







UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS



---

---

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
ORIENTACIÓN PROFESIONALIZANTE

COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA  
COMUNIDAD ARBÓREA EN EL JARDÍN BOTÁNICO ESTATAL  
(JBE), UAEM

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

M A E S T R O E N M A N E J O  
D E  
R E C U R S O S N A T U R A L E S

P R E S E N T A

Biol. DAVID SAMANO MARTÍNEZ

DIRECTORA

DRA. COLUMBA MONROY ORTÍZ

CUERNAVACA, MORELOS

NOVIEMBRE DE 2019









## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a CONACyT por el apoyo recibido para la realización de los estudios de posgrado.

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) por permitir formarme a través de cada uno de los profesores que me enseñaron durante sus clases.

Agradezco a mí directora la Dra. Columba Monroy, por su paciencia y sus constantes esfuerzos para que yo comprendiera los temas de la presente tesis, así como por todas sus revisiones, pues sé que reviso cada palabra del presente, para que este trabajo fuera lo mejor posible, de verdad gracias.

Agradezco al Maestro Rafael Monroy por no solo enseñarme en lo académico, sino también en aspectos de la vida, por ayudarme a abrir los ojos.

Agradezco a la Maestra Ortencia Colin, por su paciencia, reflejada en resolver muchas dudas que se presentaron durante la realización del presente trabajo.

Agradezco al Dr. Jaime Bonilla, por revisar este trabajo y darme sus anotaciones para mejorarlo.

Agradezco a la Dra. Belinda Maldonado, por ayudarme a mejorar el presente trabajo con su revisión, por ser amable conmigo y siempre atenta.

Agradezco al Dr. Rafael Monroy Ortiz, por su tiempo, y por enseñarme a realizar los mapas del presente trabajo. Así como a Rodrigo, Giovani, Celia y todos mis compañeros de la facultad de arquitectura que me ayudaron.

Agradezco al Maestro Gabriel Flores, por su apoyo y paciencia para identificar las especies vegetales arbóreas del presente trabajo.

Agradezco al Dr. Mario Luna por su paciencia y su tiempo, aspectos que se vieron reflejados en la realización de los análisis de este trabajo.

Agradezco a todos mis compañeros del laboratorio porque ellos me apoyaron mucho sobre todo al acompañarme al Jardín Botánico a realizar este trabajo. Gracias Almita, Andrés, Brandon, Emir, Emiliano, Jovana, Moisés, Raúl y Xiomara.

Agradezco a Lizcesita, quien me acompañó al jardín y siempre me apoyo con muchas dudas en toda la tesis y en todos los tramites.

Agradezco a mis compañeritas Katy y July porque me ayudaron a resolver muchas dudas y por sus bromas.

Finalmente pero no por eso menos importante, agradezco a mis compañeritas Marylin y Xochitl por sacarme una sonrisa al pasar siempre que estábamos en el laboratorio, en verdad gracias.

¡¡¡ Gracias por ayudarme en la realización de este trabajo !!!



## DEDICATORIA

Dicen que para criar a un niño se necesita un pueblo... para hacer una tesis también...

Dedico este esfuerzo a mi madre Jaqueline, a mi abuelita Cruz, a mi padre Otilio, a mis hermanos Oti y Marthy y a mi tío Jose. Ustedes siempre fueron un impulso, siempre se preocuparon por mí, gracias. Gracias por todos sus sacrificios para conmigo.

A mi tía Laura, mi tío Ángel, mis abues Marti, Nino y Luis, a mi bis Anto...quienes me cuidan desde la gloria celestial.

De igual manera quiero dedicarle todo esto a mis amigos Juan, Carlitos y Ángel, mis mejores amigos, gracias, ustedes siempre fueron un apoyo para terminar todo esto, de verdad mil gracias.

QMC.



## ÍNDICE

---

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS	8
3.1 OBJETIVO GENERAL	8
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES	8
4. MARCO TEORICO	9
4.1 ESTUDIOS SOBRE LA IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DE LOS BOSQUES EN MÉXICO Y MORELOS	9
4.1.1 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN MÉXICO	9
4.1.2 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DE LOS BOSQUES QUE SE DISTRIBUYEN EN ZONAS DE CLIMA TEMPLADO EN MÉXICO	11
4.1.3 IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES DEL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DISTRIBUIDO EN MORELOS	13
4.2 CARACTERÍSTICAS Y MODELOS DE SUCESIÓN	14
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUCESIÓN EN ÁREAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS	15
4.2.1.1 MODELOS DE SUCESIÓN	15
4.2.1.2 RELEVOS FLORISTICOS	15
4.2.1.3 COMPOSICION FLORISTICA INICIAL	15
4.2.1.4 NUCLEACION	15
4.2.1.5 GRADIENTE EN EL TIEMPO	15
4.2.1.6 CATEGORIAS DE INTERACCION	16
4.2.1.7 ATRIBUTOS VITALES	16
4.2.1.8 PROPORCIONES DE RECURSOS	16
4.2.1.9 TOLERANCIA A LA SOMBRA	16
4.2.1.10 CAUSAS JERARQUICAS	16
4.3 DESARROLLO FORESTAL DESPUÉS DE PERTURBACIONES	17
4.4 LA SUPERFICIE FORESTAL EN EL CENTRO DE MÉXICO Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES	18
4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE FORESTAL EN EL CORREDOR BIOLÓGICO CHICHINAUTZIN	18
4.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE FORESTAL EN MORELOS	18
4.4.3 LOS SERVICIOS AMBIENTALES QUE PROVEEN LOS BOSQUES	19
4.5 DETERIORO DE LOS RECURSOS FORESTALES EN EL MUNDO Y MÉXICO	19
4.5.1 PERDIDA DE LOS RECURSOS FORESTALES EN EL MUNDO	19
4.5.2 PERDIDA DE LOS RECURSOS FORESTALES EN MÉXICO	20
4.6 LOS EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL Y EL EFECTO DE BORDE	20
4.6.1 CONSECUENCIAS ECOLÓGICAS DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL	20
4.6.2 EL EFECTO DE BORDE	21

---

---

4.7 FRAGMENTACIÓN TERRITORIAL EN MÉXICO Y PROCESO DE URBANIZACIÓN	22
4.7.1 ALGUNAS CAUSAS DE LA FRAGMENTACIÓN TERRITORIAL EN MÉXICO	22
4.7.2 EL PROCESO DE URBANIZACIÓN Y LA FRAGMENTACIÓN TERRITORIAL EN MÉXICO Y CUERNAVACA	22
4.8 IMPORTANCIA DE LOS FRAGMENTOS FORESTALES EN LAS ZONAS URBANAS	23
4.9 CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DE LOS JARDINES BOTANICOS	24
4.9.1 HISTORIA DE LOS JARDINES BOTÁNICOS EN MÉXICO	25
4.9.2 LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE JARDINES BOTÁNICOS (AMJB)	25
4.9.3 DOS IMPORTANTES JARDINES BOTÁNICOS EN MÉXICO	26
4.10 CARACTERÍSTICAS DEL JARDIN BOTANICO ESTATAL	26
5 MATERIAL Y MÉTODOS	28
5.1.1 AREA DE ESTUDIO	28
5.1.2 CLIMA	28
5.1.3 COMPOSICION FLORISTICA	28
5.2 DETERMINACION DE LA SUPERFICIE DEL JBE	28
5.3 TRABAJO DE CAMPO Y ANALISIS DE LA INFORMACION	29
5.3.1 DISEÑO DE MUESTREO	29
5.3.2 DETERMINACION DE LA COMPOSICION Y SUS CARACTERÍSTICAS	31
5.3.3 DETERMINACIÓN DE LA SIMILITUD ENTRE LISTAS DE ESPECIES	31
5.4 ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES	32
5.5 DENSIDAD DE LAS ESPECIES	32
5.5.1 SIMILITUD DE ESPECIES CONSIDERANDO SU DENSIDAD RELATIVA	32
5.6 DOMINANCIA DE LAS ESPECIES	33
5.6.1 SIMILITUD DE LAS ESPECIES CONSIDERANDO SU DOMINANCIA	33
5.7 FRECUENCIA	34
5.8 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	34
5.9 SIMILITUD DE LA COMPOSICIÓN ENTRE UNIDADES DE MUESTREO	34
5.10 DENSIDAD EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	34
5.10.1 SIMILITUD DE LAS UNIDADES DE MUESTREO CON BASE A SU DENSIDAD	35
5.10.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DENSIDAD POR ZONAS DE MUESTREO	35
5.11 DOMINANCIA EN LAS UNIDAD DE MUESTREO	35
5.11.1 SIMILITUD DE LAS UNIDADES DE MUESTREO EN BASE A SU DOMINANCIA	35
5.11.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DOMINANCIA POR ZONAS DE MUESTREO	36
6 RESULTADOS	37
6.1 SUPERFICIE DEL JBE	37
6.2 ESPECIES REGISTRADAS EN EL JBE, SU ORIGEN, DISTRIBUCIÓN Y MANEJO	39
6.2.1 SIMILITUD DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA EN DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO	39
6.2.2 FAMILIAS Y GÉNEROS REGISTRADOS EN EL 2018	39
6.2.3 ORIGEN	43

---

---

6.2.4 TIPO DE VEGETACIÓN DONDE SE DISTRIBUYEN LAS ESPECIES NATIVAS	43
6.2.5 MANEJO DE LAS ESPECIES	43
6.2.6 ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES	44
6.2.7 DENSIDAD DE LAS ESPECIES	44
6.2.8 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA DENSIDAD DE LAS ESPECIES	47
6.2.9 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA EN BASE A LA DENSIDAD DE LAS ESPECIES	49
6.2.10 DOMINANCIA DE LAS ESPECIES	50
6.2.11 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA DOMINANCIA DE LAS ESPECIES	50
6.2.12 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA DE LA DOMINANCIA	51
6.2.13 FRECUENCIA	51
6.3 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA	54
6.4 SIMILITUD EN LA COMPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO	54
6.4.1 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA COMPOSICIÓN EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	54
6.4.2 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA DE LA COMPOSICIÓN EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	57
6.5 SIMILITUD DE LA DENSIDAD Y DOMINANCIA EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	58
6.5.1 SIMILITUD DE LA DENSIDAD EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	58
6.5.2 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA DENSIDAD EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	59
6.5.3 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DENSIDAD POR ZONAS	59
6.5.4 SIMILITUD DE LA DOMINANCIA EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	62
6.5.5 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA DOMINANCIA EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	62
6.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DOMINANCIA POR ZONAS	65
7 DISCUSIÓN	66
7.1.1 EL MANEJO Y LA REDUCCIÓN DE SUPERFICIE EN LA COMPOSICIÓN DEL JBE EN EL TIEMPO	66
7.1.2 ESPECIES HUMANIZADAS DE VEGETACIÓN SECUNDARIA	67
7.1.3 LA DIVERSIDAD DE MÉXICO INFLUYE EN LA COMPOSICIÓN DEL JBE	68
7.1.4 LA COMPOSICIÓN DEL JBE ES CARACTERÍSTICA DE UNA ZONA DE ECOTONO	69
7.1.5 ESPECIES DE VEGETACIÓN PRIMARIA PRESENTES EN EL JBE	69
7.1.6 LA PLANTACION DE ESPECIES EN EL JBE	70
7.1.7 ESPECIES EN PARQUES URBANOS Y EN EL JBE	70
7.1.8 COMPOSICION EN LAS UNIDADES DE MUESTREO	70
7.2 DENSIDAD TOTAL DE LA ZONA NORTE DEL JBE EN COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS	71
7.2.1 DENSIDAD ABSOLUTA Y RELATVA DE LAS ESPECIES MUESTREADAS	72

---

---

7.2.2 DOMINANCIA TOTAL DE LA ZONA NORTE DEL JBE EN COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS	75
7.2.3 DOMINANCIA ABSOLUTA Y RELATIVA DE LAS ESPECIES MUESTREADAS	76
7.2.4 FRECUENCIA DE ESPECIES CARACTERISTICAS DE VEGETACION SECUNDARIA	79
7.2.5 FRECUENCIA DE ESPECIES INTRODUCIDAS Y CULTIVADAS	81
7.2.5 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN ESPECIES DISTRIBUIDAS PREFERENTEMENTE EN EL BOSQUE TROPICAL CADICIFOLIO	82
7.2.6 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN ESPECIES DE BOSQUES QUE SE DISTRIBUYEN EN ZONAS DE CLIMA TEMPLADO	83
7.2.7 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA DE ESPECIES EN PARQUES URBANOS	85
7.3 DENSIDAD Y DOMINANCIA EN LAS ZONAS B1 Y C1 DEL JBE	85
7.3.1 DENSIDAD Y DOMINANCIA PARA CADA UNIDAD DE MUESTREO	86
7.4 RECOMENDACIONES PARA LA PRESERVACION DEL JBE	88
8 CONCLUSIONES	89
9 LITERATURA CITADA	90
10 DICTIOTOPOGRAFÍA	111
11 INDICE DE FIGURAS	113
12 INDICE DE TABLAS	114

---

LA TESIS “COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LA COMUNIDAD ARBÓREA EN EL JARDÍN BOTÁNICO ESTATAL (JBE), UAEM” SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE ECOLOGÍA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS (CIB) DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO. FORMA PARTE DE LA LÍNEA DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO DEL CUERPO ACADÉMICO “UNIDADES PRODUCTIVAS TRADICIONALES” UAEMOR CA-125.

**DIRECTORA**

Dra. COLUMBA MONROY ORTÍZ

JURADO REVISOR

M. en C. RAFAEL MONROY MARTÍNEZ

M. en P. D. ORTENCIA COLÍN BAHENA

Dr. JAIME RAÚL BONILLA BARBOSA

Dra. BELINDA MALDONADO ALMANZA

## RESUMEN

Las comunidades arbóreas de los fragmentos forestales inmersos en las ciudades proveen servicios ambientales para la sociedad; tal y como con el Jardín Botánico Estatal (JBE) de la UAEM. En este sentido se investigó ¿Cuál es la composición y la importancia ecológica de las especies arbóreas en la zona norte del JBE?. Se propone que en la composición del JBE destacan las especies de vegetación secundaria debido al tiempo transcurrido y el disturbio permanente al que ha estado sometido. Además, este tipo de especies tendrán una abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia mayor. También se compara la composición, densidad y dominancia entre las unidades de muestreo, esperando que sea diferente en la periferia y el centro del JBE. Con base en lo anterior se establecieron 28 unidades de muestreo, de 200 m<sup>2</sup> cada una, en donde se registraron las especies presentes, su abundancia y el diámetro a la altura del pecho de los arboles. Así mismo, se calculó el cambio en la superficie del JBE. Se registraron 28 especies pertenecientes a 19 familias y 26 géneros. La familia más numerosa fue Leguminosae con 6 especies, seguida de Rosaceae con 4 y Rutaceae con 2. Las 16 familias restantes incluyen el 84.21% de especies. La composición del JBE ha sido influida por el manejo que se ha hecho del mismo, permitiendo la regeneración en esta zona que antes de 1979 se dedicaba a la agricultura de temporal; por lo tanto, la mayoría de las especies presentes hoy en día son características de la vegetación secundaria. En esta condición contribuye el disturbio ocasionado por los factores vinculados con el crecimiento urbano y el de las instalaciones universitarias. Pero la actividad social no se limita a la historia reciente ya que la comunidad de Chamilpa, en cuyo territorio se localizan las instalaciones de la UAEM y el JBE, es de origen prehispánico; en este sentido, es importante señalar la presencia de especies humanizadas en el JBE.

En la recuperación de la cubierta forestal del JBE y su composición ha influido la relativa cercanía del Corredor Biológico Chichinautzin, como una fuente importante de propágulos; lo que ha contribuido en el hecho de que la mayoría de las especies registradas en el JBE son nativas. Debido a la ubicación geográfica el JBE es una zona de ecotono, razón por la cual la composición de la zona muestreada incluye especies que



se distribuyen de manera natural en el bosque tropical caducifolio y en los bosques de zonas con climas templados. Algunas de las cuales son mencionadas como elementos presentes en bosques relativamente conservados o vegetación primaria, cuya presencia se explica como un vestigio de la vegetación existente en la zona antes de 1979 y otras más, porque han sido plantadas. *Fraxinus uhdei* tuvo el mayor IVI, en el que destacó su densidad relativa (50.52). Enseguida se tiene *Buddleja parviflora* que fue notable por su dominancia relativa (31.59). No hubo diferencias significativas en la densidad y dominancia entre las diferentes unidades de muestreo. Estos resultados son producto de varios factores, entre ellos, el manejo y el disturbio que ha afectado al JBE durante 40 años de sucesión. Se hacen recomendaciones de manejo entre las cuales esta reducir la frecuencia y abundancia de algunas especies introducidas y aumentar estas variables en especies nativas.

## ABSTRACT

The forestal fragments immersed in the cities supply environmental services to society; such is the case of the Jardín Botánico Estatal (JBE) of the UAEM. This work was aimed to answer, What is the composition and ecological importance of the arboreal community in the northern part of the JBE?. It is supposed that in the composition stand out the species of secondary vegetation due to the time elapsed since succession started and the permanently influence of disturbance. Moreover abundance, dominance, frequency and ecological importance are higher for secondary species. To obtain the information, the arboreal community was sampled in 28 units of 200 m<sup>2</sup>. Species, abundance and diameter of trees were registered. The change in the JBE surface was estimated. A total of 28 species belonging to 19 families and 26 genera were registered. The largest family was Leguminosae with 6 species, followed by Rosaceae with 4 and Rutaceae with 2, the remaining 16 families include 84.21% of species. *Fraxinus uhdei* had the highest I.V.I., mainly for its relative density (50.52), followed by *Buddleja parviflora* with 31.59 of relative dominance. There were no significant differences in density and dominance between the different sampling units. These results are the product of several factors, among them, management of the JBE and the presence of disturbance during 40 years of succession. Management recommendations include reducing the frequency and abundance of some introduced species and increasing these variables in native species.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las comunidades arbóreas permite caracterizar su estado de conservación, lo cual resulta importante para proponer alternativas de manejo que auxilien en la mitigación de los efectos ocasionados por el proceso de urbanización. Mismo que causa la fragmentación del territorio (Santos y Tellería, 2006), disminuyendo la superficie arbolada y reduciendo la disponibilidad de los servicios ambientales (Left, 2004). La presencia de fragmentos forestales en las áreas urbanas ayuda a preservar la biodiversidad, brinda servicios ambientales, mejora la salud mental de la sociedad (FAO, 2016) y aumenta la cohesión social (Borelli *et al.*, 2018). Tal y como sucede con los jardines botánicos que han quedado inmersos en la mancha urbana, como el Jardín Botánico Estatal (JBE) de la UAEM.

En las áreas naturales y en aquellas que se encuentran inmersas en zonas urbanas, el estudio de la composición, la densidad, la frecuencia, la dominancia y el índice de valor de importancia de las comunidades arbóreas es un primer paso para entender como el hábitat ha respondido ante los cambios ambientales y sociales.

La densidad arbórea distribuida en bosques Tropicales Caducifolios (BTC), contenida en ejidos, de algunos estados de México ha registrado valores que van desde 1214 ind/ha, en Pomuch (Dzib-castillo *et al.*, 2014) a 11, 500 ind/ha, en Tepakán (Zamora-Crescencio *et al.*, 2011) en Campeche; así como, 2813 ind/ha en Tziritzícuaro, Michoacán (Méndez-Toribio *et al.*, 2014) y 23, 950 ind/ha en Nizanda, Oaxaca (Gallardo-Cruz *et al.*, 2005). En el bosque Tropical perennifolio del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín localizado en Benito Juárez, Quintana Roo, se registró una densidad de 3533 ind/ha (Sánchez-Sánchez, 2000).

La densidad de los árboles del bosque Tropical Caducifolio secundario de Morelos, que se distribuye en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, varía de 519.4 ind/ha (Sánchez-Hernandez *et al.*, 2018) a 3721 ind/ha (Beltran Rodriguez *et al.*, 2018). Pero al ampliar la escala hacia la Cuenca Alta del Río Balsas, donde confluyen los estados de Guerrero, Puebla y Morelos, el valor de la densidad aumenta hasta 6301 ind/ha (Maldonado, 2013). Así mismo, en la Reserva Ecológica Estatal Sierra de Montenegro se ha registrado densidades de 1173 ind/ha a 1782 ind/ha (Monroy-Ortiz, *et al.*, 2018).

En el caso de la densidad arbórea en bosques que se distribuyen en zonas de clima templado se encuentran los siguiente valores de densidad: en el ejido La Victoria, Durango se registraron 575.11 ind/ha (Graciano-Ávila *et al.*, 2017). En cambio en un área perturbada en el Rancho La Concepción, del estado de México, se registró una densidad de 735 ind/ha (Ignacio-Ruiz *et al.*, 2014).

Por otra parte, la dominancia por área basal arbórea en el bosque Tropical Caducifolio en el ejido Zenzontla, terrero utilizado como potrero, en Jalisco, tuvo valores de 50.31 m<sup>2</sup>/ha a 435.20 m<sup>2</sup>/ha (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2002). En el núcleo agrario de San Pedro Huamelula, Oaxaca, se registraron 164.25 m<sup>2</sup>/ha (Silva-Aparicio *et al.*, 2018). Para el estado de Morelos se tienen 11.93 m<sup>2</sup>/ha (Boyas, 1992). En el bosque Tropical perennifolio del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín localizado en Benito Juárez, Quintana Roo, se registró una dominancia de 32.65 m<sup>2</sup>/ha (Sánchez-Sánchez, 2000).

En el caso de la dominancia por área basal en bosques que se distribuyen en dos áreas con perturbación de la “Reserva de la Biosfera El Cielo” en Tamaulipas se registraron dominancias por 28.11 m<sup>2</sup>/ha hasta 40.52 m<sup>2</sup>/ha (Rivas *et al.*, 2005). En cambio en el área protegida “Sierra de Quila”, en Jalisco el valor fue de 140 m<sup>2</sup>/ha (Santiago-Pérez *et al.*, 2014) y en la unidad de manejo forestal Umafor 2105, en Puebla, se registró una dominancia de 148.65 m<sup>2</sup>/ha (López-Hernández *et al.*, 2017).

La fragmentación territorial en México es ocasionada por la construcción de carreteras, la apertura de tierras al cultivo, la construcción de presas o el crecimiento urbano (CONABIO, 2012b). Durante los últimos 20 años en nuestro país la tasa de crecimiento del suelo urbano se ha incrementado de 8 a 10 % (CONAPO, 2018). En Morelos, la Zona Metropolitana de Cuernavaca, formada por 8 municipios tuvo un incremento en su superficie del 23.44% del periodo del 2005 al 2015 pasando de tener 964 a 1190 km<sup>2</sup> (CONAPO, 2007; CONAPO, 2018). Situación que se relaciona de manera directa con los 3 factores principales que en Morelos acaban con la biodiversidad: la fragmentación territorial, el aprovechamiento de los servicios ambientales por arriba de la capacidad natural de recuperación y los efectos de la actividad económica derivados de la extracción y la contaminación (Monroy y Monroy-Ortiz, 2012).

Dado el intenso proceso de crecimiento urbano los fragmentos forestales en las ciudades constituyen un medio para conservar la disponibilidad de servicios ambientales esenciales para la sobrevivencia de la sociedad (Niemelä, 1999). Ya que mejoran las condiciones del suelo y previenen la erosión, los árboles remueven los contaminantes del aire y fungen como barrera acústica, mitigan el cambio climático porque secuestran el carbono (FAO, 2016), por ejemplo, una hectárea con vegetación de pinos captura 25.23 toneladas de CO<sub>2</sub> al año (Norverto, 2006). Además de que los paseos al aire libre mejoran la salud emocional al reducir en un 30% la depresión clínica (FAO, 2016) y aumentan la cohesión social (Borelli *et al.*, 2018).

Al respecto se han hecho estudios en el bosque de Chapultepec de la Ciudad de México, el área verde urbana de mayor extensión y con más visitantes, por lo que es importante su protección y conservación. Aquí se registró una densidad de 335.09 ind/ha, un valor promedio de área basal por árbol de 0.10 m<sup>2</sup> y se menciona que las especies dominantes por su frecuencia son *Eucalyptus camaldulensis*, *Fraxinus uhdei* y *Ligustrum lucidum* (Benavides *et al.*, 2012).

En el bosque de San Juan de Aragón, un elemento esencial en la infraestructura de la Ciudad de México, hay una densidad de 271.4 ind/ha y la especie *Casuarina equisetifolia* presenta los mayores valores de dominancia con 33.04% (Saavedra-Romero *et al.*, 2019). Por otra parte, el estudio del paisaje urbano de la ciudad de Xalapa, Veracruz describe la presencia del 55.7% de las especies son exóticas y un 44.3% son nativas (Falfán y Fors, 2016).

Ante el acelerado proceso de transformación del paisaje, los jardines botánicos tienen un papel determinante en la conservación ambiental. Una forma de mantener la biodiversidad es aumentar el número de jardines botánicos, pues son áreas naturales en las que entre otras cosas, se difunde, investiga y promueve la preservación (Caballero, 2012).

El Jardín Botánico Estatal (JBE) se localiza al norte de la Zona Metropolitana de Cuernavaca y fue fundado en 1979, en el *campus* Chamilpa de la UAEM. Forma parte del patrimonio universitario y tiene importancia socio-ambiental porque genera servicios ambientales. Además, funge como un escenario pedagógico, donde se han realizado

talleres para estudiantes de nivel básico y superior, como es el caso de los aspirantes a ingresar a la Facultad de Ciencias Biológicas de la UAEM.

El predio fue donado por los comuneros de Chamilpa a la UAEM y era utilizado para la agricultura de temporal de maíz (*Zea maíz*), frijol (*Phaseolus* sp.) y otras plantas anuales (Monroy *et al.*, 1985); su vegetación original incluía algunos árboles de pino y copales (Monroy y Mujica, 1988) por encontrarse en una zona de ecotono del bosque Tropical Caducifolio y los bosques que se distribuyen en zonas de clima templado. Desde su fundación se han introducido algunos individuos arbóreos, se ha permitido que el proceso de sucesión continúe originando un fragmento de vegetación en el que se realizan labores de deshierbe, principalmente en la época de sequía para evitar la presencia de incendios.

El JBE está inmerso en la zona urbana, su borde está rodeado por casas y una base de transporte público, desde donde se arroja basura, llantas y se vierten aguas residuales al jardín. Debido a su ubicación el JBE es un lugar de tránsito para los vecinos y estudiantes de la UAEM; quienes cosechan frutos, leña, hongos, etc. Además, su superficie ha disminuido junto con la de otras áreas verdes, debido a la construcción de nuevos edificios dentro de la UAEM. Del periodo de 1970 y 2004 se estima que el área de vegetación sustituida en toda la UAEM fue de 26 ha y de 2004 a 2016 se incrementó a 41 ha, esto representa un 30% de la cubierta original existente en 2004 (Jiménez-Ortiz, 2019). Dichas áreas ejercían la función de conectividad del JBE con el borde forestal del Corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin.

Una vez que se han descrito las condiciones y los factores de disturbio que han influido en la comunidad arbórea del JBE, se plantean las siguientes preguntas de investigación e hipótesis. Primera, ¿Cuál es la composición de las especies arbóreas en la zona norte del JBE?. Se propone que la composición del JBE se caracterizará por la presencia de especies de vegetación secundaria, debido al tiempo transcurrido de sucesión y el disturbio permanente al que ha estado sometido.

Segunda, ¿Cuál es el índice de valor de importancia de las especies arbóreas en la zona norte del JBE?. Se propone que la abundancia, la dominancia, la frecuencia y el índice de valor de importancia de las especies arbóreas, será mayor para las especies que crecen

formando parte de la vegetación secundaria debido a que han transcurrido 40 años desde la fundación del JBE.

Tercera, ¿Cuál es la composición en las unidades de muestreo? Se parte del supuesto que la composición de las unidades de muestreo en el borde del JBE es diferente respecto a las localizadas en la parte central, debido a que su periferia está más expuesta a los factores de disturbio.

Cuarta, ¿Cómo se distribuye la densidad y la dominancia total registrada para cada unidad de muestreo en la zona norte del JBE?. Se supone que la densidad y la dominancia por cada unidad de muestro es menor hacia el borde del JBE, donde hay un aumento en la perturbación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la composición y el índice de valor de importancia de la comunidad arbórea del norte del Jardín Botánico Estatal, para generar recomendaciones de manejo dirigidas a garantizar la permanencia de sus funciones sustantivas a largo plazo.

### **Objetivos Particulares**

Evaluar el cambio en la superficie del JBE en cuatro fechas seleccionadas.

Determinar la composición de la comunidad arbórea.

Determinar la abundancia, la dominancia, la frecuencia y el índice de valor de importancia de la comunidad arbórea.

Comparar la densidad y la dominancia absolutas registradas en las diferentes unidades de muestreo.

Generar recomendaciones de manejo para garantizar la preservación del JBE.

## MARCO TEORICO

El estudio de la composición y el índice de valor de importancia de las comunidades arbóreas es un primer paso para obtener conocimientos acerca del estado de conservación del hábitat. Es fundamental para entender los procesos que se han presentado en el mismo (Benavides *et al.*, 2012), particularmente aspectos sobre la distribución de recursos, entre las diversas especies a través de estimadores de biomasa como el área basal (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002).

Las técnicas de muestreo más utilizadas para describir el índice de valor de importancia de las comunidades vegetales terrestres incluyen: cuadrantes en los que los individuos pueden ser contados y medidos, transectos lineales a lo largo de los cuales se toman las medidas de los individuos interceptados y puntos en los cuales se miden distancia y atributos de los individuos más cercanos (Cox, 2002).

### **Estudios sobre la importancia ecológica de las especies de los bosques en México y Morelos**

#### ***Importancia ecológica de las especies del bosque tropical caducifolio en México***

El bosque Tropical Caducifolio (BTC) es el tipo de vegetación más distribuido en México, esto puede ser a la amplitud de condiciones ambientales en las que se puede establecer, como un clima Aw0, w1, w2, ACw0, w1, w2, BS0 y BS, una temperatura de 18 a 28°C, una altitud desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, así como el tipo de suelo que puede ser, Cambisol, Feozem, Litosol, Luvisol, Vertisol, Regosol y Rendzina. Este tipo de vegetación esta dominado por arboles de 8 a 12 m y ramificados a corta altura, con hojas compuestas y flores con colores llamativos como rojo rosa y morado. Sobresalen las especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae. Su característica distintiva es su marcada estacionalidad lluviosa, teniendo generalmente 7 meses secos y 5 lluviosos (Rzedowsky, 2006).

Esta heterogeneidad ambiental se refleja en su amplia distribución en el país, extendiéndose desde Sonora hasta Chiapas en una franja semicontinua, interrumpida por algunas porciones húmedas de Nayarit y Oaxaca. Encontrando un rango de familias que puede ir de 15 a 46 (Trejo y Dirzo, 2002; Trejo, 2005).



Se estudió la composición y el índice de valor de importancia (IVI) del bosque Tropical Caducifolio del cerro verde, Nizanda, Oaxaca, México, en 0.3 ha, se encontraron 2619 individuos en los estratos alto y bajo, la riqueza fue de 145 especies, la familia mejor representada por riqueza fue Leguminosae (27), seguida de Asteraceae (20) y Euphorbiaceae (18), el área basal total fue de 15.96 m<sup>2</sup>, la mayor densidad fue de *Euphorbia schlechtendalii* Boiss con 153 ind/ha, la mayor frecuencia del género *Bursera* al encontrarse en 25 de 30 zonas de muestreo, la mayor área basal es de *Beaucarnea stricta* Lem. (Gallardo-cruz *et al.*, 2005).

Se realizó un estudio en La Huacana, Michoacán para determinar la composición y el índice de valor de importancia de los árboles del bosque Tropical Caducifolio. Se registraron 1013 individuos, con un área basal promedio de 6.65 m<sup>2</sup>/ha en 0.36 ha. donde la especie *Cordia elaeagnoides* DC. Tuvo el I.V.I. más alto con un 33.45 (Méndez-Toribio *et al.*, 2014).

