>Ureia caracasana</i> (Jacq.) Griseb.							6.2	3.4	5.1	2.3
									5.5	2



<b>ND</b>										
Morfoespecie "capulincillo"					3	0.8	4.5	2.4		
Morfoespecie "Guazima prieta"									7	3.8
Morfoespecie "Ocotillo"					2	1.8				
Morfoespecie sp2					12	17				
Morfoespecie sp3					4	1.8				
<b>ARBUSTOS:</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>PS</b>	<b>P-P</b>	<b>B-F</b>	<b>P</b>				
	H	Cob	H	Cob	H	Cob	H	Cob	H	Cob
<b>ACANTHACEAE</b>										
<i>Duvernoia salviiflora</i> Lindau									1	1
<i>Tetramerium nervosum</i> Nees									1	1.5
<b>APOCYNACEAE</b>										
<i>Tonduzia longifolia</i> (A. DC.) Markgr.	2	1.2					2	1		
<b>ASPARAGACEAE</b>										
<i>Agave scabra</i> Ortega							0.5	0.25		
<b>ASTERACEAE</b>										
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.							2	2		
<i>Lasianthaea crocea</i> (A. Gray) K.M. Becker							1	4	1.5	2
<i>Verbesina breedlovei</i> B.L. Turner			2	2						
<i>Verbesina crocata</i> (Cav.) Less.					2.5	2				
<i>Verbesina fastigiata</i> B.L. Rob. & Greenm.							1.5	1.5		
<b>BIGNONIACEAE</b>										
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth					3	2				
<b>BORAGINACEAE</b>										
<i>Tournefortia acutiflora</i> Mart. & Gal	1.5	0.7								
<b>EUPHORBIACEAE</b>										
<i>Cnidoscolus rostratus</i> Lundell							2	1.5		
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch							2	2	2	1

<b>FABACEAE</b>						
<i>Diphysa americana</i> (Mill.)M.Sousa		1.5	1			
<i>Indigofera cuernavacana</i> Rose		1.5	1			
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)de Wit				2.5	2	
<i>Lysiloma tergemina</i> Benth.				2	2	
<i>Marina spiciformis</i> (Rose)Barneby	0.75	0.3				
<b>LAMIACEAE</b>						
<i>Vitex mollis</i> Kunth					1	0.8
<b>MALPIGHIACEAE</b>						
<i>Bunchosia lindeniana</i> A. Juss.	1	2				
<b>PIPERACEAE</b>						
<i>Piper amalago</i> L.						1.5 1
<b>RHAMNACEAE</b>						
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roemer & Schultes) Zucc.	1	0.7				
<b>RUBIACEAE</b>						
<i>Bouvardia standleyana</i> W.H.Blackw.				2	2	
<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock				2	0.3	
<b>VERBENACEAE</b>						
<i>Lantana camara</i> L.	4.5	2		2.5	3	
<i>Lantana horrida</i> Kunth	3	1				
<i>Lantana urticoides</i> Hayek	0.75	1.7		2	2	
<i>Lantana velutina</i> M.Martens & Galeotti			3	3		
<b>LIANAS:</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>PS</b>	<b>P-P</b>	<b>F-B</b>	<b>P</b>
	<b>Cob</b>	<b>Cob</b>	<b>Cob</b>	<b>Cob</b>	<b>Cob</b>	<b>Cob</b>
<b>CONVOLVULACEAE</b>						
<i>Calycobolus nutans</i> (Moc. & Sessé ex Choisy) D. F.Austin	0.7	1				
<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	0.2					
<i>Ipomoea cristulata</i> Hall. fil.		1				

