



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA
IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

**La vegetación y flora como indicadores ecológicos y su
relación con los disturbios antrópicos del Parque Estatal
Cerro El Faro, Tlalmanalco, Estado de México**

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ECOLOGÍA APLICADA

PRESENTA

Biól. Diana Esbeida Juan Martínez

Matrícula: 2172800610

COMITÉ TUTORIAL

M. en C. Aurora Chimal Hernández

Directora

Dr. Jordan K. Golubov Figueroa

Asesor

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento

Asesor

Ciudad de México 11 de noviembre de 2020

El Jurado asignado por la Comisión Académica de la Maestría en Ecología Aplicada de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, aprobó la Idónea Comunicación de Resultados titulada:

La vegetación y flora como indicadores ecológicos y su relación con los disturbios antrópicos del Parque Estatal Cerro El Faro, Tlalmanalco, Estado de México

Que presentó:

Diana Esbeida Juan Martínez

El día **11** de **noviembre** de **2020** en la Ciudad de México para obtener el grado de Maestra en Ecología Aplicada.

JURADO DE EXAMEN

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento
Investigador Titular C
Instituto de Geografía
Universidad Nacional Autónoma de México
Presidente

FIRMA



Dr. Jordan Kyril Golubov Figueroa
Departamento El Hombre y su Ambiente
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco
Secretario



Dra. Helia Reyna Osuna Fernández
Profesora de Carrera Titular A
Departamento de Ecología y Recursos Naturales
Universidad Nacional Autónoma de México
Vocal



“El carpintero extiende el cordel de medir, traza el diseño con tiza roja, lo labra con gubias, lo traza con el compás y le da forma de hombre y belleza humana para colocarlo en una casa. Corta cedros para sí, toma un ciprés o una encina, y hace que sea fuerte entre los árboles del bosque; planta un pino y la lluvia lo hace crecer”.

Isaías

“Gime, ciprés, porque ha caído el cedro, porque los árboles majestuosos han sido derribados; gemid, encinas de Basán, porque ha caído el bosque impenetrable”.

Zacarías

“El camino que hemos seguido es de una facilidad que decepciona, una carretera de primerísimo orden por la que progresamos falsamente a gran velocidad, pero en cuyo final está el desastre. El camino menos frecuentado ofrece al final nuestra única oportunidad para alcanzar una meta que asegura la conservación de nuestra tierra”

Rachel Carson.

"Si sirves a la naturaleza, ella te servirá a ti.

Confucio

"Toda la naturaleza habla de Elohim."

Hugo de San Víctor

DEDICATORIA

*A Yahshua ha Mashiaj y a mi familia,
Quienes me han dado todo sin detener su corazón*

AGRADECIMIENTOS

A:

Yahshua ha Mashiaj, agradezco su amor infinito, salvación y por guiar mi vida; porque al hombre que le agrada, Yahshua ha Mashiaj le da sabiduría, ciencia y gozo. Todo lo puedo en Él...vivo por y para ti mi Yahshua ha Mashiaj.

Mi papá por ser ese patriarca, pilar y ejemplo, muchas gracias por todo el apoyo brindado y consejos para ser mejor, gracias por todo su esfuerzo. Muchas gracias por ser mi acompañante en mis salidas de campo, te amo papá.

Mi mamá por estar conmigo, muchas gracias por hacerme crecer y estar en momentos de dificultad, ¿qué hubiese sido de mí?, si Yahshua ha Mashiaj no le hubiese permitido esta segunda oportunidad de vida. Eres un ejemplo de fortaleza y constancia. Te amo mamá. Mi compañera en todas mis salidas de campo.

Mi hermana por ser un regalo de Yahshua ha Mashiaj, muchas gracias por seguir con vida, en la infinita misericordia y sabiduría de él, conocía que me harías falta para impulsarme y darme ánimo. Muchas gracias por acompañarme en mis salidas de campo. Te amo mi hermosa hermana.

Mi amiga y hermana Claudia por alentarme en continuar a pesar de las dificultades y dejarme en un equipo de trabajo, muchas gracias.

M. en C. Aurora Chimal Hernández por aceptarme en su laboratorio.

Dr. Jordan K. Golubov Figueroa por haber sido mi profesor durante la carrera y continuar en este grado profesional. También por su paciencia, preocupación constante, por sus sugerencias y comentarios enriquecedores.

Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento enormemente agradecida, que, sin conocerme, no dudo en apoyarme y ser un excelente asesor. Muchas gracias por transmitir esa pasión por los bosques, por su confianza, consejos y motivación en todo tiempo.

Todo el equipo del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa, la cual sin su apoyo y permiso no hubiese sido posible llevar a cabo este proyecto. A los guardabosques que durante un año nos acompañaron y nos recibieron con tanta alegría y finas atenciones, gracias don Goyo, don Andrés y Omar Arvizu, muchas gracias.

Profesores que fueron y forman parte de la Comisión de la Maestría en Ecología Aplicada, por atender mis dudas e inquietudes durante el desarrollo en esta maestría.

Mis amigos: Ezel, Augusto, Toño, Lupita, Sarah y Jenny; por su sincera amistad, observaciones, correcciones, apoyo, confianza; haciendo posibles momentos bellos, aun en lo adverso. Muchas gracias por todas las risas e inolvidables momentos.

Todas las personas que han formado parte de mi vida, algunas tuvieron que emprender el vuelo antes, sin embargo; por todos los que seguimos aquí, muchas gracias por formar parte de mi vida y que de muchas maneras me han apoyado.

Muchas gracias.

Índice

INTRODUCCIÓN GENERAL.....	IX
CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL PARQUE ESTATAL CERRO EL FARO	1
Resumen	1
Abstract.....	2
1. Introducción	3
2. Revisión bibliográfica.....	4
2.1 Historia del Parque Estatal Cerro El Faro.....	4
2.2 Vegetación y flora como indicadores ecológicos.....	6
2.3 Los bosques mixtos del Parque Estatal Cerro El Faro	7
3. Objetivos.....	8
3.1 Objetivo general	8
3.1.1 Objetivos particulares.....	8
4. Materiales y métodos.....	9
4.1 Descripción del área de estudio.....	9
4.2 Muestreo	11
4.3 Características ambientales de los sitios.....	12
4.4 Colecta, identificación y cotejo de especies.....	12
4.5 Análisis de datos	13
4.5.1 Análisis de la Estructura	13
4.5.2 Índice de Valor de Importancia	14
4.5.3 Análisis estadísticos.....	15
5. Resultados	16
5.1 Composición florística	16
5.2 Origen.....	16
5.3 Formas de vida.....	17
5.3.1 Análisis de agrupación de los sitios con relación a su forma de vida.....	22
5.4 Análisis de estructura de las comunidades vegetales	23
6. Discusión.....	32
6.1 Composición florística, origen y forma de vida.....	32

6.2 Análisis de estructura de las comunidades vegetales	33
7. Conclusiones	36
8. Literatura Citada.....	37
Anexos	43
CAPÍTULO 2	50
EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA, BETA Y EL GRADO DE DISTURBIO EN CUATRO COMUNIDADES VEGETALES DEL BOSQUE TEMPLADO DEL PECEF.	50
Resumen	50
Abstract.....	51
1. Introducción	52
2. Revisión bibliográfica.....	54
2.1 Diversidad alfa y beta	54
2.2 Disturbios a escala de comunidad.....	55
2.3 Las actividades humanas y sus efectos sobre los sistemas naturales: El caso del disturbio crónico.....	56
3. Objetivo	59
3.1 Objetivo general.....	59
3.1.1 Objetivos particulares.....	59
4. Material y Métodos.....	60
4.1 Disturbios antrópicos	60
4.1.2 Especies indicadoras	61
4.2 Análisis de diversidad α	62
4.2.1 Perfil de diversidad Rényi.....	62
4.2 Análisis de diversidad β	63
4.3 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)	63
5. Resultados	64
5.1 Diversidad alfa de las comunidades vegetales.....	64
5.2 Diversidad β de las comunidades vegetales.....	65
5.3 Disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de <i>Eucalyptus globulus</i> especie exótica y <i>Pinus patula</i> especie translocada.	67
6. Discusión.....	75
6.1 Diversidad alfa y beta de las comunidades vegetales en el PECEF	75
6.1.1 Diversidad alfa	75

6.2 Diversidad beta	77
6.3 Disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de <i>Eucalyptus globulus</i> especie exótica y <i>Pinus patula</i> especie translocada.	78
7. Conclusiones	83
8. Literatura Citada.....	84
Anexos	91
CAPÍTULO 3	94
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO: IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS.	94
Resumen	94
Abstract.....	95
1. Introducción	96
2. Revisión bibliográfica.....	99
3. Objetivos.....	101
3.1 Objetivo general	101
3.1.1 Objetivos particulares.....	101
4. Materiales y Métodos.....	101
5. Resultados	102
6. Conclusiones	105
7. Literatura Citada.....	106
Anexos	110
.....	110
Producto de trabajo	113

INTRODUCCIÓN GENERAL

El Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF) ubicado en el municipio de Tlalmanalco de Velázquez, forma parte de la Sierra Nevada en el Eje Neovolcánico Transversal, el cual presenta corredores de gran riqueza biológica, debido al encuentro de dos reinos biogeográficos: Neártico y Neotropical. En esta Área Natural Protegida (ANP) con categoría de Parque Estatal, se ha observado en los últimos años en los linderos, un crecimiento acelerado de los asentamientos humanos, principalmente en la parte sur y sureste, esto tiene sin duda consecuencias con respecto a la pérdida de la biodiversidad (Rzedowski, *et al.*, 2005; Chimal *et al.*, 2013). La información generada en esta tesis permite conocer la estructura y composición florística de las comunidades vegetales, su diversidad a nivel local, el recambio de especies e identificar los disturbios antrópicos que se presentan y que aun estén afectando. Sin embargo, se necesitan más investigaciones relacionadas a los disturbios antrópicos, para avanzar en la recuperación de grandes parches en los ecosistemas que mantienen biodiversidad a escala de paisaje y regional. La transferencia de conocimiento se realizó a través de un taller expositivo a los jóvenes de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón” en el poblado de San Rafael, Municipio de Tlalmanalco de Velázquez para dar a conocer y concientizar la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL PARQUE ESTATAL CERRO EL FARO

Resumen

Se describe la composición florística y estructura de las comunidades vegetales del PECEF. Se muestreó un área total de 8 000 m² en 20 sitios de 20 x 20 m, ubicados en una altitud de 2589 a 2714 msnm; a lo largo de dos años 2017-2018. Se realizaron colectas de ejemplares y se registraron los siguientes datos: para la caracterización del estrato arbóreo se registró la altura, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y cobertura, para el estrato arbustivo se registró altura y cobertura y para el estrato herbáceo, el número de individuos de las hierbas perennes, hierbas anuales y trepadoras. Se determinó un total de 84 especies, 56 géneros de 33 familias, las más representativas fueron: Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae y Pinaceae. Se registraron 83 especies nativas, de estas 15 son endémicas de México y dos endémicas del Valle de México: *Ageratina isolepis* y *Ageratina ramireziorum*. Se registró una especie translocada al PECEF *Pinus patula* y una especie exótica, introducida e invasora *Eucalyptus globulus*. Las especies *Asplenium formosum*, *Gonolobus uniflorus*, *Fuchsia microphylla*, *Rubus liebmannii* y *Salvia mocinoi* se reportaron por primera vez y agregaron al inventario del PECEF publicado en 2013. Las especies se clasificaron de acuerdo con la forma de vida, 17 especies de árboles, 29 de arbustos, 25 de hierbas perennes, 9 de hierbas anuales y 4 especies de trepadoras. Se realizó un análisis Clúster con el método de Bray-Curtis y se identificaron cuatro comunidades vegetales: cedro-pino, pino-cedro, encino-pino y pino-encino, con un total de 342 árboles de 17 especies, de estas 15 corresponden al bosque mixto de pino-encino, con una cobertura arbórea de 5 288 m². En términos de estructura las especies dominantes por sus valores de Índice de Valor de Importancia fueron: *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Quercus rugosa* y *Pinus montezumae*.

Abstract

The floristic composition and structure of the plant communities of the PECEF is described. A total area of 8 000 m² was sampled in 20 sites of 20 × 20 m, at an altitude of 2589 to 2714 meters above sea level, over two years 2017-2018, specimen collections and the following data was recorded, for the characterization of the tree stratum, the diameter at breast height (DBH), height and plant cover was recorded, for the shrub stratum height and cover were noted and for the herbaceous stratum, as well as the number of individuals of perennial, annual and climbers. A total of 84 species were determined, 56 genera of 33 families of which the most representative were: Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae and Pinaceae. Eighty-three native species, of which 15 are endemic to Mexico and two endemics to the Valley of Mexico: *Ageratina isolepis* and *Ageratina ramireziorum*. A specie translocated to PECEF *Pinus patula* and an exotic, introduced and invasive species *Eucalyptus globulus*. The species *Asplenium formosum*, *Gonolobus uniflorus*, *Fuchsia microphylla*, *Rubus liebmannii* and *Salvia mocinoi* were first reported and added to the PECEF inventory published in 2013. The species were classified according to the life forms, 17 species of trees, 29 of shrubs, 25 herbs perennial, 9 herbs annual and 4 species of climber's plants. A Cluster analysis was with the Bray-Curtis method and four plant communities were identified: cedar-pine, pine-cedar, oak-pine and pine-oak, with a total of 342 trees of 17 species, of these 15 corresponded to the mixed pine-oak forest, with a tree cover of 5 288 m². In terms of structure, the dominant species by their Importance Value Index values were: *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Quercus rugosa* and *Pinus montezumae*.

1. Introducción

Los bosques templados a escala global ocupan 10 000 000 Km², lo cual representa el 25% del área forestal mundial (Galicia *et al.*, 2018). En México los bosques templados se distribuyen del norte y sur de Baja California, a lo largo de las Sierras Madre Occidental y Oriental, en el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Norte de Oaxaca y Sierra Madre de Chiapas, en altitudes de 2 000 a 3 400 msnm, con una superficie total de 323 300 km², actualmente ocupan el 16% del territorio nacional (CONABIO, 2006). Son comunidades siempre verdes, con clima templado a frío, contienen cerca de 7 000 especies de plantas vasculares, dominadas por árboles de pinos y encinos que constituyen el 20% de la cobertura forestal. De esta proporción, 14% por bosques de pino y pino-encino, 5% es ocupado por bosques de encino y 1% por otras coníferas, como los bosques de oyamel o *Abies* y *Pseudotsuga*, ayarín o pinabete. De las aproximadamente 100 especies conocidas del género *Pinus* a nivel mundial, se reconocen 46 especies en México, mientras que del género *Quercus*, se reconocen 174 especies de las aproximadamente 200 especies conocidas a nivel mundial, de las cuales el 70% son endémicas de México (Romero-Rangel *et al.*, 2003; Rzedowski, 2006; FAO, 2007; Granados-Sánchez *et al.*, 2007; CONABIO, 2008; Koleff *et al.*, 2008; CONAFOR, 2012; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2014; Villaseñor, 2016).