Se describió la composición y el IVI en el bosque tropical caducifolio, en el ejido de Pomuch en Campeche, México donde, se encontró una abundancia 1640 ind en 1.35 ha, registra 50 especies y 21 familias, Fabaceae es la familia con mayor número de géneros (16 géneros, 21 especies), seguido de Rubiaceae con 5 géneros, con un área basal promedio de 10.48 m<sup>2</sup>/ha por todas las especies (Dzib-Castillo *et al.*, 2014)

En el ejido de Tepakán, municipio de Calkini, estado de Campeche se estudió la composición e IVI de los árboles de vegetación secundaria del bosque tropical caducifolio en 0.1 ha en total, encontrando 1150 individuos leñosos con Diámetro Altura del Pecho (DAP) > 2 cm, en 43 especies. La especie *Acacia gaumeri* fue la que tuvo mayor densidad 1790 ind/ha, *Cordia alliodora*, la mayor frecuencia 8,47%, dominancia 10.49m<sup>2</sup> y el IVI más alto 34.35. La familia con el mayor número de especies fue Leguminosae con 14 (Zamora-Crecencio *et al.*, 2011).

En la reserva de la biosfera, de Sierra de Manantlán, en Jalisco, México se estudió la composición y el IVI de los árboles del bosque Tropical Caducifolio, en 4 áreas donde el historial de abandono de tierra de cultivo a recuperación natural del bosque tiene diferentes años: 10 (Corredor), 15 (Presa), 20 (Taberna) y 30 (Mojotera) años. En “La Mojotera” la de mayor tiempo de abandono *Brosimum allicastrum* fue la especie con mayor

área basal (54.91 %) y *Acacia riparia* fue la de mayor número de individuos (219.5 Ind/ha) y la más frecuente (13.29%). En la “Taberna” la mayor densidad y frecuencia fueron de *Lysiloma microphyllum* Benth al presentar (470 Ind/ha y 22.05% respectivamente) y la mayor área basal fue de la especie *Jacaratia mexicana* A. DC con 7.87 m<sup>2</sup> (15.64%). En “La Presa” los valores más altos de densidad y frecuencia corresponden a *Coursetia caribea* (Jacq.) con 270.07 Ind/ha y 13.43%, la mayor área basal es de *Thouinia serrata* Radlk con un 20.56%. En “El Corredor” la mayor densidad, frecuencia y dominancia fue de la especie *Lysiloma microphyllum* Benth al presentar 416.87 Ind/ha, 33.33% y 59.55% respectivamente (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2002).

En el Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca en 3 áreas diferentes: un área natural protegida, un área de conservación destinada voluntariamente y un área de uso común se analizó la composición y el índice de valor de importancia de la vegetación de especies leñosas 15 en parcelas de 100 m<sup>2</sup>. En total 0.45 ha. La riqueza observada fue de 90 especies, pertenecientes a 36 familias. La densidad de especies en el área natural protegida fue de 1829 ind/ha y el área basal 19.7 m<sup>2</sup>/ha. En el área de conservación destinada voluntariamente y un área de uso común la suma de la densidad es de 2370 ind/ha, con un área basal de 22.1m<sup>2</sup>/ha (Silva-Aparicio *et al.*, 2018).

En el bosque tropical perennifolio del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín localizado en Benito Juárez, Quintana Roo, se realizó un análisis estructural del mismo en el que se registró una riqueza de 99 especies en 3000 m<sup>2</sup>, una densidad de 3533 ind/ha y una dominancia de 32.65 m<sup>2</sup>/ha, donde destacan por su IVI las especies *Brosimum alicastrum* y *Maytenus guatemaltensis*, entre otras (Sánchez-Sánchez, 2000).

### ***Importancia ecológica de las especies de los bosques que se distribuyen en zonas de clima templado en México***

La estructura de las comunidades arbóreas ha sido estudiada en los bosques distribuidos en zonas de clima templados en el Pico de Orizaba, en Puebla, perteneciente a la unidad de manejo forestal (Umafor 2105) en 4.05 ha, donde los resultados muestran que la densidad total por el género *Pinus*, es 362 ind/ha, representando un 92% del total. Destaca la especie *Pinus montezumae* (López-Hernández *et al.*, 2017).

En Sierra de Quila en Jalisco, en 1.45 ha de bosque templado de Galería, se registraron 881 árboles, pertenecientes a 35 especies, la familia Fagaceae fue la mejor representada al tener 10 especies, seguida de Pinaceae con 5, la especie con mayor abundancia (27.98%), dominancia por área basal (24.69 %) y frecuencia (12.55%) fue *Alnus acuminata* ssp. *arguta* (Schlecht.) Furlow, con un IVI de 65.22% (Santiago-Pérez *et al.*, 2014).

Zacarias-Eslava *et al.*, (2011) describen la composición e índice de valor de importancia de la vegetación en el cerro El Águila, Michoacán, el cual tiene 5 tipos de vegetación: bosque Tropical Caducifolio, bosque de *Quercus deserticola*, bosque de *Q. castanea-Q. obtusata*, bosque de *Q. rugosa* y bosque de *Quercus-Pinus*. En cada uno se establecieron 16 parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> (3.2 ha). El bosque de *Quercus deserticola* fue uno con los valores más bajos de altura promedio, y en este mismo la especie con los valores más altos de área basal (23.4%) densidad (17.2%) y frecuencia (7%) corresponden a *Quercus deserticola*. En el bosque de *Q. castanea- Q. Obtusata* los valores más altos de área basal (13.6%) densidad (11.9%) y frecuencia (6.8%) corresponden a *Quercus castanea*. En el bosque de *Q. rugosa*, la especie con mayor área basal (12.1%) densidad (13 %) y frecuencia (6.6%) es *Quercus Rugosa*. En el bosque de *Quercus-Pinus*, la especie *Quercus Laurina* tuvo los valores más altos de área basal (9.6%) y frecuencia (6.4%), mientras que la mayor densidad fue de *Lippia mexicana* (6.8%).

Alanis-Rodríguez *et al.* (2011) describen la regeneración de la vegetación leñosa recuperada postfuego ocurrido en el año de 1998 de los bosques distribuidos en zonas de clima templado en el Parque Ecológico Chipinque, de México. El género *Quercus*, tuvo el mayor IVI 148.16. Las especies más representativas fueron del género *Quercus* y *Pinus*.

También se ha estudiado el efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural, en un bosque Mesófilo de Montaña, de la Reserva de la Biosfera el Cielo, en Tamaulipas, México. Las especies dominantes por abundancia fueron *Liquidambar styraciflua*, *Ostrya virginiana*, *Carya ovata*, *Quercus sartorii* y *Podocarpus reiche*. Cada una de estas especies con más de 100 individuos por ha (Rivas *et al.*, 2005).

En el ejido La Victoria, ubicado al Sudoeste del estado de Durango se caracterizó la estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque de Coníferas-*Quercus* del noroeste de México. En nueve sitios de muestreo de 50 x 50 m (2500 m<sup>2</sup>). La riqueza fue

de 12 especies, cuatro géneros y cuatro familias. Se registro una densidad de 575.11 ind/ha en un área basal de 23.54 m<sup>2</sup>/ha (Graciano-Ávila *et al.*, 2017)

En el estado de México en el Municipio de San Felipe del Progreso, Rancho La Concepción, se realizó un análisis de la estructura arbórea en el bosque de *Quercus* en 31 cuadrantes de 10 metros por 10 metros, analizándose un área total de 3100 m<sup>2</sup>. Se registraron un total de 228 árboles resultando que *Quercus crassipes* fue la especie con mayor IVI 21.94 (Ignacio-Ruiz *et al.*, 2014)

### ***Importancia ecológica de las especies del bosque tropical caducifolio distribuido en Morelos***

Boyas (1992), estudia en Sierra de Huautla, en 4 unidades ecológicas divididas con criterios de representatividad y significancia ecológica, en 45 unidades de muestreo, de 0.1 ha. Encuentra 100 especies, la familia Leguminosae es la más numerosa con 21, el género *Bursera* es el de mayor abundancia al tener 14 especies, *Conzattia multiflora* es la de mayor dominancia con 11.53 %, la especie *Amphipterygium adstringens* fue la de mayor densidad 7.64% y frecuencia 5.67%, la dominancia por DAP varia de 10.45 a 11.93 m<sup>2</sup>/ha en las diferentes unidades ecológicas.

Maldonado (2013) estudia la estructura de la Cuenca Alta del Rio Balsas de la cual forma parte del estado de Morelos en el bosque tropical caducifolio, con diferentes grados de impacto por la sociedad, encuentran 5671 individuos, en 0.9 ha 328 especies, de las cuales *Lysiloma divaricatum* presento la mayor abundancia 433 ind (7.6%).

Beltrán-Rodríguez *et al.*, (2018) en el bosque Tropical Caducifolio, de la Sierra de Huautla, registraron 79 especies en vegetación secundaria, 2791 individuos en 0.75 ha donde las especies con mayores índices relativos de valor de importancia fueron *Pachycereus grandis* 22.6, *Amphipterygium adstringens* 20.9 *Lysiloma divaricata* 11.2 y *Quercus glaucoides* 10.5

Monroy-Ortiz *et al.*, (2018) realizo un estudio de la intensidad de disturbio y variables influyentes para el aprovechamiento arbóreo del bosque Tropical Caducifolio de la reserva Ecológica Estatal Sierra de Monte Negro, donde se caracteriza la estructura y diversidad de la comunidad arbórea de dos parajes: Piedra grande (PG) y Camino real

(CR). La densidad fue de 1173 ind/ha en PG y 1782 ind/ha en CR. El área basal fue 18.1 m<sup>2</sup> /ha PG y 19.2m/ha CR.

Sánchez-Hernández *et al.*, (2018) estudio la estructura riqueza y diversidad de el bosque Tropical Caducifolio en el ejido El Limón en Tepalcingo, Morelos, censa todos los árboles con un diámetro a la altura de 1.30 m, diámetro normal >10 cm. En 34 sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> (1.7 ha) cercanos a la población del ejido. Registro 883 individuos pertenecientes a 50 especies y 20 familias. La dominancia que registro fue de 6.32 m<sup>2</sup>/ha y la densidad de 519.41 ind/ha. De acuerdo al I.V.I. las especies más importantes fueron *Lysiloma divaricata* 61.1 y *Amphipterygium adstringens* 28.5

Las especies más frecuentes de bosque Tropical Caducifolio en Morelos son: *Lysiloma divaricata*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera copallifera*, *Lysiloma acapulcense* y *Cojoba arborea*. Con una densidad promedio de 278 ind/ha y dominancia de 6.96 m<sup>2</sup>/ha (SEMARNAT, 2014). Las especies más frecuentes en los bosques que se distribuyen en zonas de clima templados en Morelos son: *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis*, *Quercus laurina*, *Arbutus xalapensis* y *Pinus arizonica*. Con una densidad promedio de 188 ind/ha y dominancia de 16.22 m<sup>2</sup>/ha (SEMARNAT, 2014).

### **Características y modelos de sucesión**

La sucesión se presenta a nivel de comunidad, pues esta resulta de una serie de sustituciones de especies que afecta a las poblaciones que la constituyen, tendiendo a construir ecosistemas en estados culminantes, es decir maduros (Montane de la Vega, 2015).

Este cambio se lleva a cabo durante largos periodos de tiempo y puede ser de 2 tipos: sucesión primaria y sucesión secundaria. La primera se origina a partir de la colonización, establecimiento y desarrollo de una comunidad en un nuevo hábitat, y la secundaria se presenta cuando el hábitat ha sido perturbado, manteniendo la presencia de algunas poblaciones originales y que fueron resistentes al factor que causó la perturbación (Vásquez, 2003). A cada sustitución que suceda se le llama “sere” y a las comunidades sucesivas, etapas serales, los tipos de plantas cambian con el desarrollo de toda sucesión, de tal suerte que especies que tienen una enorme importancia durante las primeras etapas, quizás ni siquiera estén presentes en el nivel culminante (Montane de la Vega, 2015).

### ***Características de la sucesión en áreas agrícolas abandonadas***

La sucesión en parcelas forestales que fueron transformadas a agrícolas y que luego fueron abandonadas, registra una tendencia general al aumento en el tamaño del área basal, así como en la altura del dosel. En cambio con respecto a la biomasa se ha encontrado que puede aumentar al principio, para luego permanecer constante, siendo factores de influencia en la acumulación de biomasa, los patrones climáticos, la fertilidad y condición del suelo. Con respecto a la densidad del tallo se ha encontrado que inicialmente aumenta, pero luego disminuye en etapas intermedias de la sucesión y que varía entre las clases de edad (Delang y Li, 2012).

### ***Modelos de sucesión***

#### *Relevos florísticos*

Clements (1916) explica que la sucesión procede con primeros colonos y sus respectivas comunidades modificando el entorno de tal manera que facilita y apresura su propio reemplazo por colonos posteriores y comunidades que no están presentes al comienzo de la sucesión. Resultando que comunidades enteras surgen y disminuyen casi al mismo tiempo, en lugar de especies individualistas (Peterson y Carson, 2008).

#### *Composición florística inicial*

Egler en 1954 propone que las especies que dominan temprano el sitio de sucesión lo hacen porque son de crecimiento rápido o porque un gran número de propágulos estuvieron presentes en el primer año de sucesión o ambos (Peterson y Carson, 2008).

#### *Nucleación*

Yarranton y Morrison (1974) explican que los primeros colonizadores, típicamente especies leñosas, facilitan y promueven la colonización de otras adicionales. Algunos colonos tempranos exitosos mejoran las duras condiciones locales (por ejemplo, mejorar los nutrientes presentes y estado del agua a través del sombreado y la hojarasca), lo que facilita el establecimiento y la supervivencia de más residentes (Peterson y Carson, 2008).

#### *Gradiente en el tiempo*

Pickett (1976) y Drury y Nisbet (1973) desarrollaron explicaciones para la rotación de especies durante la sucesión que se centró en el contraste de rasgos del ciclo de vida (particularmente crecimiento diferencial, capacidad de dispersión, vida útil, etc.) de

especies que dominan temprano versus especies que dominan tarde durante la sucesión. Ambas perspectivas vieron la sucesión secundaria como un gradiente en el tiempo por el cual el cambio temporal, las condiciones bióticas y abióticas favorecieron a las especies con un conjunto de rasgos al principio de la sucesión frente a diferentes rasgos más adelante (Peterson y Carson, 2008).

#### *Categorías de interacción*

Connell y Slatyer (1977) describen a la sucesión a través de tres categorías de interacción: facilitación, tolerancia e inhibición. Señalaron que la interacción entre las especies anteriores y posteriores podría ser positivo (facilitación), neutral (tolerancia) o negativo (inhibición) (Peterson y Carson, 2008).

#### *Atributos vitales*

Noble y Slatyer (1980) desarrollaron el modelo de atributos vitales por el cual las perturbaciones particulares producen condiciones que puedan ser mejor explotadas por especies con apropiados rasgos de historia de vida. Las especies se clasificaron según tres rasgos clave: modo de dispersión, capacidad de regeneración después de la perturbación, y el tiempo de reproducción y senescencia (Peterson y Carson, 2008).

#### *Proporciones de recursos*

Tilman (1985, 1988) desarrolló el modelo de la relación de recursos de sucesión, por el cual la rotación de especies durante la sucesión es impulsado por la competencia interespecífica dependiendo del cambio de altas condiciones de luz / bajo contenido de nutrientes al principio de la sucesión a condiciones de poca luz / alto contenido de nutrientes más tarde en sucesión (Peterson y Carson, 2008).

#### *Tolerancia a la sombra*

Huston y Smith (1987) desarrollaron un modelo que explica que cuando la competencia por la luz es fuerte, la compensación entre la tolerancia a la sombra y otros rasgos históricos de la vida, pueden ser el mecanismo principal que influye en el reemplazo de especies (Peterson y Carson, 2008).

#### *Causas jerárquicas*

Pickett *et al.* (1987) establecieron que hay tres causas fundamentales de la composición, cambio y su variación durante la sucesión: 1. Disponibilidad del sitio, 2. Disponibilidad

de especies diferenciales; por ejemplo: identidad y número de propágulos de posibles colonos y 3. Rendimiento diferencial de la especie; por ejemplo, capacidad diferencial competitiva de las especies que colonizaron el sitio (Peterson y Carson, 2008).

### **Desarrollo forestal después de perturbaciones**

Los cambios ecológicos que sufre el ecosistema dependen de las características del disturbio, la disponibilidad de propágulos regenerativos, como semillas y plántulas presentes nativas o exóticas, y de las condiciones abióticas prevalecientes en el sitio perturbado. Después de las perturbaciones, los bosques se desarrollan a través de diferentes etapas: iniciación del bosque, exclusión del tallo, reinicio del sotobosque y bosque maduro (Chadwick, 1980).

**Iniciación del bosque:** Las especies vegetales, pueden volver a ocupar un área mediante el desarrollo de tocones, raíces preexistentes, semillas enterradas o individuos pequeños que ya estaban creciendo, las especies que obtienen ventaja, son las que crecen rápidamente después de la perturbación.

**Exclusión del tallo:** los tallos se expanden para llenar el espacio disponible de crecimiento, hasta que uno o más factores de crecimiento (la luz, por ejemplo) se vuelven limitantes, dando lugar a una intensa competencia entre los tallos.

**Reinicio del sotobosque:** depende de las especies que sean tolerantes a la sombra.

**Bosque maduro:** la regeneración puede ser localmente y desplazarse hacia el dosel, formando a si el patrón de mosaico desigual en la sucesión.

Es importante señalar que las especies que dominan después de una perturbación, no siempre son las que dominan después de una segunda perturbación, diferentes tipos de perturbaciones, dan a diferentes especies la ventaja inicial, esto debido a que las perturbaciones pueden favorecer un mecanismo de desarrollo al cual cierta especie puede responder rápidamente, por ejemplo: si un tornado destruye los tallos de los árboles en pie, favorecerá a especies capaces de brotar del cuello de la raíz, pues estos árboles son capaces de crecer muy rápidamente, otro ejemplo es, si un desplazamiento de tierra elimina los sistemas de raíces, las especies con semillas ligeras serán favorecidas.



## **La superficie forestal en el centro de México y los servicios ambientales**

### ***Características de la superficie forestal en el Corredor Biológico Chichinautzin***

Para los habitantes del centro de México y el noroeste de Morelos, el Corredor Biológico Chichinautzin es un área natural muy importante porque les provee servicios ecosistémicos esenciales para su sobrevivencia. Localizado al sur de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) (Espinosa y Ocegueda, 2007), es un Área de Protección de Flora y Fauna, con una superficie de 37, 301 hectáreas que incluye el noroeste del estado de Morelos. Cuenta con una flora aproximada de 5139 especies distribuidas principalmente en los bosques Templados que lo constituyen (Villaseñor y Ortiz, 2007). De los 2804 géneros nativos de plantas vasculares presentes en México el 48.07% (1348) está presente en la FVT (Villaseñor, 2004).

Las especies vegetales en el Chichinautzin se distribuyen en diferentes bosques templados y tropicales (CONANP, 2003). Monroy y Taboada (1990) mencionan los siguientes: bosque de Pino, bosque de *Abies*, bosque de *Quercus*, bosque de *Alnus*, bosque Mesófilo de Montaña, Matorral crasicaule y Selva Baja Caducifolia. CONANP (2003) menciona además al bosque de Pino-Encino y Selva baja subcaducifolia.

### ***Características de la superficie forestal en Morelos***

En Morelos el 16.5 % de la superficie forestal corresponde a vegetación primaria, mientras que la vegetación secundaria representa 83.5% en 14 tipos de vegetación, dominan los tipos de vegetación en su forma secundaria (SEMARNAT, 2014).

En el estado de Morelos se ha estimado la existencia de 3219 especies de Magnoliophyta (36 endémicas) de 21 841 especies registradas a nivel nacional (Villaseñor y Ortiz, 2014). Esta diversidad se presenta en los bosques de Coníferas y Latifoliadas por las siguientes especies: *Alnus jorullensis*, *Quercus crassifolia*, *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa* y *Clethra lanata*; debido al amplio rango altitudinal en que se desarrollan estos tipos de vegetación se generan áreas de transición, donde se integran otras formaciones vegetales como el bosque Tropical Caducifolio con especies como: *Lysiloma divaricatum*, *L. acapulcense*, *Cedrela salvadorensis*, *Ipomoea arborescens*, *Ipomoea murucoides*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Bursera copallifera* y *Guazuma ulmifolia* (SEMARNAT, 2014).

### ***Los servicios ambientales que proveen los bosques***

El aprovechamiento forestal sostenible implica mantener disponibles recursos como la madera, así como otros productos y servicios ecosistémicos (De camino, 1998). Estos se clasifican en 4 tipos: de regulación, provisión, culturales y de sustento (Balvanera y Cotler, 2009).

Los servicios de regulación mantienen los procesos y la dinámica natural, tales como, descomposición del material orgánico, la polinización, el filtrado de agua, etcétera. Los servicios de provisión engloban a los bienes que se pueden cosechar, por ejemplo: follaje, ramas, troncos, flores, frutos, semillas etcétera. Los servicios culturales son aquellos que proporcionan una fuente de beneficios de enriquecimiento artístico, estético, espiritual, religioso, recreativo o científico. Los servicios de sustento son necesarios para la producción del resto de los servicios como: la formación del suelo, el ciclo de nutrientes, la producción primaria y los procesos evolutivos.

### **Deterioro de los recursos forestales en el mundo y México**

#### ***Perdida de los recursos forestales en el mundo***

Los resultados de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015 indicaron que el área total de bosque disminuyó en un 3%, de 4128 M ha en 1990, a 3999 M ha en 2015 (FAO, 2015). La deforestación mundial en los años 90 tuvo un promedio de 0.5% anual (Achard *et al.*, 2014). De 2000 a 2010, se registró una pérdida neta de bosques de 7 millones de hectáreas anuales en los países tropicales y un aumento neto de los terrenos agrícolas de 6 millones de hectáreas al año (FAO, 2016). La preservación de bienes y servicios toma mayor relevancia al tener en cuenta que a nivel mundial, anualmente se cortan más de 3 mil millones de metros cúbicos de madera, de los cuales 50% es ocupado en la industria y el otro 50% tiene uso combustible, y como si fuera poco este consumo presenta una tendencia creciente (Cabrera *et al.*, 2001).

En el continente americano, en 2018 el 11.2 % de la superficie forestal se observó fragmentada, lo que corresponde a que las 940 millones de hectáreas de bosque tengan 55, 558 018 fragmentos (Taubert *et al.*, 2018). En América Central y el Caribe, casi el 90% de las tierras forestales secas están deforestadas o impactadas (Colón y Lugo, 2006).

En la práctica el manejo sostenible de los bosques reduce sustancialmente la cantidad de maderas posibles para extraer entre un 10 y 40%, especialmente en aquellos bosques intervenidos inadecuadamente, el tener un manejo no sostenible produce degradación del bosque, lo cual es tan dañino como la deforestación (Cabrera *et al.*, 2001).

### ***Perdida de los recursos forestales en México***

Los bosques de México cada día son amenazados (Aguilar *et al.*, 2000) en 2002 se dio una pérdida neta de 103 289 km<sup>2</sup> de Selvas Húmedas, 94 223 km<sup>2</sup> de Selvas Subhúmedas, 129 000 km<sup>2</sup> de bosques Templados, 91 000 km<sup>2</sup> de Matorrales Xerófilos y más de 59 000 km<sup>2</sup> de pastizales (Sánchez *et al.*, 2009). Y solo en la década de los ochenta, fueron deforestadas 245 000 ha de bosques Templados y 559 000 de Selvas Tropicales (Maser *et al.*, 1992). Lo que hizo que México ocupara el tercer lugar entre los países donde ocurren las mayores tasas de deforestación tropical, solo después de Brasil e Indonesia, (Ortiz-Espejel y Toledo, 1998). Para el periodo 1976-2007, se registró una pérdida anual de 534 707 ha. (Rosete *et al.*, 2014).

### **Los efectos de la fragmentación forestal y el efecto de borde**

#### ***Consecuencias ecológicas de la fragmentación forestal***

La fragmentación y la pérdida de la cubierta forestal además de la pérdida neta de los servicios ambientales que prestan, conllevan una disminución de las poblaciones que dependen de esos hábitats y con ello, de la diversidad biológica.

La Teoría de la Biogeografía de Islas (Macarthur y Wilson, 1967) es una primera aproximación a la dinámica en las comunidades fragmentadas, de manera general propone que la tasa de colonización depende del distanciamiento de la isla respecto al continente, mientras la tasa de extinción de especies es mayor cuanto menor es el área de la ínsula. Esta teoría se ha aplicado en hábitats seminaturales (San Vicente, 2007) es decir a los parques y jardines inmersos en las ciudades (Lapaix y Freedman, 2010).

Los efectos de la fragmentación son muy variables para cada especie, se puede destacar que las especies de gran tamaño corporal, escasa movilidad, alto grado de especialización, serían las más susceptibles a sufrir los efectos negativos de la pérdida de hábitat, el aumento de aislamiento y el incremento de la relación perímetro/superficie. Además, la

reducción de los hábitats ya sean naturales o seminaturales, favorece el incremento demográfico de especies generalistas (Gascon *et al.*, 1999).

### ***El efecto de borde***

El efecto de borde es el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes existiendo un cambio en la distribución de una variable dada, que ocurre en la transición entre hábitats. Existen 2 tipos generales de efecto de borde: el de matriz y el de ecotono (borde suave). El efecto de matriz, habla de un cambio abrupto en la distribución de una variable que ocurre en la zona de borde, el efecto de ecotono comprende toda la variedad de respuestas que potencialmente el borde puede presentar: positivas, negativas o mutuas (López-Barrera, 2004).

El efecto de borde que se da al modificar el ambiente, provoca que la radiación sea directa sobre el dosel, así como un aumento en el índice de transmisión de luz, exposición al viento (Saunders *et al.*, 1991) y temperatura, (Nava-Cruz *et al.*, 2007) esto puede beneficiar a las plántulas, posiblemente porque se crean las condiciones para recibir más fácilmente la luz, pero al mismo tiempo ser perjudiciales para individuos juveniles, siendo el efecto de borde, un factor que determina la estructura de categorías de tamaños (Vargas-Vázquez *et al.*, 2018).

Al mismo tiempo que altera la composición de la vegetación al propiciar que las especies que crezcan cerca de los bordes sean demandantes de luz (Oosterhoorn y Kappelle, 2000), pioneras (Stevenson y Rodríguez, 2008) o generalistas (Gascon *et al.*, 1999) afectando el crecimiento de individuos juveniles de otras especies (Vargas-Vázquez *et al.*, 2018) y propiciando la mortandad de especies que no se adapten (Sammaya *et al.*, 2004). Se ha encontrado que las poblaciones de especies pertenecientes a los bosques son más abundantemente dentro del fragmento y menos en la zona de influencia del efecto de borde (Fox *et al.*, 1997).

De igual manera, el efecto de borde crea un gradiente de perturbación (Kupfer *et al.*, 2006), generando un ciclo, pues la perturbación incrementa la anchura del borde, así mismo contribuye en la disminución de los fragmentos (Fox *et al.*, 1997) y del tamaño de las poblaciones y por consiguiente su densidad (Santos y Telleria, 2006), provocando una

reducción de la variabilidad genética (García, 2011) y la abundancia de los árboles por un incremento de la depredación de semillas (Kollman y Buschor, 2002).

## **Fragmentación territorial en México y proceso de urbanización**

### ***Algunas causas de la fragmentación territorial en México***

En México la fragmentación es provocada por los sectores de actividad secundario y terciario, de manera general la respuesta física de la fragmentación se identifica en la sustitución de suelos, siendo de las causas más relevantes: la intensidad de crecimiento urbano, dando un desequilibrio natural, expresado en la pérdida de biodiversidad (Left, 2004). En nuestro país la pérdida de hábitats y especies está relacionada con el cambio de uso de suelo, la sobre explotación de organismos, la fragmentación, la urbanización y la introducción de especies invasoras exóticas (Challenger y Dirzo, 2009). Específicamente el 54 % de los bosques tropicales en México son secundarios y en el estado de Morelos el 60 % de la vegetación original ha sido removida (CONAFOR, 2012).

La capacidad del hábitat para mantener disponibles los servicios ambientales está condicionada por la preservación de la biodiversidad, en Morelos son tres los principales factores que llevan a su deterioro: la fragmentación territorial directa, ocasionada por el crecimiento urbano, el aprovechamiento de los recursos naturales por arriba de su capacidad natural de recuperación y los efectos de la actividad económica derivados de la extracción y contaminación (Noss, 1994; Monroy-Ortiz y Monroy, 2012).

### ***El proceso de urbanización y la fragmentación territorial en México y Cuernavaca***

El crecimiento urbano en México ha aumentado en los últimos años, por ejemplo de 1995 a 2000 fue de 4909.8 km<sup>2</sup> y de 10 941.7 km<sup>2</sup> de 2000 a 2005, es decir se cuadruplico (Rivera, 2009). La urbanización en México se manifiesta a través de la creciente concentración de la población urbana (CONAPO, 2018) siendo notoria en la parte central del país y algunas otras del norte (Galindo *et al.*, 2004) intensificándose a partir de finales de la segunda guerra mundial cuando la Ciudad de México contaba con población de 1.5 millones en 1940 y pasó a 8.5 millones en 1970, y alrededor de 18 millones en el año 2000 (Galindo *et al.*, 2004), en ese mismo año en todo el país el 65.7 % de los

habitantes se encontraba en una ciudad (Garza, 2002). Esta urbanización tiene un nivel elevado que se relaciona con sector económico (Galindo *et al.*, 2004).

En las inmediaciones del COBIO se encuentra la Zona Metropolitana de Cuernavaca. Específicamente Cuernavaca tiene una superficie total de 19 876.78 hectáreas, de las cuales la superficie forestal primaria corresponde a 1198.21 (6.028%) y secundaria 5611.98 (28.233%) (SEMARNAT, 2014). Estos porcentajes señalan lo importante que es mantener el poco espacio de vegetación con el que se cuenta en Cuernavaca. En general este municipio se ve afectado por forma de desarrollo económico, implementado a través de la instalación del capital inmobiliario en el Valle de Cuernavaca, la instalación o proyección de carreteras federales, así como políticas de urbanización desmedida en espacios naturales (Monroy-Ortiz y Monroy, 2012).

### **Importancia de los fragmentos forestales en las zonas urbanas**

Las aglomeraciones urbanas contribuyen a la fragmentación territorial dando lugar a efectos multiplicadores, entre otros, la modificación del equilibrio del sistema natural, reducción progresiva de las regiones naturales de bosque y selva, así como sus procesos internos de mantenimiento y recuperación (Monroy-Ortiz y Monroy, 2012).

En las ciudades son los fragmentos forestales quienes mantienen el vínculo de la sociedad con la naturaleza, así como los servicios ambientales (Borelli *et al.*, 2018).

Muchos países del mundo se han dado cuenta de lo importantes que son los fragmentos forestales: en Australia se han gestionado procesos participativos para que los fragmentos forestales sean componentes esenciales de las ciudades, China a través de políticas nacionales ha promovido la reforestación urbana como una forma de mitigar la contaminación del aire, en Japón se utilizan fragmentos forestales como una forma de reducir el estrés (Calaza *et al.*, 2018). En Chile se ha registrado que brindan generación de aire limpio y reciclaje de aire contaminado, sostenimiento de poblaciones vegetales, hábitats y zonas de escape para las especies. Además, la calidad ambiental de una ciudad es proporcional al número y tamaño de sus fragmentos forestales (Romero *et al.*, 2001).

En México ayudan a que transiten diferentes organismos, sobre todo las especies voladoras, como murciélagos que mientras mayor sea la altura y el área de copa de un

árbol, mayor será la riqueza de especies de estos mamíferos voladores que transitan por ahí para moverse entre diferentes áreas arboladas facilitando la conexión (Soto, 2007).

En estudios de zonas urbanas de las CDMX se tienen los siguientes ejemplos. En el bosque de Chapultepec, por ser el área verde urbana, de mayor extensión y con más visitantes de la Ciudad de México, denotando la importancia de su protección y conservación. En 5.55 ha, se registraron 1843 árboles pertenecientes a 41 especies, el área basal promedio fue de 30.33 m<sup>2</sup>/ha, donde las principales especies por frecuencia son *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. y *Ligustrum lucidum* W.T. (Benavides *et al.*, 2012).

En el bosque de San Juan de Aragon un elemento esencial en la infraestructura de la ciudad, en 2.8 ha se encontraron 760 individuos repartidos en 12 especies, las familias Casuarinaceae, Proteaceae y Cupressaceae fueron las más frecuentes, el área basal promedio fue de 0.40 m<sup>2</sup>/ha, el área basal promedio de *Fraxinus uhdei* fue de 8.15 cm<sup>2</sup> y de la especie *Casuarina equisetifolia* 20.51/cm<sup>2</sup> esta última también presentó el mayor IVI 31.98% (Saavedra-Romero *et al.*, 2019).