<i>Ipomoea santillanii</i> O'Donell	0.2					
<b>DIOSCOREACEAE</b>						
<i>Dioscorea convolvulacea</i> Cham. & Schtdl.			0.2	1.5		
<b>FABACEAE</b>						
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.)Urb.	0.3					
<b>MALPIGHIACEAE</b>						
<i>Gaudichaudia cycloptera</i> (DC.) W.R. Anderson	0.5		3			
<b>PASSIFLORACEAE</b>						
<i>Passiflora mexicana</i> A. Juss.			0.2	0.2		
<b>VITACEAE</b>						
<i>Cissus microcarpa</i> M. Vahl			0.2	0.2		
<b>EPÍFITAS:</b>	<b>H</b> <b>Cob</b>	<b>L</b> <b>Cob</b>	<b>PS</b> <b>Cob</b>	<b>P-P</b> <b>Cob</b>	<b>B-F</b> <b>Cob</b>	<b>P</b> <b>Cob</b>
<b>BROMELIACEAE</b>						
<i>Tillandsia ionantha</i> Planch.	3					
<i>Tillandsia schiedeana</i> Steud.	2					
<b>HERBÁCEAS:</b>	<b>H</b> <b>Cob</b>	<b>L</b> <b>Cob</b>	<b>PS</b> <b>Cob</b>	<b>P-P</b> <b>Cob</b>	<b>B-F</b> <b>Cob</b>	<b>P</b> <b>Cob</b>
<b>ANEMIACEAE</b>						
<i>Anemia mexicana</i> Kl.			0.2			
<b>ASPARAGACEAE</b>						
<i>Echeandia durangensis</i> (Greenm.) Cruden	0.5			0.25	0.2	
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Bidens lemmonii</i> A. Gray	0.1					
<i>Porophyllum pringlei</i> Robinson	0.2	0.2	0.2			
<i>Porophyllum viridiflorum</i> (Kunth) DC.			0.4	0.5		
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	0.2					
<b>BEGONIACEAE</b>						

<i>Begonia biserrata</i> Lindl.				0.5		
<b>BROMELIACEAE</b>						
<i>Hechtia melanocarpa</i> L.B.Sm.				1		
<i>Pitcairnia hintoniana</i> L.B.Sm.				0.3	0.2	
<b>CACTACEAE</b>						
<i>Mammillaria spinosissima</i> Lem.				0.58	1	
<b>COMMELINACEAE</b>						
<i>Thyrsanthemum floribundum</i> (M.Martens & Galeotti) Pichon	0.2	0.1		0.25		
<b>DRYOPTERIDACEAE</b>						
<i>Dryopteris karwinskyana</i> (Mett.) O. Kuntze				1		
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Euphorbia cyathophora</i> Murray		1				
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq.	0.5					
<i>Euphorbia sonorae</i> Rose	0.2	1				
<i>Euphorbia subpeltata</i> S.Watson		1				
<b>GESNERIACEAE</b>						
<i>Achimenes patens</i> Benth.				2		
<b>IRIDACEAE</b>						
<i>Tigridia ehrenbergii</i> (Schltdl.) Molseed			0.5			
<b>MORACEAE</b>						
<i>Dorstenia drakena</i> L.			0.2			
<b>ORCHIDACEAE</b>						
<i>Schiedeella crenulata</i> (L.O.Williams) Espejo & López-Ferr.				0.1	0.2	
<b>POACEAE</b>						
<i>Lasiacis nigra</i> Davidse	0.1					
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	0.3		0.3	0.3	1	
<b>POLEMONIACEAE</b>						
<i>Loeselia glandulosa</i> (Cav.) G. Don				1.1		
<b>POLYPODIACEAE</b>						

<i>Polypodium colpodes</i> Kunze				3		
<b>PTERIDACEAE</b>						
<i>Adiantum braunii</i> Mett. ex Kuhn	0.2		0.2	1.5	0.8	
<i>Bommeria elegans</i> (Davenp.) Ranker & Haufler				0.6	0.5	
<i>Cheilanthes lozanoi</i> (Maxon) R. M. Tryon & A.F.Tryon	0.2	0.5				
<i>Notholaena brachypus</i> (Kunze) J. Sm.				0.75		
<i>Notholaena candida</i> (Mart. & Gal.) Hook				0.2		
<b>RANUNCULACEAE</b>						
<i>Thalictrum gibbosum</i> Lecoy.			1			
<b>SELAGINELLACEAE</b>						
<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring	0.5			1.1		