En las faldas del Iztaccíhuatl, las colinas boscosas del Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF); son testigos de civilizaciones milenarias que florecieron en el Eje Neovolcánico Transversal, en cuyas elevaciones forestadas y en sus cañadas cubiertas por elementos de bosque mesófilo de montaña se presenta una importante biodiversidad. Por su alta diversidad biológica, esta área protegida tiene en su programa de conservación y manejo ser utilizada como un campo para la investigación científica, para desarrollar proyectos de prevención, conservación, protección, remediación y restauración del área, para qué en un futuro pudiera ser considerado un modelo de enseñanza a las comunidades aledañas, de fortalecimiento a los programas educativos de diferentes niveles académicos,

incluyendo a las universidades. De esta forma se pretende fomentar acciones para la recuperación, conservación y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad (Moctezuma *et al.*, 2007; Chimal *et al.*, 2013). Por lo anterior se propone a la vegetación y flora como indicadores ecológicos, con el objetivo de caracterizar la estructura y composición florística de las comunidades vegetales del PECEF.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Historia del Parque Estatal Cerro El Faro

La fundación de la “Compañía de las fábricas de San Rafael y Anexas, S.A.”, ocurrió el 1° de marzo de 1894, desde entonces y hasta 1991, la empresa dominó el paisaje geográfico, marcando el estilo de vida y la economía de San Rafael durante su periodo de bonanza. Dentro de los bienes de esta compañía, de importancia latinoamericana, se encontraban los predios “Cerro El Faro” y “Cerro de los Monos” (Arango, 1997; Moctezuma *et al.*, 2007). En el año de 1992 fue donada por la fábrica “Papeles de Calidad San Rafael, S.A. de C.V.” al gobierno del Estado de México con fines de conservación ecológica; sin embargo, fueron abandonados, siendo objeto de asentamientos irregulares, tala clandestina, ocoteo, incendios forestales y utilizado la cañada como tiradero de basura (Moctezuma *et al.*, 2007).

En 1996 fue necesaria la colaboración de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el gobierno del Estado de México y los grupos civiles para lograr la declaratoria como Área Natural Protegida. El 19 de noviembre de 1998 se firmó el primer convenio específico para ceder en uso y administración de los predios “Cerro El Faro” y “Cerro los Monos” a la Universidad Autónoma Metropolitana. En la firma participaron la Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) y el Gobierno del Estado de México (Moctezuma *et al.*, 2007).

La entrega física de los predios se realizó el 10 de febrero de 1999 con la presencia de las autoridades estatales, municipales, el Consejo Social Iztaccíhuatl, Casa UAM-Comunidad y miembros de la UAM. El 8 de agosto de 2003 se logró la declaratoria como Área Natural Protegida con carácter de Parque Estatal (Moctezuma *et al.*, 2007). A partir de esta fecha ha sido continua la vigilancia, para denunciar la existencia de nuevos asentamientos irregulares ante las autoridades municipales y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Desde entonces en el PECEF las jornadas de trabajo se han realizado con grupos civiles, llevando a cabo reforestaciones, saneamientos, limpieza del terreno y caminatas de reconocimiento, así como la colocación de señalizaciones invitando a la población en general a respetar el área ecológica (Moctezuma *et al.*, 2007). A pesar de tener la protección legal como Área Natural Protegida se ha observado, en los últimos años, un crecimiento acelerado de los asentamientos humanos. Este crecimiento demográfico y la tala ilegal tienen sin duda, consecuencias con respecto a la pérdida de la biodiversidad (Chimal *et al.*, 2013).

La creación del “Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa” (CENTLI) por la Universidad Autónoma Metropolitana, la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna del Gobierno del Estado de México (CEPANAF) firmaron el 28 de junio de 2005 el convenio para el saneamiento, recuperación, conservación, protección, uso y desarrollo sustentable de las áreas naturales protegidas con vigencia de 25 años, con el fin de promover tareas permanentes de investigación, restauración, conservación, manejo y educación ambiental, la Universidad Autónoma Metropolitana creó en dicha área natural protegida la sede Forestal de Biodiversidad “El Faro” (Moctezuma *et al.*, 2007).

2.2 Vegetación y flora como indicadores ecológicos

Los indicadores ecológicos son organismos o comunidades con características estructurales: riqueza específica, presencia, abundancia, densidad, dominancia y funcionamiento de especies, que responden a cambios en el ambiente, reaccionan con estímulos específicos, reflejan el impacto de cambios ambientales en la comunidad y los disturbios antrópicos que los afecta (Ederra, 1996; McGeoch, 1998 y 2002). El objetivo de estos indicadores ecológicos es suministrar información sobre el medio ambiente y representar de la forma más simple la complejidad del sistema que se quiere conocer, sin perder el rigor científico además de servir de guía para la toma de decisiones políticas. Además, por regla general se consideran de gran utilidad como complemento de los agregados económicos convencionales (Alfsen *et al.*, 1993).

La vegetación es un elemento estructural que determina las características espaciales de los ecosistemas, condiciona la fauna y estructura del paisaje. El estudio de las comunidades vegetales tiene como objetivo analizar su estructura o forma en que las especies ocupan el espacio y la composición florística, que es el conjunto de especies presentes en un lugar o área dada con aspectos cualitativos. Las especies tanto a nivel de individuo, asociación, comunidad o tipo de vegetación evidencian cualquier alteración existente en el ambiente, por la presencia o ausencia de especies y cambios en el equilibrio de una comunidad, este potencial indicador se ve favorecido, por la capacidad de integrar en sí mismo información múltiple y variada de su entorno a lo largo del tiempo (Hernández *et al.*, 2000).

La estructura actual de un bosque es el resultado de procesos que han ocurrido en el pasado y que han determinado la composición de especies, su distribución espacial y la frecuencia de individuos en la comunidad. La estructura de una comunidad vegetal hace referencia, principalmente a la distribución de las diferentes especies de plantas en el espacio, independientemente de su altura,

esto es a lo que se le conoce como estructura horizontal, mientras que la estructura vertical es la distribución de las especies en función de su altura, conocida como estratos (Gadow *et al.*, 2007). La estructura arbórea es un indicador que sirve para explicar y evaluar el estado del ecosistema, es decir, hay plantas que ocupan estratos diferentes en el bosque con relación al suelo o la captación de luz. Se ha encontrado que la calidad de sitio puede ser interpretada utilizando las relaciones entre la altura y el diámetro de los árboles (Stout y Shumway, 1982; Smith *et al.*, 1997; Návar-Cháidez y González-Elizondo, 2009; Ozdemir *et al.*, 2012; Hernández *et al.*, 2013; López-Hernández *et al.*, 2017).

2.3 Los bosques mixtos del Parque Estatal Cerro El Faro

La vegetación original del PECEF de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1979) se establecieron bosques mixtos de pino-encino, encino-pino y encino, el primero con dominancia de *Pinus montezumae*, el segundo y tercero con dominancia de *Quercus rugosa*. Actualmente al norte y noroeste se localiza una comunidad de pino-cedro, al este un bosque de encino-pino con dominancia de *Quercus rugosa* y en las cañadas se localizan elementos de bosque mesófilo de montaña (Chimal *et al.*, 2013). Estos bosques mixtos son característicos de la Sierra Nevada, teniendo su óptimo crecimiento entre los 2 300 y los 2 800 msnm, los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y subhúmedo. De hecho, junto con los encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas. En México se estiman 46 especies del género *Pinus* y 174 especies del género *Quercus* (Villaseñor, 2016), que son los géneros dominantes o codominantes en los bosques templados (Rzedowski, 2006; Romero-Rangel *et al.*, 2015). Los encinares guardan relaciones complejas con los pinares, con los cuales comparten afinidades ecológicas generales y los bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* son muy frecuentes en el país. También se relacionan con el bosque mesófilo de montaña, principalmente en las cañadas, sitios en los que hay más humedad (Rzedowski, 2006).

La similitud de las exigencias ecológicas de los pinares y encinares da como resultado que los dos tipos de bosques ocupen nichos muy similares, que se desarrollen con frecuencia uno al lado del otro, formando intrincados mosaicos y complejas interrelaciones sucesionales y que a menudo se presentan en forma de bosques mixtos, lo cual dificulta su interpretación y cartografía precisa (González, 2004; Rzedowski, 2006).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Caracterizar la estructura y composición florística de las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro.

3.1.1 Objetivos particulares

Caracterizar las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro.

Calcular el Índice de Valor de Importancia de las especies arbóreas.

Analizar la estructura y composición florística de las comunidades vegetales.

4. Materiales y métodos

4.1 Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo del 27 de mayo de 2017 al 24 de abril de 2018, en el PECEF. Se localiza al este del Estado de México en las faldas del Iztaccíhuatl al norte del poblado de San Rafael Municipio de Tlalmanalco de Velázquez, entre las coordenadas UTM 14 Q X=525463.15637 Y=2124875.70797 y 14 Q X=525245.09595 Y=2124035.05869. Presenta altitudes de 2 540 a 2 680 msnm (GEM, 2003; Moctezuma *et al.*, 2007; Gomezcaña, 2013). Tiene una superficie de 40.5 hectáreas (ha) aproximadamente (Figura 1).

El tipo de suelo que predomina es el andosol ócrico, caracterizado por ser producto de cenizas volcánicas, pobre en materia orgánica, con retención de fósforo y muy susceptible a la erosión. El material geológico es principalmente basalto y brecha volcánica. La geomorfología que tiene es el resultado de procesos de erosión diferentes y complejos ocasionados principalmente por erupciones volcánicas, deshielo de glaciares y corrientes fluviales; predominan las colinas, hay dos cañadas, una es límite norte del PECEF y la otra va del este al suroeste (Noyola y Méndez, 2005; Gomezcaña, 2013).

El área del PECEF pertenece a la región hidrológica Cuenca del Pánuco, dentro de la microcuenca del Río Tlalmanalco, que forma parte de la Sierra Nevada, al oriente de la Cuenca endorreica del Valle de México. La Sierra Nevada es un área estratégica de recarga del acuífero Chalco-Xochimilco, ésta infiltra aproximadamente el 97% de la precipitación a través de corrientes subterráneas, superficiales y fisuras profundas (Mazari *et al.*, 1996). El PECEF tiene dos corrientes intermitentes que se integran al Río Tlalmanalco, los cuales se encuentran contaminados por residuos sólidos urbanos que depositan los habitantes de las colonias vecinas (Moctezuma *et al.*, 2007; Chimal *et al.*, 2013).

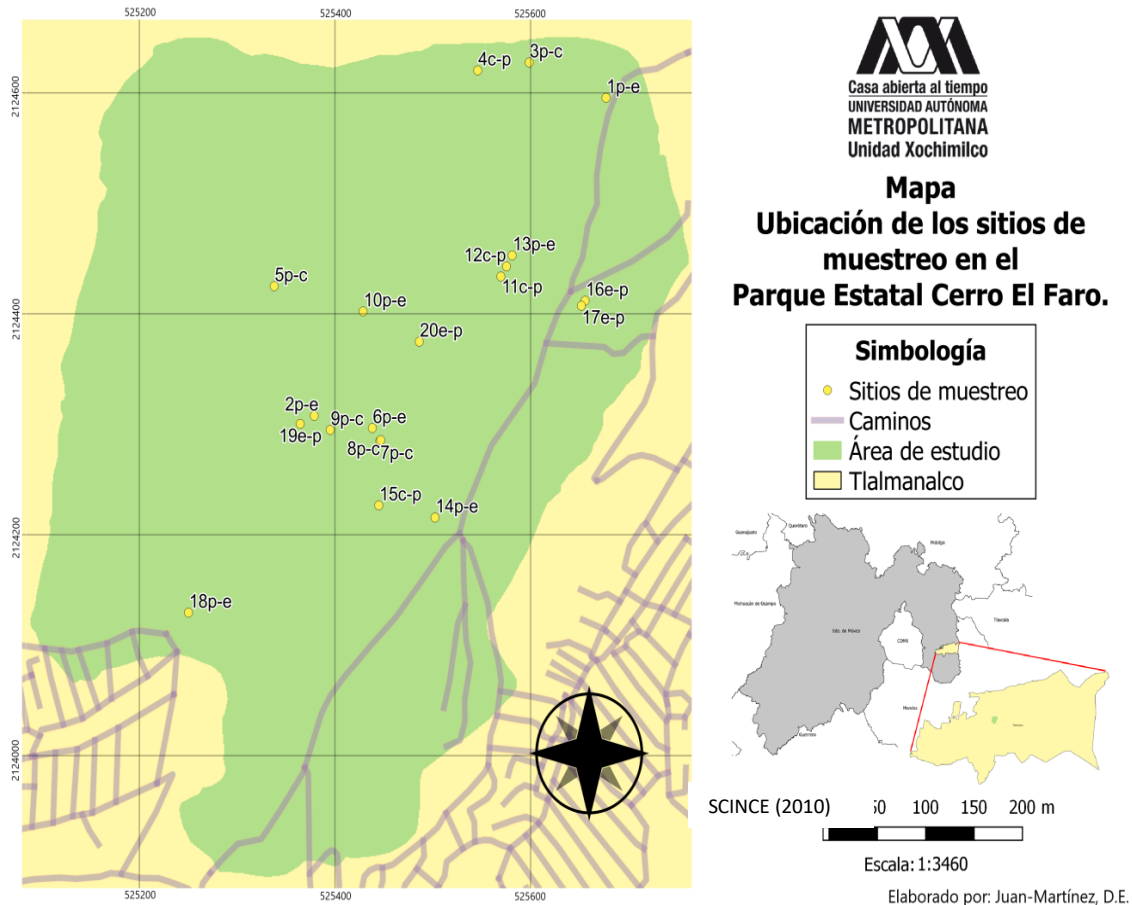


Figura 1. Ubicación del PECEF y localización de los sitios de muestreo.

De acuerdo con los datos de la estación meteorológica de San Rafael y con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), la zona de estudio presenta un clima templado con verano fresco largo subhúmedo Cb (w₂) (w) ig. La temperatura media anual es de 13.2 °C y la precipitación anual de 1 092.6 mm.

La vegetación del PECEF es un área que conserva comunidades con características de bosques mixtos de pino-encino, encino-pino, pino-cedro blanco y bosque de encino, con las siguientes especies arbóreas: *Pinus ayacahuite*, *Pinus leiophylla*, *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa*, *Quercus crassipes*, *Quercus laurina*, *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Salix paradoxa*, *Garrya laurifolia*, entre otros (Chimal et al., 2013).

4.2 Muestreo

Se seleccionaron 20 sitios de muestreo de manera aleatoria estratificada (Figura 1) con relación a las comunidades vegetales: bosque de pino-encino, pino-cedro, encino y pino, de acuerdo con la metodología propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000). Consistió en realizar cuadrantes de 20x20 m, que se subdividieron en cinco cuadrantes de 3x3 m y cinco cuadrantes 1x1 m (Figura 2). En cada cuadrante de 20x20 m, se registraron todos los árboles mayores a 3 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). De cada individuo se midió el DAP con una cinta diamétrica, cuando se encontraron tallos que se bifurcaban antes de 1.30 m se midieron ambos tallos y se sumaron los valores. Debido a que en el área hay lugares en donde se presenta una topografía accidentada, la referencia del DAP se consideró en la parte superior de la base del tronco respecto a la pendiente. La cobertura de la copa se obtuvo con dos medidas perpendiculares y la altura con la pistola Haga. En los cuadrantes de 3x3 m, se registraron las especies y número de individuos de los arbustos, a cada individuo se le midió la cobertura y cuando estas presentaban traslapes se sumaban. En los cuadrantes de 1x1 m se registraron las hierbas anuales, hierbas perennes y trepadoras, se anotó el número de especies e individuos de cada una de las hierbas, las trepadoras por falta de soporte se registró el porcentaje del cuadrante cubierto.