El paisaje urbano de la ciudad de Xalapa, Veracruz, tiene una transformación de especies nativas por exóticas por lo que se estudió, registrando un total de 140 árboles, las familias mejor representadas fueron: Arecaceae (12 especies), seguido de Leguminosae (10 especies), Fagaceae (9 especies) y Malvaceae (8 especies). Las especies más frecuentes fueron: *Ficus benjamina*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Bougainvillea glabra*, *Rhododendron* sp., *Cupressus lusitánica*. Un 55.7% de las especies son exóticas y un 44.3% son nativas (Falfán y Fors, 2016).

### **Características e importancia de los Jardines Botánicos**

Los jardines botánicos son áreas naturales en las que, entre otras cosas, se difunde, investiga y promueve la preservación de recursos vegetales. Por lo tanto, en estos fragmentos de vegetación resulta prioritario mantener actualizado el conocimiento sobre su composición e índice de valor de importancia. De esta manera se pueden mejorar las prácticas de manejo de las plantas y preservar la disponibilidad de los servicios ambientales que proveen (culturales, regulación, provisión y sustento).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), señalan que una forma de preservar la biodiversidad es aumentar el número de jardines botánicos en todo el mundo (Caballero, 2012). Para muchas plantas la preservación en un jardín botánico puede ser su única opción de supervivencia. Los jardines botánicos deben ser las instituciones que lleven la dirección en la preservación vegetal porque son los más relacionados con mantener colecciones documentadas de las plantas vivas (Forero, 1989).

A nivel mundial, el Botanic Gardens Conservation International (BGCI) reconoce como los jardines botánicos han jugado un papel muy importante en la protección de la diversidad vegetal mundial durante las últimas dos décadas, además de que cuentan con gran potencial para generar e incidir en el desarrollo de las políticas y las acciones encaminadas a la preservación de la diversidad vegetal (CONABIO, 2012a). Actualmente existen más de 2500 jardines botánicos en 165 países. En sus colecciones se mantienen representadas más de 80 000 especies, casi un tercio de las especies de plantas vasculares del mundo (Caballero, 2012)

La preservación en México debe asegurar la sobrevivencia de las poblaciones en su hábitat natural y aprovechando los distintos medios de preservación fuera del hábitat como en los Jardines Botánicos (Rodríguez-Acosta, 2000).

### ***Historia de los Jardines Botánicos en México***

En México, la historia de los Jardines Botánicos viene desde el siglo XV, ejemplos son, el Jardín Botánico de Texcoco construido por Nezahualcóyotl y el de Oaxtepec por Moctezuma, siendo los dos primeros jardines botánicos de América. Históricamente los Jardines Botánicos han tenido una labor muy valiosa, como espacios para la protección de especies y su reproducción (Caballero, 2012).

### ***La Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB)***

Fundada en 1980 y constituida legalmente en 1985 (Caballero, 2012). En México algunas de las estrategias generales para los jardines botánicos por parte de la AMJB son: desarrollo de una colección de plantas amenazadas, bancos de información, relaciones interinstitucionales. Todas estas actividades constituyen una pieza fundamental para la



implementación de la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (EMCV) (Rodríguez-Acosta, 2000).

### ***Dos importantes Jardines Botánicos en México***

El Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM se fundó en el año 1959 por los doctores Faustino Miranda, Manuel Ruíz Oronóz y Efrén del Pozo. Desde que se fundó ha mantenido una colección de plantas vivas representando gran parte de la diversidad vegetal de México (Caballero y Balcázar, 2010).

El Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero se encuentra en Veracruz, se fundó el 17 de febrero de 1977. Entre sus objetivos de estudio han sido la protección y difusión de la biodiversidad vegetal. Fue creado por el Dr. Arturo Gómez-Pompa, con el apoyo del entonces gobernador de Veracruz, Rafael Hernández Ochoa. Su nombre es en honor al sacerdote jesuita, Francisco Javier Clavijero (Lira *et al.*, 2011).

### **Características del Jardín Botánico Estatal**

El JBE, es un fragmento forestal fundado en 1979 por el Profesor Rafael Monroy Martínez con el apoyo de estudiantes, investigadores y académicos de la época (Monroy *et al.*, 1986). Su vegetación original incluía especies como *Pinus montezumae*, entre otras (Monroy *et al.*, 1985). Se encuentra en la zona metropolitana de Cuernavaca, en una zona de ecotono entre bosque tropical caducifolio y bosque de coníferas. En México el bosque tropical caducifolio se encuentra entre los 0 y 1900 m snm, su característica más sobresaliente es la pérdida de sus hojas durante un periodo de 5 a 8 meses (Rzedowski, 2006). En Morelos se localiza en regiones con climas Aw, BS y Cw. La temperatura media anual es mayor a 20 °C, el régimen de precipitación es de verano, por lo que se diferencian claramente dos estaciones, una seca y otra lluviosa con precipitación alrededor de 300 a 1,800 milímetros (SEMARNAT, 2014).

En México el bosque de coníferas se distribuye desde el nivel del mar hasta el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Dominan el género *Pinus*, el grosor de los troncos puede ser de 20 a más de 100 cm, su densidad puede formar espesuras cerradas o abiertas (Rzedowski, 2006). En Morelos se distribuyen en regiones templadas húmedas, con climas Cw, donde la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C o en subtipos semifríos la temperatura promedio se encuentra entre 5 y 12 °C (SEMARNAT, 2014).

La importancia del JBE es que: provee servicios ambientales al centro y sur de Morelos, tiene escenarios con enfoque pedagógico que facilitan la preservación de colecciones de plantas vivas representativas del Corredor Biológico Chichinautzin, desde el 2002 el Laboratorio de Ecología, del Centro de Investigaciones Biológicas y la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, participan fomentando la docencia e investigación en este Jardín (Monroy, 2017).

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Área de estudio**

El Jardín Botánico Estatal está ubicado en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, en el extremo Noroeste del *campus* Chamilpa de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, con una altitud de 1890 a 1920 m snm entre las coordenadas 18° 58' 978'' y 18° 59'04'' de latitud N y 99° 14' 54" y 99° 14'35'' de longitud O.

### **Clima**

El clima es (A) Cb (w<sub>2</sub>)(w)ig Semicálido, el más cálido de los templados, con lluvias en verano, el más húmedo de los sub húmedos, verano fresco y largo con presencia de canícula, porcentaje de lluvia invernal menor de 5%, isotermal y marcha de temperatura tipo Ganges (Granjeno *et al.*, 2019).

### **Composición florística**

La composición florística del JBE se caracteriza por tener algunos elementos del bosque tropical caducifolio y bosques distribuidos en zonas de clima templado debido a que se encuentra en una zona de ecotono.

### **Determinación de la superficie del JBE**

Para determinar la superficie en el año de 1995 se utilizó una ortofoto obtenida en INEGI de Cuernavaca. En la cual se especifica lo siguiente: “Fuente: fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1995 con un procesamiento de rectificación de fotografías aéreas, con auxilio de puntos de control geodésico y Modelo Digital de Elevación, con una proyección de Universal Transversa de Mercator (UTM)” (INEGI, 1995).

Se marco el polígono de la ortofoto utilizando el programa Arc Gis versión 10.2.1 con la herramienta Arc catalog, indicando el sistema de referencia de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 14N y el botón “Start Editing” posteriormente para obtener el área de dicho polígono se utilizó la herramienta “Calculate Geometry” seleccionando calcular área, eligiendo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 14N y la unidad en la que fue medida el área en ha.

Para determinar la superficie en los años 2004, 2011 y 2017, se utilizó el programa Google Earth Pro versión 7.3.2 utilizando la herramienta “Marcar polígono”, para posteriormente utilizar los polígonos obtenidos en el programa Arc Gis versión 10.2.1 y

obtener el área de dichos polígonos al utilizar la herramienta “Calculate Geometry” seleccionando calcular área, eligiendo el sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 14N y las unidades en las que fue medida el área, en ha.

## **Trabajo de campo y análisis de la información**

### ***Diseño de muestreo***

La superficie arbolada del Jardín Botánico Estatal se constituye en una isla de vegetación inmersa en el área urbana del norte de Cuernavaca. Sin embargo, debido al manejo que ha recibido no forma una isla continua, sino que en su interior tiene un amplio claro forestal originando que el área con cobertura tenga una apariencia de aro con un centro despoblado y la periferia arbolada. En este sentido, se consideró como un factor de influencia relevante en la composición y el índice de valor de importancia la distancia desde el centro despoblado hacia el límite exterior de la periferia forestal. Lo anterior debido a la importancia que tiene el efecto de borde en el Jardín.

De modo que se estableció un rango de distancias desde el límite interno hacia el límite externo del área con cubierta forestal, de manera que se pudieron delimitar 3 zonas. La zona A de 51 a 70 metros, la zona B de 71 a 90 metros y la zona C de 91 m o más, que alcanzó distancias de 121 a 149 m. Cabe señalar que las zonas no forman bloques homogéneos sino que se encuentran mezcladas en torno al centro despoblado del Jardín.

Considerando el dinero, el tiempo y los recursos humanos disponibles se decidió muestrear solamente el norte del JBE. Una vez delimitada esta área, se usó Arc Gis versión 10.2.1 para sobreponer una malla de 20 por 10 metros, que corresponde con las dimensiones de la unidad de muestreo que se utilizó. Se procedió entonces a contar las unidades de muestro resultando lo siguiente: Zona A con 6 unidades, Zona B con 66 y Zona C con 26, sumando un total de 98 unidades.

Se trabajó en 28 cuadrantes, correspondiendo a una muestra del 28.57% de las unidades de muestro de la parte norte del Jardín. Las unidades de muestreo se distribuyeron de manera proporcional dependiendo del número de unidades registradas por Zona. De esta manera se seleccionaron para muestrear en la Zona A 1 unidades, en la Zona B 19 y en la Zona C 8, sumando 28 unidades. La ubicación de las unidades de muestreo se hizo buscando representar la heterogeneidad en cada bloque, por eso en los

bloques más grandes se siguió una distribución en zigzag; mientras que, en el resto de los bloques la distribución se hizo considerando la localización de las unidades en los bloques vecinos (Figura 1).

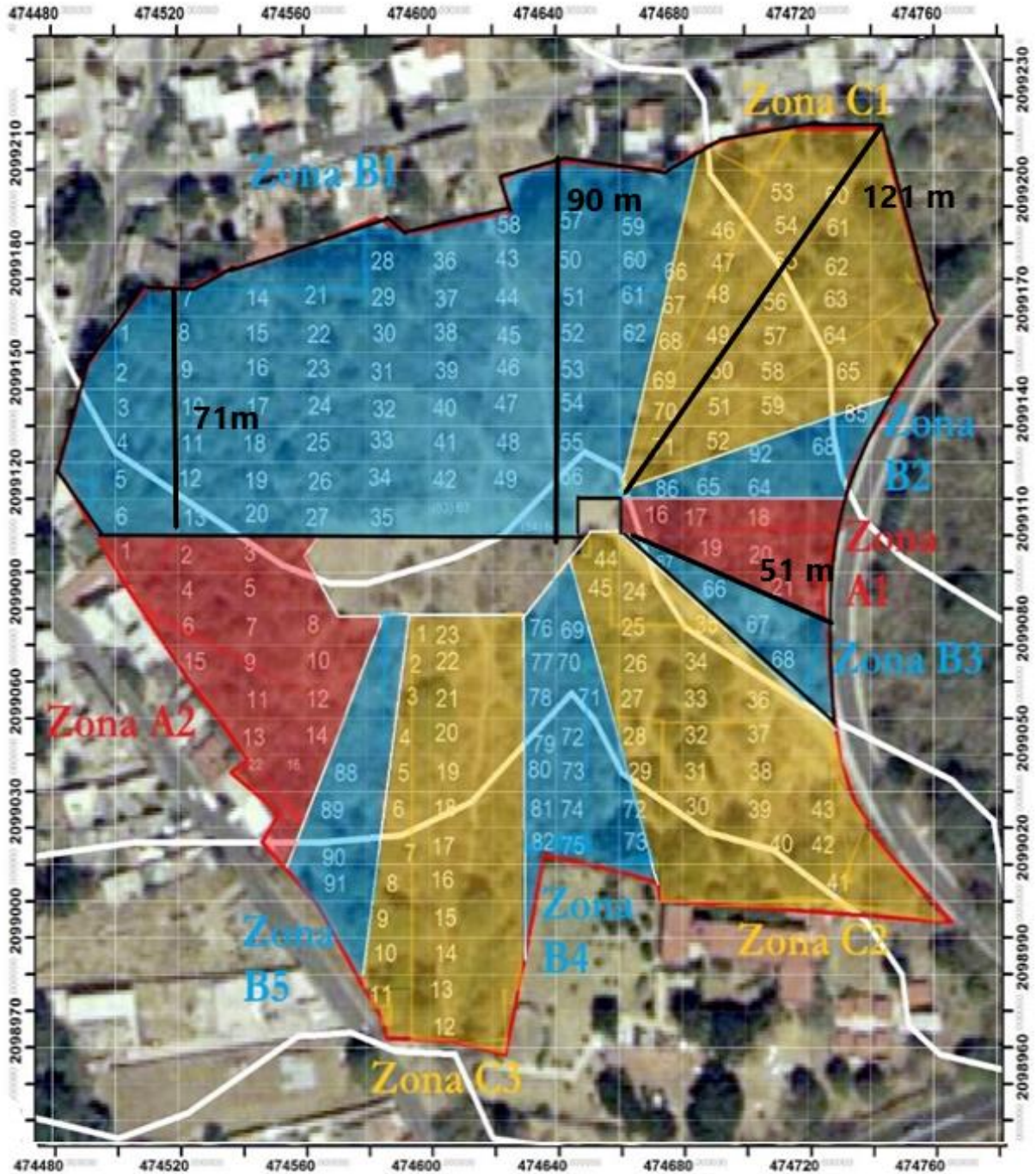


Figura 1. Diseño de muestreo donde se marca la parte norte considerada en este trabajo encerrada en color negro.

En cada una de las unidades de muestreo se determinó la composición y el índice de valor de importancia de los árboles con mínimo 1.5 m de altura. Esto con el apoyo de compañeros tesistas de licenciatura: Andrés Alejandro Ramírez Rocha, Brandon Sosa Andrés, Jovana Jazmín Valdepeña Cabrera, Moisés Antúnez Maya, Patricia Daniela Vera Osorio y Xiomara Rodríguez, estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas, los Biólogos Lizbeth Lucero Ortega Cala y Raúl Valle Marquina, estudiantes de la Maestría en Manejo de Recursos Naturales; así como, la Dra. Columba Monroy Ortiz, todos miembros del laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas, de la UAEM.

### ***Determinación de la composición y sus características***

Se colectaron las especies arbóreas dentro de las unidades de muestreo, la identificación la realizó el M. en C. Gabriel Flores Franco, curador del herbario HUMO del Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, ubicado en la UAEM. Los nombres científicos y las familias fueron revisados en The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org>.

Para determinar si una especie es nativa, endémica o no, se consultó: “Checklist of the native vascular plants of México” (Villaseñor, 2016). Para saber si una especie es humanizada o no, se consultó: “Biodiversidad humanizada” (Perales y Aguirre, 2008).

Para saber el hábitat, la distribución natural de las especies en México, así como el manejo y el nombre común de cada especie se consultó a los siguientes trabajos: “Flora del Bajío y regiones Adyacentes” (Rzendowski y Calderon de Rzendowski 1999). “Las plantas compañeras de siempre ...La experiencia en Morelos” (Monroy-Ortiz, Monroy, 2006), “Flora of China” (Cheng, 2007), “Flora mesoamericana” (Barrie, 2015), “EncicloVida” (CONABIO, 2016).

### ***Determinación de la similitud entre listas de especies***

Para determinar la similitud de la composición entre los años 1985 - 2010, 2010 - 2018 y 1985 - 2018 se utilizó el índice de Sorensen, comparando las listas de especies de dichos años, este índice va de 0 a 1. En los casos donde se da el 1, la similitud es completa, y donde se encuentra 0 hay disimilaridad (Magurran, 1989).

$$IS = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

IS=Índice de Sorensen

a= Especies encontradas en la comunidad a.

b=Especies encontradas en la comunidad b.

c=Especies compartidas por la comunidad a y la comunidad b.

### **Abundancia de las especies**

La abundancia absoluta de las especies se determinó contando el número de individuos registrados para de cada una de las especies. La abundancia relativa de las especies se obtuvo al obtener el porcentaje de abundancia de cada una de las especies (Lincoln *et al.*, 2009).

### **Densidad de las especies**

La densidad de las especies se obtuvo al tomar el número de individuos por especie, dividió entre 5600 que corresponde a la cantidad de metros muestreados, este resultado se multiplico por 10 000 para obtener la densidad en ha. La densidad relativa de las especies se obtuvo al obtener el porcentaje de densidad de cada una de las especies (Cox, 2002).

### ***Similitud de especies considerando su densidad relativa***

La similitud en la densidad de las especies registrada en las diferentes unidades de muestreo se determinó utilizando técnicas de clasificación y ordenación. La clasificación de las especies se realizó mediante un análisis de conglomerados. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de densidad relativa de cada especie. Dicha matriz se procesó en el programa PC-Ord versión 6.0, utilizando el índice de Sorensen y flexible de beta como método de agrupamiento.

La ordenación de la información se realizó a través de un Análisis de Correspondencia. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de densidad relativa de cada especie.

### **Dominancia de las especies**

Para obtener la dominancia por área basal, se midió el perímetro de los árboles a la altura del pecho (1.3 m). Con este valor se calculó el área (dominancia) utilizando las siguientes formulas:

$$D = \frac{p}{\pi} \quad r = \frac{D}{2} \quad A = \pi r^2$$

Donde:

D= Diámetro

p= Perímetro

$\pi=3.1416$

r= radio

A= Área

$$Do = \frac{\sum A spi}{\sum A spp} * (100)$$

Do= Dominancia

spi= una especie

spp= todas las especies

Una vez que se calculó el área de cada especie, se dividió entre 5600 que corresponde a la cantidad de metros muestreados, después este resultado se multiplico por 10 000 para obtener la densidad en ha. La dominancia relativa se obtuvo al obtener el porcentaje de dominancia de cada una de las especies.

### ***Similitud de las especies considerando su dominancia***

La similitud en la dominancia de las especies registrada en las diferentes unidades de muestreo se determinó utilizando técnicas de clasificación y ordenación. La clasificación de las especies de acuerdo a su similitud en dominancia, se realizó mediante un análisis de conglomerados. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de dominancia relativa para



cada unidad de muestreo. Dicha matriz se procesó en el programa PC-Ord versión 6.0, utilizando el índice de Sorensen y flexible de beta como método de agrupamiento.

La ordenación de la información se realizó a través de un Análisis de Correspondencia. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de dominancia relativa para cada unidad de muestreo.

### **Frecuencia**

La frecuencia de cada especie se obtuvo al verificar que la especie apareciera en cada unidad de muestreo. La frecuencia relativa se obtuvo por el porcentaje de aparición de cada especie con respecto al total de unidades de muestreo.

### **Índice de Valor de Importancia**

El Índice de Valor de Importancia de las especies (IVI) define cuáles de las especies presentes contribuyen más en la estructura de un ecosistema. Es igual a:

Densidad Relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa = IVI (Cox, 2002).

Se obtuvo el porcentaje individual de IVI por especie al obtener la proporción porcentual de cada una. En este sentido, también se obtuvo la proporción porcentual de IVI con respecto a todas las especies al sumar el valor individual de cada una (obteniendo un 100%) y utilizar regla de 3 simple para cada una de sus sumandos.

### **Similitud de la composición entre unidades de muestreo**

La clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a su similitud por composición se realizó mediante un análisis de conglomerados. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas 1 o 0 dependiendo si la especie estaba presente o no para cada unidad de muestreo. Dicha matriz se procesó en el programa PC-Ord versión 6.0, usando el coeficiente de Jacard y flexible de beta como método de agrupamiento. La ordenación de la información se realizó a través de un Análisis de Correspondencia, con la matriz antes mencionada y el mismo programa.

### **Densidad en las unidades de muestreo**

Para obtener la densidad por unidad de muestro se tomó la abundancia total de individuos por cada unidad, se dividió entre 200, que corresponde a los m<sup>2</sup> de cada sitio

de muestreo y este último valor se multiplica por 10 000 para obtener una densidad en ha.

### ***Similitud de las unidades de muestreo con base a su densidad***

La clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a su similitud por densidad absoluta se realizó mediante un análisis de conglomerados. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de densidad absoluta para cada unidad de muestreo. Dicha matriz se procesó en el programa PC-Ord versión 6.0, utilizando el índice de Sorensen y flexible de beta como método de agrupamiento.

La ordenación de la información se realizó a través de un Análisis de Correspondencia. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de densidad absoluta para cada unidad de muestreo.

### ***Análisis de varianza de la densidad por zonas de muestreo***

Para saber si existen diferencias significativas por densidad entre las medias de las zonas de muestreo con más de una unidad (B1 y C1), se utilizó una matriz con datos en Excel, la primera columna del lado izquierdo se encontraban el número de cuadrantes de acuerdo a cada zona de muestreo y en la segunda columna los valores de densidad en ind/ha dicha matriz se procesó en el programa Info stat versión 2017.1.2 tomando como variable de clasificación a las zonas y la variable clasificatoria a la densidad.

### **Dominancia en las unidades de muestreo**

Para obtener la dominancia en cada sitio de muestreo se tomó el área basal en m<sup>2</sup> de cada unidad de 200 m<sup>2</sup> y a este valor se extrapola a 10 000 m<sup>2</sup> con regla de 3, para obtener la dominancia en m<sup>2</sup>/ha.

### ***Similitud de las unidades de muestreo en base a su dominancia***

La clasificación de las unidades de muestreo de acuerdo a su similitud por dominancia absoluta se realizó mediante un análisis de conglomerados. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de dominancia absoluta para cada unidad de muestreo. Dicha matriz se procesó en el programa PC-Ord versión 6.0, utilizando el índice de Sorensen y flexible de beta como método de agrupamiento.

La ordenación de la información se realizó a través de un Análisis de Correspondencia. Para la cual se elaboró una matriz en Excel, colocando en las columnas las unidades de muestreo y en las filas los valores de dominancia absoluta para cada unidad de muestreo.

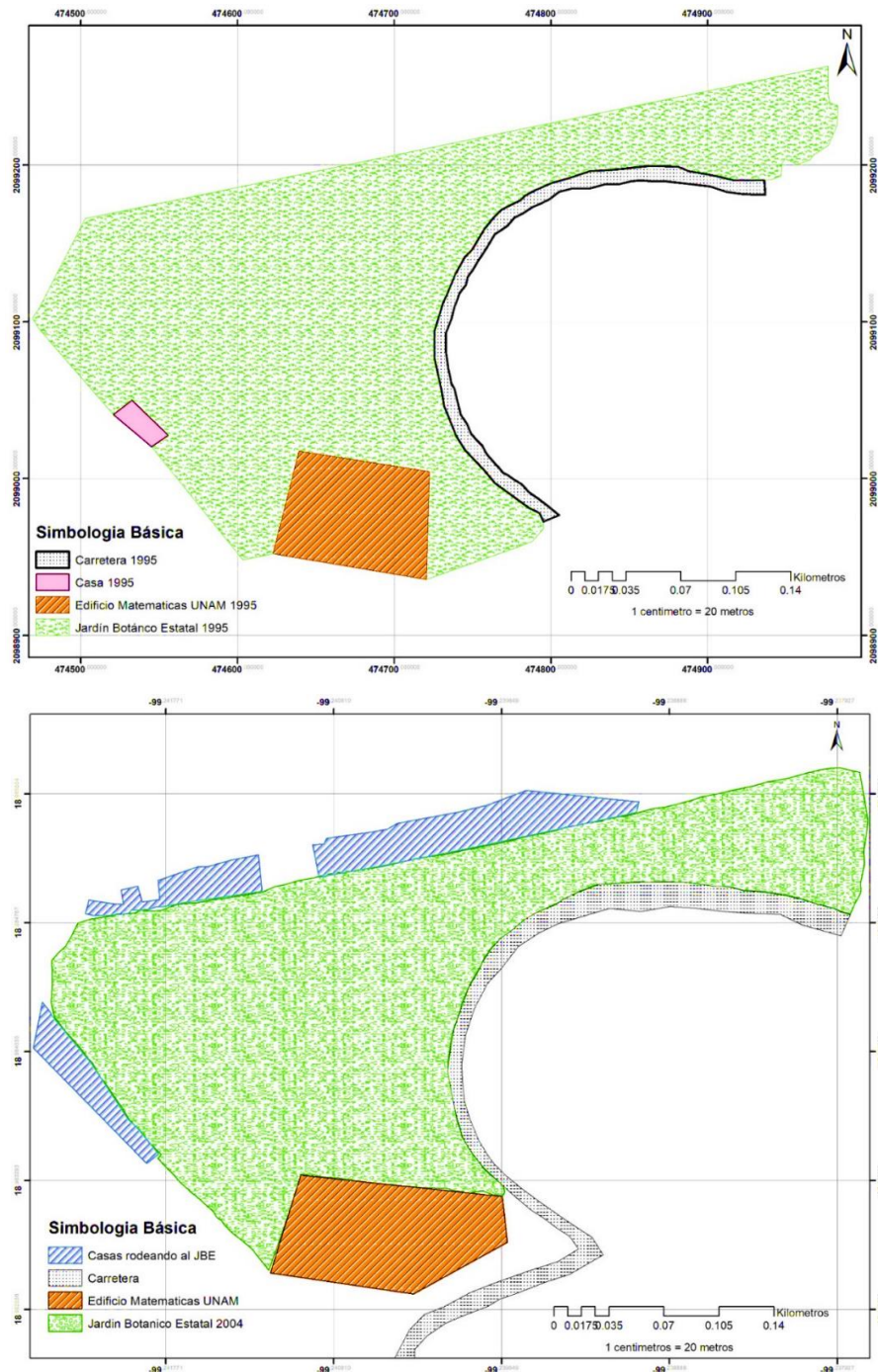
***Análisis de varianza de la dominancia por zonas de muestreo***

Para saber si existen diferencias significativas por dominancia entre las medias de las zonas de muestreo con más de una unidad (B1 y C1), se utilizó una matriz con datos en Excel, en la primer columna del lado izquierdo se encontraban el número de cuadrantes de acuerdo a cada zona de muestreo y en la segunda columna los valores de dominancia en m<sup>2</sup>/ha dicha matriz se procesó en el programa Info stat versión 2017.1.2 tomando como variable de clasificación a las zonas y a la variable clasificatoria a los m<sup>2</sup>.

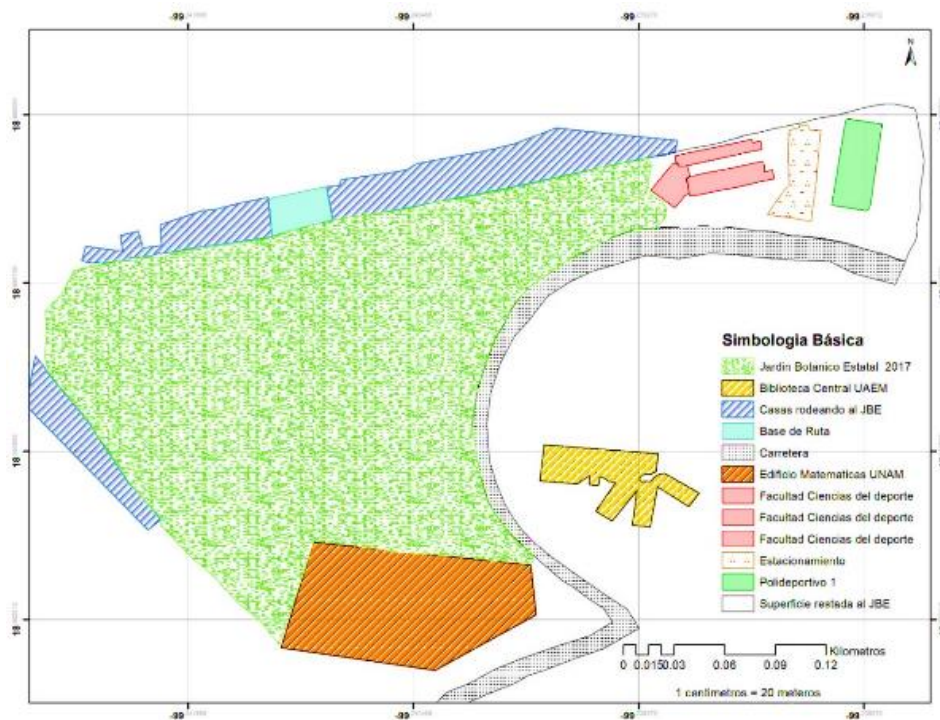
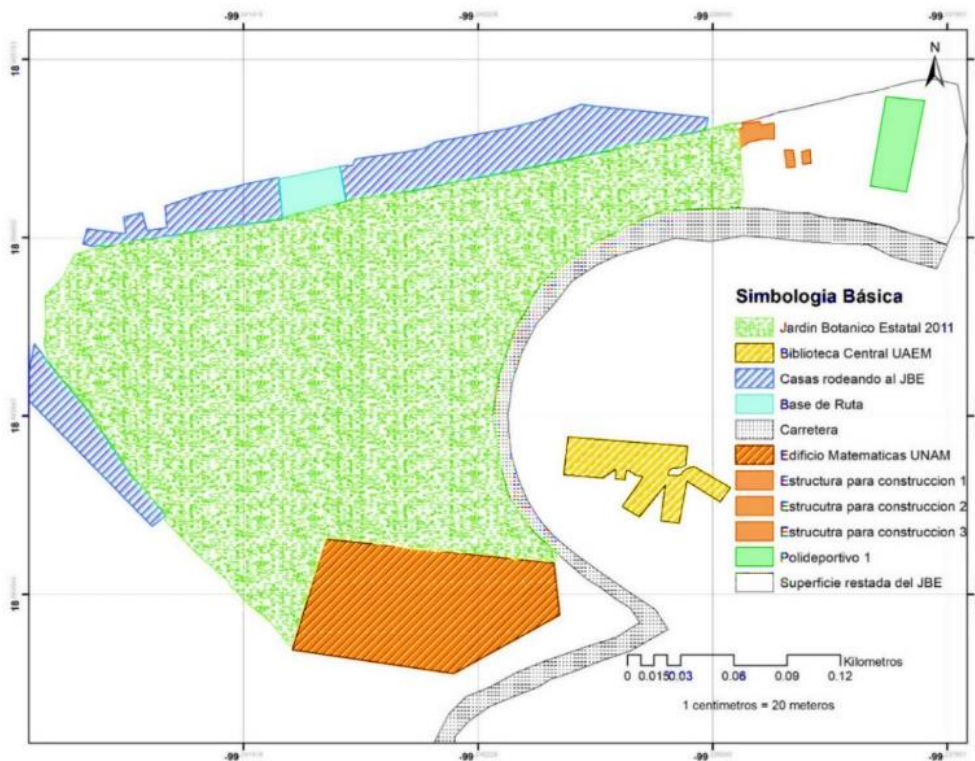
## RESULTADOS

### Superficie del JBE

La superficie del JBE en 1995 fue de 6.04 ha, en el 2004 de 5.73 ha, en el 2011 de 4.8 ha y en el 2017 de 4.6 ha (Figuras 2-5). La mayor reducción fue de 2004 a 2011, donde disminuyó 0.93 ha, por la construcción de nuevos edificios.



Figuras 2 y 3. Superficie del JBE en 1995 y 2004



Figuras 4 y 5. Superficie del JBE en el año 2011 y 2017

## Especies registradas en el JBE, su origen, distribución y manejo

### *Similitud de la composición arbórea en diferentes periodos de tiempo*

La mayor similitud de acuerdo con el índice de Sorensen se registró al comparar las especies presentes en los años 2010 y 2018 (0.37) seguida de los años 1985 y 2010 (0.19) y la menor similitud con los años 1985 y 2010 (0.09).

### *Familias y géneros registrados en el 2018*

Se encontró un total de 28 especies pertenecientes a 19 familias y 26 géneros (Cuadro 1). Siendo 18 nuevos registros para el JBE, de las restantes 10 especies ya se tenía registro. La familia más numerosa fue Leguminosae con 6 especies, seguida de Rosaceae con 4 y Rutaceae con 2, las 16 familias restantes incluyen el 84.21% de especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Numero de géneros por familia de las especies registradas

Familias	Genero	
	Número	%
Leguminosae	6	21.43
Rosaceae	4	14.29
Rutaceae	2	7.14
Anacardiaceae, Bignoniaceae, Casuarinaceae, Compositae, Convolvulaceae, Cupressaceae, Fagaceae, Lauraceae, Malvaceae, Myrtaceae, Oleaceae, Papaveraceae, Pinaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Verbenaceae	1	3.57

El género que tuvo el mayor número de especies fue el *Prunus* con 3 especies, los otros 25 reúnen al 96.15 de las especies (Cuadro3).