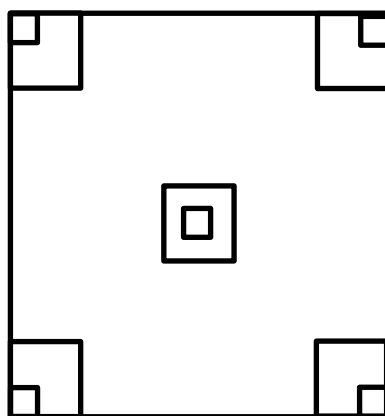


Figura 2. Subdivisión de los cuadrantes en cada uno de los sitios de muestreo.

4.3 Características ambientales de los sitios

En cada sitio de muestreo se registró: fecha, número de sitio, comunidad vegetal, coordenadas y altitud, se obtuvieron con un GPS Garmin eTrex 10. Se registraron las variables de tipo cualitativo de los disturbios antrópicos como tala clandestina, se anotó el número de tocones, el incendio y el pastoreo se anotó con un sí o no la presencia o ausencia de estos disturbios, según CONAFOR (2012) (Anexo 1).

4.4 Colecta, identificación y cotejo de especies

Se colectaron, etiquetaron y procesaron los ejemplares de acuerdo con Lot y Chiang (1986), para su posterior identificación taxonómica con las claves correspondientes: para los helechos, Mendoza-Ruiz y Pérez-García (2009); para las gimnospermas y angiospermas, Rzedowski *et al.* (2005). Los ejemplares colectados se cotejaron en el Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los nombres científicos se actualizaron en: Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2018). Para información de plantas vasculares nativas y endémicas de México se consultó el catálogo de Villaseñor (2016). Los ejemplares colectados se depositaron en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU) y en el Herbario del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la UAM Xochimilco.

4.5 Análisis de datos

4.5.1 Análisis de la Estructura

Para caracterizar la estructura horizontal se determinó su abundancia, de acuerdo con el número total de individuos, su frecuencia con base en la presencia de especies en los sitios de muestreo y su dominancia en función de la cobertura y área basal.

La abundancia absoluta se obtuvo con la fórmula:

$$A_i = \frac{N_i}{E}$$

N_i = Número total de individuos.

E = individuos registrados en el área de estudio.

La frecuencia absoluta se obtuvo con la fórmula:

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

P_i = es el número de sitios en el que está presente la especie i

NS = número total de sitios de muestreo.

La dominancia absoluta se obtuvo con la fórmula:

$$D_i = \frac{Ab_i}{E(ha)}$$

Ab_i = área basal de la especie i

E = superficie de muestreo (ha)

La cobertura determina la dominancia de especies (Matteucci y Colman, 1982). Se obtuvo con la fórmula:

$$A = \pi [D1 + D2/4]^2$$

A = es el área de la cobertura (m^2).

$D1$ = es el diámetro mayor.

D^2 = su perpendicular

$$\pi = 3.1416$$

El área basal es una medida para estimar el volumen. Se obtuvo con la fórmula:

$$AB = \pi (D^2 / 4)$$

D = es el diámetro a la altura del pecho de los árboles.

$$\pi = 3.1416$$

El perímetro de los árboles se obtuvo con la fórmula:

$$AB = P^2 / 4 \pi$$

P = perímetro del tronco.

$$\pi = 3.1416$$

4.5.2 Índice de Valor de Importancia

El Índice de valor de importancia (IVI) determina la importancia ecológica de cada especie en una comunidad vegetal. Se obtiene con la suma de tres variables relativas: abundancia, frecuencia y dominancia, se representan en una escala de cero a 300% (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La abundancia relativa se obtuvo con la fórmula:

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum_{i=1..n} A_i} \right) \times 100$$

donde AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total.

La frecuencia relativa se obtuvo con la fórmula:

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1..n} F_i} \right) \times 100$$

donde FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la suma de las frecuencias.

La dominancia relativa se obtuvo con la fórmula:

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1...n} D_i} \right) \times 100$$

donde DR_i , es la dominancia relativa de la especie i respecto a la cobertura y área basal de la especie i .

De acuerdo con Whittaker (1972); Mostacedo y Fredericksen (2000); Moreno (2001), la fórmula del índice de valor de importancia es la siguiente:

$$IVI = AR_i + FR_i + DR_i$$

4.5.3 Análisis estadísticos.

Se utilizó el lenguaje R para realizar análisis de conglomerados. Esta técnica descriptiva agrupa elementos (variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre grupos. Para decidir el mejor modelo de agrupación se utilizó la distancia de Gower, que consiste en calcular todas las disimilitudes por pares (distancias) entre las observaciones en el conjunto de datos. La función *dist* permitió calcular disimilitudes, para el análisis de comunidades biológicas se utilizó la función *vegdist* del paquete *vegan*. Se utilizó la disimilitud de Bray-Curtis, también se realizó la agrupación de los sitios y las formas de vida: árbol, arbusto, hierba perenne, hierba anual y trepadora (Kindt y Coe, 2005). Se realizó una correlación entre la altura y diámetro, para conocer la relación alométrica, además se realizó el coeficiente de correlación entre la altura y diámetro para cuatro especies arbóreas, en las que el número de individuos fue mayor a 30.

5. Resultados

5.1 Composición florística

Durante los dos años de muestreo en el PECEF se registraron de la flora vascular, 84 especies de 56 géneros y 33 familias (Tabla 1). Las familias mejor representadas fueron: Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae, Pinaceae, Poaceae, Rosaceae, Pteridaceae, Solanaceae, Fagaceae, Aspleniaceae y Onagraceae, estas familias representaron el 74% del total de las especies (Anexo 2).

Tabla 1. Familias mejor representadas en el PECEF.

Familia	Número de Géneros	Número de Especies
Asteraceae	13	25
Lamiaceae	2	8
Fabaceae	5	5
Pinaceae	1	5
Poaceae	3	3
Rosaceae	3	3
Pteridaceae	2	3
Solanaceae	2	3
Fagaceae	1	3
Aspleniaceae	1	2
Onagraceae	1	2
Otras 22	22	22
Total	56	84

5.2 Origen

De las 84 especies registradas en el PECEF, 83 son nativas, de las cuales 15 son endémicas de México y dos endémicas del Valle de México, también se registró una especie translocada *Pinus patula* nativa de nuestro país y una especie exótica, introducida e invasora *Eucalyptus globulus* (Figura 3). Algunas de las especies nativas fueron: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *Pinus montezumae*, *Pinus leiophylla*, *Quercus laurina*, *Quercus rugosa*, *Alloispermum integrifolium*, *Calamintha macrostema*, *Fuchsia thymifolia*, *Adiantum capillaris-veneris*, *Bidens ostruthioides*, *Muhlenbergia macroura*, *Salvia tiliifolia*, *Tagetes triradiata*, *Gonolobus uniflorus* y *Toxicodendron radicans*. De las especies endémicas de

México se registraron algunas como: *Quercus crassipes*, *Ageratina dolichobasis*, *Ageratina glabrata*, *Perymenium berlandieri*, *Acourtia turbinata*, *Brickellia nutanticeps*, *Ageratina isolepis* y *Ageratina ramireziorum*, estas dos últimas especies endémicas del Valle de México (Anexo 3).

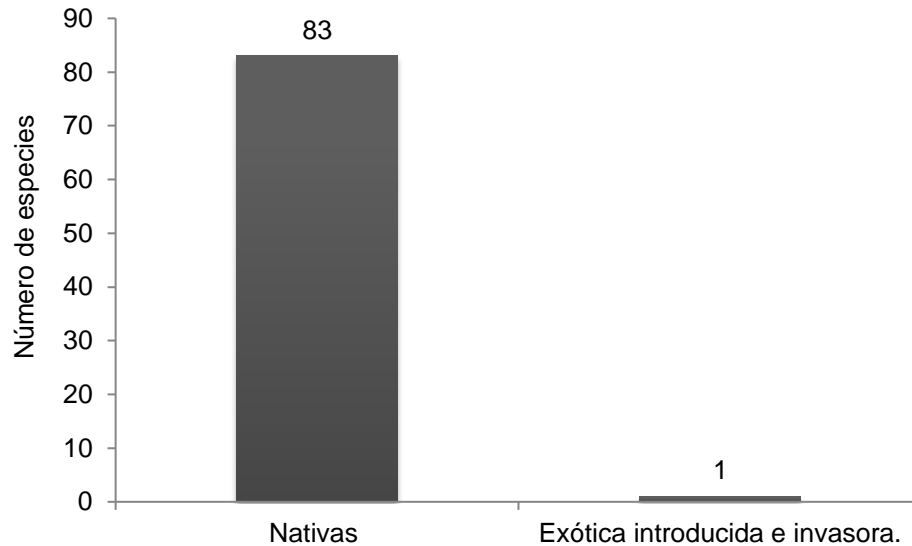


Figura 3. Representa el número de las especies nativas y exótica, introducida e invasora.

5.3 Formas de vida

Las especies se clasificaron de acuerdo con la forma de vida, 17 especies de árboles, 29 de arbustos, 25 de hierbas perennes, 9 de hierbas anuales y 4 especies de trepadoras (Tabla 2). De las 33 familias, Asteraceae, Fabaceae y Lamiaceae presentaron tres de las formas de vida. La familia Rosaceae y Solanaceae con dos de las formas de vida. Las 28 familias restantes presentan una sola forma de vida (Figura 4).

Tabla 2. Número de especies de acuerdo con su forma de vida: árbol, arbusto, hierba perenne, hierba anual y trepadora.

Forma de vida	Número de especies	Número de individuos	Porcentaje
Árbol	17	342	19 %
Arbusto	29	758	41 %
Hierba anual	9	312	17 %
Hierba perenne	25	303	17 %
Trepadora	4	118	6 %
Total	84	1833	100 %

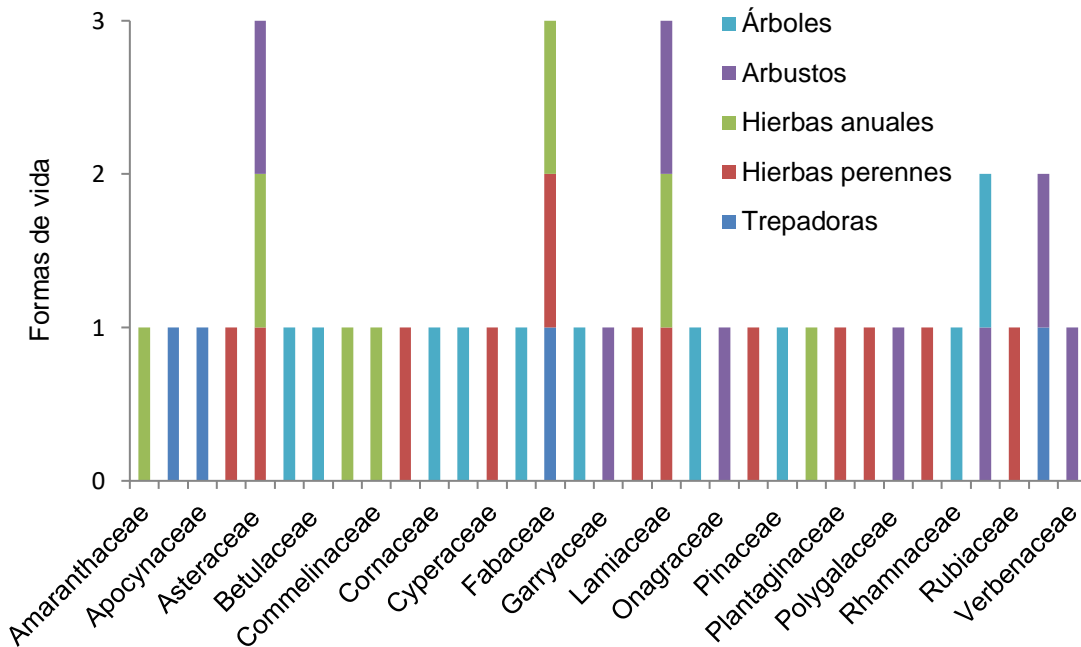


Figura 4. Presenta las familias con las formas de vida.

De las 17 especies de árboles, *Quercus rugosa* presentó el mayor número de individuos, seguido *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Arbutus xalapensis* y *Pinus montezumae*, mientras que las especies con menor número de individuos fueron: *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Cornus excelsa* y *Crataegus mexicana* (Figura 5). De las 29 especies de arbustos, *Stevia subpubescens* var. *subpubescens* presentó el mayor número de individuos con 161, seguido *Fuchsia thymifolia* con 121 y con el menor número de individuos *Ageratina glabrata*, *Ageratina areolaris*, *Archibaccharis asperifolia* y *Archibaccharis serratifolia* (Figura 6).

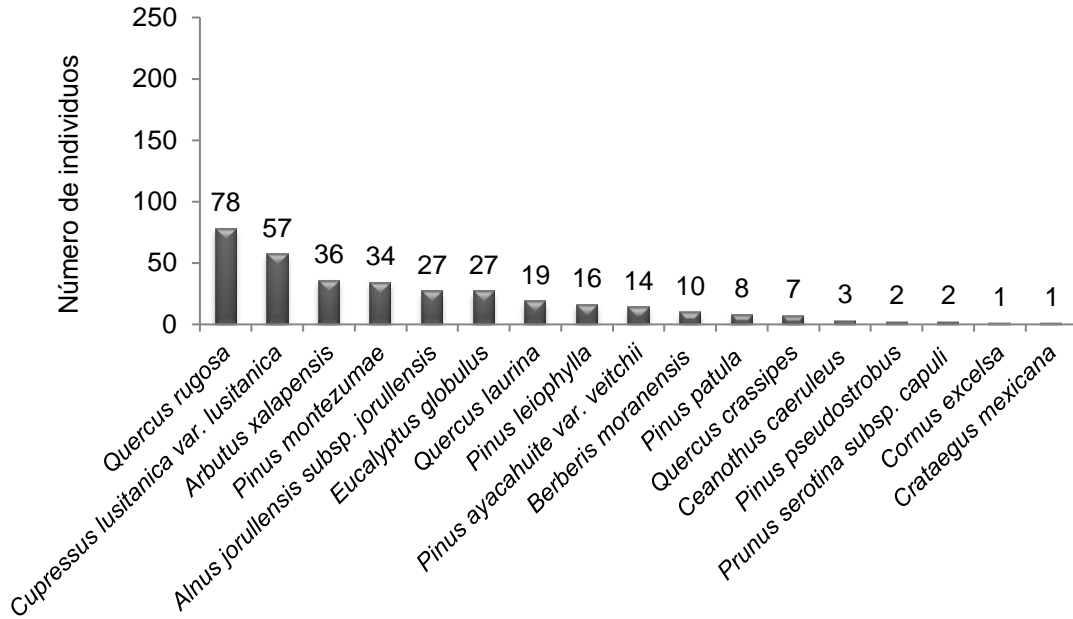


Figura 5. Especies de árboles y el número de individuos registrados en 20 cuadrantes de 20x20 m = 400 m² con una superficie total de 8 000 m².

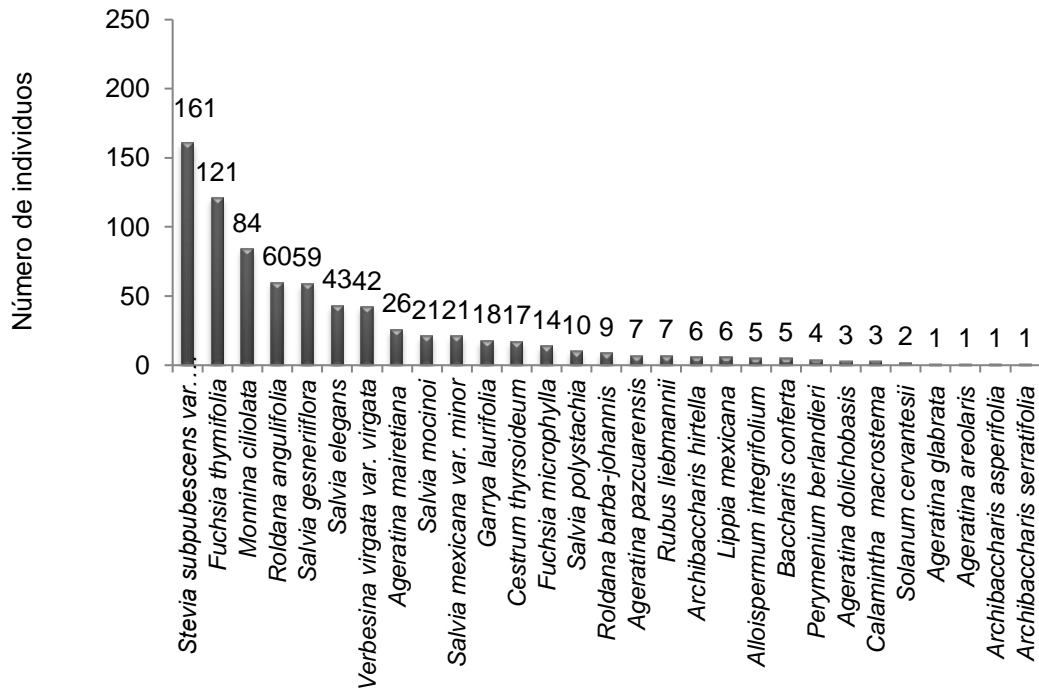


Figura 6. Especies de arbustos y el número de individuos registrados en 100 cuadrantes de 3x3 m = 9 m², con una superficie total de 900 m².

Se registraron 25 especies de hierbas perennes, *Dichondra sericea* con el mayor número de individuos y *Cyperus hermaphroditus* con el menor número de individuos (Figura 7). De las nueve especies de hierbas anuales, *Peperomia hispidula* con el mayor número de individuos, seguida *Desmodium uncinatum* y con el menor número de individuos *Tagetes triradiata* (Figura 8). Por último, las trepadoras con 4 especies, registró a *Solanum appendiculatum* con el mayor número de individuos (Figura 9).

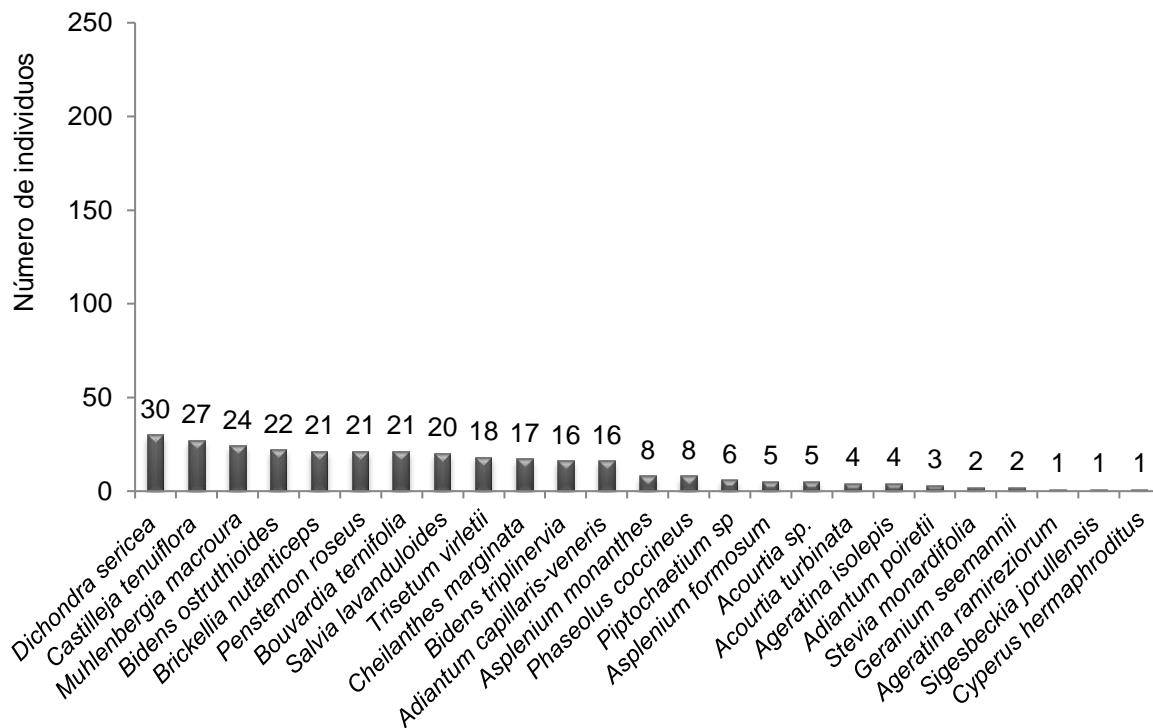


Figura 7. Especies de hierbas perennes y el número de individuos registrados en 100 cuadrantes 1x1 m = 1 m² con una superficie total de 100 m².

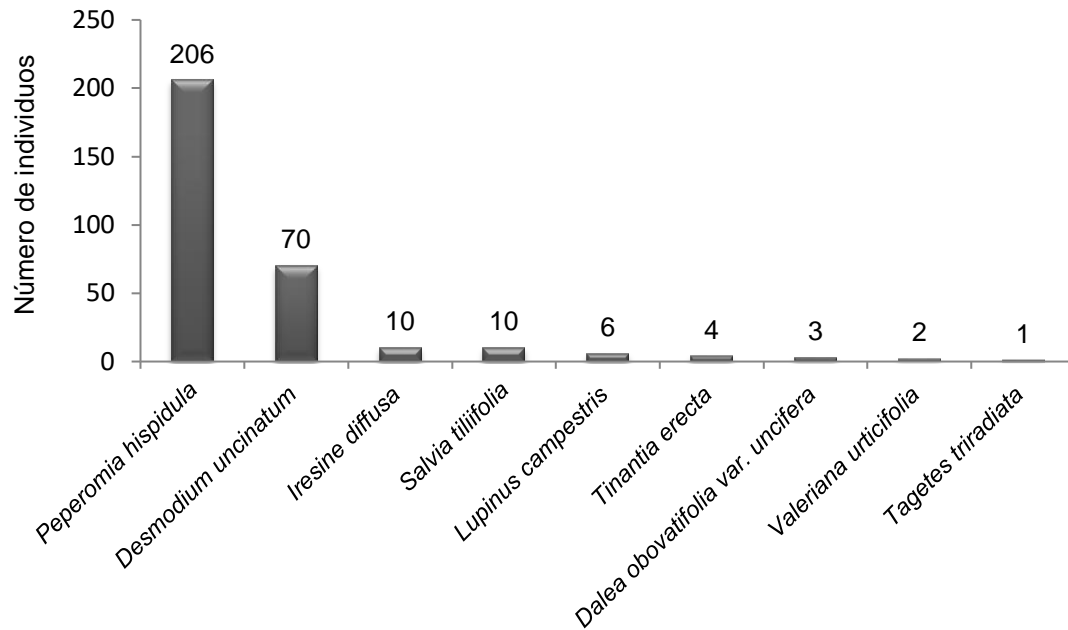


Figura 8. Especies de hierbas anuales y el número de individuos registrados en 100 cuadrantes de $1 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$ con una superficie total de 100 m^2 .

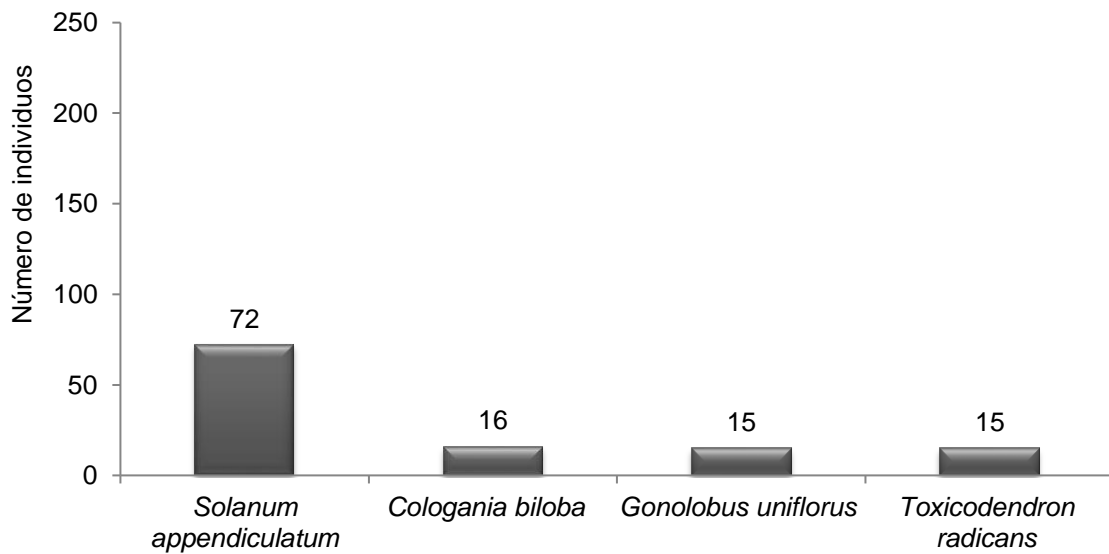


Figura 9. Especies de trepadoras y el número de individuos registrados en 100 cuadrantes de $1 \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$ con una superficie total de 100 m^2 .

5.3.1 Análisis de agrupación de los sitios con relación a su forma de vida.

Con el análisis de agrupación por medio de Bray Curtis utilizando las formas de vida, se obtuvieron dos grupos (Figura 10), se encontraron diferencias importantes entre los grupos ($\chi^2 = 477$ con grados de libertad=4 $p < 0.05$). En el primer grupo los residuales ajustados de la prueba de ji cuadrada mostró que hay más arbustos de lo esperado ($p=0.0465$) y marginalmente pero no significativamente más hierbas perennes de lo esperado ($p=0.0699$). En cuanto al segundo grupo, se encontró más hierbas anuales de lo esperado ($p=0.0359$) y marginalmente no significativo más trepadoras de lo esperado ($p=0.0611$).

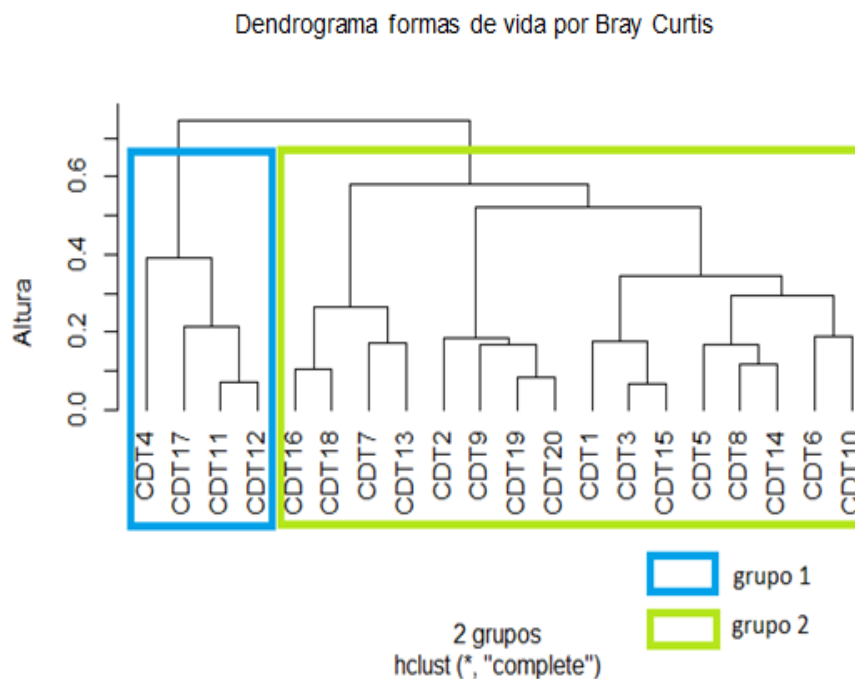


Figura 10. Representación de los dos grupos con diferencias significativas en relación con sus formas de vida.

5.4 Análisis de estructura de las comunidades vegetales

La agrupación de los sitios con el análisis clúster por el método de Bray Curtis, identificó cuatro comunidades vegetales: cedro-pino, pino-cedro, encino-pino y pino-encino (Figura 11).

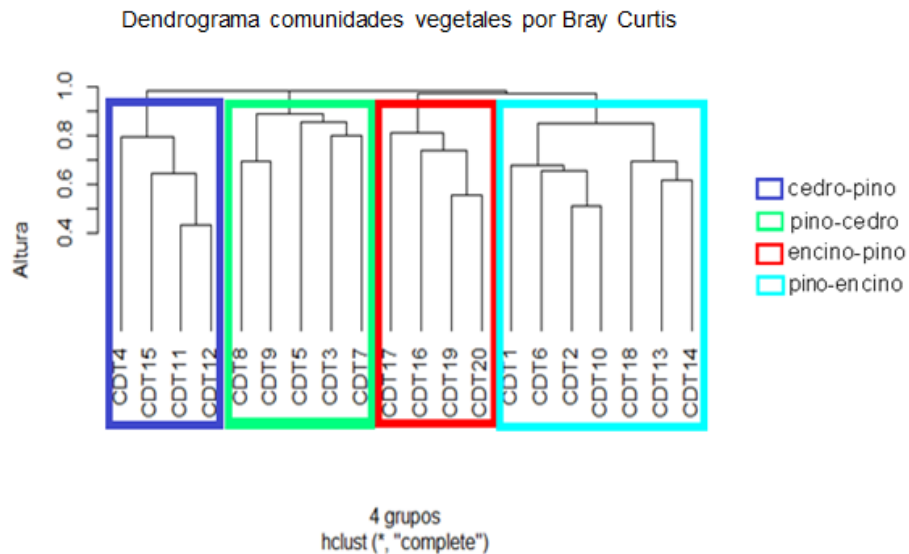


Figura 11. Representación de las cuatro comunidades vegetales, con relación a la composición y abundancia de las especies.