Cuadro 3. Número de especies por género de los árboles registrados

Genero	Especies	
	Número	%
<i>Prunus</i>	3	10.71
<i>Acacia, Bocconia, Buddleja, Casimiroa, Casuarina, Ceiba, Citrus, Cupressus, Eriobotrya, Erythrina, Eysenhardtia, Fraxinus, Inga, Ipomoea, Jacaranda, Lippia, Montanoa, Persea, Pinus, Pithecellobium, Psidium, Quercus, Senna, Solanum, Spondias</i>	1	3.57

Cuadro1.Especies registradas, nombre común, registro anterior, origen, habitat, si es humanizada, cultivada o donde crece

Familia	Nombre científico	Nombre común	1985	2010	Origen	Hábitat	Hum	Manejo
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L.	Ciruela		*	México	BTC, BC, BQ, BG,BTP	*	CH S2
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	Jacaranda			Argentina			CBJ Nat 2
Casuarinaceae	-- <i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarina			Asia			CBCT Inv 2
Compositae	<i>Montanoa frutescens</i> (Mairet ex DC.) Hemsl.	Cuasosomocle			México Endemico	BMM, BQ, BCQ		S2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	Cazahuate	*	*	México	MX, BTC		CJ S2
Cupressaceae	+ <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cedro		*	México	BMM BC, BQ, BCQ, BTSC		CJ, S
Fagaceae	-- <i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	Encino			México Endemico	BQ, BC		S
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate			México	BMM, BQ	*	C JS2
Leguminosae	<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	Cubata blanca		*	México	PA, BTC,BQ BG, BCQ		S2

Leguminosae	<i>Erythrina americana</i> Mill.	Colorín	*	México Endemico	BTC, MX	*	CJ, S2
Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Palo dulce		México	BTC, BQ, MX, PA		S2
Leguminosae	-- <i>Inga jinicuil</i> Schltdl.	Cajinicuil		Americia		*	CH,S
Leguminosae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamuchil		México	BTC, BTP, BTSC BQ		CH , S2
Leguminosae	<i>Senna septemtrionalis</i> (Viv.) H.S.Irwin & Barneby	Retama del país		México	BTP, BTC		CP2
Malvaceae	-- <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba		México	BC, BQ, BTC		CB2
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba		México	BQ, BC, BTP, BTC	*	CH , S2
Oleaceae	<i>Fraxinus ubdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	*	México	BC,BQ BMM, BG		CCT, S
Papaveraceae	<i>Bocconia arborea</i> S.Watson	Llora sangre	*	México	BTC, BQ		S2
Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb	Ocote	*	México	BC, BCQ		CJB , S
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nispero		China			CHJ Nat



Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav. ex Spreng.) McVaugh	Capulin	*	México	BC, BCQ, BMM, PA	*	CH S2
Rosaceae	<i>Prunus cortapico</i> Kerber ex Koehne	Cortapico		México	BMM		S2
Rosaceae	-- <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno		China			CH Nat
Rutaceae	-- <i>Casimiroa edulis</i> la llave & Lex.	Zapote blanco		México	BCQ, MX, BTC	*	CH, S
Rutaceae	-- <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja		China			CJ
Scrophulariaceae	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	Saulisca	*	México Endemica	BC, MX		S2
Solanaceae	<i>Solanum nigricans</i> M. Martens & Galeotti	Mora		México	BMM		S
Verbenaceae	<i>Lippia myriocephala</i> Schltl. & Cham.	Colpanchi Blanco		México	BMM, BC		S2

La – señala especies que fueron plantadas; La + es por la especie registrada en la NOM 059; El \* señala la presencia de la especie en el año 1985 y 2010; Lugar de origen; BC= bosque de Coníferas, BQ= bosque de *Quercus*, BCQ=bosque de Coníferas-*Quercus*, BTC= bosque Tropical Caducifolio, BTSC=bosque Tropical Sub Caducifolio, MX= Matorral Xerófilo, BMM= bosque Mesófilo de Montaña, BG= bosque de Galería, PA= Pastizal, BTP=bosque Tropical Perennifolio; El \* en la columna Hum. señala las especies humanizadas; C= Cultivada, B=Banqueta, CT=Carretera, H=Huerto, J=Jardín, S=Silvestre, 2=Vegetación secundaria, S2=Silvestre en vegetación secundaria.; Nat=Naturalizada, Nat2= Naturalizada en vegetación secundaria, Inv= Invasora, Inv2= Invasora en vegetación secundaria.

## **Origen**

De las 28 especies, 22 son nativas de México (78.57%), 4 de estas 22 especies nativas son endémicas (18.18%). La especie nativa *Cupressus lusitanica* se encuentra en la NOM 059 en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr). También se registraron 6 especies introducidas, 4 de Asia (66.66%) y 2 de América (33.33%). De las especies introducidas 3 (50%) se encuentran naturalizadas: *Jacaranda mimosifolia*, *Eriobotrya japonica*, *Prunus persica*. Además, *Casuarina equisetifolia* es considerada una especie invasora.

## **Tipo de vegetación donde se distribuyen las especies nativas**

De las 22 especies, 11 (50%) se distribuyen en el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, matorral xerófilo, pastizal, bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque de Coníferas-*Quercus*, bosque tropical perennifolio, bosque de galería, bosque mesófilo de montaña. un 36.36% se distribuye en bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas-*Quercus*, bosque mesófilo de montaña. El restante 13.63% se distribuye en bosque tropical caducifolio, bosque tropical sub caducifolio y matorral xerófilo (Cuadro 4)

Cuadro 4. Distribución de las especies nativas registradas en el JBE.

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
Bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, matorral xerófilo, pastizal, bosque de coníferas, bosque de <i>quercus</i> , bosque de coníferas- <i>quercus</i> , bosque tropical perennifolio, bosque de galería, bosque mesófilo de montaña	11	50
Bosque de coníferas, bosque de <i>quercus</i> , bosque de coníferas- <i>quercus</i> , bosque mesófilo de montaña	8	36.36
Bosque tropical caducifolio, bosque tropical sub caducifolio, matorral xerófilo	3	13.63

## **Manejo de las especies**

De las 22 especies nativas, un 27.27% de las especies (6) han sido humanizadas, por ejemplo *Spondias purpurea*. También se registraron 9 especies (40.90%) silvestres y 13 especies (59.09%) que son tanto cultivadas como silvestres. De las especies cultivadas 5 (38.46 %) se cultivan en Jardines y Banquetas, así mismo otras 5 especies se cultivan en

huertos y 3 especies (23.07%) se cultivan en carreteras y parques. Siendo 16 especies de vegetación secundaria (72.72%) (Cuadro1).

De las 6 especies introducidas, *Inga jinicuil* se encuentra humanizada, es decir en un proceso de selección de características biológicas. El 100% de las especies son cultivadas. De las cuales 4 (66.66 %) de las especies son cultivadas en Jardines, Banquetas y/o carreteras y 2 especies (33.33%) se cultivan en huertos. También se registró que 3 (50%) de las especies son naturalizadas una de ellas en vegetación secundaria (16.66%) y una es invasora (16.66%) (Cuadro1).

### **Abundancia de las especies**

La mayor abundancia fue de *Fraxinus uhdei* con 244 individuos, seguida de *Buddleja parviflora* con 84, estas 2 especies en conjunto tienen el 67.91% de la abundancia. Seguidas de *Eriobotrya japónica* con 27 individuos, *Psidium guajava* con 21, *Ipomoea murucoides* con 20, *Cupressus lusitanica* con 16, *Lippia myriocephala* con 12, *Quercus crassipes* con 12, *Ceiba pentandra* con 7, *Montanoa frutescens* con 5 y *Senna septemtrionalis* con 5 en conjunto representan el 25.88 % de la abundancia (Cuadro 5). La menor abundancia fue de las restantes 17 especies que en conjunto aportan el 6.21% de la abundancia, por ejemplo *Casimiroa edulis* (Cuadro 5).

### **Densidad de las especies**

En el JBE la densidad es mayor para las especies *Fraxinus uhdei*, *Buddleja parviflora*, *Ipomoea murucoides*, *Psidium guajava*, *Ceiba pentandra*, *Quercus crassipes*, *Cupressus lusitanica*, *Eriobotrya japónica*. Las cuales en conjunto aportan un 89.23%. El restante 10.77% está dado por 20 especies que tienen una densidad igual o menor a 2.48% entre las cuales esta *Montanoa frutescens*. La mayor densidad fue de las especies *Fraxinus uhdei* con 435.7 ind/ha, *Buddleja parviflora* con 150 ind/ha las cuales aportan un 67.91% de la densidad. Seguidas de *Eriobotrya japónica* con 48.21 ind/ha, *Psidium guajava* con 37.50 ind/ha, *Ipomoea murucoides* con 37.71 ind/ha, *Cupressus lusitanica* con 28.57 ind/ha, *Lippia myriocephala* con 21.43 ind/ha, *Quercus crassipes* con 21.43 ind/ha, *Ceiba pentandra* con 12.50 ind/ha, *Montanoa frutescens* con 8.93 ind/ha y *Senna septemtrionalis* con 8.93 ind/ha en conjunto representan el 25.88 % de la abundancia (Cuadro 5).

Cuadro 5. Densidades, abundancias, dominancias, frecuencias e IVI absolutos y relativos de cada especie

Nombre científico	Densidad		Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI	Indivi dual de IVI %	Del total de I.V.I. %
	Ind/ha	Rel	Ab	Rel	Ab m <sup>2</sup> /ha	Rel	Ab	Rel			
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	435.71	50.52	244	50.52	2.48	13.57	20	71.43	135.52	45.17	21.93
<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	150	17.39	84	17.39	5.77	31.59	24	85.71	134.69	44.90	21.80
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	35.71	4.14	20	4.14	3.66	20.02	14	50.00	74.16	24.72	12.00
<i>Psidium guajava</i> L.	37.50	4.35	21	4.35	0.44	2.38	11	39.29	46.02	15.34	7.45
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	48.21	5.59	27	5.59	0.11	0.60	10	35.71	41.9	13.97	6.78
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	28.57	3.31	16	3.31	1.42	7.79	4	14.29	25.39	8.46	4.11
<i>Lippia myriocephala</i> Schlttdl. & Cham.	21.43	2.48	12	2.48	0.52	2.87	5	17.86	23.21	7.74	3.76
<i>Montanoa frutescens</i> (Mairet ex DC.) Hemsl.	8.93	1.04	5	1.04	0.08	0.41	4	14.29	15.74	5.25	2.55
<i>Bocconia arborea</i> S.Watson	5.36	0.62	3	0.62	0.63	3.44	2	7.14	11.2	3.73	1.81
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	1.79	0.21	1	0.21	1.19	6.50	1	3.57	10.28	3.43	1.66
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	12.50	1.45	7	1.45	0.58	3.16	1	3.57	8.18	2.73	1.32
<i>Persea americana</i> Mill.	5.36	0.62	3	0.62	0.04	0.23	2	7.14	7.99	2.66	1.29
<i>Acacia pennatula</i> (Schlttdl. & Cham.) Benth.	3.57	0.41	2	0.41	0.07	0.36	2	7.14	7.91	2.64	1.28
<i>Pinus montezumae</i> Lamb	1.79	0.21	1	0.21	0.75	4.12	1	3.57	7.9	2.63	1.28

<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	3.57	0.41	2	0.41	0.02	0.14	2	7.14	7.69	2.56	1.24
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav. ex Spreng.) McVaugh	3.57	0.41	2	0.41	0.02	0.10	2	7.14	7.65	2.55	1.24
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	21.43	2.48	12	2.48	0.20	1.10	1	3.57	7.15	2.38	1.16
<i>Inga jinicuil</i> Schltdl.	7.14	0.83	4	0.83	0.05	0.29	1	3.57	4.69	1.56	0.76
<i>Senna septemtrionalis</i> (Viv.) H.S.Irwin & Barneby	8.93	1.04	5	1.04	0.003	0.01	1	3.57	4.62	1.54	0.75
<i>Solanum nigricans</i> M. Martens & Galeotti	7.14	0.83	4	0.83	0.004	0.02	1	3.57	4.42	1.47	0.72
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1.79	0.21	1	0.21	0.07	0.38	1	3.57	4.16	1.39	0.67
<i>Spondias purpurea</i> L.	1.79	0.21	1	0.21	0.06	0.33	1	3.57	4.11	1.37	0.67
<i>Prunus cortapico</i> Kerber ex Koehne	1.79	0.21	1	0.21	0.04	0.19	1	3.57	3.97	1.32	0.64
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	1.79	0.21	1	0.21	0.03	0.17	1	3.57	3.95	1.32	0.64
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1.79	0.21	1	0.21	0.02	0.12	1	3.57	3.9	1.30	0.63
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	1.79	0.21	1	0.21	0.01	0.05	1	3.57	3.83	1.28	0.62
<i>Casimiroa edulis</i> la llave & Lex.	1.79	0.21	1	0.21	0.01	0.04	1	3.57	3.82	1.27	0.62
<i>Erythrina americana</i> Mill.	1.79	0.21	1	0.21	0.003	0.02	1	3.57	3.8	1.27	0.62
Total	862.5	100	483	100	18.28	100					100

IVI = Índice de Valor de Importancia; Ind=Individuos, ha=Hectárea, Ab= Absoluto, Rel=Relativo; Porcentaje de IVI para cada especie y porcentaje total de IVI por todas las especies

### ***Análisis de conglomerados de la densidad de las especies***

El grupo G1 tiene 28 especies, el cual se divide en 9 grupos. En el grupo G1.1.2a se tiene 4 especies con densidades similares, *Acacia pennatula* se encuentra en los cuadrantes B47 y B49 y *Eysenhardtia polystachya* presente en B49 y C64 ambas con una densidad de 3.57 ind/ha. *Erythrina americana* presente en C64 con una densidad de 1.79 y *Quercus crassipes* presente en B47 con 21.73 ind/ha (Figura 6).

El grupo G1.1.2b1 tiene 3 especies *Bocconia arborea*, con 5.36 ind/ha presente en B55 y A20, *Pinus montezumae* con 1.79 ind/ha presente en A20, *Cupressus lusitanica* presente en A20, B57, C64, C92, con 28.57 ind/ha (Figura 6).

El grupo G1.1.2b2 tiene 7 especies, *Buddleja parviflora* con 150 ind/ha presente en B3, B5, B9, B11, B15, B17, B23, B25, B34, B39, B41, B45, B47, B49, B53, B32, C47, C51, C54, C58, C92, B65, A20, B67. *Fraxinus uhdei* con 435.71 ind/ha presente en B3, B5, B9, B11, B15, B17 B25, B32 B39, B45, B49, C51, C56, C58, C60, C64, C92, B65. *Eriobotrya japonica* con 48 ind/ha presente en B3, B5, B9, B15, B23, B32, B34, B41, C47, C56 e *Ipomoea murucoides* con 35.71 ind/ha presente en B9, B11, B32, B34, B39, B41, B45, B53, B55, C47, C51, C56, C64 y C92. *Prunus cortapico* con 1.79 ind/ha, presente solo en B39. *Psidium guajava* con 37.5 ind/ha presente en B9, B15, B17, B32, B39, C47, C56, C58, C60, C64 y *Solanum nigricans* con 7.14 ind/ha presente en solo C56.

El grupo G1.1.3 tiene 3 especies *Jacaranda mimosifolia* con 1.79 ind/ha presente solo en B34, *Lippia myriocephala* con 21.43 ind/ha presente en B11, B34, C58 y C92 y *Montanoa frutescens* con 8.93 ind/ha presente en B17, B34, C47, y B65 (Figura 6).

El grupo G1.1.4 tiene 7 especies *Casimiroa edulis* con 1.79 ind/ha presente en B41, *Prunus serotina* subsp. *capuli* con 3.57 ind/ha, presente en B32 y B41. Las especies *Citrus sinensis*, *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea* tienen un valor de 1.79 ind/ha, las 3 especies anteriores presentes solo en B32. *Persea americana*, con 5.36 ind/ha presente en B32 y B47 así como *Senna septemtrionalis* con 8.93 ind/ha presente en B32 (Figura 6).

El grupo G1.1.5 tiene 4 especies *Casuarina equisetifolia*, *Prunus pérsica*, presentes en C54 y con un valor único de 1.79 ind/ha, *Ceiba pentandra* con 12.50 ind/ha, e *Inga jinicuil* con 7.14 ind/ha ambas presentes en C54 (Figura 6).

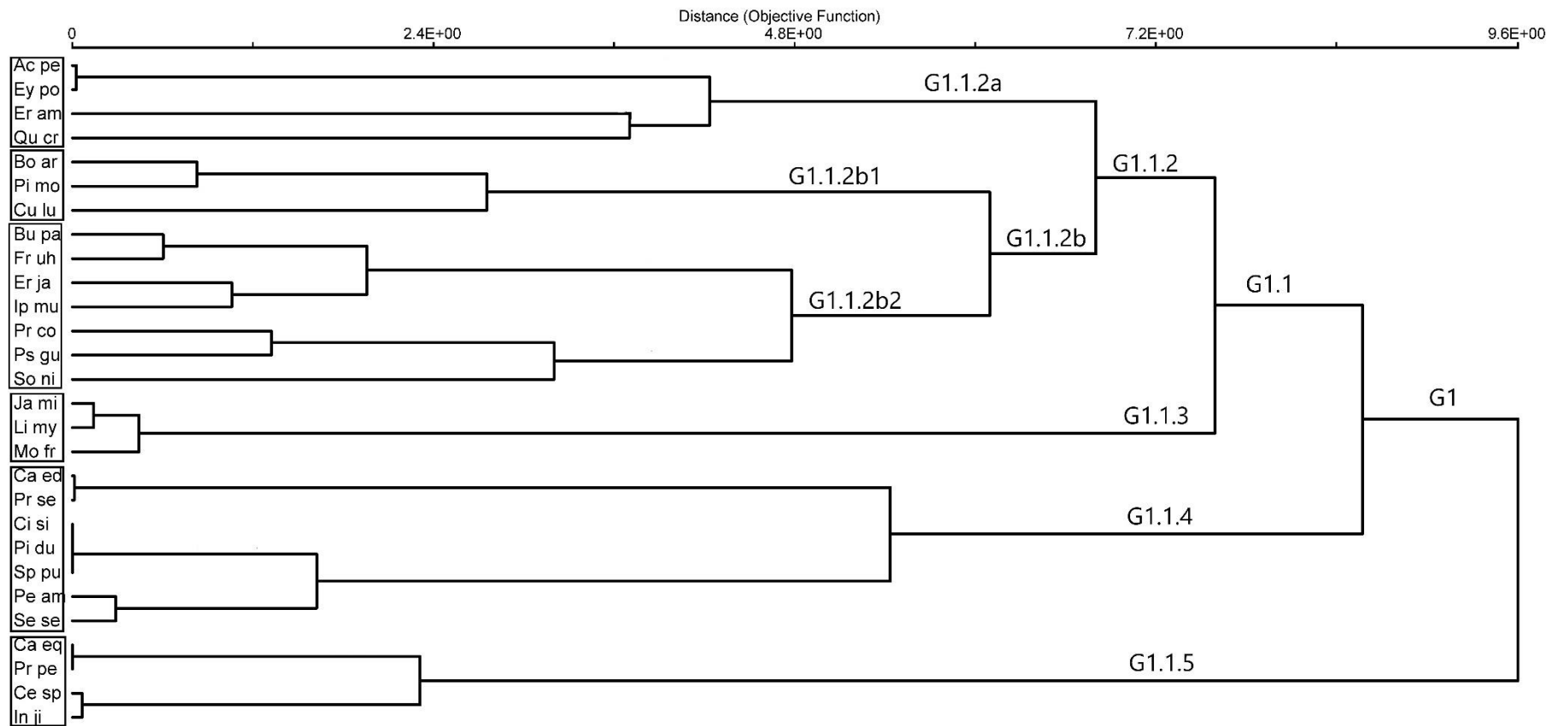


Figura 6. Analisis de Conglomerados con base en la densidad de las especies.

### ***Análisis de correspondencia en base a la densidad de las especies***

El eje 1 muestra al cuadrante B47 aislando con una densidad de 700 ind/ha, el cual tiene asociado a las especies *Eysenhardtia polystachya*, *Quercus crassipes* y *Acacia pennatula*. Después se distinguen los cuadrantes B49, B45, B23, B53, B39, B41 los cuales tienen asociados a especies como *Buddleja parviflora* en los cuales su rango es de 200 a 1000 ind/ha. Siguen los cuadrantes B25, B3, C58, B9, B17, B5, B65, B15, C56, C92, C60, C51, C54 los cuales tienen asociada a la especie *Fraxinus uhdei* tienen un rango de 300 a 3900 ind/ha. En el final del eje 1 se encuentra C54 el cual tiene un valor de 750 ind/ha y está asociado a las especies *Casuarina equisetifolia*, *Prunus persica*, *Inga jinicuil* y *Ceiba pentandra* (Figura 7).

En el eje 2 se encuentran los cuadrantes B67 y A20 los cuales tienen una densidad de 450 a 500 ind/ha y están asociados a especies como *Pinus montezumae* y *Cupressus lusitanica*, el cuadrante B55 tiene un valor de 250 ind/ha. El último grupo en el eje 2 lo conforman los cuadrantes C47, B34, B32 tiene un valor de 600 a 1200 ind/ha y está asociado a especies como *Citrus sinensis*, *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea* (Figura 7).

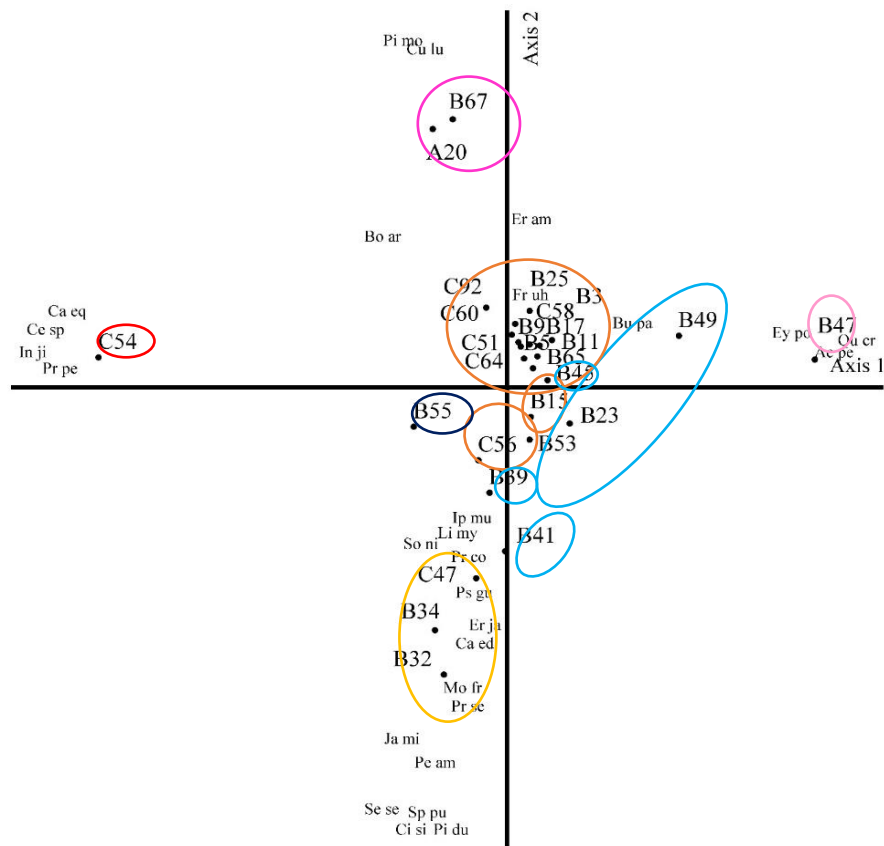


Figura 7. Análisis de correspondencia de la densidad de las especies y sitios de muestreo.



### ***Dominancia de las especies***

La mayor dominancia se dio por las especies *Buddleja parviflora*, con 5.77 m<sup>2</sup>/ha, lo que represento un 31.59%, *Ipomoea murucoides* con 3.66 m<sup>2</sup>/ha equivalente a 20.02%, *Fraxinus uhdei* con 2.48 m<sup>2</sup>/ha representado un 13.57 %, en conjunto estas tres especies suman un 65.18% de la dominancia (Cuadro 5).

Seguidas de las especies *Cupressus lusitanica* con 1.42 m<sup>2</sup>/ha contribuyendo con 7.79 % y *Casuarina equisetifolia* con 1.19 m<sup>2</sup>/ha contribuyendo con un 6.5% en conjunto estas especies aportan 14.29 % de la dominancia (Cuadro 5).

La menor dominancia esta dada por 23 especies que aportan el 20.53% de la dominancia entre las cuales esta *Pithecellobium dulce* (Cuadro 5).

### ***Análisis de conglomerados de la dominancia de las especies***

El grupo G1.1.2a tiene 4 sub unidades en las que se incluye a especies como *Erythrina americana* presente en C64 *Eysenhardtia polystachya* presente en B49 y C64, *Acacia pennatula* en B47 y B49 y *Quercus crassipes* en B47 las cuales tienen un rango de dominancia de 0.003 a 0.20 m<sup>2</sup> /ha.

El grupo G1.1.2b1 incluye a las especies *Bocconia arborea* presente en B55 y A20, *Pinus montezumae*, presente en A20, *Cupressus lusitanica* en A 20, B57, C64, C92 las cuales el rango va de 0.63 a 1.42 m<sup>2</sup> /ha.

El grupo G1.1.2.b.2.1 incluye a las especies *Psidium guajava* presente en B9, B15, B17, B32, B39, C47, C56, C58, C60, C64 *Lippia myriocephala* presente en B11, B34, C58 y C92 *Fraxinus uhdei* presente en B3, B5, B9, B11, B15, B17 B25, B32 B39, B45, B49, C51, C56, C58, C60, C64, C92, B65 *Ipomoea murucoides* presente en B9, B11, B32, B34, B39, B41, B45, B53, B55, C47, C51, C56, C64 *Buddleja parviflora* presente en B3, B5 ,B9, B11, B15, B17, B23, B25, B34, B39,B41, B45, B47, B49, B53, B32, C47, C51, C54, C58, C92, B65, A20, B67 en las cuales el rango va de 0.44 a 5.77 m<sup>2</sup> /ha.

El grupo G1.1.2b.2.2 tiene un rango de 0.003 a 0.11 e incluye a las especies *Senna septemtrionalis* presente en B32 *Solanum nigricans* presente en C56 *Jacaranda mimosifolia* presente en B34, *Prunus cortapico* presente en B39 *Montanoa frutescens*, presente en B17, B34, C47, y B65 *Eriobotrya japónica*, presente en B3, B5, B9, B15, B23, B32, B34, B41, C47, C56.

El grupo G1.1.3 incluye a las especies *Casimiroa edulis* B41 y *Prunus serotina* subsp. *capuli* presente en B32 y B41 las cuales tienen un rango de 0.01 a 0.02 m<sup>2</sup>/ha. El grupo G1.1.4 incluye a las especies *Prunus pérsica*, *Inga jinicuil*, *Ceiba pentandra* y *Casuarina equisetifolia*, todas presentes en C54 las cuales tiene un rango de 0.01 a 1.19 m<sup>2</sup>/ha. El grupo G1.1.5 incluye a las especies *Citrus sinensis*, *Spondias purpurea*, *Pithecellobium dulce* todas presentes en B32 y *Persea americana* presente en B32 y B47 con un rango de 0.02 a 0.07 m<sup>2</sup>/ha (Figura 8).

### **Análisis de correspondencia de la dominancia**

En el eje 1 el cuadrante C54 se encuentra aislado de todos los demás, siendo el cuadrante con mayor dominancia con 58.65 m<sup>2</sup>/ha, se le asocian las especies *Prunus persica*, *Inga jinicuil*, *Ceiba pentandra* y *Casuarina equisetifolia*. Después se distinguen los cuadrantes B49, B15, B3, B65, B25 y B17 los cuales tienen un rango de 1.82 a 32.4 m<sup>2</sup>/ha, donde se asocian especies como *Buddleja parviflora* la cual es la especie que aporta mayor dominancia: 5.77 m<sup>2</sup>/ha, los cuadrantes C51, B45, B41 y B53 tienen un rango de 9.51 a 20.47 m<sup>2</sup>/ha, se asocian a especies como *Casimiroa edulis*, *Prunus serotina* subsp. *capuli* y *Montanoa frutescens*. Los cuadrantes B34, B11, B39 y C47 tienen un rango de 17.30 a 28.71 m<sup>2</sup>/ha, y se asocian con especies como *Eriobotrya japonica*. Al final del eje 1 los cuadrantes A20 y B67 tienen rango 28.79 a 33.18 m<sup>2</sup>/ha, se asocian especies como *Pinus montezumae* y *Cupressus lusitanica*.

En el eje 2 los cuadrantes B47 y B23 tienen un rango de 8.44 a 10.28 m<sup>2</sup>/ha, siendo este último valor el más bajo registrado, en estos cuadrantes se asocian especies como *Acacia pennatula* y *Quercus crassipes*. En los cuadrantes C 58, B9, B5, C56 y C60 se tiene un rango de 7.37 a 15.6 m<sup>2</sup>/ha, se asocian especies como *Fraxinus uhdei*, *Psidium guajava*, *Senna septemtrionalis*, *Solanum nigricans*. Los cuadrantes C92, C64, B32 y B55, tienen un rango de 13.59 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha y se asocian especies como *Citrus sinensis*, *Spondias purpurea*, *Pithecellobium dulce* (Figura 9).

### **Frecuencia**

La mayor frecuencia fue de la especie *Buddleja parviflora* (85.71%), seguida de *Fraxinus uhdei* (71.43%), *Ipomoea murucoides* (50%), *Psidium guajava* (39.29%) y *Eriobotrya japonica* (35.71%) (Cuadro 5).

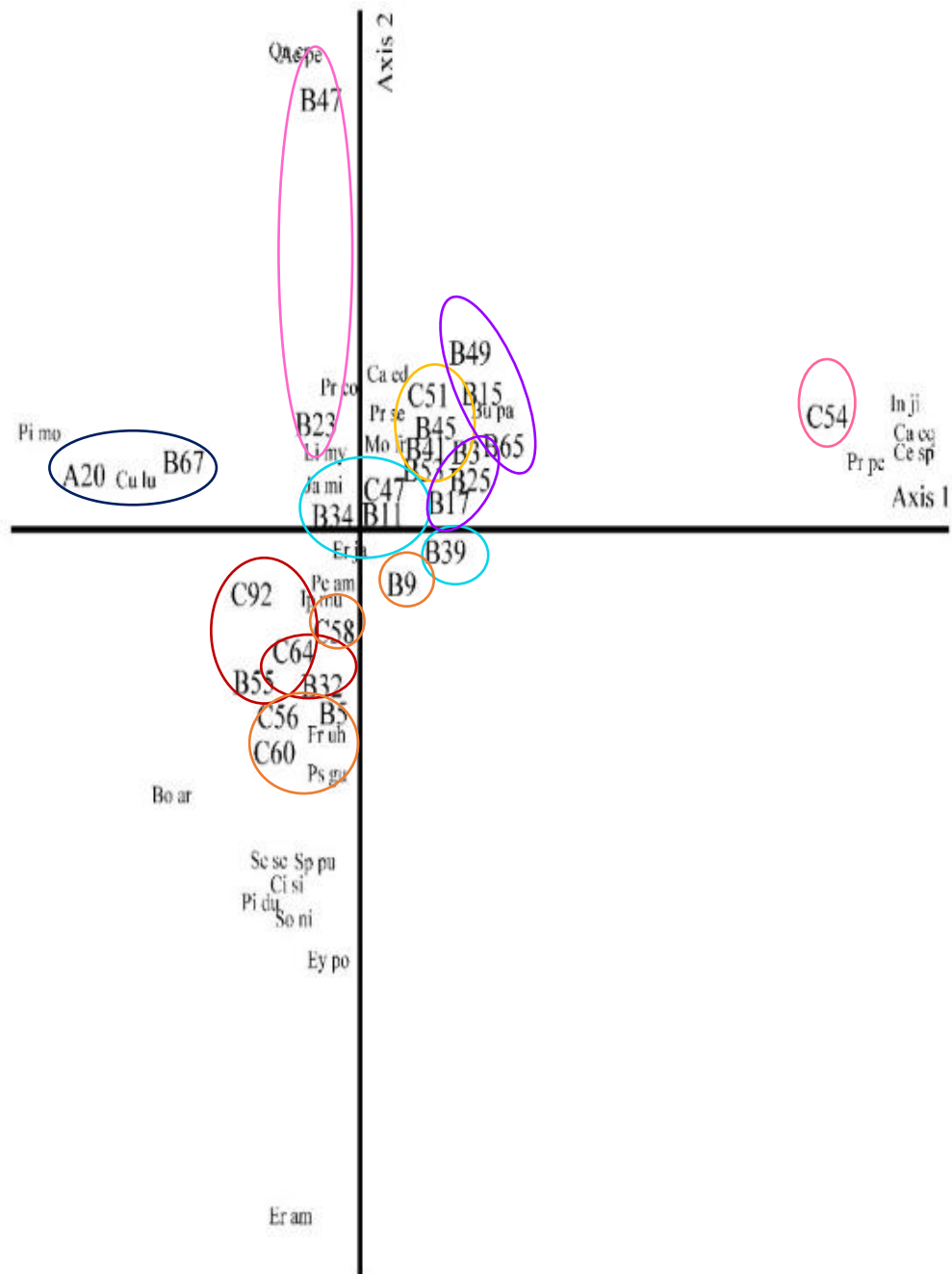


Figura 9. Correspondencia de la dominancia de las especies y sitios de muestreo Seguidas de *Lippia myriocephala* (17.86%), *Cupressus lusitanica* (14.29%), *Montanoa frutescens* (14.29%), *Bocconia arborea* (7.14%), *Persea americana* (7.14%), *Acacia pennatula* (7.14%), *Eysenhardtia polystachya* (7.14%) y *Prunus serotina* subsp. *capuli* (7.14%) La menor frecuencia fue de 15 especies con un porcentaje de 3.57% cada una, por ejemplo *Casimiroa edulis*.