Las cuatro comunidades presentaron una densidad de 342 árboles en una superficie de 8 000 m² (0.8 ha), esto equivale al 2% de la superficie total del área de estudio. Los árboles estuvieron representados por 17 especies, de 11 géneros y 10 familias, la más representativa fue Pinaceae con cinco especies, Fagaceae con tres especies y con dos especies Rosaceae, estas tres familias incluyeron cuatro géneros y 10 especies, lo que constituye el 58.82% de las cuatro comunidades vegetales (Tabla 3). Las especies con mayor IVI fueron: *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica* con 62.52%, *Quercus rugosa* con 48.12% y *Pinus montezumae* con 43.57%, estas especies representaron el 154.21% del total del IVI. Mientras que *Cornus excelsa* con 1.36% y *Crataegus mexicana* con el 1.31% representaron el 2.67% del total del IVI (Tabla 4).

Tabla 3. Parámetros estructurales estimados por el género de los árboles registrados en el PECEF.

Género	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Pinus</i>	74	21.64	34	34	146.93	42.56	98.20
<i>Quercus</i>	104	30.41	25	25	54.12	15.68	71.09
<i>Cupressus</i>	57	16.67	12	12	116.88	33.86	62.52
<i>Alnus</i>	27	7.89	10	10	14.45	4.19	22.08
<i>Arbutus</i>	36	10.53	6	6	6.21	1.80	18.33
<i>Eucalyptus</i>	27	7.89	5	5	1.67	0.48	13.38
<i>Berberis</i>	10	2.92	3	3	4.03	1.17	7.09
<i>Prunus</i>	2	0.58	2	2	0.51	0.15	2.73
<i>Ceanothus</i>	3	0.88	1	1	0.12	0.03	1.91
<i>Cornus</i>	1	0.29	1	1	0.24	0.07	1.36
<i>Crataegus</i>	1	0.29	1	1	0.07	0.02	1.31
Total	342	100	100	100	345.23	100	300

Tabla 4. Parámetros estructurales estimados para las especies de árboles registrados en el PECEF. Las especies están ordenadas en forma descendente según su IVI.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>lusitanica</i>	57	16.67	12	12	116.88	33.86	62.52
<i>Quercus rugosa</i>	78	22.81	14	14	39.06	11.31	48.12
<i>Pinus montezumae</i>	34	9.94	15	15	64.31	18.63	43.57
<i>Pinus leiophylla</i>	16	4.68	9	9	34.18	9.90	23.58
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	14	4.09	6	6	43.92	12.72	22.82
<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>jorullensis</i>	27	7.89	10	10	14.45	4.19	22.08
<i>Arbutus xalapensis</i>	36	10.53	6	6	6.21	1.80	18.33
<i>Quercus laurina</i>	19	5.56	8	8	12.79	3.70	17.26
<i>Eucalyptus globulus</i>	27	7.89	5	5	1.67	0.48	13.38
<i>Berberis moranensis</i>	10	2.92	3	3	4.03	1.17	7.09
<i>Quercus crassipes</i>	7	2.05	3	3	2.27	0.66	5.70
<i>Pinus patula</i>	8	2.34	2	2	0.48	0.14	4.48
<i>Pinus pseudostrobus</i>	2	0.58	2	2	4.04	1.17	3.76
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	2	0.58	2	2	0.51	0.15	2.73
<i>Ceanothus caeruleus</i>	3	0.88	1	1	0.12	0.03	1.91
<i>Cornus excelsa</i>	1	0.29	1	1	0.24	0.07	1.36
<i>Crataegus mexicana</i>	1	0.29	1	1	0.07	0.02	1.31
Total	342	100	100	100	345.23	100	300

La comunidad de cedro-pino registró un total de 43 árboles, la especie dominante fue *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, seguida de *Pinus montezumae*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *P. leiophylla*, *Quercus rugosa* y con menor número de individuos *Pinus pseudostrobus*, *Alnus jorullensis* subsp. *jorullensis*, y *Prunus serotina* subsp. *capuli* (Tabla 5). Los arbustos con mayor abundancia fueron: *Roldana angulifolia*, *Fuchsia thymifolia*, *Monnina ciliolata* y *Salvia gesneriiflora*, de las hierbas anuales fueron: *Peperomia hispidula* y de las trepadoras *Solanum appendiculatum* (Figura 12).

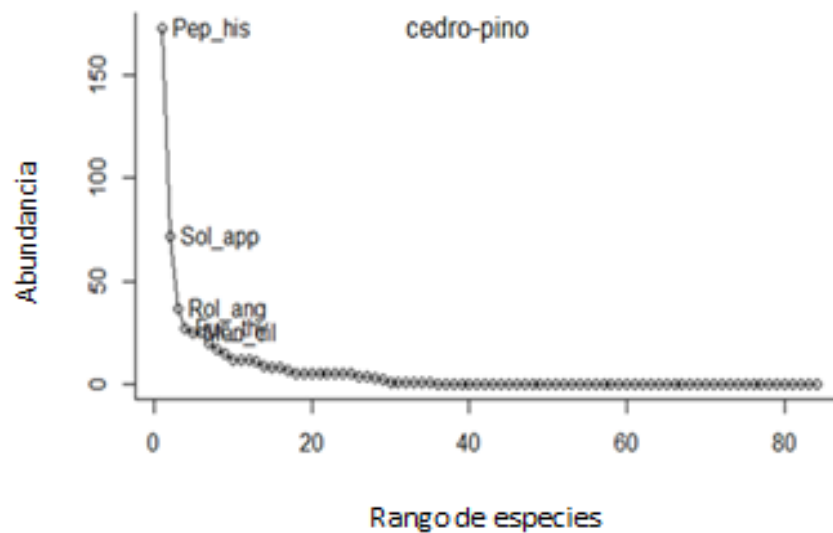


Figura 12. Rango de abundancia de las especies para la comunidad de cedro-pino.

La comunidad de pino-cedro registró un total de 87 árboles, la especie más abundante fue *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, seguida de *Arbutus xalapensis*, *Pinus montezumae*, *Alnus jorullensis* subsp. *jorullensis*, *Pinus leiophylla* y con menor número de individuos *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *Quercus rugosa*, *Q. laurina* y *Berberis moranensis* (Tabla 5). También en esta comunidad los arbustos fueron abundantes algunos como: *Salvia elegans*, *S. gesneriiflora* y *Fuchsia thymifolia* y de las hierbas perennes *Dichondra sericea* (Figura 13).

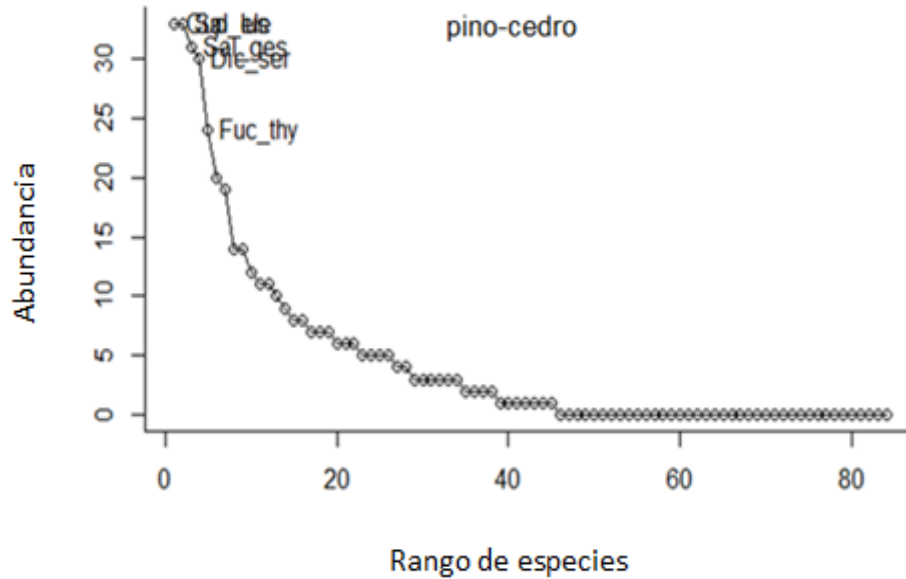


Figura 13. Rango de abundancia de las especies para la comunidad de pino-cedro.

Por otro lado, la comunidad de encino-pino registró un total de 82 árboles, en la que el estrato arbóreo es dominante con *Quercus rugosa*, *Q. laurina* y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* (Tabla 5), de los arbustos *Fuchsia thymifolia*, de las hierbas perennes *Bidens ostruthioides* y *Adiantum capillaris-veneris* y de las hierbas anuales *Desmodium uncinatum* (Figura 14).

Por último, la comunidad de pino-encino registró un total de 130 árboles algunos como: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. patula*, *Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, además se registró con mayor abundancia *Eucalyptus globulus* (Tabla 5). De los arbustos fueron: *Stevia subpubescens* var. *subpubescens*, *Fuchsia thymifolia* y *Monnina ciliolata* y de las hierbas anuales *Peperomia hispidula* (Figura 15).

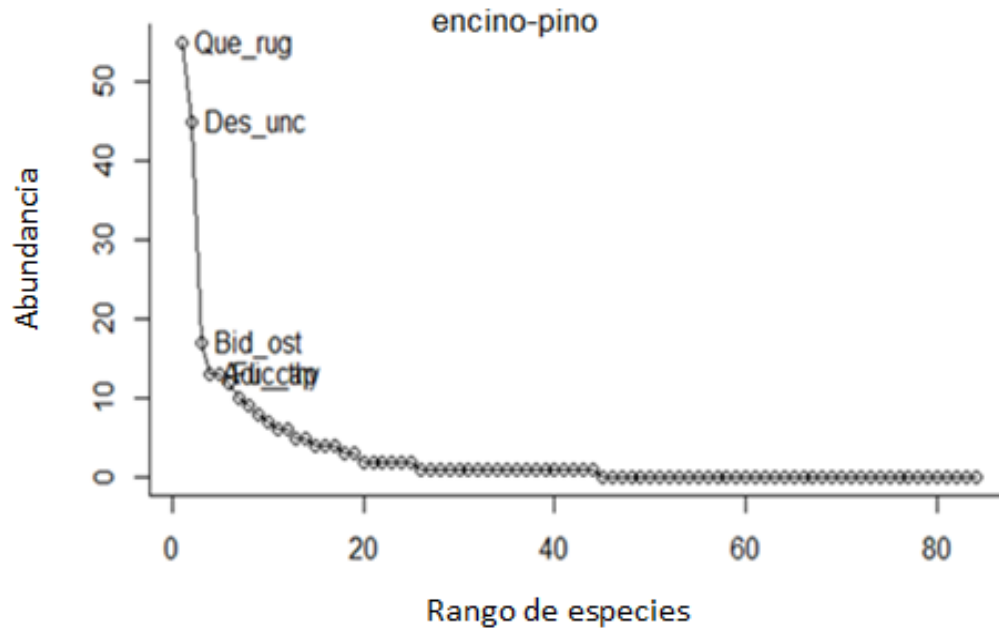


Figura 14. Rango de abundancia de las especies para la comunidad de encino-pino.

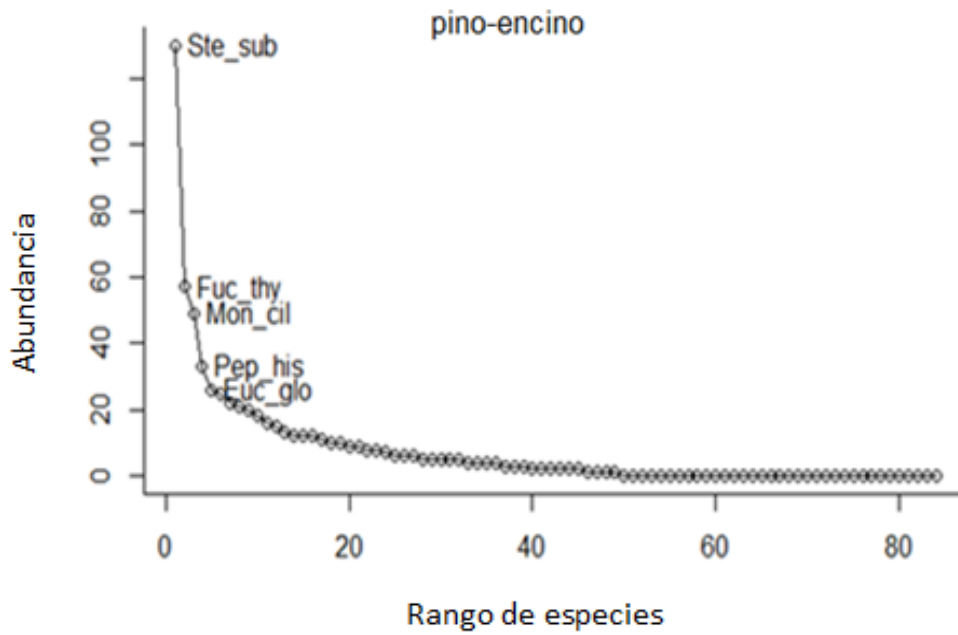


Figura 15. Rango de abundancia de las especies para la comunidad de pino-encino.

Tabla 5. Familias, especies arbóreas y el número total de individuos registrados en cada comunidad.

Familia	Especies	cedro-pino	pino-cedro	encino-pino	pino-encino	Número total de individuos
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	4	1	6	3	14
	<i>Pinus leiophylla</i>	4	5	1	6	16
	<i>Pinus montezumae</i>	8	12	2	12	34
	<i>Pinus patula</i>	0	0	0	8	8
	<i>Pinus pseudostrobus</i>	1	0	0	1	2
Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	0	0	2	5	7
	<i>Quercus laurina</i>	0	2	8	9	19
	<i>Quercus rugosa</i>	2	3	55	18	78
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>lusitanica</i>	17	33	1	6	57
Berberidaceae	<i>Berberis moranensis</i>	5	3	0	2	10
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>jorullensis</i>	1	11	3	12	27
Cornaceae	<i>Cornus excelsa</i>	0	1	0	0	1
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i>	0	14	0	22	36
Myrthaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	0	1	0	26	27
Rhamnaceae	<i>Ceanothus caeruleus</i>	0	0	3	0	3
Rosaceae	<i>Crataegus mexicana</i>	0	0	1	0	1
	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	1	1	0	0	2
Número total de árboles		43	87	82	130	342

Para conocer en qué etapa se encuentran las comunidades vegetales o si hay alguna pérdida de los árboles con mayor altura, se realizó una prueba de ji cuadrada utilizando el intervalo de los estratos arbóreos: estrato alto de 30 a 35 m, medio de 10 a 25 m y un estrato bajo de 1 a 9 m. Se encontraron diferencias significativas entre las alturas de los árboles y las comunidades vegetales ($\chi^2 = 90$ gl = 6 $p < 0.05$). La comunidad de cedro-pino registró que debería ver más árboles con alturas de 10 a 25 m. La comunidad de pino-cedro registró mayor número de árboles en el estrato superior, debido a que la especie dominante fue *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica* con una altura de hasta 30 m. La comunidad de encino-pino registró el menor número de árboles en el estrato bajo, esto se debe a que en esta comunidad hubo pocas especies que su altura máxima es menor o igual a 9 m. La comunidad de pino-encino, registró el mayor número de árboles en el estrato medio (Figura 16).

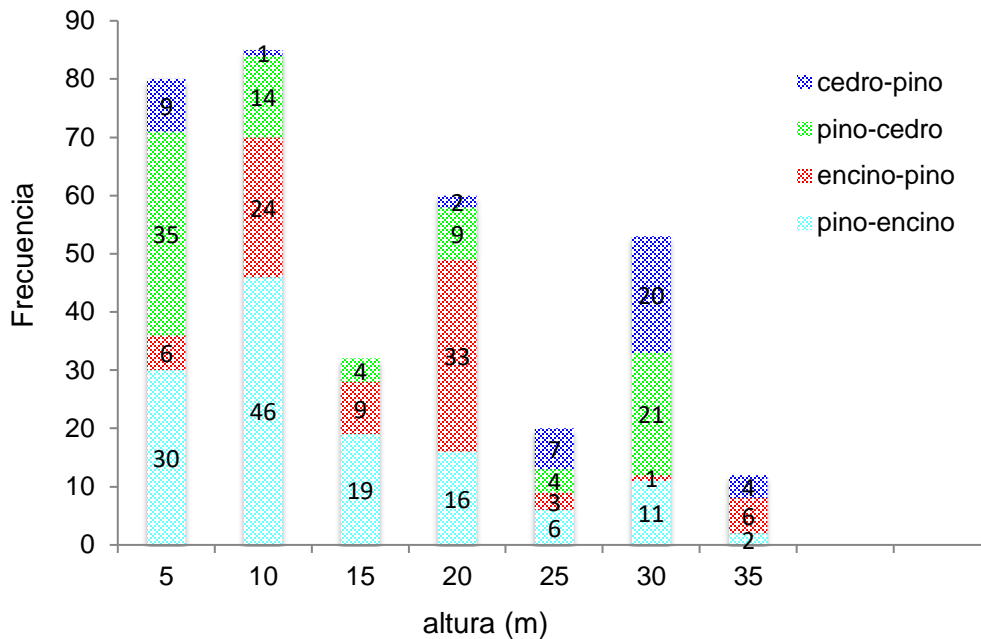


Figura 16. Representa la altura (m) de los árboles en las cuatro comunidades vegetales.

Las clases diamétricas están relacionadas con la altura de los árboles, se registraron diámetros de 50 a 110 cm, de 30 a 45 cm y de 5 a 25 cm. Las cuatro comunidades registraron árboles con una clase diamétrica menor o igual a 5 cm, pino-encino registró el mayor número con 21 árboles, cedro-pino con 9 árboles, pino-cedro con 8 árboles y encino-pino con un árbol. La clase diamétrica menor o igual a 10 cm, registró para pino-encino el mayor número con 28 árboles, encino-pino con 23 árboles, pino-cedro con 11 árboles y cedro-pino con un árbol. La clase diamétrica menor o igual a 15 cm, registró para pino-encino el mayor número con 27 árboles, pino-cedro con 18 árboles y encino-pino con 13 árboles (Figura 17).

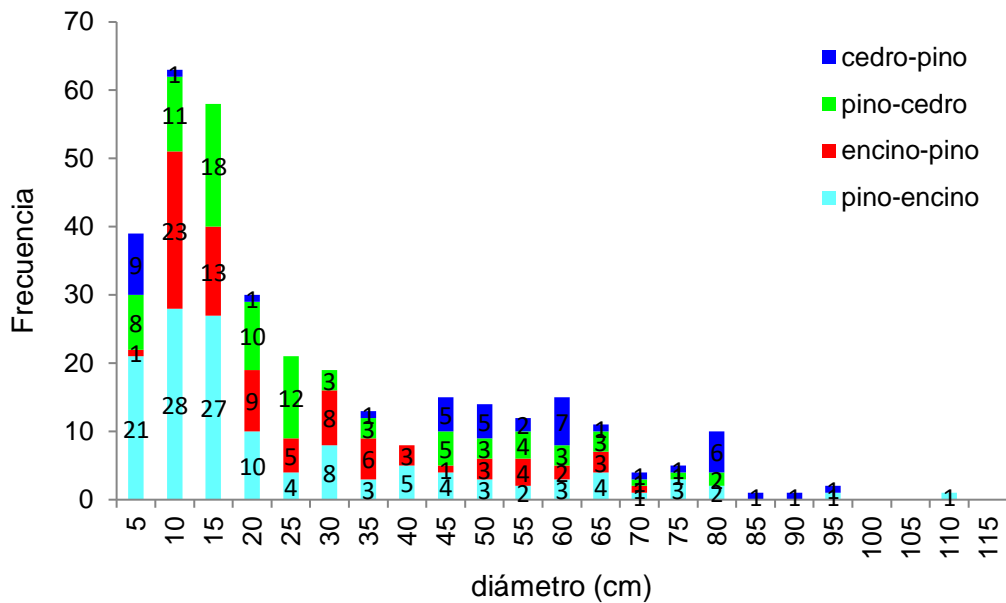


Figura 17. Representa las clases diamétricas (cm) de los árboles en las cuatro comunidades vegetales.

Las cuatro especies que registraron una ($N \geq 30$) con una línea de tendencia positiva altura y diámetro fueron: *Quercus rugosa* ($N = 78$) registró un coeficiente de correlación positivo ($r = 0.645$, intervalo = 4-20 m) y *Arbutus xalapensis* ($N = 36$) con un coeficiente de correlación positivo ($r = 0.527$, intervalo = 4-9 m), estas especies tienen un crecimiento mayor en el diámetro y menor en la altura, mientras que, *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica* ($N = 57$) registró un coeficiente de correlación positivo ($r = 0.89$, intervalo = 3-30 m) y *Pinus montezumae* ($N = 34$), registró un coeficiente de correlación positivo ($r = 0.93$, intervalo = 4-30 m), es decir tienen un crecimiento mayor en la altura y menor en el diámetro (Figura 18).

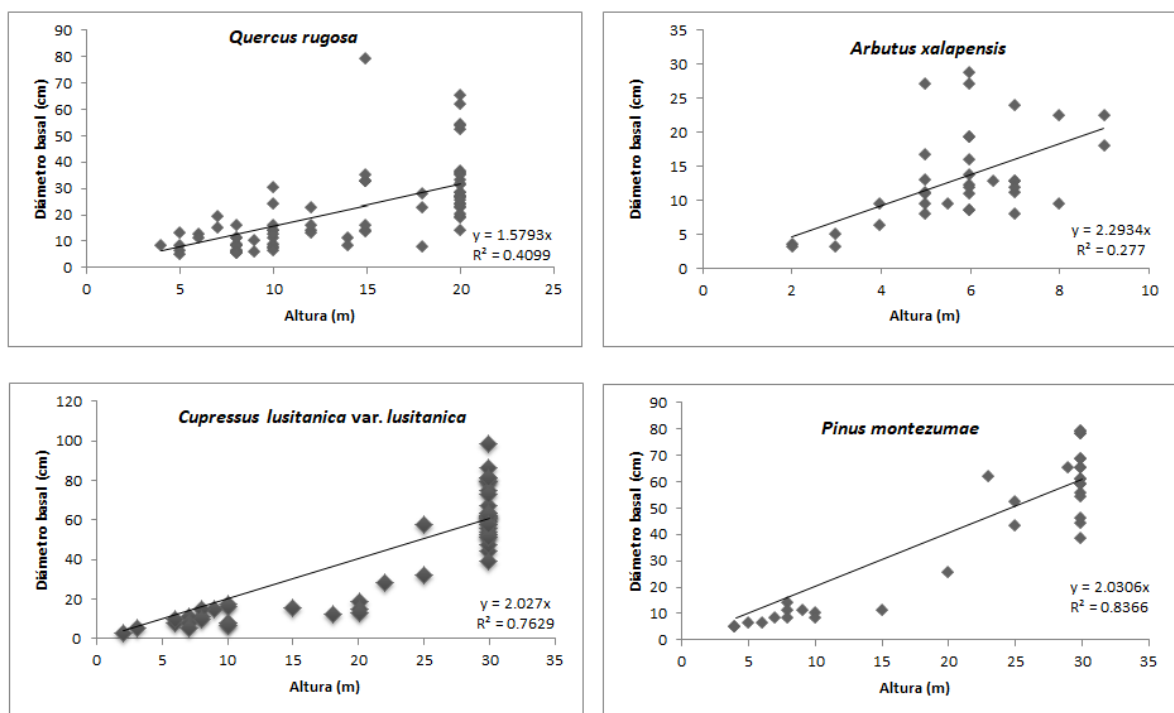


Figura 18. Relación entre altura y diámetro de las cuatro especies con una ($N \geq 30$).

De los 8 000 m² se registró una cobertura arbórea de 5 288 m² es decir, el 52.88%. La comunidad de cedro-pino registró 2 828 m², la especie que presentó mayor cobertura para esta comunidad fue *Cupressus lusitanica var. lusitanica* con 1007.05 m², esto fue el 35.61%. La comunidad de pino-cedro presentó una cobertura de 953 m², *Pinus leiophylla* con 188 m² presentó una cobertura del 19.71%, seguido *Cupressus lusitanica var. lusitanica* con 117 m² presentó el 12.30% de cobertura y *Pinus montezumae* con 115 m² presentó el 12.08%. La comunidad de encino-pino con 659 m² presentó a *Quercus rugosa* con la mayor cobertura con 336.09 m² esto fue el 51%, seguido *Pinus ayacahuite var. veitchii* con 168.97 m² es decir, el 25.64% de la cobertura y *Pinus montezumae* con 119 m² presentó el 18.08%. La comunidad de pino-encino con un promedio de 848 m² *Pinus montezumae* presentó con 165.78 m² el 19.55% de cobertura, seguido *Quercus laurina* y *Q. crassipes* con 58 m² cada una, es decir, el 6.81% de cobertura para cada una y *Quercus rugosa* con 53 m² presentó el 6.20% de cobertura.

6. Discusión

6.1 Composición florística, origen y forma de vida.

Se registraron 1 833 individuos pertenecientes a 84 especies, este número equivale aproximadamente una tercera parte del total de las especies reportadas por Chimal *et al.* (2013) quienes reportaron un total de 236 especies. La diferencia de 152 especies se debe al tipo de muestreo, para este estudio fue un muestreo al azar estratificado en las comunidades vegetales de pino-encino, pino-cedro, encino y pino en una superficie de 8 000 m², además se obtuvo la abundancia y dominancia de las especies, mientras que en el estudio de Chimal *et al.* (2013) realizaron un inventario florístico, durante cuatro años, hicieron muestreos de línea Canfield, cuadrantes al azar y colectas a la orilla de caminos y veredas en diferentes estaciones del año. Sin embargo, este estudio permitió registrar y agregar al inventario florístico del PECEF por primera vez las especies: *Asplenium formosum*, *Gonolobus uniflorus*, *Fuchsia microphylla*, *Rubus liebmannii* y *Salvia mocinoi*. Las especies anteriormente mencionadas han sido reportadas para este tipo de bosque templado, la primera por Mendoza-Ruiz y Pérez-García (2009), mientras que las otras tres especies han sido reportadas por Rzedowski *et al.* (2005).

En cuanto a la comparación de las 11 familias registradas en este estudio: Asteraceae, Lamiaceae, Fabaceae, Pinaceae, Fagaceae, Poaceae, Rosaceae, Pteridaceae, Solanaceae, Aspleniaceae y Onagraceae con un total de 62 especies, Chimal *et al.* (2013) reportaron para las mismas familias un total de 134, hay una diferencia de 72 especies, esto es debido a que los autores colectaron ejemplares en todo el PECEF, incluyendo caminos y veredas.

De las 84 especies registradas en el PECEF, 83 son nativas, de las cuales 15 son endémicas de México y dos endémicas del Valle de México, *Ageratina isolepis* y *Ageratina ramireziorum* y una translocada *Pinus patula* con una distribución de Tamaulipas a Oaxaca, especie que se ha utilizado en la reforestación de diversos

lugares, entre ellos el bosque de pino-encino, no solo de la Sierra Nevada, sino también del Eje Neovolcánico. Rzedowski (1991) y Sarukhán *et al.* (2009) entre otros autores, mencionan que la flora de las regiones templadas es rica en endemismos, principalmente se debe a la ubicación geográfica de México, a las características topográficas, edafológicas y climatológicas. Solo se registró una especie exótica, introducida e invasora *Eucalyptus globulus*, originaria del sureste de Australia, mientras que Chimal *et al.* (2013) registraron un total de 225 especies nativas y 11 exóticas o introducidas, *Eucalyptus camaldulensis*, ésta y la anterior especie de eucalipto, posiblemente sea el resultado de la germinación de semillas dispersas por los eucaliptos que están cerca del área de estudio, esta observación se ha realizado durante los 15 años que se han trabajado en el PECEF y además de las respuestas recibidas por parte de los guardabosques relacionado a la reforestación (A. Chimal, comunicación personal, 15 de agosto de 2020).

En cuanto a las formas de vida, los arbustos y algunas hierbas perennes, principalmente de las familias Asteraceae, Lamiaceae y Fabaceae, presentaron el mayor número de individuos en los sitios soleados y por lo tanto menos húmedos, debido a sus adaptaciones como la numerosa producción de semillas y tolerantes a lugares o sitios soleados, plantas denominadas heliófitas, además las hierbas perennes presentan adaptaciones como los rizomas y bulbos que les permiten almacenar nutrientes para florecer y fructificar año con año (A. Chimal, comunicación personal, 15 de agosto de 2020).

6.2 Análisis de estructura de las comunidades vegetales

Como se mencionó anteriormente por la estructura de la vegetación y la composición florística, de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978), en el PECEF anteriormente se estableció un bosque mixto de pino-encino, encino-pino y encino, mientras que, con la aplicación de los análisis estadísticos, resultaron cuatro comunidades diferentes: cedro-pino, pino-cedro, encino-pino y pino-encino, de las cuales solo la comunidad de encino-pino registro a *Quercus rugosa*, especie arbórea dominante. Las otras comunidades que no registraron dominancia

de especies arbóreas se deben a la disminución arbórea y a la presencia de los disturbios antrópicos, que se trataran con detalle en el siguiente capítulo.