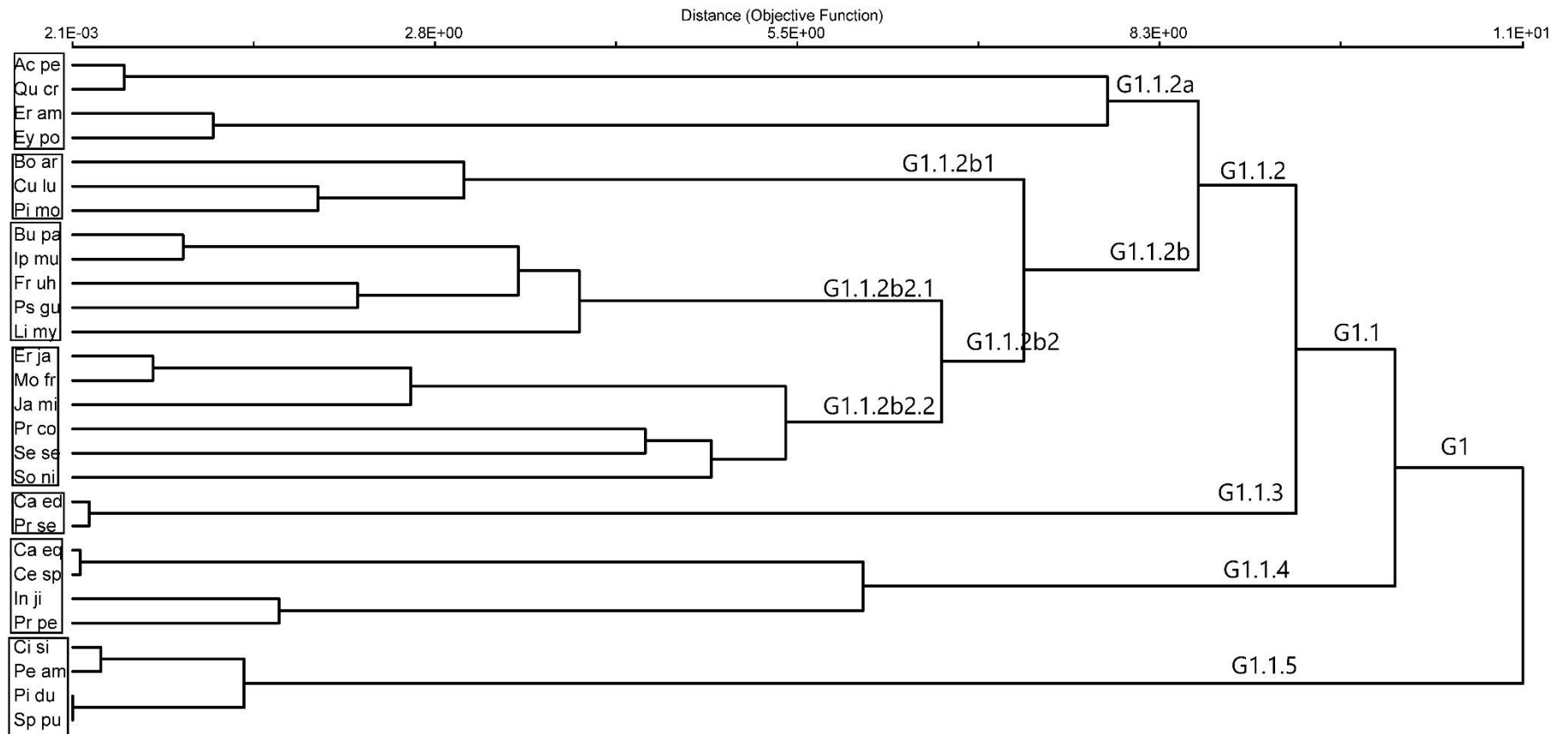


Figura 8. Análisis de conglomerados con base en la dominancia de las especies

## Índice de Valor de Importancia

Las especies *Fraxinus uhdei*, *Buddleja parviflora* e *Ipomoea murucoides*, destacan dentro del IVI debido a su densidad relativa (50.52, 17.39, 4.4) y frecuencia relativa (71.43, 85.71 y 50). Seguidas por especies que destacan por su frecuencia relativa: *Psidium guajava* 39.29, *Eriobotrya japonica* 35.71. Las restantes 23 especies tienen menos de 26 de IVI entre las cuales está *Ceiba pentandra* (Cuadro 5).

### **Similitud en la composición de las unidades de muestreo**

La composición en los cuadrantes de la periferia y del centro, con los cuales se forma parte de los grupos G1.1, G1.2, G2.1, G2.2.1a y G2.2.1b se asocian principalmente a *Fraxinus uhdei* y *Buddleja parviflora*.

### **Análisis de conglomerados de la composición en las unidades de muestreo**

El Grupo G1 está compuesto por 13 unidades de muestreo las cuales comparten a la especie *Fraxinus uhdei* excepto la unidad B23. El grupo G1.1 comparte a la especie *Buddleja parviflora*, los cuadrantes B3, B5 y B25 comparten a las especies *Fraxinus uhdei* y *Buddleja parviflora*, lo que separa a las unidades B17 y B65 es que estas últimas 2 tienen a la especie *Montanoa frutescens*. La unidad B25 comparte todas las especies con las unidades, B3 y B5 excepto *Eriobotrya japonica*. Las especies de las unidades B3 y B5 son *Fraxinus uhdei*, *Buddleja parviflora*, *Eriobotrya japonica*. En el grupo G1.2 se comparte la especie *Fraxinus uhdei* los cuadrantes B9, B15, y B39 comparten a la especie *Buddleja parviflora*, *Fraxinus uhdei*, *Psidium guajava*. Los cuadrantes C56, C60 y C64 comparten a las especies *Fraxinus uhdei* y *Psidium guajava*. El cuadrante B39 es el único con la especie *Prunus cortapico*

El grupo G2 está compuesto por 15 unidades las cuales todas excepto B55 comparten a la especie *Buddleja parviflora*. La unidad B55 es la única con la especie *Bocconia arborea*. El grupo G2.1 comparte a la especie *Buddleja parviflora*. El grupo G2.2 comparten a *Buddleja parviflora*, excepto el B55. Los cuadrantes B47 y B49 comparten a la especie *Acacia pennatula*. El cuadrante B32 es el único con las especies *Citrus sinensis* *Pithecellobium dulce* y *Spondias purpurea*. Así como los cuadrantes A 20 y B67 comparten a la especie *Buddleja parviflora* el cuadrante A 20 es el único con la especie *Pinus montezumae* el cuadrante C54 es el único con las especies *Inga jinicuil* *Casuarina equisetifolia*, *Prunus persica* y *Ceiba pentandra* (Figura 10 y Figura 11).

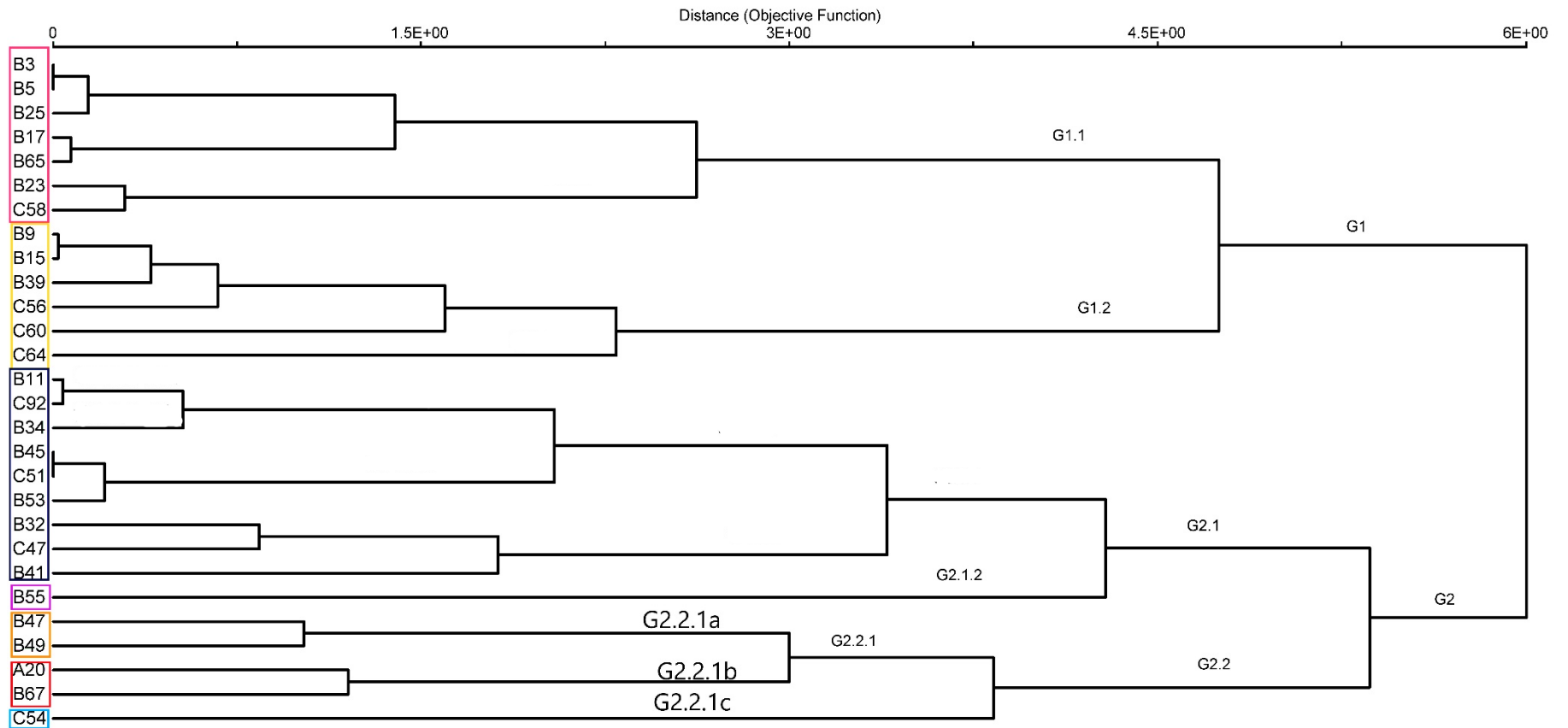


Figura 10. Analisis de Conglomerados con base en la composicion por los sitios de muestreo



Figura11. Relación de la composición de los cuadrantes por color de acuerdo al análisis de conglomerados

### ***Análisis de correspondencia de la composición en las unidades de muestreo***

En el eje 1 se encuentra B25, B39, C60, C56, B9, C58, B3, B65, B17, B15 y B5 los cuales tienen asociados a la especie *Fraxinus uhdei* los cuadrantes B17 y B65 están asociadas a la especie *Montanoa frutescens*. El cuadrante B39 es el único con la especie *Prunus cortapico*. El cuadrante C54 el es el único con las especies *Inga jinicuil*, *Casuarina equisetifolia*, *Prunus persica* y *Ceiba pentandra*.

En el eje 2 las unidades B11, C92, B34, B45, C51, B53, B32, C47, B41, B47, B49, A20, B67 comparten a la especie *Buddleja parviflora* La unidad B55 es la única con la especie *Bocconia arborea* El cuadrante A 20 es el único con la especie *Pinus montezumae* (Figura 12).

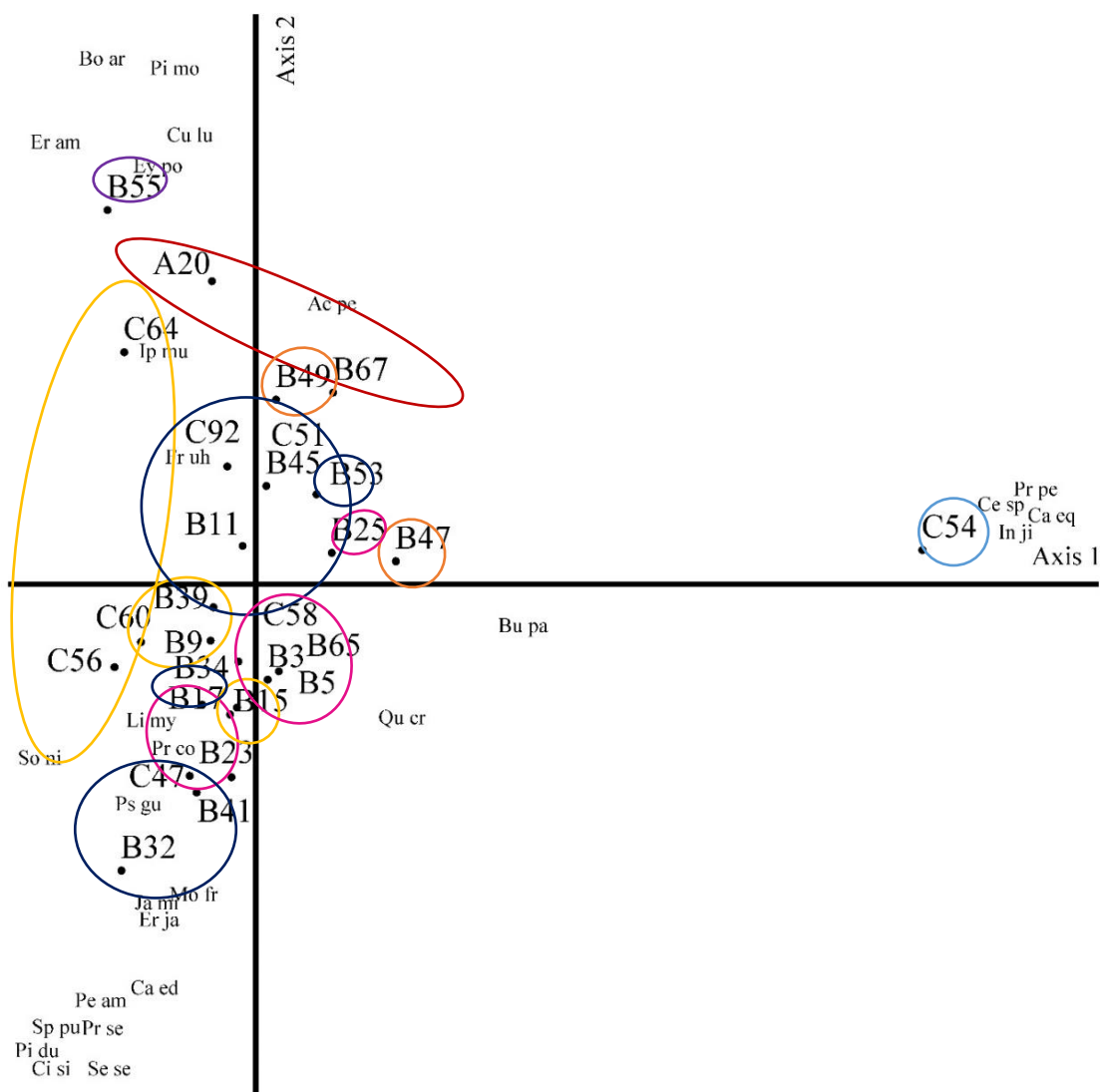


Figura 12. Análisis de correspondencia entre composición y sitios de muestreo



## Similitud de la Densidad y Dominancia en las Unidades de Muestreo

El acomodamiento en las unidades de muestreo corresponde a la densidad y a la dominancia similar entre unidades de muestreo en conjunto con las especies que comparten de acuerdo al análisis de conglomerados.

### *Similitud de la densidad en las unidades de muestreo*

La densidad con los cuadrantes de la periferia, que forman parte de los grupos G1, G2.1.1a, G2.1.1b, G2.2.1b y G2.2.2 varía de 200 a 3900 ind/ha. En cambio la densidad en los cuadrantes del centro, donde se forman los grupos G1, G2.1.1a, G2.1.1b, G2.2.1a, G2.1.2, varía de 200 a 2900 ind/ha. La mayor densidad se encuentra en el cuadrante B9 con 3900 le siguen cuadrantes con más de 1000 ind/ha, en orden descendente, B17, C54, B25, B11, B34, B15, B32. La densidad en cuadrantes con 500 hasta 1000 ind/ha se encuentra en los cuadrantes B23, C56, C58, B3, C54, B47, C47, C60, A20, y B67. Se registraron 10 cuadrantes con densidades menores de 500 ind /ha entre los cuales esta C92 (Cuadro 6)

Cuadro 6. Densidades y dominancias de cada cuadrante con los colores correspondientes de acuerdo al análisis de conglomerados.

Cuadrante	Densidad Ind/ha	Cuadrante	Dominancia m <sup>2</sup> /ha
<b>B3</b>	750	<b>B3</b>	5.91
<b>B11</b>	1200	<b>B25</b>	1.82
<b>C51</b>	300	<b>B65</b>	7.53
<b>B65</b>	350	<b>B17</b>	12.97
<b>B15</b>	1100	<b>B15</b>	12.46
<b>C56</b>	800	<b>B49</b>	32.40
<b>C92</b>	450	<b>B41</b>	9.51
<b>B5</b>	350	<b>B53</b>	20.47
<b>B9</b>	3900	<b>B45</b>	16.95
<b>B25</b>	1500	<b>C51</b>	10.21
<b>B17</b>	2900	<b>B5</b>	7.37
<b>C58</b>	750	<b>C60</b>	13.86
<b>C60</b>	550	<b>C56</b>	15.60
<b>C64</b>	1500	<b>C58</b>	11.59
<b>B23</b>	1000	<b>B9</b>	14.95
<b>B41</b>	350	<b>B11</b>	21.61
<b>B45</b>	200	<b>B34</b>	19.48

<b>B53</b>	200	<b>C47</b>	28.71
<b>B39</b>	300	<b>B39</b>	17.30
<b>B49</b>	200	<b>B32</b>	29.62
<b>B32</b>	1050	<b>C64</b>	13.59
<b>B34</b>	1200	<b>C92</b>	15.82
<b>C47</b>	600	<b>B55</b>	32.36
<b>B55</b>	250	<b>B23</b>	10.28
<b>B47</b>	700	<b>B47</b>	8.44
<b>C54</b>	750	<b>C54</b>	58.65
<b>A20</b>	500	<b>A20</b>	33.18
<b>B67</b>	450	<b>B67</b>	28.79

### ***Análisis de conglomerados de la densidad en las unidades de muestreo***

El grupo G1 se divide en 2 grupos G1.1 y G1.2 tiene 14 unidades con 300 a 3900 ind/ha. De estas 14, dos unidades B5 y B65 tienen la misma densidad 350 ind/ha.

El grupo G2 tiene 2 grupos G2.1 y G2.2 con 14 unidades con 200 a 1200 ind/ha. Los cuadrantes B45, B49 y B53 comparten la misma densidad 200 ind/ha. El grupo G2.1 se divide en 2 grupos G2.1.1 y G2.1.2. El grupo G2.1.1a tiene 6 unidades con 200 a 1000 ind/ha, el grupo G2.1.1b tiene 3 unidades con un rango de 600 a 1200 ind/ha. El grupo G2.1.2 tiene una sola unidad, con un valor de 250 ind/ha. El grupo G2.2.1B tiene una sola unidad con un valor de 700 ind/ha. El grupo G2.2.1b tiene una sola unidad con un valor de 750 ind/ha. El grupo G2.2.2 tiene 2 unidades con un rango de 450 a 500 ind/ha (Figuras 13 y 14).

### ***Análisis de varianza de la densidad por zonas***

El análisis muestra que no hay diferencia porque el valor de p 0.43 es mayor a 0.05 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la densidad por zonas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
m <sup>2</sup> /ha	25	0.03	0	0	94.72

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	477673.53	1	477673.53	0.64	0.4329
Zona	477673.53	1	477673.53	0.64	0.4329
Error	17239926.47	23	749562.02		
Total	17717600.00	24			



Figura 13. Relación de la densidad de los cuadrantes por color de acuerdo al análisis de conglomerados.

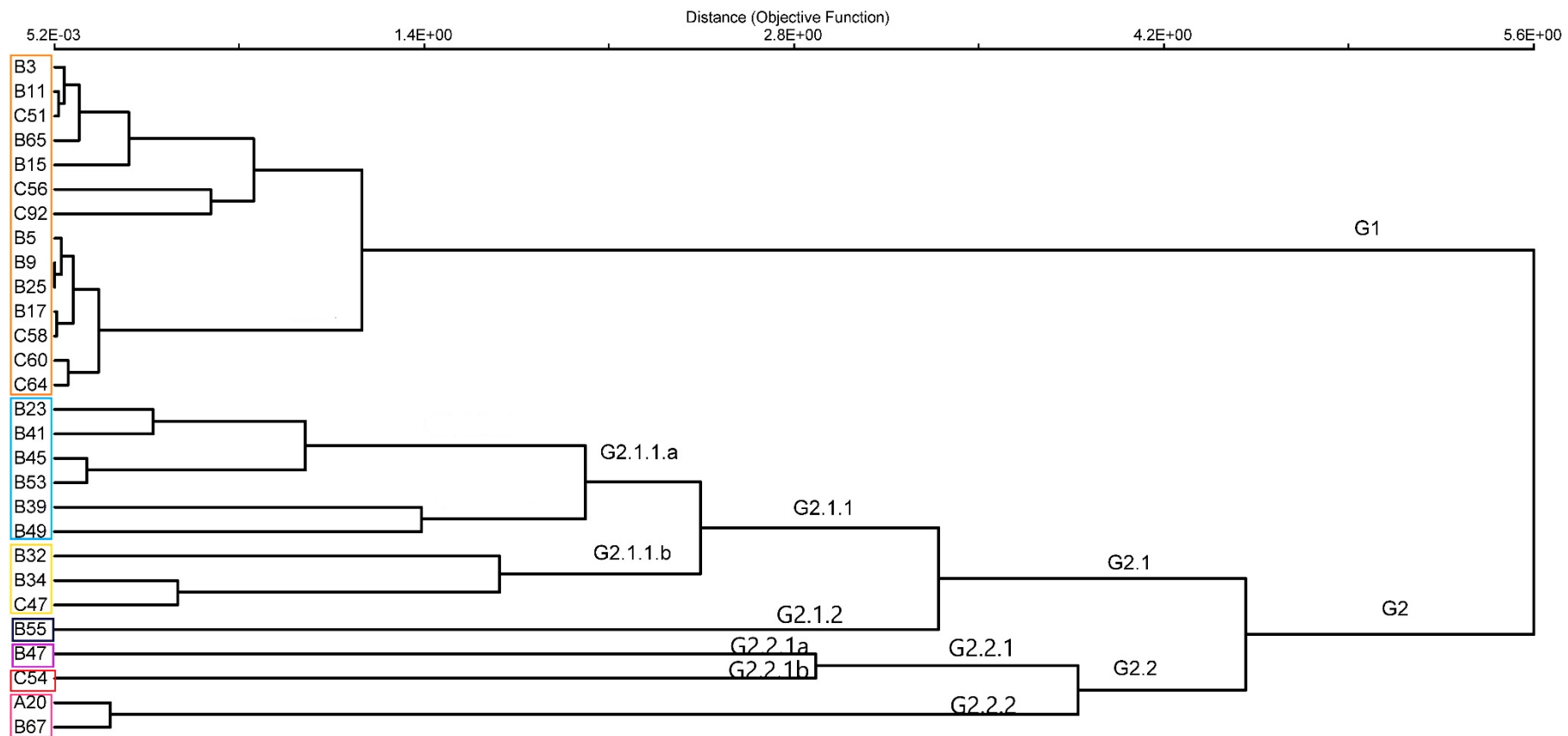


Figura 14. Analisis de Conglomerados en base a la densidad por los sitios de muestro

### ***Similitud de la dominancia en las unidades de muestreo***

La dominancia con los cuadrantes de la periferia que forman parte de los grupos G1.1a, G1.1.b, G1.2.1, G1.2.2a, G2.1b, G1.2.2b y G2.2, varía de 5.91 a 58.65 m<sup>2</sup>/ha. En cambio la dominancia de los cuadrantes del centro donde se forman los grupos G.1.2.1, G1.1a, G.1.1b, G1.2.2a, G2.1a, G1.2.2b, varía de 1.82 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha. La mayor dominancia está en el cuadrante C54 con un valor de 58.65 m<sup>2</sup>/ha le siguen cuadrantes con más de 20 m<sup>2</sup>/ha: A20, B49, B55, B32, B67, C47, B11, B53. Los cuadrantes con menos de 20 m<sup>2</sup>/ha y más de 10 m<sup>2</sup>/ha son: B34, B39, B45, C92, C56, B9, C60, C64, B17, B15, C58, B23, C51. Se registraron 10 cuadrantes con 9.51 m<sup>2</sup>/ha o menos, entre los cuales están B41 (Cuadro 6).

### ***Análisis de conglomerados de la dominancia en las unidades de muestreo***

El grupo G1.1 incluye 10 unidades de muestreo con superficies de 1.82 a 32.4 m<sup>2</sup>/ha. Se divide en 2 grupos, el grupo G1.1a cuenta con 6 unidades de muestreo que tuvieron una superficie de 1.82 a 32.4 m<sup>2</sup>/ha. El grupo G1.1b cuenta con 4 unidades las cuales tuvieron una superficie de 9.51 a 20.47 m<sup>2</sup>/ha. El grupo G1.2 incluye 13 unidades las cuales tuvieron una superficie de 7.37 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha., se divide en 2 grupos, el grupo G1.2.1 el cual cuenta con 5 unidades las cuales tuvieron un rango de 7.37 a 15.6 m<sup>2</sup>/ha. Y el grupo G1.2.2 el cual tiene 8 unidades cuyo rango es de 13.59 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha. Este último grupo se divide en 2 grupos más, el primero es G1.2.2.a el cual tiene 4 unidades con un rango de 17.30 a 28.71 m<sup>2</sup>/ha, el segundo grupo es G1.2.2b el cual tiene 4 unidades con un rango de 13.59 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha,

El grupo G2 tiene 5 unidades, con un rango de 8.44 a 58.65 m<sup>2</sup>/ha, se divide en 2 grupos el G2.1 y el G2.2. El G2.1 incluye al grupo G2.1a con 2 unidades y un rango de 8.44 a 10.28 m<sup>2</sup>/ha, la unidad C54 queda sola en el grupo G2.1b con el rango más alto 58.65 m<sup>2</sup>/ha, El grupo G2.2 incluye 2 unidades con un rango de 28.79 a 33.18 m<sup>2</sup>/ha. (Figuras 15 y 16)



Figura 15. Relación de cuadrantes por dominancia de acuerdo análisis de conglomerados

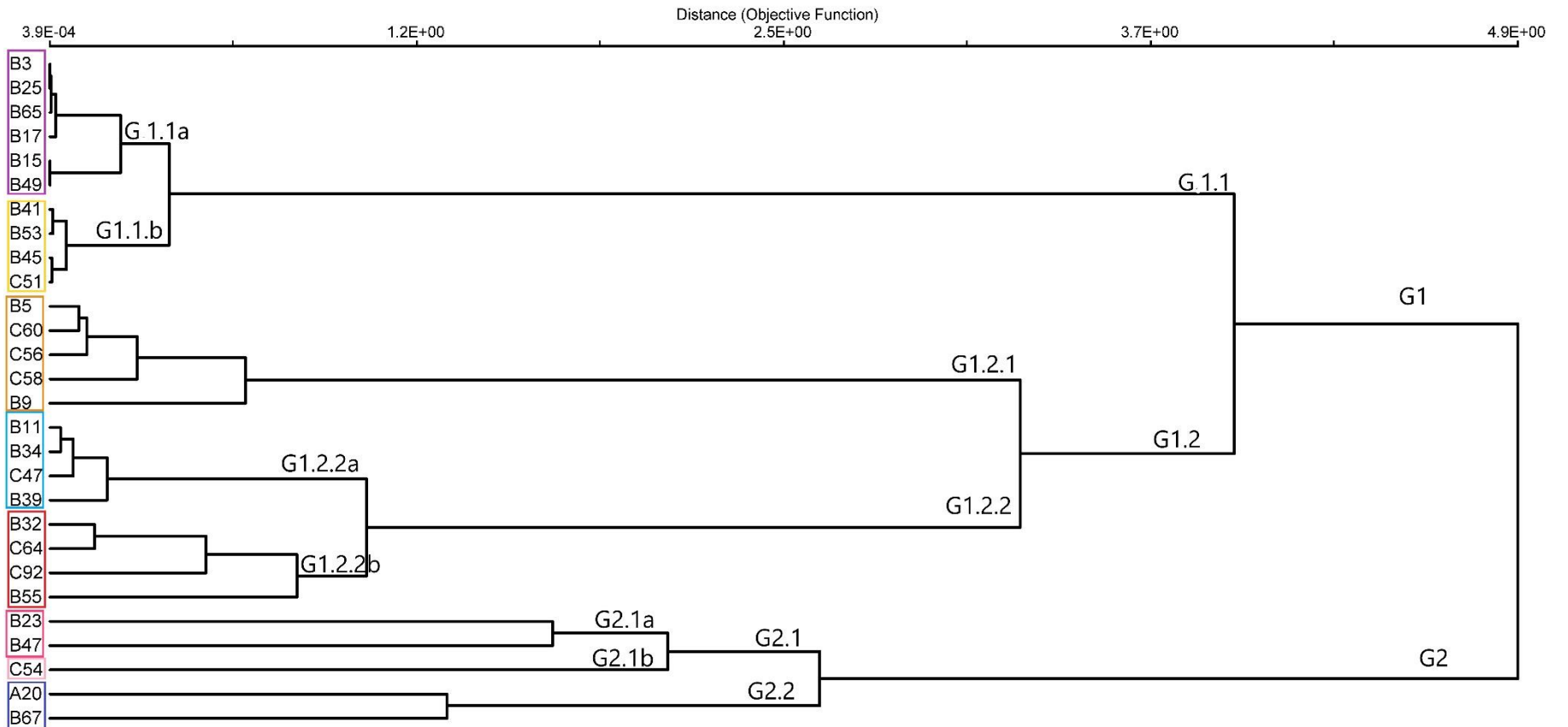


Figura 16. Análisis de conglomerados en base a la dominancia por sitios de muestreo

### *Análisis de varianza de la dominancia por zonas*

El análisis muestra que no hay diferencia porque el valor de p 0.57 es mayor que 0.05 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza de la dominancia por zonas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
m <sup>2</sup> /ha	25	0.05	0	0	67.51

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	160.90	2	80.45	0.56	0.5765
Zona	160.90	2	80.45	0.56	0.5765
Error	31333.33	22	142.42		
Total	3294.23	24			



## DISCUSIÓN

La composición del JBE ha sido influida por el manejo que se ha hecho del mismo, permitiendo la regeneración en esta zona que antes de 1979 se dedicaba a la agricultura de temporal; por lo tanto, la mayoría de las especies presentes hoy en día son características de la vegetación secundaria. En esta condición contribuye el disturbio ocasionado por los factores vinculados con el crecimiento urbano y el de las instalaciones universitarias. Pero la actividad social no se limita a la historia reciente ya que la comunidad de Chamilpa, en cuyo territorio se localizan las instalaciones de la UAEM y el JBE, es de origen prehispánico; en este sentido, es importante señalar la presencia de especies humanizadas en el JBE.