Las características de la estructura horizontal fueron: abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia y de la estructura vertical fueron: estratos y clases diamétricas. La estructura horizontal de las comunidades vegetales presentó que los géneros *Pinus* y *Quercus* aún son las más representativas al registrar cinco especies de *Pinus* y tres especies de *Quercus*, lo que coincide con Rzedowski (1978), Challenger (1988) y López-Hernández *et al.* (2017), quienes mencionan que estos géneros son de amplia distribución en este tipo de bosque templado. En cuanto a las especies con el mayor índice de valor de importancia fueron: *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Quercus rugosa* y *Pinus montezumae*, la primera especie posiblemente su abundancia se deba a la reforestación. Farjon (1993) menciona que se han realizado reforestaciones en todo el país con esta especie debido a un alto porcentaje de germinación y que es de rápido crecimiento. Mientras que *Pinus montezumae* y *Quercus rugosa* fueron las más frecuentes, estas especies han sido reportadas con mayor valor ecológico y de importancia en los bosques templados (Rzedowski, 1978; Návar-Cháidez y González-Elizondo, 2009; Hernández-Salaz *et al.*, 2013). De acuerdo con lo anterior, las comunidades vegetales del PECEF aún presentan las especies que a través del tiempo se han establecido y que han proporcionados bienes y servicios a pesar de los disturbios antrópicos que se presentan en el área de estudio.

En cuanto a la estructura vertical de las cuatro comunidades vegetales, el estrato alto estuvo representado por las especies: *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* y *P. montezumae*, esta última registró una correlación positiva entre el diámetro y la altura, Perry (1991), Martínez (1992) y Guerra-De la Cruz *et al.* (2019) mencionan que esta especie alcanza hasta 35 m de altura y diámetros de 1 m y *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, también registró una correlación positiva, Farjon (1993) y Fernández-Pérez *et al.* (2013) registraron para esta especie alturas de 30 m hasta 40 m, con un diámetro de 60 cm hasta 1 m. Es importante mencionar que se

observó una disminución de la altura y clase diamétrica, es decir, que hay pocos individuos del estrato alto y con diámetros de 50 a 110 cm.

El estrato medio estuvo representado por *Pinus pseudostrobus*, *P. leiophylla*, *Alnus jorullensis* subsp. *jorullensis*, *Eucalyptus globulus*, *Quercus crassipes*, *Q. laurina* y *Q. rugosa* esta última registró una correlación positiva entre el diámetro y la altura, Pérez *et al.* (2016) mencionan para esta especie alturas de hasta 20 m con un diámetro de 45 cm. Por último, el estrato bajo estuvo representado por las especies: *Berberis moranensis*, *Ceanothus caeruleus*, *Cornus excelsa* y *Arbutus xalapensis*, registró una correlación positiva entre la altura y el diámetro, Guridi (1981), Rzedowski (2005) y Tovar-Rocha *et al.* (2014), mencionan que esta especie alcanza alturas hasta de 15 m y diámetros de hasta 40 cm.

Por la composición florística y los análisis estadísticos a la estructura de la vegetación, se comprobó que no es un bosque clímax de pino-encino, sino que resultaron cuatro comunidades vegetales en las que las especies de los árboles dominantes se presentaron con menor número de individuos, por el contrario, con mayor número de individuos de pocas especies de arbustos y hierbas, a excepción de encino-pino en la que *Quercus rugosa* fue la especie dominante. Lo anteriormente mencionado indica la presencia de disturbios antrópicos, que están afectando la vegetación del PECEF.

7. Conclusiones

- ❖ El estudio se realizó en una superficie de 8 000 m², esto equivale al 2% de la superficie total (405 000 m²) del PECEF, permitió conocer parte de la composición florística con 84 especies, de 56 géneros y 33 familias. Sin embargo, se registraron y agregaron por primera vez al inventario florístico publicado en el 2013 las especies: *Asplenium formosum*, *Gonolobus uniflorus*, *Fuchsia microphylla*, *Rubus liebmannii* y *Salvia mocinoi*.
- ❖ De las 84 especies registradas en el PECEF, 83 son nativas de las cuales 15 son endémicas de México y dos endémicas del Valle de México, una especie translocada *Pinus patula* y una especie exótica, introducida e invasora *Eucalyptus globulus*.
- ❖ En términos de estructura las especies dominantes por sus valores de Índice de Valor de Importancia fueron: *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*, *Quercus rugosa* y *Pinus montezumae*.
- ❖ La estructura y composición florística con relación a los análisis estadísticos registraron cuatro comunidades vegetales: cedro-pino, pino-cedro, encino-pino y pino-encino, en estas comunidades se registró la presencia de disturbios antrópicos; debido a esto, el bosque mixto de pino-encino ya no es un bosque clímax.

8. Literatura Citada

- Alfsen, K. H. y Saebo, H. V. (1993). Environmental quality indicators: Background, principles, and examples from Norway. *Environmental and Resource Economics* 3, pp. 415–435.
- Arango, A. (1997). *Industria y espacio en San Rafael, México: Formación, desarrollo y desenclave*. Tesis de Licenciatura en Geografía. UNAM. México, 132 pp.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C., México D.F. 847 pp.
- Chimal, H. A., González, I. M. y Hernández, D. C. (2013). *La flora vascular del Parque Estatal El Faro, Tlalmanalco de Velázquez, Estado de México*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México. 176 pp.
- CONABIO (2006). *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 pp.
- CONABIO (2008). *Dicotiledóneas*. En: Ocegueda S. y Llorente-Bousquets J. (coord.). *Catálogo taxonómico de especies de México. Conocimiento Actual de la Biodiversidad. Capital Natural de México. Vol. I: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México. CD1.283-322 pp.
- CONAFOR (2012). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos, informe del 2004-2009*. Comisión Nacional Forestal. 1a. Ed. Zapopan, Jalisco, México. 228 pp.
- Ederra, A. (1996). *Botánica Ambiental Aplicada. Las Plantas y El Equilibrio Ecológico de Nuestra Tierra*. EUNSA, España. 205 pp.
- Encina-Domínguez, J. A., Encina-Domínguez, F. J., Mata-Rocha, E. y Valdés-Reyna, J. (2008). Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (83), pp.13-24.
- Farjon, A. (1993). Nomenclature of the Mexican cypress or “cedar of Goa”, *Cupressus lusitanica* Mill. (Cupressaceae). *Taxon* 42 pp.81-84.

FAO (2007). Situación de los bosques del mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Rome 141 pp.

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*, vol. 91n (2), pp. 207-216.

Gadow, K. V., Sánchez O. S. y Álvarez J. G. (2007). Estructura y Crecimiento del Bosque. Universidad de Göttingen, Alemania. 287 pp.

Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M, Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E. y Villanueva, A. (2018). Perspectivas del enfoque socio-ecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2).

GEM (2003). Declaratorio del Ejecutivo del Estado por las que se establecen las Áreas Naturales Protegidas “Cerro El Faro” y “Cerros los Monos” en el Municipio de Tlalmanalco, Estado de México. Gobierno del Estado de México. Gaceta del Gobierno.

Gomezcaña, I. M. (2013). Propuesta para un plan de manejo y una estrategia para la conservación del zacatuche (*Romerolagus diazi*) en el Parque Estatal “Cerro el Faro”, Tlalmanalco, Estado de México. Tesis de Maestría en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. 136 pp.

González, M. (2004). Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda Edición. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), 81 pp.

Guerra-De la Cruz, V., Islas-Gutiérrez, F., Flores-Ayala, E., Acosta-Mireles M., Buendía-Rodríguez, E., Carrillo-Anzures, F., Tamarit-Urías, J. C. y Pineda-Ojeda, T. (2019). Modelos locales altura-diámetro para *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus teocote* Schiede ex Schltdl. en Nanacamilpa, Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 10 (51), pp. 133-156.

Guridi, L. C. (1981). “La Madera en las artesanías del estado de Michoacán”. Boletín divulgativo núm. 50 Subsecretaría Forestal y de la Fauna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. Diciembre 1980.

Guzmán-Mendoza, R., Zavala-Hurtado, J. A., Castaño-Meneses, G. y León-Cortés, J. L. (2014). Comparación de la mirmecofauna en un gradiente de

reforestación en bosques templados del centro occidente de México. *Madera y bosques*, 20(1), pp.71-83.

Granados-Sánchez. D., López-Ríos., G. F. y Hernández-García, M. A. (2007). Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 13 (1):67-83 pp.

Hernández, J., Serra, M. T. y Faúndez, L. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Estudios de Flora y Vegetación. Académicos de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. 37 pp.

Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A. Luján-Álvarez, C., Olivas-García, J. M. y Domínguez-Pereda, A. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19 (2), pp.189-199.

Kindt, R. y Coe, R. (2005). Tree Diversity Analysis. A Manual and Software for Common Statistical Methods for Ecological and Biodiversity Studies. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF), 207 pp.

Koleff, P., Soberón, J., Arita, T., Dávila, H., Flores-Villela, Ó., Golubov, J., Halffter, G., Lira-Noriega, A., Moreno, C., Moreno, E., Munguía, M., Navarro-Sigüenza, A., Téllez O., Ochoa-Ochoa L., Townsend, A. y Rodríguez, P. (2008). Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 323-364.

López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., 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 (1), pp. 39-51.

Lot, A. y Chiang, F. (1986). Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D. F. 142 pp.

Martínez, M. (1992). Los Pinos Mexicanos. Ediciones Botas. 3ª edición. México. 361 pp.

Mazari, M., Alberro, J., Mazari-Hiriart, M. y González, S. (1996). Agrietamiento de arcillas lacustres y su relación con el uso y reúso del agua. In: Mazari, M. (ed.). Hacia el Tercer Milenio. El Colegio Nacional de México, México D.F., México. pp.113-156.

McGeoch, M. A. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*. (73), pp.181-201.

McGeoch, M. A. (2002). Bioindicators. In: Sons JW, editor. *Encyclopedia of Environmetrics Vol.1* Chichester pp. 186-189.

Mendoza-Ruiz, A. y Pérez-García, B. (2009). Helechos y licopodios de México Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma Metropolitana. México. 287 pp.

Moctezuma, B. P., Antonio, M. C., Olguín, D. E. y González I. M. (2007). Programa de conservación y Manejo del Parque Estatal “Cerro el Faro” y “Cerro los Monos” CENTLI-PISN. Línea Forestal y de Biodiversidad. 107 pp.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de la UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.

Mostacedo, B. y Fredericksen, S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR; Santa Cruz, Bolivia. 87pp.

Návar-Cháidez, J. J. y González-Elizondo, S. (2009). Diversidad, Estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. *Polibotánica* Núm. 27, ISSN 1405-2768, pp. 71-87.

Návar-Cháidez, J. J. y Domínguez-Calleros P. A. (2013). Modelo de incremento y rendimiento: ejemplos y aplicaciones para bosques templados mexicanos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. vol.4 no.18. pp. 8-25.

Noyola, J. y Méndez, G. (2005). Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México, Tlalmanalco. Gobierno del Estado de México e Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. México.

Ozdemir, I., Ozkan, K., Mert, A., Ozkan, U. Y., Senturk, O. y Alkan, O. (2012). Mapping forest stand structural diversity using Rapideye satellite data.

Perry, J. P. (1991). The pines of Mexico and Central America. Timber Press Portland, OR USA. pp. 231.

Pérez, O. C., Vélez, J. S. y Ceja, R. J. (2016). Anatomía de la madera de ocho especies de *Quercus* (FAGACEAE) de Oaxaca, México. *Madera y Bosques* 12(1), pp. 63-94.

Romero-Rangel, S., Rojas, E., Rubio, L. y Zamudio, S. (2003). Encinos de México (*Quercus*, Fagaceae). Estado de Querétaro. Universidad Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 551 pp.

Romero-Rangel. S., Rojas Z. E. C. y Rubio L. L. E. (2015). Encino de México (*Quercus*, Fagaceae) 100 Especies. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 298 pp.

Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F. 432 p.

Rzedowski, J. y Rzedowski de G. C. (1979). Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I. Compañía Editorial Continental, S.A. México, D.F. 403 p.

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

Rzedowski, G. C. de Rzedowski, J. y colaboradores (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

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

Sarukhán, J. *et al.* (2009). Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Gobierno Federal México, Capital Natural de México, pp. 21-63.

SCINCE (2010). Cartas topográficas por INEGI. Sistema para la consulta de Información Censal. INEGI. Versión 05/2012.

Smith, D. M., Larson, B. C., Kelty, M. J. y Ashton, P. M. S. (1997). The practice of silviculture: Applied Forest Ecology No. Ed. 9. Nueva York, EUA: John Wiley & Sons, 537 pp.

Stout, B.B. y Shumway, D. L. (1982). Site quality estimation using height and diameter. *Forest Science*. 28(3):639-645 pp.

Tovar-Rocha, V., Rocha-Granados, Ma. del C. y Delgado-Valerio, P. (2014). Influencia de la maduración del fruto de *Arbutus xalapensis* kunth sobre la germinación de semillas y embriones cigóticos. *Polibotánica*, (37), 79-92 pp.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (2018). Última consulta 13 de agosto de 2018 en: <<http://www.tropicos.org>>

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 pp.

Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Checklist of the native vascular plants of Mexico. 87(3), pp. 559-902.

Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, pp. 213-251.

Anexos

Anexo 1. Ubicación geográfica y presencia de disturbios antrópicos en los 20 sitios de muestreo en los años 2017 y 2018 en el PECEF.

Sitio	Comunidad vegetal	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud (msnm)	Incendio	Pastoreo	Tala clandestina (número de tocones)	Fecha
1	pino-encino	525638	2124865	2698	No	No	3	27_05_2017
1	pino-encino	525638	2124865	2698	No	Si	3	27_01_2018
2	pino-encino	525327	2124548	2629	No	No	9	28_05_2017
2	pino-encino	525327	2124548	2629	No	No	9	23_04_2018
3	pino-cedro	525556	2124900	2670	No	No	0	17_06_2017
3	pino-cedro	525556	2124900	2670	No	No	0	27_01_2018
4	cedro-pino	525501	2124 892	2660	No	No	2	17_06_2017
4	cedro-pino	525501	2124 892	2660	No	No	2	27_01_2018
5	pino-cedro	525284	2124677	2714	No	No	4	18_06_2017
5	pino-cedro	525284	2124677	2714	No	No	2	24_03_2018
6	pino-encino	525389	2124536	2659	Si	Si	2	18_06_2017
6	pino-encino	525389	2124536	2659	Si	Si	2	23_04_2018
7	pino-cedro	525397	2124523	2633	No	Si	2	18_06_2017
7	pino-cedro	525397	2124523	2633	No	Si	1	03_03_2018
8	pino-cedro	525398	2124524	2619	No	No	12	29_07_2017
8	pino-cedro	525398	2124524	2619	No	Si	12	03_03_2018
9	pino-cedro	525344	2124534	2613	No	No	8	29_07_2017
9	pino-cedro	525344	2124534	2613	No	No	8	23_04_2018
10	pino-encino	525379	2124652	2663	No	No	4	29_07_2017
10	pino-encino	525379	2124652	2663	No	No	2	03_03_2018
11	cedro-pino	525526	2124687	2653	No	No	2	30_08_2017
11	cedro-pino	525526	2124687	2653	No	No	3	23_04_2018
12	cedro-pino	525532	2124697	2684	No	No	0	30_08_2017
12	cedro-pino	525532	2124697	2684	No	No	3	23_04_2018
13	pino-encino	525538	2124708	2631	No	No	2	30_08_2017
13	pino-encino	525538	2124708	2631	No	No	2	27_01_2018
14	pino-encino	525456	2124447	2637	No	No	2	23_09_2017
14	pino-encino	525456	2124447	2637	No	No	2	24_03_2018
15	cedro-pino	525396	2124459	2618	No	No	0	23_09_2017
15	cedro-pino	525396	2124459	2618	No	No	0	23_04_2018
16	encino-pino	525616	2124663	2674	No	Si	7	21_10_2017

16	encino-pino	525616	2124663	2674	No	Si	1	23_04_2018
17	encino_pino	525612	2124658	2672	Si	Si	3	21_10_2017
17	encino_pino	525612	2124658	2672	Si	Si	1	23_04_2018
18	pino-encino	525193	2124352	2589	No	No	7	13_12_2017
18	pino-encino	525193	2124352	2589	No	No	10	23_04_2018
19	encino-pino	525312	2124540	2631	No	No	4	13_12_2017
19	encino-pino	525312	2124540	2631	No	No	1	03_03_2018
20	encino-pino	525439	2124622	2650	No	No	3	13_12_2017
20	encino-pino	525439	2124622	2650	No	No	3	23_04_2018

Anexo 2. Lista florística de plantas vasculares del PECEF. Las familias, los géneros y las especies están en orden alfabético; los nombres de los autores se obtuvieron del Tropicos.org. Missouri Botanical Garden (2018) y del catálogo de Villaseñor (2016).