En la recuperación de la cubierta forestal del JBE y su composición ha influido la relativa cercanía del Corredor Biológico Chichinautzin, como una fuente importante de propágulos; lo que ha contribuido en el hecho de que la mayoría de las especies registradas en el JBE son nativas. Debido a la ubicación geográfica el JBE es una zona de ecotono, razón por la cual la composición de la zona muestreada incluye especies que se distribuyen de manera natural en el bosque tropical caducifolio y en los bosques de zonas con climas templados. Algunas de las cuales son mencionadas como elementos presentes en bosques relativamente conservados o vegetación primaria, cuya presencia se explica como un vestigio de la vegetación existente en la zona antes de 1979 y otras más, porque han sido plantadas.

### ***El manejo y la reducción de superficie en la composición del JBE en el tiempo***

El manejo que ha recibido el JBE desde que dejó de ser una parcela agrícola en 1979 ha permitido la regeneración a través del tiempo, esta se ha visto influida por las labores deshierbe en algunas áreas del jardín.

La reducción progresiva de la superficie original del JBE, por la construcción de nuevos edificios dentro de la universidad (Jiménez-Ortiz, 2019), es otro factor que altera su composición. Desde la fundación del JBE su superficie ha disminuido en un 54%. Si se considera que originalmente media 10 hectáreas (Monroy, 2017). Específicamente fue

en el periodo de 2004 a 2011 donde ocurrió la mayor reducción debido a la construcción de nuevos edificios dentro de la UAEM.

Los factores anteriormente descritos impactan en la composición del JBE provocando que las especies que crezcan a través del tiempo sean de vegetación secundaria. Lo cual se ve reflejado en que el 64.28% de las especies registradas, son de vegetación secundaria; por ejemplo: *Acacia pennatula*. Esta especie también fue registrada en una parcela en la que se dejó de cultivar hace 45 años en Tepalcingo, Morelos (Beltran-Rodriguez *et al.*, 2018) y en otra que se abandonó por lo menos hace 15 años en Ticul, Yucatán (Miranda-Plaza, 2014).

### ***Especies humanizadas de vegetación secundaria***

En el JBE se encontraron especies humanizadas debido a que México es reconocido como uno de los 6 o 7 centros de origen de domesticación y diversificación de especies vegetales fundamentales para la sociedad humana (Perales y Aguirre, 2008).

*Spondias purpurea* ha sido registrada en la vegetación secundaria del BTC de Cuentepec, Santa Catarina y El Limón en Morelos, así como en Xochitepec, Puebla y Temascalpa en Guerrero. *Erythrina americana* en la vegetación secundaria del BTC de Xochitepec, Puebla y Santa Catarina, Morelos y *Psidium guajava* en la vegetación secundaria del BTC de Xochitepec, Puebla (Maldonado, 2013). Así también *Prunus serotina* subsp. *capulí* en la vegetación secundaria del BTC en el cerro El Águila, Morelia, Michoacán (Zacarias-Eslava *et al.*, 2011).

*Spondias purpurea*, *Psidium guajava*, *Persea americana* son cultivadas en parques, calles y jardines de la ciudad de Xalapa, Veracruz (Falfán y Fors, 2016). Así como, en los huertos en Tlaltizapán, Morelos (Monroy *et al.*, 2016). Por su parte, *Erythrina americana* es cultivada en los huertos de Coatetelco, Morelos (Monroy *et al.*, 2017) y *Prunus serotina* subsp. *capulí* en los de Texcoco, estado de México (Ávila *et al.*, 2001).

Al tener especies humanizadas dentro del JBE, este se constituye en un reservorio genético para mantener disponibles las especies y los beneficios que dichas especies proveen. Para que la provisión de los beneficios que provee la naturaleza continúen, es necesario mantener la biodiversidad (Noss, 1994).

### ***La diversidad de México influye en la composición del JBE***

México es un país donde notable en el mundo por su diversidad, misma que se manifiesta en diferentes taxones y se concentra en algunas regiones biogeográficas del país. Tal es el caso de las leguminosas, la familia más numerosa en el JBE que incluye el 21.42% de las especies muestreadas. Esta familia es la segunda más numerosa en México con 1903 especies (Villaseñor, 2016), donde se localiza un centro secundario de radiación (Sousa y Delgado, 1998). En Morelos, dicha familia también ocupa el segundo lugar con 228 especies (Bonilla-Barbosa y Villaseñor, 2003).

La presencia de leguminosas en el JBE coincide con la registrada en el bosque Tropical caducifolio secundario, en Sierra de Huautla, Morelos, donde el 21% de las especies fueron leguminosas (Boyas, 1992); otros valores registrados para la misma zona fueron 22.7% (Beltran-Rodriguez *et al.*, 2018) y 30% (Sánchez *et al.*, 2018). Un patrón semejante al observado en el bosque Tropical Caducifolio secundario de Huacana, Michoacán con un 30.76 % de leguminosas (Méndez-Toribio *et al.*, 2014).

La presencia de especies nativas en el JBE esta influenciada por la cercanía del corredor Biológico Chichinautzin, el cual a su vez se encuentra inmerso en la Faja Volcánica Transmexicana (FTV) y de la Cuenca del Balsas; dos áreas geográficas notables por ser diversidad y endemismo. Por ejemplo, la Faja Volcánica Transmexicana alberga el 48.07% del total de géneros presentes en México, siendo la tercer región con mayor riqueza de géneros en México (Villaseñor, 2004); además de que es un centro de diversificación del género *Pinus* (Styles, 1998). De las 28 especies registradas en el JBE, 21 especies son nativas de México por lo que poseen relevancia en términos ambientales y sociales. Además, destacan 4 que son endémicas del país (Villaseñor, 2016) y que por dicha condición, su preservación en el mundo, depende sólo de México.

Como sociedad tenemos una dependencia con la naturaleza (Toledo y Barrera-Bassols, 2009) por lo tanto es necesarios preservar la biodiversidad a través de Jardines botánicos; así ha sido reconocido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)(Caballero, 2012).

### ***La composición del JBE es característica de una zona de ecotono***

El JBE se encuentra en una zona de ecotono entre el bosque Tropical Caducifolio (BTC) vegetación características de las zonas cálidas y los bosques distribuidos en zonas de clima templado en Morelos; por lo tanto, se registraron especies representativas de estos dos tipos de vegetación. Entre las representativas del bosque tropical caducifolio se tiene *Ipomoea murucoides* que también ha sido colectada en la Sierra de Montenegro, Morelos (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). *Eysenhardtia polystachya* ha sido registrada en Tlaquiltenango, Morelos (Boyas, 1992) y en Tuxcacuesco, Jalisco (Sánchez-Velásquez *et al.*, 2002). Ambas especies también han sido reportadas en Cuentepec y el Limón en Morelos; Temaxcalpa en Guerrero y Quetzotla en Puebla. *Erythrina americana* es otra especie del JBE distribuida en el BTC de Santa Catarina y Cuentepec, Morelos (Maldonado, 2013).

*Buddleja parviflora* y *Montanoa frutescens* son dos especies presentes en el JBE que se distribuyen en los bosques de zonas con clima templado. En Morelos, *Buddleja parviflora* se ha registrado en la zona norte centro que de acuerdo al Diagnóstico Forestal de Morelos, está conformada por los municipios de San Andrés Cuautempan, Tlayacapan, San José de los laureles, Atlatlahucan, Totolapan y Nepopualco (Boyas *et al.*, 2001). Así mismo, en el bosque de Coníferas-*Quercus* en la comunidad “el conejo”, Perote, Veracruz (Zamora-Pedraza, 2017) y en el bosque de Coníferas de la Sierra de las Cruces, Isidro Fabela, Estado de México (Varo-Rodríguez, 2018).

*Montanoa frutescens* se ha registrado en Morelos en el bosque Mesófilo de Montaña de la Barranca Tepecapa en el municipio de Tlayacapan (Hernández-Cárdenas *et al.*, 2014). De igual manera se reportó en el bosque de Coníferas-*Quercus* en la Sierra “El registro”, el Mezquital, Durango (Maciel-Najera, 2010).

### ***Especies de vegetación primaria presentes en el JBE***

En el JBE también hay especies de vegetación primaria como *Pinus montezumae*, *Fraxinus uhdei* y *Quercus crassipes* que se distribuyen en bosques de Coníferas y bosques de *Quercus*. *Pinus montezumae* es un elemento presente de forma natural en el JBE, algunos de los árboles pudieron ya estar presentes cuando se fundó el JBE como parte del relicto de vegetación existente. Esta especie ha sido registrada en los

bosques de Coníferas y de Coníferas-*Quercus* en la Unidad de Manejo Forestal Umafor 2105, Pico de Orizaba, Puebla (López-Hernández *et al.*, 2017).

Por su parte, *Fraxinus uhdei* se estableció de manera natural en el JBE porque no estaba presente en su fundación. Su presencia ha sido mencionada para el bosque de *Quercus* de la Sierra de Manantlan en los límites de Jalisco y Colima (Figueroa y Olvera, 2000). En tanto que, *Quercus crassipes* fue plantada en el JBE y ha sido mencionada como parte del bosque de Coníferas-*Quercus*, en Huayacocotla, Veracruz (Hernandez-Velasquez, 2016).

### ***La plantación de especies en el JBE***

Desde la fundación del JBE se han introducido individuos arbóreos que se mantienen presentes en su composición actual, tales como: *Casuarina equisetifolia*, *Quercus crassipes*, *Casimiroa edulis* y *Citrus sinensis* (Monroy, 2019) registradas en este trabajo. Algunas otras se observaron en botes vacíos de pintura de 19 litros dentro del mismo JBE como *Prunus persica*, *Ceiba pentandra* e *Inga jinicuil*.

### ***Especies en parques urbanos y en el JBE***

La composición del JBE se caracteriza por incluir especies propias de la sucesión, mismas que son utilizadas en el arbolado del paisaje urbano, ya sea quizás por fines estéticos, o sus valores de uso, dichas especies son tanto nativas, como nativas humanizadas y algunas introducidas.

*Fraxinus uhdei* ha sido registrada en parques en zonas urbanas, de la Ciudad de México, en el bosque de Chapultepec (Benavides *et al.*, 2012) y en el bosque de San Juan de Aragón (Saavedra-Romero *et al.*, 2019). En el paisaje urbano de la ciudad de Xalapa, Veracruz, se registró la presencia de las 12 especies incluidas en el JBE, siendo algunas nativas como: *Cupressus lusitánica*, *Acacia pennatula*, *Fraxinus uhdei* y *Senna septemtrionalis*. Algunas otras nativas humanizadas como: *Spondias Purpurea*, *Erythrina americana*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, y *Casimiora edulis*. Además de otras introducidas como: *Jacaranda mimosifolia*, *Casuarina equisetifolia*, *Prunus pérsica* (Falfán y Fors, 2016).

### ***Composicion en las unidades de muestreo***

La composición en el JBE se da principalmente por: *Fraxinus uhdei* y *Buddleja parviflora* presentes en cuadrantes de la periferia y del centro con los cuales se forma parte de los

grupos G1.1, G1.2, G2.1, G2.2.1a y G2.2.1b. *Fraxinus uhdei* sobre todo en el oeste del JBE posiblemente por la presencia de un individuo de esta especie, el cual durante los muestreos realizados se observó con semillas, las cuales cubran parte del sustrato. En cuanto a *Buddleja parviflora* su presencia posiblemente se deba a esta especie fue de las primeras en llegar en las etapas de sucesión, aprovechando mayormente los nutrientes y la luz solar. Pues esta es una de las características de las perturbaciones: el incremento en la mineralización de la materia orgánica que puede llegar a tener el sustrato así como el aumento en luz solar por la remoción de árboles (Canham, 1985). Además la llegada temprana es particularmente crítica para la supervivencia de especies de plantas leñosas que no toleran la sombra. En este trabajo todos los individuos de esta especie estaban expuestos a la luz solar, ninguno bajo sombra. También se encontraron especies exclusivamente en un solo cuadrante como es el caso de *Citrus sinensis* en B32. Así como *Prunus pérsica*, *Casuarina equisetifolia*, e *Inga jinicuil* en C54 y *Quercus crassipes* en B4. Especies que fueron plantadas y cuya presencia ahí se explica por la decisión que se tomó al plantarlas.

### **Densidad total de la zona norte del JBE en comparación con otros estudios**

La densidad en el JBE es de 862.5 ind/ha. En comparación con bosques tropicales caducifolios con ejidos de México es menor, por ejemplo, el de Pomuch en Campeche, México donde se encuentran 1214 ind/ha (Dzib-castillo *et al.*, 2014) 2813 ind/ha en Tziritzícuaró, Michoacán (Méndez-Toribio *et al.*, 2014), 11,500 ind/ha en Tepakán, Campeche (Zamora-Crecencio *et al.*, 2011). Esta disminución, puede deberse a la perturbación que sufre el JBE, por la reducción de superficie que ha tenido y porque a esta superficie restante se le utiliza como lugar de tránsito, lo que implica romper ramas o individuos juveniles al caminar, procesos observados durante la realización de este trabajo. De igual manera son menores para el bosque tropical perennifolio del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín, en Benito Juárez, Quintana Roo, con 3 533 ind/ha esto puede ser debido a las labores de conservación que se realizan en el mismo (Sánchez-Sánchez, 2000).

Pero con respecto al bosque Tropical Caducifolio en Morelos, los resultados de este trabajo son más altos por ejemplo en el ejido El Limón, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla 519.4 ind/ha (Sánchez-Hernández *et al.*, 2018) y cercanos a 1173 ind/ha en sitios perturbados por el crecimiento urbano y la empresa cementos Moctezuma en la Reserva Ecológica Estatal Sierra de Montenegro (Monroy-Ortiz, *et al.*, 2018). En el trabajo de Sánchez-Hernández *et al.*, (2018), esta diferencia puede ser por la cercanía de su estudio con respecto a la comunidad y con respecto a Monroy-Ortiz *et al.*, (2018) por el uso que la comunidad en la zona de estudio ha tenido para la vegetación.

Con respecto bosques templados en México el resultado del JBE es mayor en algunos casos, por ejemplo: 389 ind/ha en la unidad de manejo forestal (Umafor 2105), al este del estado de Puebla (López-Hernández *et al.*, 2017), 607 ind/ha en el área protegida Sierra de Quila en Jalisco (Santiago-Pérez *et al.*, 2014) y también similar en otros lugares con perturbación 1026 ind/ha, en la Reserva de la Biosfera, El Cielo en Tamaulipas (Rivas *et al.*, 2005). El resultado con respecto al JBE puede diferir por la altura que presenta la vegetación en estos bosques, dicho atributo genera sombra, lo cual impide el crecimiento de algunos individuos. Además en el JBE se tiene como especie con mayor densidad a *Fraxinus uhdei*, la cual puede ser invasora en ambientes tropicales (Pimienta-Barrios *et al.*, 2012).

De igual manera los resultados de este trabajo son mayores en estudios de fragmentos forestales, en parque urbanos, por ejemplo en el bosque de Chapultepec, Ciudad de México, donde se obtuvo una densidad de 335.09 ind/ha (Benavides *et al.*, 2012) y en el bosque de San Juan de Aragon en la Ciudad de México donde se registró una densidad de 271.4 ind/ha (Saavedra-Romero *et al.*, 2019). La diferencia entre el JBE y los parques urbanos puede ser porque en estos últimos, es el personal que los maneja, quien decide la cantidad de individuos que permanecen.

### **Densidad absoluta y relativa de las especies muestreadas**

La densidad registrada del JBE coincide en estudios de BTC secundarios, en la Sierra de Huautla y de Montenegro, Morelos, donde menos de 10 especies aportan más del 50% de densidad (Boyas, 1992; Monroy Ortiz *et al.*, 2018). Así como, con el BTC secundario

del ejido Tépekan, Campeche (Zamora-Crescencio *et al.*, 2011), en la región forestal del Centro y Pico de Orizaba, Puebla (López-Hernández *et al.*, 2017) y en el arbolado de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el municipio de Linares (Alanís, 2014).

*Fraxinus ubdei* presenta los valores más altos de densidad relativa con 50.52 (435.71 ind/ha). Esto puede deberse a que esta especie produce 36 000 semillas por kilogramo (Vasquez-Yañes *et al.*, 1999). Además es invasora en ambientes tropicales donde llega a tener altas tasas de crecimiento en comparación con las especies nativas (Pimienta-Barrios *et al.*, 2012).

*Fraxinus ubdei* ha sido registrada en el bosque de galería de un área protegida en Sierra de Quila, Jalisco, donde presento una densidad relativa de 0.77 (Santiago-Pérez *et al.*, 2014). Esta densidad puede ser menor que en el JBE quizás porque en esta área de estudio se enfrenta a otras especies que están adaptadas a sobrevivir en bosques distribuidos en zonas de climas templados, las cuales tienen una densidad relativa superior a *Fraxinus ubdei* que va del 3.18 al 18.17.

*Buddleja parviflora*, *Ipomoea murucoides*, *Psidium guajava*, *Ceiba pentandra* y *Lippia myriocephala* son características de vegetación secundaria. Por su plasticidad genética. La plasticidad permite a las plantas adaptarse a vivir en múltiples ambientes perturbados (Reyes-Matamoros y Martínez-Moreno, 2001). Su alta densidad en el JBE es señal de sus condiciones de perturbación.

*Buddleja parviflora* dentro del JBE tiene una densidad relativa de 17.39. Muy semejante a la registrada en el bosque mesófilo de montaña en Temascaltepec, Estado de México, con 11.70 (Rubio-Licona *et al.*, 2011). La mayor densidad de esta especie en el JBE respecto al estudio de Rubio-Licona *et al.*, (2011) posiblemente sea por la menor extracción de maderas en el JBE que en bosque mesófilo de montaña en Temascaltepec, Estado de México.

*Ipomoea murucoides* tiene una densidad relativa de 4.14. Mientras que en Camino Real, Tlatizapan, Morelos se reporta con 1.6 (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). Quizás su mayor



densidad en el JBE, se debe a que su utilización como leña, es menor que en Camino Real.

*Psidium guajava* tuvo una densidad relativa de 4.14, cantidad que es diferente en el bosque de Galería en zonas con disturbio por cercanía de asentamientos humanos, del Río Tembembe en Morelos, donde se reporta con 0.80 (Camacho-Rico *et al.*, 2006). Esta diferencia quizás se explica porque en el JBE se observó como los frutos de esta especie eran ingeridos y sus semillas dispersadas por diferentes compañeros de la universidad, así como por mamíferos: *Sciurus aureogaster*, F. Cuvier 1829 (Ardilla) y aves como *Piaya cayana*, Sawainson 1827 (Vaquero). Lo que posiblemente ayuda en la dispersión y el establecimiento de más individuos en diferentes lugares.

*Ceiba pentandra* presenta una densidad relativa de 1.45. Valor que difiere de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Guerrero donde presento una densidad de 6.03 (Juárez-Agis *et al.*, 2016). El valor de densidad de esta especie en el JBE es diferente porque en el JBE fue plantado, lo que implicó decidir cuantos individuos de esta especie fueron plantadas.

*Eriobotrya japonica* tiene una densidad relativa de 5.59 dentro del JBE. Es ampliamente cultivada en muchas regiones de México, así como en la CDMX donde se ha registrado, (CONABIO, 2012). De igual manera se ha registrado en Huertos en Yautepec, Morelos con un densidad relativa de 1.45 (Monroy *et al.*, 2016). La diferencia con respecto a la densidad del JBE puede ser porque esta especie era ingerida y dispersada por diferentes compañeros de la universidad, así como por mamíferos: *Sciurus aureogaster*, F. Cuvier 1829 (Ardilla) y aves como *Piaya cayana*, Sawainson 1827 (Vaquero). Lo que posiblemente ayuda en la dispersión y el establecimiento de más individuos en diferentes lugares.

En cuanto a *Cupressus lusitánica* su densidad relativa fue de 3.31. Ha sido registrada en el bosque de Coníferas-*Quercus* de el Salto, Durango con una densidad relativa de 12.5 (Valenzuela y Sánchez, 2009). La menor densidad en el JBE puede ser porque en el mismo se presentan muchos factores de perturbación, lo que puede disminuir sus poblaciones. Mientras que en el estudio de Valenzuela y Sánchez (2009) parte del sitio se encuentra en restauración.

*Quercus crassipes*, fue plantada dentro del JBE (Monroy, 2017). Tiene una densidad relativa de 2.48. Ha sido registrada en el bosque de coníferas-*Quercus* en Llano del Húilo, Villa del Carbón, Estado de México, con una densidad relativa de 4.03 (Rubio-Licona *et al.*, 2011). En el JBE su menor densidad se debe a la cantidad de árboles plantados, además de que en el estudio de Rubio-Licona *et al.*, (2011) esta especie se desarrolla en un bosque que tiene las condiciones ambientales que permite que sea dominado por abundancia por los géneros *Pinus* y *Quercus*, mientras que en el JBE se dan las condiciones para que también surja vegetación tropical.

### **Dominancia total de la zona norte del JBE en comparación con otros estudios**

La dominancia total del JBE es de 18.28 m<sup>2</sup>/ha. En otros trabajos de bosque tropical caducifolio el resultado es muy similar, por ejemplo en el ejido de Tziritzícuaró, Michoacán, donde se tienen 18.47 m<sup>2</sup>/ha (Mendez-Toribio *et al.*, 2014), es menor en otros trabajos de México, por ejemplo: 889.2 m<sup>2</sup>/ha en ejido de Nizanda, en el sur del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca (Gallardo-cruz *et al.*, 2005) 50.31 m<sup>2</sup>/ha, 203.11 m<sup>2</sup>/ha, 210.87 m<sup>2</sup>/ha, 435.20 m<sup>2</sup>/ha en cuatro áreas de bosque tropical caducifolio usadas para el ganado en el ejido de Zenzontla, municipio de Tuxcacuesco, Jalisco (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2002). De igual manera son menores para el bosque tropical perennifolio del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín, en Benito Juárez, Quintana Roo, con 32.65 m<sup>2</sup>/ha esto puede ser debido a las labores de conservación que se realizan en el mismo (Sánchez-Sánchez, 2000).

En comparación con el bosque tropical en Morelos, el resultado es menor por ejemplo en vegetación secundaria del ejido El Limón, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla donde se obtiene 402.2 m<sup>2</sup>/ha (Beltran Rodriguez *et al.*, 2018) y en 2 parajes perturbados de la Reserva Ecológica Estatal Sierra de Montenegro 1,593.4 y 1,778.2 m<sup>2</sup>/ha (Monroy ortiz, 2011).

Con respecto a bosques templados de México, el resultado obtenido en este trabajo es menor por ejemplo en el área protegida Sierra de Quila en Jalisco donde se tiene 140 m<sup>2</sup>/ha (Santiago-perez *et al.*, 2014) 148.65 m<sup>2</sup>/ha en la unidad de manejo forestal (Umafor 2105), al este del estado de Puebla (López-Hernández *et al.*, 2017), pero similar en áreas

con perturbación, por ejemplo 28.11 m<sup>2</sup>/ha y 40.52 m<sup>2</sup>/ha en 2 parcelas del bosque mesófilo de montaña con perturbación en la Reserva de la Biosfera, El Cielo en Tamaulipas (Rivas *et al.*, 2005).

De igual manera los resultados de este trabajo son menores que en estudios de fragmentos forestales, en parques urbanos, por ejemplo en el bosque de Chapultepec, Ciudad de México, donde se obtuvo una dominancia de 30.33m<sup>2</sup>/ha (Benavides *et al.*, 2012).

La diferencia entre el resultado de la dominancia del JBE y estos estudios puede ser por la perturbación que sufre el JBE, específicamente por la reducción de superficie que ha tenido y porque a esta superficie restante se le utiliza como lugar de tránsito, donde muchas veces se rompen tallos de individuos juveniles.

### **Dominancia absoluta y relativa de las especies muestreadas**

Las especies que presentan la mayor dominancia en este trabajo fueron: *Buddleja parviflora*, *Ipomoea murucoides*, *Cupressus lusitánica*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceiba pentandra*, *Quercus crassipes* *Pinus montezumae* y *Fraxinus uhdei*. Las cuales en conjunto aportan un 87.85%, el restante 12.15% lo aportan 20 especies con una dominancia igual o menor a 3.44% entre las cuales esta *Bocconia arborea*. Lo que coincide en estudios en bosques Tropicales Caducifolios secundarios, en Morelos donde menos de 10 especies aportan más del 50% de densidad (Boyas, 1992; Sánchez-Hernández, 2018). Así como, en Michoacán (Méndez-Toribio *et al.*, 2014) y con los bosques que distribuyen en zonas de clima templado en Sierra de Quila, Jalisco (Santiago-Pérez *et al.*, 2014) y en trabajos de arbolado urbano de la CDMX (Saavedra-Romero *et al.*, 2019).

*Buddleja parviflora* presenta la mayor dominancia por área basal, con 5.77 m<sup>2</sup>/ha, (31.59 de dominancia relativa). En la dinámica sucesional, la llegada temprana es particularmente crítica para especies de plantas leñosas que no toleran la sombra (Canham, 1985). Su dominancia en cuanto al área basal apoya la idea respecto a que debió ser una de las primeras especies en llegar; por lo que obtuvo mayor disponibilidad de recursos (Canham, 1985). Esta especie tiene una supervivencia asociada al tamaño, siendo las primeras etapas del ciclo de vida las más críticas, una vez que los individuos alcanzan un

metro de altura la mortalidad disminuye considerablemente (Flores, 2004). La especie *Buddleja parviflora* ha sido registrada en el bosque mesófilo de montaña en la localidad de Cieneguillas en el Estado de México con una dominancia relativa del 0.75 (Rubio-Licona *et al.*, 2011). Su mayor dominancia en el JBE puede deberse a que en el mismo el aprovechamiento maderable de los individuos es menor, que en Cieneguillas donde estudio Rubio-Licona *et al.*, (2011).

Por su parte, *Ipomoea murucoides* tiene una alta dominancia en este trabajo al tener 3.66 m<sup>2</sup>/ha (20.02%). Esta especie ha sido registrada en el bosque Tropical Caducifolio secundario el cerro El Águila en Morelia, Michoacán con una dominancia del 9.1% (Zacarias-Eslava *et al.*, 2011). La mayor dominancia en el JBE puede ser porque en el mismo la extracción de madera es menor que el cerro El Águila, pues Zacarias-Eslava *et al.*, (2011) menciona que en su sitio de estudio, la cubierta forestal está en riesgo debido a la presión negativa ejercida por las actividades económicas de los asentamientos humanos.

En cuanto a *Fraxinus uhdei* en el JBE se reporta con 2.48 m<sup>2</sup>/ha (13.57 de dominancia relativa). En el bosque de galería de un área protegida en Sierra de Quila, Jalisco presentó una dominancia de 0.57 (Santiago-Pérez *et al.*, 2014). La diferencia en el JBE y este último estudio en cuanto a la dominancia de esta especie, es quizás porque en el JBE no compite exclusivamente con especies de bosques de clima templado, si no también con especies de clima tropical donde puede ser invasora (Pimienta-Barrios *et al.*, 2012).

Así mismo, *Cupressus lusitánica* tiene una dominancia de 1.42 m<sup>2</sup>/ha (7.79 de dominancia relativa) esto puede ser debido a que es una especie de rápido crecimiento, pudiendo aumentar su tamaño de 0.7 hasta 1.4 m/año y en 30 años llega a tener un diámetro de hasta 70 cm (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999). Esta especie ha sido registrada en el bosque de Coníferas-*Quercus* de “El Salto”, Durango con una dominancia de 0.67 (Valenzuela y Sánchez, 2009). La diferencia entre el resultado del JBE y el estudio antes mencionado. Puede deberse a la perturbación que se tiene tanto en el JBE. Como en el “Salto” (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), por lo que ahora parte del mismo este en restauración.

De igual manera, *Casuarina equisetifolia* presenta una dominancia de 1.19 m<sup>2</sup>/ha (6.50 de dominancia relativa). Esta especie ha sido registrada en el arbolado urbano del bosque de San Juan de Aragon de la CDMX con una dominancia de 33.04 (Saavedra-Romero, 2019). La diferencia en dominancia con respecto al JBE puede ser debida a que en el JBE, la supervivencia de las especies es por cuenta propia de cada individuo, mientras que en el arbolado urbano, el personal que lo cuida les puede facilitar dicha supervivencia al darles cuidados, lo que podría facilitar el incremento en área basal. Además *Casuarina equisetifolia* es una especie de crecimiento rápido, alcanzando de 20 a 50 cm de altura en 4 a 8 meses y pudiendo llegar a tener diámetros a la altura del pecho de hasta 60 cm o más en plantas maduras (Parrota, 1993).

*Pinus montezumae* destaca al tener 0.75 m<sup>2</sup>/ha (4.12 de dominancia relativa) lo que se relaciona al ser una especie de crecimiento rápido con un diámetro que en 3 años puede ser de 5.2 a 6.2 cm (Barrera-Ramírez *et al.*, 2018). Esta especie ha sido registrada en los bosques de Coníferas y de Coníferas-*Quercus* en la Unidad de Manejo Forestal Umafor 2105, Pico de Orizaba, Puebla donde presentó el 43.71% del área basal (López-Hernández *et al.*, 2017). Y en el corredor Biológico Chichinautzin en el municipio de Tlalnepantla con 11.9 m<sup>2</sup>/ha (López y Nieto, 2019). La diferencia del resultado del JBE con el estudio de López-Hernández *et al.*, (2017) puede ser debido a que en el JBE solo se encontró un individuo y la zona de estudio de López-Hernández *et al.*, (2017) es en una Unidad de Manejo Forestal de bosque de Coníferas y Coníferas-*Quercus*. Donde por las condiciones ambientales del lugar de estudio la mayoría de las especies que crecen son del género *Pinus* y *Quercus*.

*Ceiba pentandra* destaca al tener 0.58 m<sup>2</sup>/ha (3.16 de dominancia relativa). Esta especie ha sido registrada en el bosque tropical subperennifolio de Acapulco, Guerrero donde presentó una dominancia del 22.57% (Juárez-Agis *et al.*, 2016). La diferencia de dominancia entre el JBE y el trabajo antes mencionado, se debe quizás a lo que menciona Juárez-Agis *et al.*, (2016) respecto a que la comunidad cercana a área de estudio, ha modificado la vegetación. Algo que se relaciona en general con el incremento en el

diámetro, de esta especie, es que es de rápido crecimiento, 5 m en 5 años (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

*Quercus crassipes* presenta 0.20m<sup>2</sup>/ha (1.10 de dominancia relativa). Esta especie puede llegar a tener un diámetro a la altura del pecho de hasta 100 cm (Arizaga *et al.*, 2009). Ha sido registrada en el bosque mesófilo de montaña en la localidad de Cieneguillas en el Estado de México con una dominancia del 28.8% (Rubio-Licona *et al.*, 2011). La diferencia entre el resultado en el JBE y este trabajo en cuanto a dominancia, se debe quizás a que en este último, se trabaja en un bosque mesófilo de montaña, pero que de ante mano se sabe que es un bosque de *Quercus*, a diferencia del JBE donde las especies distribuidas en bosques de climas templados compiten también con especies de bosques tropicales, algunas incluso de vegetación secundaria.

#### ***Frecuencia de especies características de vegetación secundaria***

El JBE tiene diferentes factores que provocan perturbación, lo que abre el paso al establecimiento de especies de vegetación secundaria, entre las que se tiene: *Psidium guajava*, *Montanoa frutescens*, *Bocconia arborea*, *Persea americana*, *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, *Spondias purpurea* y *Erythrina americana*. Sus frecuencias van desde un 3.57% hasta un 85.7. Las especies de vegetación secundaria se caracterizan por tener plasticidad genética. Dicha plasticidad permite tolerar perturbaciones (Reyes-Matamoros y Martinez-Moreno, 2001). En estudios de bosque Tropical Caducifolio secundario en Morelos, la frecuencia de especies de vegetación secundaria llega a ser de 0.20 a 8.60 % (Boyas, 1992) o de 9.1 a 72.7 % (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018), en lo que se refiere a bosques distribuidos en zonas de clima templado este valor va de 6.49 a 12.55% (Santiago-Pérez *et al.*, 2014) y en zonas con arbolado urbano donde la sociedad decide que plantas permanecen, este valor puede ir de 1.41 a 2.82 (Alanís, 2014).

*Buddleja parviflora* presenta la mayor frecuencia lo que corresponde a un 85.7%. En el bosque mesófilo de montaña en Temascaltepec, Estado de México su frecuencia fue de 2.5% (Rubio-Licona *et al.*, 2011). La mayor frecuencia del JBE puede ser porque el uso de madera como leña es menor que en el bosque mesófilo de montaña en Temascaltepec, Estado de México en el estudio de Rubio-Licona *et al.* (2011).

*Ipomoea murucoides* en el JBE tiene una frecuencia del 50%. En cambio en el bosque tropical caducifolio secundario de Tlatizapan, Morelos, se reporta con un 28.6% de frecuencia (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). Esta diferencia en su frecuencia puede ser porque en el JBE el aprovechamiento como leña, es menor que en el bosque tropical caducifolio secundario de Tlatizapan, Morelos.

*Eysenhardtia polystachya* y *Erythrina americana* tuvieron una frecuencia del 7.14 y 3.57% respectivamente. Estas mismas especies han sido registradas en el bosque Tropical caducifolio secundario de Sierra de Huautla, Morelos con una frecuencia de 1.92 y 0.40% (Boyas, 1992). La diferencia entre el presente estudio y el del Boyas (1992) puede ser porque en la zona donde él estudio, sus especies estaban sometidas a tala y fuego, lo que pudo promover o disminuir la frecuencia de algunas especies, a diferencia del JBE donde la tala y el fuego son posiblemente menores.

*Montanoa frutescens* tuvo una frecuencia de 14.29%, mientras que en el bosque de Coníferas-*Quercus* en la Sierra “El registro”, el Mezquital, Durango se reportó con una frecuencia del 5% en una zona con disturbio por cercanía con asentamientos humanos (Maciel-Najera, 2010). La diferencia de frecuencia entre esta especie con respecto a los resultados en el JBE, quizás puede relacionarse con el hecho de que en el en el JBE la especie crece donde encuentre las condiciones. Mientras que en el estudio de Maciel-Najera (2010) el menciona que esta especie ve favorecido su desarrollo, con los arroyos cercanos. Lo que podría ayudar a que su presencia se mantenga en sitios cercanos a estos.

*Spondias purpurea* tuvo una frecuencia de 3.57%. También ha sido registrada en el bosque Tropical Caducifolio con vegetación secundaria de la reserva Ecológica Estatal, Sierra de Monte Negro, del Estado de Morelos con una frecuencia de 9.1 % (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). Esta diferencia en cuanto a la frecuencia de esta especie, quizás se deba que es frecuentemente plantada por los pobladores de las comunidades en el sitio de estudio, por ser una especie comestible. A diferencia del JBE donde no se tiene registro de que esta especie haya sido plantada o se tengan intenciones de hacerlo.

*Persea americana*, *Psidium guajava* y *Bocconia arborea* tuvieron frecuencias de 7.14, 39.29 y 7.14%. Así mismo han sido registradas en el bosque de Galería en zonas con disturbio

por cercanía de asentamientos humanos, del Río Tembembe en Morelos, sus frecuencias relativas fueron 8.7 %, 26.09%, y 4.35 % (Camacho-Rico *et al.*, 2006). La diferencia de los resultados en las frecuencias de estas especies con respecto a los del JBE quizás se pueden explicar a partir de que en la zona de estudio de Camacho-Rico *et al.*, (2006) las especies *Persea americana* y *Psidium guajava*, podrían ser plantadas o por lómenos toleradas, en cuanto a sus poblaciones naturales, por ser comestibles, en los asentamientos humanos cercanos a su zona de estudio. Por ejemplo con respecto a la especie *Psidium guajava*, en el JBE se ha observado a compañeros universitarios ingiriéndola y tirando sus semillas, lo que puede promover su establecimiento. Con respecto a la especie *Bocconia arborea* su mayor frecuencia es quizás por el uso medicinal que se sabe que tiene, lo que puede promover o tolerar su establecimiento en la zona de estudio de Camacho-Rico *et al.*, (2006).

*Acacia pennatula* en este trabajo se reporta con una frecuencia de 7.14% mientras que en el bosque de *Quercus* de Ocozocoautla, Chiapas se mantiene con una frecuencia de 4% (Escobar-Ocampo y Ochoa-Gaona, 2007). Esta diferencia quizás se deba a que en el JBE la regeneración es natural y por ende el individuo de la especie compite por un lugar, a diferencia del bosque de *Quercus* donde estudian Escobar-Ocampo y Ochoa-Gaona (2007) pues se encuentra dentro de un Parque Educativo, en el cual se puede decidir qué especies mantener y cuáles no.

### ***Frecuencia de especies introducidas y cultivadas***

*Eriobatrya japónica* tuvo una frecuencia relativamente alta en el JBE, esta especie es proveniente de Asia y su presencia se en México quizás se relaciona con los siglos de dominación y colonización española. Cabe señalar que el estado de Morelos junto con Veracruz, Chiapas, CDMX y Michoacán, tienen la mayor densidad de especies introducidas, lo que indica que se tienen grandes extensiones de áreas perturbadas o áreas donde la vegetación original fue removida (Villaseñor y Magaña, 2006).

*Eriobatrya japónica* tuvo una frecuencia de 35.7% en el JBE. Esta especie es ampliamente cultivada en muchas regiones de México (CONABIO, 2012). Por ejemplo en la localidad de San Nicolas, Estado de México, donde tuvo una frecuencia de 57.14%



al ser registrada en 8 de 14 huertos (Cedillo *et al.*, 2015). Tiene frutos comestibles, lo que puede influir en su dispersión zoocórica, sin descartar a la sociedad como otro agente de dispersión (Deluchi y Keller, 2010). Esto puede ayudar a explicar su frecuencia en el JBE; pues durante los muestreos llevados a cabo dentro del mismo se observó a compañeros universitarios comer el fruto de esta especie dentro y en las instalaciones cercanas al JBE y también a aves como *Piaya cayana*, Sawainson 1827 (Vaquero). Las diferencias con las frecuencias de estas especies en otros trabajos quizás se pueden relacionar al hecho de que son especies que cultivadas, lo que implica decidir donde se planta.

*Citrus sinensis*, *Prunus pérsica*, *Inga jinicuil* dentro del JBE tuvieron una frecuencia de 3.57% cada una. La especie *Citrus sinensis* ha sido registrada en Coatetelco, Morelos, con una frecuencia de 0.008% (Monroy *et al.*, 2017b). De igual manera la especie *Prunus pérsica* ha sido registrada en Texcoco, Estado de México, con una frecuencia del 83.33% (Ávila *et al.*, 2001). Finalmente la especie *Inga jinicuil* ha sido reportada en San Nicolas, Estado de México, con una frecuencia de 57.14% (Cedillo *et al.*, 2015). La frecuencia de estas especies dentro del JBE se explica a partir de saber que son individuos plantados. De la primera ya se tenía conocimiento dentro del JBE (Monroy, 2019), y las últimas 2 se observaron dentro de botes de pintura de 19 litros, lo que señala intenciones de plantación.

### ***Índice de Valor de Importancia en especies distribuidas preferentemente en el bosque Tropical Caducifolio***

Las especies con un IVI más alto fueron *Ipomoea murucoides*, *Psidium guajava*, *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, *Erythrina americana*. Su valor va de 7.69 a 74.16.

En el JBE la especie de bosque Tropical Caducifolio con el IVI más alto fue *Ipomoea murucoides*, con 74.16. En el bosque Tropical Caducifolio secundario, en Cuentepec, Morelos, se reporta a *Ipomoea murucoides* con 0.33, en Santa Catarina con 1.03 y en el Limón, con 1.23 (Maldonado, 2013), en cambio en la Sierra de Montenegro se registró con 31.6 (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). La diferencia en cuanto al IVI en el JBE y estos estudios, puede ser debido al aprovechamiento que tienen los asentamientos humanos cercanos a la zona de estudio, al usar a la especie como leña.

*Psidium guajava* tuvo un IVI de 46.02. En el bosque Tropical Caducifolio secundario de Xochitepec, Puebla se registró con 0.19 (Maldonado, 2013). La diferencia en el JBE y la zona de estudio antes mencionada puede ser porque en el JBE se deja una regeneración natural, la cual también puede ser influida por los compañeros universitarios que durante el presente estudio se observaron comiendo los frutos de dicha especie y tirando sus semillas en el JBE. Así como por mamíferos: *Sciurus aureogaster*, F. Cuvier 1829 (Ardilla) y aves como *Piaya cayana*, Sawainson 1827 (Vaquero). Quizás en los estudios antes mencionados esta especie es utilizada y eso impacte reduciendo su IVI.

*Acacia pennatula* en este trabajo obtuvo un valor de IVI de 7.91, en el bosque Tropical Caducifolio secundario de Cuentepec, Morelos se registró con 0.69 y en el Limón con 0.48 (Maldonado, 2013) y 0.73 (Boyas, 1992). La diferencia en cuanto al valor de IVI en el JBE y la zona de estudio, puede ser porque en el JBE el uso como leña de esta especie es, menor que los asentamientos humanos cercanos al área de estudio de Boyas (1992), pues menciona que encontró evidencias de disturbio como tala y fuego en sus zonas de estudio.

*Eysenhardtia polystachya* en este trabajo se registró con 7.69 de IVI. En cambio en el bosque Tropical Caducifolio secundario del Limón, Morelos se mantuvo con 1.29 (Maldonado, 2013) y 3.74 (Boyas, 1992), pero en la Sierra de Montenegro obtuvo un 7.5 (Monroy-Ortiz *et al.*, 2018). La diferencia con los resultados del JBE y las zonas de estudio antes mencionadas, puede ser por que en el JBE esta especie es menor recolectada para su aprovechamiento medicinal, a diferencia del uso que los asentamientos humanos pudieran darle a la especie en las zonas de estudio, de tal forma que se toleran o fomentan sus plantaciones.

### ***Índice de Valor de Importancia en especies de bosques que se distribuyen en zonas de clima templado***

En el JBE el IVI en especies de bosques que se distribuyen en zonas de clima templado con un valor más alto fueron: *Fraxinus uhdei*, *Buddleja parviflora*, *Cupressus lusitánica*, *Montanoa frutescens*, *Pinus montezumae*, *Quercus crassipes*. Su valor va de 7.15 a 135.52.

*Fraxinus uhdei*, en este trabajo tuvo el mayor IVI con 135.52. En cambio en el bosque de Galería del río Tembembe en Morelos su valor fue de 4.04 (Camacho-Rico *et al.*, 2006). La diferencia entre el valor del JBE y esta zona de estudio puede ser porque en ambientes tropicales esta especie puede comportarse como invasora, desplazando a especies nativas (Pimienta-Barrios *et al.*, 2012). Como en el JBE en el que debido a su ubicación, parte de su vegetación es tropical. Además de que en la zona de estudio las comunidades humanas cercanas, señaladas por Camacho-Rico *et al.*, (2006) pueden promover el establecimiento de otras especies comestibles, provocando que tengan un mayor IVI como por ejemplo *Mangifera indica* L. y *Psidium guajava* L. especies mencionadas en el estudio y con un mayor IVI.

*Buddleja parviflora* su IVI en este trabajo corresponde a 134.64. Pero en el bosque Mesófilo de Montaña de Temsacaltepec, Estado de México, su valor fue de 3.21 (Rubio-Licona *et al.*, 2011). Esta diferencia puede ser por la menor extracción de maderas en el JBE, respecto a la zona de estudio de Rubio-Licona *et al.*, (2011).

*Cupressus lusitánica* para este trabajo registro un IVI de 25.39. En cambio en el bosque de Coníferas-*Quercus* de el Salto, Durango, obtuvo 28.55 (Valenzuela y Sánchez, 2009). La diferencia en el IVI de esta especie y el JBE puede ser porque el bosque en el estudio de Valenzuela y Sánchez (2009) es el ambiente donde naturalmente se desarrolla la especie, además de que en dicho estudio se menciona que se está realizando restauración en algunas partes.

*Montanoa frutescens* en este trabajo obtuvo un IVI de 15.74. En el bosque de Coníferas-*Quercus* en la Sierra “El Registro”, el Mezquital, Durango se reportó con un IVI de 17.11 (Maciel-Nájera, 2010). La diferencia puede ser por el aprovechamiento que puede tener esta especie en la zona de estudio de Maciel-Nájera (2010), pues esta especie puede ser usada para ayudar en el crecimiento de cultivos de frijol (*Phaseolus* spp.).

*Pinus montezumae* obtuvo un valor de 7.9. Pero en el bosque de coníferas en la Unidad de Manejo Forestal Umafor 2105, en Pico de Orizaba, Puebla, obtuvo un IVI de 42.20 (López-Hernández *et al.*, 2017). La diferencia en el IVI de esta especie en el JBE y en el estudio de López-Hernández *et al.* (2017) puede ser debido que en el JBE esta especie

solo se encontró una sola vez y en un solo cuadrante, lo que limita su densidad y frecuencia, a diferencia del bosque del estudio de López-Hernández *et al* (2017) donde naturalmente se desarrolla esta especie, además de que es una unidad de manejo forestal.

*Quercus crassipes* obtuvo un IVI de 7.1. Pero en el bosque de Coníferas-*Quercus* de Temascaltepec, Estado de México su valor fue de 37.18 (Rubio-Licona *et al.*, 2001). La diferencia en el IVI de esta especie y el JBE puede ser porque el JBE esta especie fue plantada lo que implicó decidir su frecuencia y abundancia, 2 variables que influyen en el IVI, además de que en el JBE existen factores de perturbación que pueden afectar el crecimiento.

### ***Índice de Valor de Importancia de especies en parques urbanos***

Respecto a las especies que se registran tanto en el JBE como en parques urbanos se tienen a *Fraxinus uhdei*, *Casuarina equisetifolia* y *Eysenhardtia polystachya*.

*Fraxinus uhdei* obtuvo un IVI de 135.52. En cambio en el bosque de San Juan de Aragón de la CDMX su valor fue de 4.81 (Saavedra-Romero *et al.*, 2019). Y en el campus universitario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León su valor fue de 1.0 (Alanis, 2014).

*Casuarina equisetifolia* en este trabajo se reportó con un IVI de 10.28. Pero en el bosque de San Juan de Aragón de la CDMX su valor fue de 31.98 (Saavedra-Romero *et al.*, 2019).

*Eysenhardtia polystachya* en este trabajo obtuvo un IVI de 7.69. Pero en el campus universitario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León su valor fue de 0.97 (Alanis, 2014).

La diferencia entre el valor de IVI registrado en el JBE y los parques urbanos es porque en estos últimos el personal decide que especies mantener y cuales quitar.

### **Densidad y dominancia en las zonas B1 y C1 del JBE**

El Análisis de varianza muestra que no hay diferencia significativa entre el promedio de densidad y dominancia entre las zonas. Esto puede deberse a que en áreas agrícolas abandonadas las variables como altura y cobertura incrementan con el tiempo, pero la densidad se estabiliza (Delang y Li, 2012). Además de que el JBE es un área que continua siendo objeto de disturbio generalizado, evidenciado en el constante encuentro con

ramas o tallos cortados, quizás como evidencia del tránsito de las personas, que podría hacer que las dominancias se mantengan estables.

### **Densidad y dominancia para cada unidad de muestreo**

El gradiente compartido por cuadrantes del centro y de la periferia respecto a la densidad en el JBE es de 200 hasta 2900 ind/ha, el cual se da principalmente por *Fraxinus uhdei* y *Buddleja parviflora*. En cuanto a la dominancia, el gradiente registrado para los cuadrantes del centro como los de la periferia tiene un valor de 5.91 a 32.36 m<sup>2</sup>/ha, dicha variable esta dada principalmete por *Buddleja parviflora*, *Casuarina equisetifolia*, *Ipomoea murucoides* y *Ceiba pentandra*

Respecto a la densidad esto quizás se daba a que la especie que mayor aporta en esta variable *Fraxinus uhdei*, propicia el crecimiento de múltiples individuos. Esta especie, genera 36 000 semillas por kilogramo (Vazquez-Yañez, 1999). Por otra parte la alta densidad de *Buddleja parviflora* puede ser porque dentro del JBE se presenta perturbación por múltiples factores, facilitando que especies de vegetación secundaria crezcan. Debido a la plasticidad que tienen (Reyes-Matamoros y Martínez-Moreno, 2001).

Durante la realización de este trabajo, se observó que las semillas de *Fraxinus uhdei* mantenían el sustrato cubierto, lo que podría ayudar a generar el crecimiento de nuevos individuos, sobre todo en el oeste del JBE. Por ejemplo la mayor densidad se mantiene en el cuadrante de la periferia B9 (3900 ind/ha) en el cual es *Fraxinus uhdei* quien mayor aporta a esta variable. Igualmente dentro de los cuadrantes del centro la mayor densidad se encuentra en el B17 (2900 ind/ha) por la misma especie. Esto quizás puede explicarse porque estos cuadrantes B9 y B17 tienen a menos de 10 m un individuo de *Fraxinus uhdei* de por lo menos 15 m de altura y 0.17 m<sup>2</sup> de área basal, que no entro en las unidades de muestreo, pero que sin embargo, durante los mismos fue observado con semillas.

Respecto a la dominancia la especie que mayor aporta dentro del JBE es *Buddleja parviflora*, pero también otras como *Casuarina equisetifolia*, *Ipomoea murucoides* y *Ceiba pentandra*.

*Buddleja parviflora* mantiene una similitud en el tamaño de sus tallos, quizás debido a un crecimiento sincronizado. Lo cual quizás se puede explicar tomando en cuenta lo

observado durante la realización de este trabajo, donde todos los individuos registrados de esta especie, eran adultos y se mantenían en contacto con la luz solar, (no se encontró ningún juvenil creciendo bajo la sombra), si se considera esta especie con carácter heliófilo, quizás apoyaría así el supuesto que debido ser de las primeras especies en llegar al inicio de la sucesión, cuando el sustrato se mantenía en contacto con la luz solar, haciendo que los individuos que lograron sobrevivir y crecer lo hicieran de forma relativamente similar y sincronizada.

La mayor dominancia se da en el cuadrante de la periferia C54 (58.65 m<sup>2</sup>/ha) esto se debe a que en el mismo cuadrante se encontraron 3 especies que en este trabajo presentaron una alta dominancia: *Buddleja parviflora*, *Casuarina equisetifolia* y *Ceiba pentandra*. Estas últimas 2 únicas en este cuadrante que además fueron plantadas, lo que implicó manejo y cuidados. En cambio en los cuadrantes del centro la mayor dominancia se da en el cuadrante B55 (32.36 m<sup>2</sup>/ha) esto es porque tiene a 3 individuos de la misma especie con una alta dominancia en este trabajo: *Ipomoea murucoides* la cual es característica de vegetación secundaria. Tomando en cuenta que uno de los principales efectos de las perturbaciones puede ser el aumento de temporal de nutrientes y la luz solar por la mineralización de la materia orgánica y la remoción de vegetación respectivamente (Canham, 1985), esta especie pudo aprovechar esta mayor disponibilidad de recursos para aumentar su volumen. Además esta especie es de crecimiento rápido, pudiendo tener un incremento en volumen en 14 meses de 3500 cm<sup>3</sup> (Soria, 2013).

## Recomendaciones para la preservación del JBE

Recolectar frutos de especies introducidas como *Eriobotrya japonica*, para que sean ingeridos fuera del JBE; así como, eliminar algunos individuos para disminuir su frecuencia y abundancia dentro del mismo, esta última variable sobre todo en cuadrantes como B9 y B15 donde es más abundante. Esto a razón de evitar su proliferación y por ende disminuir su IVI.

Se recomienda plantar individuos que pertenezcan a especies de vegetación primaria para incrementar la frecuencia y abundancia de las mismas, sobre todo las que solo fueron registradas en un solo cuadrante como *Quercus crassipes* en B47, *Casimiroa edulis* en B41 y *Pinus montezumae* en A20.

De igual forma, se recomienda plantar individuos de especies nativas humanizadas, para incrementar la frecuencia y abundancia de las mismas, sobre todo las que solo fueron registradas en un solo cuadrante como *Spondias purpurea* y *Pithecellobium dulce* ambas localizadas en el sitio de muestreo B32 y *Erythrina americana* en el C64.

También se podría plantar algunas de las especies que fueron registradas en solo 2 cuadrantes como *Persea americana* en B32 y C47 y *Prunus serotina* subsp. *capuli* en B32 y B41. Como una forma de aumentar el IVI de dichas especies. Las especies antes mencionadas podrían ser plantadas en los cuadrantes en donde *Fraxinus uhdei* aporta a las más altas abundancias registradas en este trabajo B9 y B17, en los cuales también se podrían generar claros forestales como una forma de ayudar en el crecimiento de las especies plantadas.

También se recomienda cortar la hierba para establecer caminos marcados dentro del JBE como una forma de invitar a que los visitantes del JBE utilicen el sendero establecido, evitando que se cruce indistintamente, como una forma de disminuir la perturbación.

## CONCLUSIONES

El JBE es un fragmento de vegetación con cuarenta años de sucesión que ha presentado diferentes tipos de disturbio, en consecuencia más del 60% de las especies registradas son características de vegetación secundaria, entre las cuales se tiene a *Buddleja parviflora*, *Psidium guajava*, *Montanoa frutescens*, *Bocconia arborea*, *Persea americana*, *Acacia pennatula*, *Eysenhardtia polystachya*, *Spondias purpurea* y *Erythrina americana*.

Aunque también hay especies de vegetación primaria, como *Fraxinus uhdei*, *Pinus montezumae* y *Cupressus lusitánica*. También se han plantado algunos individuos de *Citrus sinensis*, *Prunus persica*, *Ceiba pentandra*, *Inga jinicuil*, *Quercus crassipes* y *Casimiroa edulis*.

Cabe destacar que el 75% de las especies arbóreas registradas en este trabajo son nativas de México, de estas 4 endémicas y una se encuentra en la NOM 059. También se registraron 7 especies humanizadas, algunas de las cuáles forman parte de los huertos frutícolas presentes en las comunidades campesinas e indígenas de Morelos, lo que evidencia la importancia biocultural del JBE.

La densidad, dominancia y frecuencia es mayor para el conjunto de especies características de vegetación secundaria, que han logrado sobrevivir a los disturbios que afectan al JBE; entre las que destacan por su IVI: *Buddleja parviflora*, *Ipomoea murucoides*, *Psidium guajava*. A pesar de la importancia de las especies de vegetación secundaria, *Fraxinus uhdei*, una de las especies características de vegetación primaria, es la que tuvo el mayor IVI, debido a sus valores de abundancia y frecuencia. Así mismo, destaca la abundancia y frecuencia de *Eriobotrya japonica* una especie introducida, cuya dispersión ha sido favorecida probablemente por los seres humanos y la fauna silvestre. La densidad y la dominancia en las unidades de muestreo del centro y de la periferia en el JBE son semejantes.

Para la preservación del JBE se considera necesario incrementar el IVI de especies de vegetación primaria, así como disminuir la frecuencia y abundancia de las especies introducidas.



## LITERATURA CITADA

- Achard, F., Beuchle, R., Mayaux, P., Stibig, H. J., Bodart, C., Brink, A. y Lupi, A. 2014. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. *Global change biology* 20: 2540-2554.
- Aguilar, C., Martínez, E. y Arriaga, L. 2000. Deforestación y fragmentación de ecosistemas ¿Qué tan grave es el problema en México?. *CONABIO. Biodiversitas* 30: 7-11.
- Aguilar-Rodríguez, S., y Terrazas, T. 2001. Anatomía de la madera de *Buddleja* L. (Buddlejaceae), análisis fenético. *Madera y bosques* 7: 63-85.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez, J., Pando, M, Aguirre, O., Treviño, E. J., Canizales, P. 2011. Análisis de la diversidad arbórea en áreas restauradas post-incendio en el Parque Ecológico Chipinque, México. *Acta Biológica Colombiana* 15: 309-324.
- Alanís, E., Jiménez, J., Mora-Olivo, A., Canizalez, P., y Rocha, L. 2014. Estructura y composición del arbolado urbano de un campus universitario del noreste de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1: 93-101.
- Alcántara, A. O. y Luna, I. 2001. Análisis florístico de dos áreas con bosque mesófilo de montaña en el estado de Hidalgo, México: Eloxochitlán y Tlahuelompa. *Acta Botanica Mexicana* 54: 51-87.
- Alcaraz, A. F. J. 2012. Temperatura, luz, atmósfera, viento. *Geobotánica* 20: 1-13.
- Almazán-Núñez, R. C., Arizmendi, M. D. C., Eguiarte, L. E., y Corcuera, P. 2012. Cambios en la composición, diversidad y estructura de plantas leñosas en estados sucesionales de bosque tropical seco en el suroeste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 1096-1109.
- Araujo-Murakami, A., Jørgensen, P. M., Maldonado, C. y Paniagua-Zambrana, N. 2005. Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado-Pelechuco, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40: 325-338.
- Arroyo-Rodríguez, V., Melo, F. P., Martínez-Ramos, M., Bongers, F., Chazdon, R. L., Meave, J. A., y Tabarelli, M. 2015. Multiple successional pathways in human-

- modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. *Biological Reviews* 92: 326-340.
- Ávila, C. G., Vibrans, H., Garza, H. N., y Velázquez, M. J. 2001. Manejo de huertos familiares periurbanos de San Miguel Tlaixpan, Texcoco, estado de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 39-62.
- Ávila Sánchez, P., Sánchez-González, A., y Catalán Everástico, C. 2010. Estructura y composición de la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero, México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 16: 119-138.
- Alvis Gordo, J. F. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Bioteconología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 7: 116-122.
- Arizaga, S., Salcedo Cabrales, M., y Bellos Gonzales, M. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Instituto Nacional de Ecología. 150 p.
- Balvanera, P. y Cotler, H. 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En: *Capital natural de México. Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO. México pp. 185-245.
- Barrera Ramírez, R., López Aguillón, R., y Muñoz Flores, H. J. 2018. Supervivencia y crecimiento de *Pinus pseudostrobus* Lindl., y *Pinus montezumae* Lamb. en diferentes fechas de plantación. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 323-341.
- Barrie, F. R. 2015. Rosaceae. *Flora Mesoamericana*, volumen 2: 1-110.
- Basáñez, A. J., Alanís, J. L., y Badillo, E. 2008. Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido " El Remolino", Papantla, Veracruz. *Avances en investigación agropecuaria* 12: 3-22.
- Bellingham, P. J. y Sparrow, A. D. 2009. Multi-stemmed trees in montane rain forests: their frequency and demography in relation to elevation, soil nutrients and disturbance. *Journal of Ecology* 97: 472-483.
- Beltrán-Rodríguez, L. A., Valdez-Hernández, J. I., Luna-Cavazos, M., Romero-Manzanares, A., Pineda-Herrera, E., Maldonado-Almanza, B., y Blancas-Vázquez,

- J. 2018. Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*: 89: 108-122
- Benavides, H. M., Grandizo, F., y Young, D. 2012. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del bosque de Chapultepec. *Madera y bosques* 18: 51-71.
- Bennett, D. P. y Humphries, D. A. 1978. *Introducción a la ecología del campo*. Madrid. 334 p.
- Begon, M., Harper, J. L., y Townsend, C. R. 1999. *Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades*. 3ª ed. Ediciones Omega. Barcelona 1146 p.
- Bertonatti, C. 2015. La estructura ecológica de las ciudades y su importancia cultural y ambiental. *Informe Ambiental Anual*. 282 p.
- Bolaños, R., Yohana, G., Feuillet, H., Chito, C., Muñoz, E., Eduard, L., y Ramírez Padilla, B. R. 2010. Vegetación, estructura y composición de un área boscosa en el jardín botánico "Álvaro José Negret", vereda La Rejoya, Popayán (Cauca, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 14: 19-38.
- Bonilla-Barbosa, J. y Villaseñor, J. 2003. *Catálogo de la Flora del estado de Morelos*. Centro de Investigaciones Biológicas. UAEM. Cuernavaca 108 p.
- Borelli, S., Conigliaro, M. y Pineda, F. 2018. Los Boques urbanos en el contexto global. *Unasylya* 250: 3-10
- Boyas, J.C. 1992. *Determinación de la productividad, composición y estructura de las comunidades arbóreas del estado de Morelos en base a unidades ecológicas*. Tesis Doctoral. UNAM. Facultad de Ciencias. División de estudios de posgrado. Ciudad de México, México. 296 p.
- Boyas J. C., Cervantes-Sánchez, M., Javelly-Gurria, J. M., Linares-Ávila, M. M., Solares-Arenas, F., Soto-Estrada, R. M., Naufal-Tuena, V. y Sandoval-Cruz, L. 2001. *Diagnóstico forestal del estado de Morelos*. SAGARPA e INIFAP. Publicación especial número 7. Segunda edición corregida y aumentada.
- Burley, J. 2002. Panorámica de la diversidad biológica forestal. *Unasylya* 53: 3-9.

- Bustamante, R. y Grez, A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo* 11: 58-63.
- Caballero, J y Balcázar, T. 2010. Jardín Botánico de la UNAM uno de lo más importantes del mundo. *AAPAUNAM. Academia, Ciencia y Cultura*. Abril-Junio, 2010 2: 71-75.
- Caballero, N.J. (coord.). 2012. Jardines botánicos: contribución a la conservación vegetal de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 186 p.
- Cabrera, J., Motta, M. T. y Ortíz, R. 2001. Tendencias del mercado forestal y cálculo de rentabilidad: herramientas claves para el establecimiento de plantaciones forestales productivas. Quito, Ecuador: OIMT-Cormadera. 111 p.
- Calaza, P., Cariñanos, P., Escobedo, F., Schwab, J. y Tovar, G. 2018. Crear paisajes urbanos e ifrestructura verde. *Unasyuva* 250: 11-21
- Camacho- Rico, F., Trejo, I., y Bonfil, C. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 78: 17-31.
- Canham, C. D. y P.L. Marks. 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of establishment and growth. *Natural disturbance and patch dynamics*, 197-216.
- Cano-Santana, Z., Castillo-Argüero, S., Martínez-Orea, Y. y Juárez-Orozco, S. 2008. Análisis de la riqueza vegetal y el valor de conservación de tres áreas incorporadas a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Distrito Federal (México). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 82: 1-14.
- Cedillo, J. G. G., Olascoaga, L. W., Pérez, J. I. J., y Mejía, M. C. C. 2015. Agro ecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del Altiplano Mexicano. Una visión sistémica. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 18: 237-250.
- Chadwick, O. 1980. Forest development in North America following major disturbances. *Forest ecology and management* 3: 153-168.

- Challenger, A., R. Dirzo, López, J. C., Mendoza, E., Lira-Noriega, A., y Cruz, I. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: Capital natural de México. Conabio, México pp. 37-73.
- Cheng, S., 2007. Flora of China. Rutaceae. Volumen 11: 51-98.
- Colón, S. M., y Lugo, A. E. 2006. Recovery of a Subtropical Dry Forest After Abandonment of Different Land Uses 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation* 38: 354-364.
- CONABIO.2012a. Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 98 p.
- CONAFOR. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Jalisco, México. 206 p.
- CONANP.2003. Estimación de la tasa de transformación del habitat en el “Corredor Biológico Chichinautzin”. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 28 p.
- CONAPO, 2018. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015. México 288 p.
- CONAPO, 2007. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005. México 288 p.
- Couttolenc-Brenis, E., Cruz-Rodríguez, J. A., Portugal, E. C., y Musálem, M. A. 2005. Uso local y potencial de las especies arbóreas en camarón de Tejeda, Veracruz. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 11: 45-50.
- Cox, G.W. 2002. *General Ecology Laboratory Manual*. McGraw-Hill. New York USA.312 p.
- Cuevas-Guzmán, R., Cisneros-Lepe, E. A., Jardel-Peláez, E. J., Sánchez-Rodríguez, E. V., Guzmán-Hernández, L., Núñez-López, N. M., y Rodríguez-Guerrero, C. 2011. Análisis estructural y de diversidad en los bosques de Abies de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1219-1233.
- Cuyckens, G. A. E., Malizia, L. R. y Blundo, C. 2015. Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas

- subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera y bosques* 21: 137-148.
- De Almeida Jr, E. B., Santos-Filho, F. S., de Lima Araújo, E., y Zickel, C. S. 2011. Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 3: 95-103.
- Delang, C. O., y Li, W. M. 2012. Ecological succession on fallowed shifting cultivation fields: a review of the literature. Springer Science y Business Media. 126 p.
- Delucchi, G., y Keller, H. A. 2010. La naturalización del «níspero», *Eriobotrya japonica* (Rosaceae, Maloideae), en la Argentina. *Bonplandia* 19: 71-77.
- De Camino R., 1998. El manejo de los bosques naturales en América Latina; Análisis de problemas y perspectivas desde la realidad. *Actas* 22: 1-21.
- Dunphy, B. K., Murphy, P. G., y Lugo, A. E. 2000. The tendency for trees to be multiple-stemmed in tropical and subtropical dry forests: studies of Guanica forest, Puerto Rico. *Tropical Ecology* 41: 161-168.
- Durán, E., Meave, J. A., Lott, E. J., y Segura, G. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical deciduous forest. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79: 43-60.
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C., y González-Valdivia, N. A. 2014. Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 167-178.
- Escobar-Ocampo, M., y Ochoa-Gaona, S. 2007. Estructura y composición florística de la vegetación del Parque Educativo Laguna Bélgica, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 391-419.
- Espinosa, D. y Ocegueda, S. 2007. Introducción. En: Luna, I. Monrrone J.J. y Espinosa D. (eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. pp 5-6.
- Ewel, J. 1980. Tropical succession: manifold routes to maturity. *Biotropica* 12 :2-7.

- Falfán, I., y Fors, I. M. 2016. Woody neotropical streetscapes: a case study of tree and shrub species richness and composition in Xalapa. *Madera y bosques* 22: 95-110.
- FAO 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. FAO Forestry Paper No. 170. UN Food and Agriculture Organization, Rome. 250 p.
- FAO. 2016. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, Estudio FAO. Roma. 191 p.
- Fernández-Pérez, L., Ramírez-Marcial, N., y González-Espinosa, M. 2013. Reforestación con *Cupressus lusitanica* y su influencia en la diversidad del bosque de pino-encino en Los Altos de Chiapas, México. *Botanical sciences* 91: 207-216.
- Figueroa-Rangel, B. L., y Olvera-Vargas, M. 2000. Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México. *Colegio de Postgraduados. Agociencia* 34: 91-98.
- Flores, J.C. 2004. Estudio demográfico del tepozán (*Buddleia cordata* Kunth) en el Ajusco medio. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 65 p.
- Flores-Galicia, N. 2011. Estructura arbórea y composición de la vegetación del río Magdalena en la delegación Coyoacán, México, D.F. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 70 p.
- Forero, E. 1989. Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. *Acta Botanica Brasílica* 3: 315-322.
- Fox, B. J., Taylor, J. E., Fox, M. D., y Williams, C. 1997. Vegetation changes across edges of rainforest remnants. *Biological Conservation* 82: 1-13
- Galindo, L. M., Escalante, R., y Asuad, N. 2004. El proceso de urbanización y el crecimiento económico en México. *Estudios demográficos y Urbanos* 19: 289-312.
- García, D. 2011. Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Revista Ecosistemas* 20: 2-3.
- Garza, G. 2002. Evolución de las ciudades mexicanas en el siglo XX. *Revista de Información y Análisis* 19: 7-16.

- Gascon, c. et al. 1999. Matrix habitat and especies richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223-229.
- Gallardo-Cruz, J. Meave, J. y Pérez-García, E. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76: 19-35.
- Gernandt, D. S., y Pérez-de la Rosa, J. A. 2014. Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 126-133.
- Giraldo-Cañas, D. 2000. Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana* 38: 33-42.
- Godínez-Ibarra, O., y López-Mata, L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* 73: 283- 314.
- González Cubas, R., Treviño Garza, E. J., González Tagle, M. A., Duque Montoya, Á., y Gómez Cárdenas, M. 2018. Diversidad y estructura arbórea en un bosque de *Abies vejarii* Martínez en el sur del estado de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 36-65.
- González-Hidalgo, B., Orozco-Segovia, A., y Diego-Pérez, N. 2001. La vegetación de la reserva ecológica Lomas del Seminario, Ajusco, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 77-99.
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., y Lujan-Soto, J. E. 2017. Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 4: 535-542.
- Granados Sanchez, D., Ríos, G. L., y Flores, J. G. 1999. Fragmentación del hábitat y manejo de áreas protegidas. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5: 5-14.
- Granjeno, A., Taboada, M. y Guadarrama, O. 2019. Comunicación personal.
- Grether, R. 2005. Reseña de "Legumes of the world" de Lewis, G.; Schrire, B.; Mackinder, B.; Lock, M. *Boletín de la Sociedad Botánica de México, México* 77: 75-77



- Guariguata, M.R. y R. Ostertag 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* 148:185-206.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., y Zamora-Crescencio, P. 2012. Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica* 33: 151-174.
- Gutiérrez, J. y Solano, E. 2014. Afinidades florísticas y fitogeográficas de la vegetación del municipio de San José Iturbide, Guanajuato, México. *Acta botánica mexicana*, 107: 27-65.
- Gurrutxaga M. y Lozano, P. J. 2006. Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía* 16: 35-54.
- Hernández-Cárdenas, R. A., Cerros-Tlatilpa, R., Flores-Morales, A. 2014. Las plantas vasculares y vegetación de la Barranca Tepecapa en el municipio de Tlayacapan, Morelos, México *Acta Botánica Mexicana* 108: 11-38.
- Hernández, P., y Giménez, A. M. 2016. Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y bosques* 22: 37-48.
- Hernández-Ruiz, J., Juárez-García, R. A., Hernández-Ruiz, N., y Hernández-Silva, N. 2013. Uso antropocéntrico de especies vegetales en los solares de San Pedro Ixtlahuaca, Oaxaca México. *Ra Ximhai*, 9: 99-108.
- Hernández-Sandoval, L., González, M., Barrera, M., Suzan, H., Bustos, D. y Terrones, R. 2010. Establecimiento y crecimiento en las primeras etapas de diez especies arbustivas nativas, en sitios deforestados de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, México. *Ciencia@uaq* 3: 27-41
- Hernandez-Vargas, Velásquez, L. R. S., Valdovinos, T. F. C., López, M. D. R., y Guzmán, R. C. 2000. Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán. *Madera y bosques* 6:13-28.

- Hernández-Velázquez, L. 2016. Composición florística y estructura de vegetación del bosque de pino-encino en el Ejido La Selva, Municipio de Huayacocotla, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México. 62 p.
- Ignacio-Ruiz, N., Rangel-Villafranco, M., y Cárdenas-Camargo, I. 2014. Estructura del bosque y propagación de dos especies de encinos con micorrizas en el Estado de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 1: 138-146.
- INEGI. 1995. Fotografías aéreas escala 1:75,000 de Noviembre de 1995. México.
- Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri botanical garden* 75: 105-116.
- Jiménez, J., Aguirre, O. y Kramer, H. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Forest Systems* 10: 355-366.
- Jiménez-Ortiz, C.M. 2019. La huella de carbono en equipamientos educativos. El caso de la UAEMor. Tesis, Licenciatura, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.
- Juárez-Agis, A., Castro, N. D. H., Martínez, J. L., y Umaña, M. R. 2016. Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias* 5: 50-69.
- Kanashiro, M. Thompson, I.S. Yared, J.A.G. Loveless, M.D. Coventry, P. Martins-da-Silva, R.C.V. Degen B. y Amaral. W. 2002. Valores de la conservación y gestión forestal: el Proyecto Dendrogene en la Amazonia brasileña. *Unasylva* 53: 25-33.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. México. Edit Harla. 753 p.
- Kollmann, J. y Buschor, M. 2003. Edges effects on seed predation by rodents in deciduous forests of northern Switzerland. *Plant Ecology* 164: 249-261.
- Kupfer, J. A., Malanson, G. P. y Franklin, S. B. 2006. Not seeing the ocean for the islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. *Global ecology and biogeography* 15: 8-20.

- LaPaix, R., y Freedman, B. 2010. Vegetation structure and composition within urban parks of Halifax Regional Municipality, Nova Scotia, Canada. *Landscape and Urban Planning* 98: 124-135.
- Lebrija-Trejos, E. 2009. Tropical dry forest recovery: processes and causes of change. Wageningen Universiteit .189 p.
- Left, E. 2004. Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI. México. 456 p.
- Lincoln, R. J., Boxshall, G., A. y Clark, P.F. 2009. Diccionario de ecología, evolución y taxonomía. 2da edición. México. 672 p.
- López-Barrera, F. 2004. Estructura y función en bordes de bosques. *Revista Ecosistemas*, 13: 66-77.
- López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Gonzalez, J. C. M., González-Tagle, M. A., y Jiménez-Pérez, J. 2017. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y bosques* 23: 39-51.
- Lopez-Jimenez, L., Duran-García, R. y Dupuy-Rada, J. 2019. Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y bosques* 25: 1-17.
- López G., y Nieto, M. 2019. Características estructurales de un bosque de pino en Tlalnepantla, Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 10: 23-52.
- Lopez-Toledo, J., Valdez-Hernández, Pérez-farrera, M. y Cetina-Alcalá V. 2012. Composición y estructura arbórea de un bosque tropical estacionalmente seco en la reserva de la biósfera la sepultura, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 12: 43-56.
- Lugo-Pérez, J., y Sabat-Guérnica, A. M. 2011. Structure and composition of woody plants in urban forest remnants with different adjacent land-use and slope aspect. *Urban ecosystems* 14: 45-58.
- Luna, I., Alcántara, A. O., Contreras, M. R., y Ruiz, J. C. A. 2007. En: Luna, I., Morrone, J. y Espinoza, D.(Eds). Composición y estructura del bosque mesófilo de montaña

- de Ocuilan, Estado de México-Morelos. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. México DF. 173-178 pp.
- Macarthur, R.H. y Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, New-Yersey. 203 p.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P. y Sánchez-Rojas, G. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria* 25: 03-19.
- Maciel-Nájera, J. F. 2010. Composición y estructura de la vegetación de la sierra el registro, durango. Tesis Doctoral. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Durango, México 125 p.
- Magnago, L. F. S., Rocha, M. F., Meyer, L., Martins, S. V., y Meira-Neto, J. A. A. 2015. Microclimatic conditions at forest edges have significant impacts on vegetation structure in large Atlantic forest fragments. *Biodiversity and Conservation*, 24: 2305-2318.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 200 p.
- Maldonado, B. J. 2013. Patrones de uso y manejo de los recursos florísticos del bosque tropical Caducifolio en la cuenca del Balsas México. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología. Manejo integral de Ecosistemas. México. 166 p.
- Martínez-De La Cruz, I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., de Jesús Pérez-López, D., Franco-Mora, O., y Castañeda-Vildózola, Á. 2015. Frutos y semillas comestibles en el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 331-346.
- Martinez, L. y Chalco, A. 1994. Los árboles de la Ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. México 351 p.
- Masera, O., Ordóñez, M. J., y Dirzo, R. 1992. Emisiones de carbono a partir de la deforestación en México. *Ciencia* 43: 151-153.

- Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
- McNeely J.A. 2002. La biodiversidad forestal a nivel del ecosistema: ¿cuál es el lugar de la población?. *Unasylva* 53: 10-15.
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Cruz, J., Cortés-Flores, J., Rendón-Sandoval, F. J., e Ibarra-Manríquez, G. 2014. Composición, estructura y diversidad de la comunidad arbórea del bosque tropical caducifolio en Tziritzícuaró, Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 1117-1128.
- Miranda-Plaza, E.A. 2014. Factores que afectan la estructura de la vegetación en dos paisajes del bosque tropical seco de la península de Yucatán. Tesis de Maestría. Centro de Investigación científica de Yucatán. Posgrado en Ciencias Biológicas. 107p.
- Monroy, R. 2017. Comunicación personal.
- Monroy, R. 2019. Comunicación personal.
- Monroy-Ortiz, C. 1997. La leña como recurso energético implicaciones ecológicas y etnobotánicas. Tesis de Maestría. UNAM. Facultad de Ciencias. División de estudios de posgrado. México 112 p.
- Monroy-Ortiz, C., García-Moya, E., Romero-Manzanares, A., Luna-Cavazos, M., y Monroy, R. 2018. Traditional and formal ecological knowledge to assess harvesting and conservation of a Mexican Tropical Dry Forest. *Journal of environmental management*, 214: 56-65.
- Monroy, R., Maldonado, B., Soria, G. y Castillo, P. 1985. El Jardín Botánico Estatal de la U.A.E.M. (primera y segunda parte). *Expresión Universitaria ciencia técnica cultura*. Número 7: 35-43.
- Monroy, M. R., Soria, G., Maldonado, B. y P. Castillo. 1986. Jardín Botánico Estatal de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En *Memorias del Tercer encuentro Estatal sobre Recursos Naturales*. Cuernavaca, Morelos, México. 187-198.

- Monroy-Ortiz, C. y Monroy, R. 2006. Las plantas compañeras de siempre... La experiencia en Morelos. Laboratorio de Ecología. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México 582 p.
- Monroy, R. y Monroy-Ortiz, R.. 2007. Omisiones y fragmentación: el reto de la planeación. *Revista de Arquitectura y Urbanismo, México* 2: 279-286.
- Monroy, R. y Monroy-Ortiz, R.. 2012. La Fragmentación territorial. Causas y efectos en Morelos. En: Monroy, R., Monroy-Ortiz, R. y Monroy-Ortiz, C. Comp. Las unidades productivas tradicionales frente a la fragmentación territorial. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México pp. 13-42.
- Monroy, R. y Mujica, E. 1988. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de *Pinus radiata* D.Don y *Juniperus fláccida* Schltdl. Memorias de la Tercera Reunión Nacional de Jardines Botánicos. Jalapa, Veracruz. pp.13-14.
- Monroy, R. y Taboada M. 1990. Monografía de los tipos de vegetación del área de protección de flora y fauna silvestre “Corredor Biológico Chichinautzin”. En: programa integral de manejo para el área de protección de flora y fauna silvestre y acuática “Corredor biológico Chichinautzin”, Edo. De Morelos Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco y Universidad Autónoma del Estado de Morelos pp. 126-141.
- Monroy, M., R., Colín-Bahena, H., Gispert-Cruells, M. García-Flores, A. 2016. La gestión comunitaria de la diversidad biológica en riesgo por el crecimiento urbano en el municipio de Yautepec, Morelos, México. *Revista Etnobiología*. 3: 50-59.
- Monroy, R., Ponce-Díaz, A., Colín-Bahena, H., Monroy-Ortiz, C., y García-Flores, A. 2017. Los huertos familiares tradicionales soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del Estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad* 6: 33-43.
- Monroy, R., García Flores, A., y Monroy Ortiz, C. 2017b. Plantas útiles de los huertos frutícolas tradicionales de Coatetelco, Morelos, México, frente al potencial emplazamiento minero. *Acta Agrícola y Pecuaria* 3: 87-97.
- Montane de la Vega, R. 2015. Ecología y conservación ambiental. Trillas. México. 424 p.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. 84 p.
- Moreno-Gomez, N. 2012. Diversidad arbórea y captura de carbono en cacaotales en Comalcalco, Tabasco. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. 65p.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOP. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. 92 p.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. 2002. Aims and methods of vegetation ecology. Caldwell. 66 p.
- Nava-Cruz, Y., Maass-Moreno, M., Briones-Villareal, O., y Méndez-Ramírez, I. 2007. Evaluación del efecto de borde sobre dos especies del bosque tropical caducifolio de Jalisco, México. *Agrociencia*, 41: 111-120.
- Návar-Cháidez, J. D. J., y González-Elizondo, S. 2009. Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica* 27: 71-87.
- Niemelä, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodiversity and conservation* 8: 119-131.
- Noss, R.F. 1994. Some principles of conservation biology, as they apply to environmental law. *Chicago-Kent LawReview* 893 p.
- Nzunda, E. F., Griffiths, M. E., y Lawes, M. J. 2007. Multi-stemmed trees in subtropical coastal dune forest: Survival strategy in response to chronic disturbance. *Journal of Vegetation Science*, 18: 693-700.
- Ocampo-Acosta, G., 2003. Flora del bajío y de regiones adyacentes. *Buddlejaceae*. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Pátzcuaro, Mich. Fascículo 39: 1-12.
- Ortiz-Espejel, B., y Toledo, V. M. 1998. Tendencias en la deforestación de la Selva Lacandona (Chiapas, México): el caso de Las Cañadas. *Interciencia*, 23: 318-327.
- Olivo, A. M., López, J. L. M., Pérez, J. L. J., y Silva, J. S. 1995. Vegetación y flora asociada a la palmilla (*Chamaedorea radicalis* Mart.) en la Reserva de la Biosfera "El Cielo". *Biotam* 8: 1-10.

- Oosterhoorn, M., y Kappelle, M. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management*, 126: 291-307.
- Parrotta, John A. 1993. *Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. y G. Forst. Casuarina, Australian pine. SO-ITF-SM-56. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. pp.107- 117.
- Pauchard, A.; Aguayo, M. y Alaback, P. 2006. Cuantificando la fragmentación del paisaje: las métricas y sus significados ecológicos. En: Grez, A.; Simonetti, J. y Bustamante, R. (eds.). *Biodiversidad en ambiente Fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago: Editorial Universitaria. pp.41-67.
- Pengue, W., A. y Feinstein, H.,H. 2013. Nuevos enfoques de la economía ecológica. Una perspectiva latinoamericana sobre el desarrollo. Argentina. 60 p.
- Pennington, T.D. y Sarukan, J. 1998. *Arboles tropicales de México. Manual para la identificación de principales especies*. UNAM. Fondo de cultura Económica. México. 523 p.
- Peña-Becerril, J. C., Monroy-Ata, A., Álvarez-Sánchez, F. J., y Orozco-Almanza, M. 2005. Uso del efecto de borde de la vegetación para la restauración ecológica del bosque tropical. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas* 8: 91-98.
- Perales, H. R., y Aguirre, J. R. 2008. Biodiversidad humanizada. *Capital natural de México*. 1: 565-603.
- Peterson, C. J., y Carson, W. P. 2008. Processes constraining woody species succession on abandoned pastures in the tropics: on the relevance of temperate models of succession. *Tropical forest community ecology*. Oxford: Wiley-Blackwell. pp367-383.
- Pimienta-Barrios, E., Robles-Murguía, C., y Martínez-Chávez, C. C. 2012. Respuesta ecofisiológica de árboles jóvenes nativos y exóticos a sequía y lluvia. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35: 15-20.
- Reyes Matamoros, J. M., y Martínez Moreno, D. 2001. La plasticidad de las plantas. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 41: 39-43.



- Rivas, C. J., Aguirre, C., Jiménez, P. y Corral, R. 2005. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña «El Cielo», Tamaulipas, México. *Sistemas y Recursos Forestales* 14: 217-228.
- Rivera, S. E. M., y Monroy-Ortiz, R. 2009. La expansión urbana sobre el campo mexicano. La otra cara de la crisis agrícola. *Revista Estudios Agrarios* 43: 29-46.
- Rodríguez-Acosta, M. (Ed.). 2000. Estrategia de conservación para los Jardines Botánicos Mexicanos, 2000. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos. A.C., México. 35 p.
- Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F. y Vásquez, A. 2001. Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo* 17: 45-51.
- Romero Manzanares, A., y García Moya, E. 2002. Estabilidad y elasticidad de la composición florística de los piñonares de San Luis Potosí, México. *Agrociencia*, 36: 243-254
- Romero, H. A. R., Mora, M. G. S., y Herrera, J. A. 2009. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas-México. *Acta biológica Colombiana* 14: 97-110.
- Rosete-Vergés, F. A., Pérez-Damián, J. L., Villalobos-Delgado, M., Navarro-Salas, E. N., Salinas-Chávez, E., y Remond-Noa, R. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y bosques* 20: 21-35.
- Rubio-Licon, L. E., Romero-Rangel, S., y Rojas-Zenteno, E. C. 2011. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 17: 77-90.
- Rykowsky, K. 2002. La conservación de la diversidad biológica como elemento de la gestión forestal sostenible: normas y practica en Polonia. *Unasylyva* 53: 16-24.
- Rzedowski, J. y Calderon de Rzendowski, G., 1999. Anacardiaceae. Flora del Bajío y regiones Adyacentes. Fasculo 78. Instituto de Ecología. Patzcuaro, Michoacán.

- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México 417 p.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Ramamoorthy, T. P. Bye, R., Lot A. y J. Fa (comps.). Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp. 129-143.
- Samper, C., y Vallejo, M. I. 2007. Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Rev. Acad. Colomb. Cienc* 31: 57-68.
- Samaya D'Angelo, Andrade, A. C., Laurance, S. G., Laurance, W. F., y Mesquita, R. C. 2004. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology*, 20: 243-246.
- Saavedra-Romero, L. D. L., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., y Villa-Castillo, J. 2019. Diversidad, estructura arbórea e índice de valor de importancia en un bosque urbano de la Ciudad de México. *Polibotánica*. 47: 25-37.
- Sánchez-Colón, S., A. Flores Martínez, I.A. Cruz-Leyva y A. Velázquez. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. En: *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México. pp. 75-129.
- Sánchez Hernández, M. Á., Fierros González, A. M., Velázquez Martínez, A., Posadas, S., Aldrete, A., y Cortés Díaz, E. 2018. Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9: 131-156.
- Sánchez-Rodríguez, Mata, L. L., Moya, E. G., y Guzmán, R. C. 2003. Estructura, composición florística y diversidad de especies leñosas de un bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 73: 17-34.

- Sánchez-Sánchez, O. 2000. Análisis estructural de la selva del jardín botánico. En: Sánchez-Sánchez y Islebe, G. (Eds). El Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín fundamento y estudios particulares. CONABIO. ECOSUR. pp 59-74.
- Sánchez-Velásquez, L.R., Vargas, G. H., Carranza, M. A., López, M. D. R. P., Cuevas, R., y Aragón, F. 2002. Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manantlán, México. Antagonismo de usos. Polibotánica 13: 25-46.
- Sandoval-Moreno, J.M. 2019. Variación bianual de compuestos orgánicos volátiles de ipomoea murucoides (convolvulaceae) en respuesta a la herbivoría y su potencial como atrayente de la defoliadora *Atta mexicana* (hymenoptera: formicidae). Tesis de Maestría. Centro de Investigación en Biotecnología. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México. 81p.
- Santos, T., y Tellería, J. L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Ecosistemas 15: 3 -12.
- Santiago-Pérez, A. L., Ayón Escobedo, A., Rosas-Espinoza, V. C., Rodríguez Zaragoza, F. A., y Toledo González, S. L. 2014. Estructura del bosque templado de galería en la sierra de Quila, Jalisco. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 5: 144-159.
- San Vicente, M. G. 2007. La conectividad de redes de conservación en la planificación territorial con base ecológica. Fundamentos y aplicaciones en la comunidad autónoma del país vasco. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. 321 p.
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., y Margules, C. R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation biology 5: 18-32.
- SEMARNAT. 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Morelos 2013. Impreso en México. 128p.
- Silva-Aparicio, M., Castro-Ramírez, A. E., Castillo-Campos, G., y Rivera, H. P. 2018. Estructura de la vegetación leñosa en tres áreas con Selva Baja Caducifolia en el Istmo-Costa de Oaxaca, México. Revista de Biología Tropical 66: 863-879.

- Simonetti, J. 2004. Conectar para conservar. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*. Editorial sección especial. 20° Aniversario de Revista Ambiente y Desarrollo. 20: 1-4.
- Soria Saborío, M. B. 2013. Evaluación de ensamblajes de especies arbóreas nativas como estrategia para la restauración del bosque tropical caducifolio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Naturales. Maestría en Recursos Biótico. Universidad Autónoma de Querétaro. 47 p.
- Soto, L. 2007. Diversidad y otros servicios ambientales de los cafetales. De nuestro pozo, *Ecofronteras, Ecosur* 32: 1-5.
- Sousa, M y Delgado, A. 1998. Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y orígenes. En: Ramamoorthy, T. P. Bye, R., Lot A. y J. Fa (comps.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp.449-493.
- Spector, L. U. 1968. El proceso de urbanización en México: Distribución y crecimiento de la población urbana. *Estudios Demográficos y Urbanos* 2: 139-182.
- Stevenson, P. R. y Rodríguez, M. E. 2008. Determinantes de la composición florística y efecto de borde en un fragmento de bosque en el Guaviare, Amazonía colombiana. *Colombia Forestal* 11: 5-17.
- Styles, B. 1998. El género *Pinus*: su panorama en México. En: Ramamoorthy, T. P. Bye, R., Lot A. y J. Fa (comps.). *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. pp.385-404
- Taubert, F., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Müller, M. S., Rödig, E., y Huth, A. 2018. Global patterns of tropical forest fragmentation. *Nature* 554: 519- 538.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. 2008. *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. España. Icaria Editorial. 206 p.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. En: Halffter, G., Soberon, J., Koleff, P. y Melic, A. *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* pp. 111-122.

- Trejo, I., y Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity y conservation*, 11: 2063-2084.
- Valenzuela L. V., y Sánchez, D. G. 2009. Caracterización fisonómica y ordenación de la vegetación en el área de influencia de El Salto, Durango, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15: 29-42.
- Vargas Larreta, B. 1999. Caracterización de la productividad y estructura de *Pinus hartwegii* Lindl en tres gradientes altitudinales en el cerro Potosí, Galeana, Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León Linares, Nuevo León. 114 p.
- Vargas-Vázquez, V. A., Venegas-Barrera, C. S., Mora-Olivo, A., Guadalupe, J., Martínez-Ávalos, E. A. R., y de la Rosa-Manzano, E. 2018. Variación en la abundancia de árboles maderables por efecto de borde en un bosque tropical subcaducifolio. *Botanical sciences* 97: 35-49.
- Varo Rodríguez, R. D. 2018. Estructura, fitodiversidad y aspectos de uso tradicional del bosque de *Pinus hartwegii* en dos subcuencas del Sistema Volcánico Transmexicano. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México. 82 p.
- Vásquez, L. A. 2003. *Ecología y formación ambiental*. Mc Graw Hill. México. 303 p.
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO Instituto de Ecología, UNAM. 84: 201-204.
- Villaseñor J.L. 2004. Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:105-135.
- Villaseñor, J. L. y Magaña, P. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias*. 82: 38-40.
- Villaseñor J.L. y Ortiz E. 2007. La familia Asteraceae. En: Luna I., Morrone J.J. y Espinoza D. Eds. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F pp. 289-310.

- Villaseñor, J. L. y Ortiz, E. 2014. Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 134-142.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 559-902.
- Walker, L. R., Wardle, D. A., Bardgett, R. D., y Clarkson, B. D. (2010). The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology* 98: 725-736.
- Zacarias-Eslava, L. E., Cornejo-Tenorio, G., Cortés-Flores, J., González-Castañeda, N., y Ibarra-Manríquez, G. 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 854-869.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G., y Castillo-Acosta, O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia* 26: 1-17.
- Zamora-Crescencio, P., Domínguez-Carrasco, M. D. R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L. A., Ortega-Haas, J. J., Hernández-Mundo S., Puc-Garrido, E.C. y Puch-Chávez, R. 2011. Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Campeche, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 89: 27-35.
- Zamora-Pedraza, G. 2017. Caracterización de la flora y manejo de cercos vivos asociados a cinco ecosistemas del estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz 102 p.
- Zipperer, W. C. 2002. Species composition and structure of regenerated and remnant forest patches within an urban landscape. *Urban Ecosystems*, 6: 271-290.

### **Dictiotopografía:**

- CONABIO.2012. Vecinos verdes en tu ciudad. Conoce los árboles y compártelos. Comunicado de prensa CONABIO número 100. México. [http://www.conabio.gob.mx/web/medios/pdf/bp100\\_vecinosverdes\\_110712.pdf](http://www.conabio.gob.mx/web/medios/pdf/bp100_vecinosverdes_110712.pdf). Fecha de consulta: 27/10/2019.

- CONABIO.2012b.Corredor.<https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/fragmentacion.html>. Fecha de consulta: 27/10/2019
- CONABIO.2016.EncicloVida. CONABIO. México. <http://www.enciclovida.mx>. Fecha de consulta 24 /09/2019.
- FAO. 2016. El estado de los bosques del mundo resumen. Encontrado en <http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf> Fecha de consulta: 10/04/ 2018.
- Lira, C., Angulo L. y De la cueva, H. 2011. Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero. Número especial. La jornada ecológica. <https://www.jornada.com.mx/2011/05/30/eco-l.html>.Fecha de consulta: 27/10/2019.
- Norverto, C. A. 2006. La fijación de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales y en productos de madera en Argentina. Buenos Aires, Argentina. Editorial GRAM. En <http://www.fao.org/3/XII/0043-B2.htm>. Fecha de Consulta: 4 de noviembre de 2019.

## INDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Diseño de muestreo donde se marca la parte norte considerada en este trabajo encerrada en color negro	30
Figura 2. Superficie del JBE en 1995	37
Figura 3. Superficie del JBE en 2004	37
Figura 4. Superficie del JBE en 2011	38
Figura 5. Superficie del JBE en 2017	38
Figura 6. Análisis de Conglomerados con base en la densidad de las especies	48
Figura 7. Análisis de correspondencia de la densidad de las especies y sitios de muestreo	49
Figura 8. Análisis de conglomerados con base en la dominancia de las especies	53
Figura 9. Correspondencia de la dominancia de las especies y sitios de muestreo	52
Figura 10. Analisis de Conglomerados con base en la composicion por los sitios de muestreo	55
Figura 11. Relación de la composición de los cuadrantes por color de acuerdo al análisis de conglomerados	56
Figura 12. Análisis de correspondencia entre composición y sitios de muestreo	57
Figura 13. Relación de la densidad de los cuadrantes por color de acuerdo al análisis de conglomerados	60
Figura 14. Analisis de Conglomerados en base a la densidad por los sitios de muestro	61
Figura 15. Relación de cuadrantes por dominancia de acuerdo análisis de conglomerados	63
Figura 16. Análisis de conglomerados en base a la dominancia por sitios de muestreo	64

---



## INDICE DE TABLAS

---

Cuadro 1. Especies registradas, nombre común, registro anterior, origen, habitat, si es humanizada, cultivada o donde crece	40
Cuadro 2. Numero de géneros por familia de las especies registradas	39
Cuadro 3. Número de especies por género de los árboles registrados	39
Cuadro 4. Distribución de las especies nativas registradas en el JBE	43
Cuadro5. Densidades, abundancias, dominancias, frecuencias e IVI absolutos y relativos de cada especie	45
Cuadro 6. Densidades y dominancias de cada cuadrante con los colores correspondientes de acuerdo al análisis de conglomerados	58
Cuadro 7. Análisis de varianza de la densidad por zonas	59
Cuadro 8. Análisis de varianza de la dominancia por zonas	65

---



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**  
POSGRADO



Maestría en Manejo de Recursos Naturales

*“1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar”*

Cuernavaca, Mor., 28 de octubre 2019.

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE POSGRADO  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
PRESENTE

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **Composición e importancia ecológica de la comunidad arbórea en el Jardín Botánico Estatal (JBE), UAEM** que presenta el alumno **David Sámano Martínez**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES, lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**M. en C. Rafael Monroy Martínez**  
Catedrático de posgrado del  
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
UAEM

Maestría en Manejo de Recursos Naturales

*"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"*

Cuernavaca, Mor., 28 de octubre 2019.

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE POSGRADO  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
PRESENTE

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **Composición e importancia ecológica de la comunidad arbórea en el Jardín Botánico Estatal (JBE), UAEM** que presenta el alumno **David Sámano Martínez**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES, lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Jaime Raúl Bonilla Barbosa**  
Catedrático de posgrado del  
Centro de Investigaciones Biológicas



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

POSGRADO

Maestría en Manejo de Recursos Naturales

*"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"*



Cuernavaca, Mor., 28 de octubre 2019.

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE POSGRADO  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
PRESENTE

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **Composición e importancia ecológica de la comunidad arbórea en el Jardín Botánico Estatal (JBE), UAEM** que presenta el alumno **David Sámano Martínez**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES, lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**M. en P. D. Ortencia Colín Bahena**  
Catedrática de posgrado del  
Centro de Investigaciones Biológicas



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

POSGRADO

Maestría en Manejo de Recursos Naturales

*"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"*



Cuernavaca, Mor., 28 de octubre 2019.

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE POSGRADO  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
PRESENTE

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **Composición e importancia ecológica de la comunidad arbórea en el Jardín Botánico Estatal (JBE), UAEM** que presenta el alumno **David Sámano Martínez**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES, lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dra. Belinda Maldonado Almanza**  
Catedrática de la Universidad  
Autónoma del Estado de Morelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

POSGRADO

Maestría en Manejo de Recursos Naturales

*"1919-2019: en memoria del General Emiliano Zapata Salazar"*



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
UAEM

Cuernavaca, Mor., 28 de octubre 2019.

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO  
COORDINADOR DE POSGRADO  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
PRESENTE

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **Composición e importancia ecológica de la comunidad arbórea en el Jardín Botánico Estatal (JBE), UAEM** que presenta el alumno **David Sámano Martínez**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES, lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi VOTO DE APROBACIÓN para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

*Columba Monroy Ortiz*

**Dra. Columba Monroy Ortiz**  
Catedrática de posgrado del  
Centro de Investigaciones Biológicas