División - Clase	Familia Especie
PTERIDOPHYTA	ASPLENIACEAE <i>Asplenium formosum</i> Willd. <i>Asplenium monanthes</i> L.
	PTERIDACEAE <i>Adiantum capillaris-veneris</i> L. <i>Adiantum poiretii</i> Wikstr. <i>Cheilanthes marginata</i> Kunth
CONIFEROPHYTA	CUPRESSACEAE <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. var. <i>lusitanica</i>
	PINACEAE <i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltld. var. <i>veitchii</i> (Roezl) Shaw <i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltld. & Cham. <i>Pinus montezumae</i> Lamb. <i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham. <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.
MAGNOLIOPSIDA	AMARANTHACEAE <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
	ANACARDIACEAE <i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze
	APOCYNACEAE <i>Gonolobus uniflorus</i> Kunth
	ASTERACEAE <i>Acourtia</i> sp. <i>Acourtia turbinata</i> (Lex.) DC. <i>Ageratina areolaris</i> (DC.) Gage ex B.L. Turner <i>Ageratina dolichobasis</i> (McVaugh) R.M. King & H. Rob. <i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob. <i>Ageratina isolepis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob. <i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob. <i>Ageratina pazcuarensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob. <i>Ageratina ramireziorum</i> (J. Espinosa) B.L. Turner <i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob. <i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) S.F. Blake <i>Archibaccharis hirtella</i> (DC.) Heering <i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F. Blake <i>Baccharis conferta</i> Kunth <i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip. <i>Bidens triplinervia</i> Kunth <i>Brickellia nutanticeps</i> S.F. Blake <i>Perymenium berlandieri</i> DC. <i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell

Roldana barba-johannis (DC.) H. Rob. & Brettell
Sigesbeckia jorullensis Kunth
Stevia monardifolia Kunth
Stevia subpubescens Lag. var. *subpubescens*
Tagetes triradiata Greenm.
Verbesina virgata Cav. var. *virgata*

BERBERIDACEAE

Berberis moranensis Schult. & Schult. f.

BETULACEAE

Alnus jorullensis Kunth subsp. *jorullensis*

CAPRIFOLIACEAE

Valeriana urticifolia Kunth

CONVOLVULACEAE

Dichondra sericea Sw.

CORNACEAE

Cornus excelsa Kunth

ERICACEAE

Arbutus xalapensis Kunth

FABACEAE

Cologania biloba (Lindl.) G. Nicholson
Dalea obovatifolia var. *uncifera* (Schltdl. & Cham.) Barneby
Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.
Lupinus campestris Cham. & Schltdl.
Phaseolus coccineus L.

FAGACEAE

Quercus crassipes Bonpl.
Quercus laurina Bonpl.
Quercus rugosa Née

GARRYACEAE

Garrya laurifolia Hartw. ex Benth.

GERANIACEAE

Geranium seemannii Peyr.

LAMIACEAE

Calamintha macrostema (Moc. & Sessé ex Benth.) Benth.
Salvia elegans Vahl
Salvia gesneriiflora Lindl. & Paxton
Salvia lavanduloides Kunth
Salvia mexicana L. var. *minor* Benth.
Salvia mocinoi Benth.
Salvia polystachia Cav.
Salvia tiliifolia Vahl

MYRTHACEAE

Eucalyptus globulus Labill.

ONAGRACEAE

Fuchsia microphylla Kunth
Fuchsia thymifolia Kunth

OROBANCHACEAE

Castilleja tenuiflora Benth.

PIPERACEAE

Peperomia hispidula (Sw.) A. Dietr.

PLANTAGINACEAE

Penstemon roseus (Cerv. ex Sweet) G. Don

POLYGALACEAE

Monnina ciliolata Sessé & Moc. ex DC.

RHAMNACEAE

Ceanothus caeruleus Lag.

ROSACEAE

Crataegus mexicana DC.
Prunus serotina Ehrh. subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh
Rubus liebmannii Focke

RUBIACEAE

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schtdl.

SOLANACEAE

Cestrum thyrsoides Kunth
Solanum appendiculatum Humb. & Bonpl. ex Dunal
Solanum cervantesii Lag.

VERBENACEAE

Lippia mexicana G.L. Nesom

LILIOPSIDA

COMMELINACEAE

Tinantia erecta (Jacq.) Schtdl.

CYPERACEAE

Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl.

POACEAE

Muhlenbergia macroura ((Kunth) Hitchc.
Piptochaetium sp.
Trisetum virletii E. Fourn.

Anexo 3. Origen y forma de vida de las especies. ❖ Especie endémica de México ** Especie endémica del Valle de México ● Especie translocada en el PECEF.

Especie	origen	Forma de vida
<i>Acourtia</i> sp.	Nativa	Hierba perenne
<i>Acourtia turbinata</i> (Lex.) DC.	Nativa ❖	Hierba perenne
<i>Adiantum capillaris-veneris</i> L.	Nativa	Hierba perenne
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	Nativa	Hierba perenne
<i>Ageratina areolaris</i> (DC.) Gage ex B.L. Turner	Nativa	Arbusto
<i>Ageratina dolichobasis</i> (McVaugh) R.M. King & H. Rob.	Nativa ❖	Arbusto
<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Nativa ❖	Arbusto
<i>Ageratina isolepis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Nativa **	Hierba perenne
<i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Nativa	Arbusto
<i>Ageratina pazcuarensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Nativa	Arbusto
<i>Ageratina ramireziorum</i> (J. Espinosa) B.L. Turner	Nativa **	Hierba perenne
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.	Nativa	Arbusto
<i>Alnus jorullensis</i> Kunth subsp. <i>jorullensis</i>	Nativa	Árbol
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Nativa	Árbol
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) S.F. Blake	Nativa	Arbusto
<i>Archibaccharis hirtella</i> (DC.) Heering	Nativa	Arbusto
<i>Archibaccharis serratifolia</i> (Kunth) S.F. Blake	Nativa	Arbusto
<i>Asplenium formosum</i> Willd.	Nativa	Hierba perenne
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Nativa	Hierba perenne
<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Berberis moranensis</i> Schult. & Schult. f.	Nativa	Árbol
<i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip.	Nativa	Hierba perenne
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	Nativa	Hierba perenne
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	Nativa	Hierba perenne
<i>Brickellia nutanticeps</i> S.F. Blake	Nativa ❖	Hierba perenne
<i>Calamintha macrostema</i> (Moc. & Sessé ex Benth.) Benth.	Nativa	Arbusto
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Nativa	Hierba perenne
<i>Ceanothus caeruleus</i> Lag.	Nativa	Árbol
<i>Cestrum thyrsoideum</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Cheilanthes marginata</i> Kunth	Nativa	Hierba perenne
<i>Cologania biloba</i> (Lindl.) G. Nicholson	Nativa	Trepadora
<i>Cornus excelsa</i> Kunth	Nativa	Árbol
<i>Crataegus mexicana</i> DC.	Nativa	Árbol
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill. var. <i>lusitanica</i>	Nativa	Árbol
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	Nativa	Hierba perenne
<i>Dalea obovatifolia</i> var. <i>uncifera</i> (Schltld. & Cham.) Barneby	Nativa	Hierba anual
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	Nativa	Hierba anual
<i>Dichondra sericea</i> Sw.	Nativa	Hierba perenne
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Exótica	Árbol
<i>Fuchsia microphylla</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Fuchsia thymifolia</i> Kunth	Nativa	Arbusto
<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.	Nativa	Arbusto
<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	Nativa	Hierba perenne
<i>Gonolobus uniflorus</i> Kunth	Nativa	Trepadora
<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Nativa	Hierba anual
<i>Lippia mexicana</i> G.L. Nesom	Nativa ❖	Arbusto

<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schltld.	Nativa ❖	Hierba anual
<i>Monnina ciliolata</i> Sessé & Moc. ex DC.	Nativa ❖	Árbusto
<i>Muhlenbergia macroura</i> ((Kunth) Hitchc.	Nativa	Hierba perenne
<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G. Don	Nativa ❖	Hierba perenne
<i>Peperomia hispidula</i> (Sw.) A. Dietr.	Nativa	Hierba anual
<i>Perymenium berlandieri</i> DC.	Nativa ❖	Árbusto
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Nativa	Hierba perenne
<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltld. var. <i>veitchii</i> (Roezl) Shaw	Nativa	Árbol
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltld. & Cham.	Nativa	Árbol
<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	Nativa	Árbol
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltld. & Cham.	Nativa ●	Árbol
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Nativa	Árbol
<i>Piptochaetium</i> sp.	Nativa	Hierba perenne
<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh	Nativa	Árbol
<i>Quercus crassipes</i> Bonpl.	Nativa ❖	Árbol
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	Nativa	Árbol
<i>Quercus rugosa</i> Née	Nativa	Árbol
<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Nativa	Árbusto
<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Nativa	Árbusto
<i>Rubus liebmannii</i> Focke	Nativa ❖	Árbusto
<i>Salvia elegans</i> Vahl	Nativa ❖	Árbusto
<i>Salvia gesneriiflora</i> Lindl. & Paxton	Nativa ❖	Árbusto
<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	Nativa	Hierba perenne
<i>Salvia mexicana</i> L. var. <i>minor</i> Benth.	Nativa	Árbusto
<i>Salvia mocinoi</i> Benth.	Nativa	Árbusto
<i>Salvia polystachia</i> Cav.	Nativa	Árbusto
<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Nativa	Hierba anual
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth	Nativa	Hierba perenne
<i>Solanum appendiculatum</i> Humb. & Bonpl. ex Dunal	Nativa	Trepadora
<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Nativa	Árbusto
<i>Stevia monardifolia</i> Kunth	Nativa ❖	Hierba perenne
<i>Stevia subpubescens</i> Lag. var. <i>subpubescens</i>	Nativa	Árbusto
<i>Tagetes triradiata</i> Greenm.	Nativa	Hierba anual
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schltld.	Nativa	Hierba anual
<i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze	Nativa	Trepadora
<i>Trisetum virletii</i> E. Fourn.	Nativa ❖	Hierba perenne
<i>Valeriana urticifolia</i> Kunth	Nativa	Hierba anual
<i>Verbesina virgata</i> Cav. var. <i>virgata</i>	Nativa	Árbusto

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA, BETA Y EL GRADO DE DISTURBIO EN CUATRO COMUNIDADES VEGETALES DEL BOSQUE TEMPLADO DEL PECEF.

Resumen

Las perturbaciones antrópicas son una de las principales causas de la pérdida y los cambios en la composición de especies en los bosques templados. El objetivo de este capítulo fue evaluar los cambios en la diversidad alfa, beta y en grado de disturbio en cuatro comunidades vegetales del bosque templado del PECEF. Se realizó un perfil de Rényi para conocer los valores de los índices de la diversidad alfa, el índice de Shannon osciló entre 2.68 a 3.36, sugiriendo una mediana diversidad. La comunidad con la mayor riqueza específica fue pino-encino con 49 especies, mientras que la comunidad con menor riqueza específica fue cedro-pino con 35 especies. La diversidad beta de las comunidades pino-cedro y pino-encino presentó un valor alto (0.42) es decir, compartieron más especies arbóreas; en comparación de la comunidad pino-encino y encino-pino con un valor bajo (0.32), es decir compartieron menos especies arbustivas y de hierbas perennes. En cada sitio de muestreo se registraron los disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*. Se observó que las comunidades que registraron más de dos disturbios reportaron más número de especies con mayor número de individuos en las formas de vida arbustiva y herbácea a diferencia de la comunidad que solo reportó un disturbio antrópico todas las formas de vida presentaron el menor número de especies. La tala con un 40% es una de las problemáticas más asentadas para el área de estudio, seguido el pastoreo y el incendio con un 10% cada uno, además la introducción de especies exóticas con un 15% y translocadas con un 10%, solo tres sitios no mostraron disturbios antrópicos, esto equivale al 15%. Se propone restaurar con las especies nativas o locales como: *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa* y *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*.

Abstract

Anthropogenic disturbance is one of the main causes of loss and changes in species composition of temperate forests. The objective of this chapter was to assess changes in alpha, beta diversity and degree of disturbance in four communities in the temperate forests of the PECEF. The Rényi profile was made to know the values of the alpha diversity indices, the Shannon index ranged from 2.68 to 3.36, suggesting a medium diversity. The community with the highest specific richness was pine-oak with 49 species, while the beta diversity of the pine-cedar and pine-oak communities presented a high value (0.42), that is, they shared more tree species; in comparison to the pine-oak community and pine-oak with a low value (0.32), that is, they shared fewer shrub and perennial herb species. Were recorded anthropic disturbances at each sampling site: clandestine felling, grazing, fire, and the presence of *Eucalyptus globulus* and *Pinus patula*. The communities that registered more than two disturbances had more species with a greater number of individuals in the shrub and herbaceous life forms, unlike the community that only reported one anthropogenic disturbance, all life forms presented the least number of species. Tree felling with 40% is one of the most problems for the study area, followed by grazing and fire with 10% each, in addition to the introduction of exotic species with 15% and translocated with 10%, only three sites did not show anthropic disturbances, this is equivalent to 15%. A restoration effort with native or local species is proposed such as: *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa* and *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*.

1. Introducción

Los bosques templados de México albergan 46 especies de pinos y 174 especies de encino, que en ambos casos representan ~ 50% y ~30% del total a escala mundial para cada género (CONABIO, 2001; Valencia-Avalos, 2004; Villaseñor, 2016). No obstante, la gran extensión y la biodiversidad que albergan los bosques templados mexicanos, son los ecosistemas con menos estudios sobre ecología, estructura y funcionamiento (Galicia y Zarco-Arista, 2014). La diversidad, composición y estructura son atributos claves para el funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas naturales (Spies, 1998), sin embargo, es fundamental entender cómo la variedad y proporción de especies, así como la densidad y tamaño de los árboles son modificados por los disturbios antrópicos (Corral-Rivas *et al.*, 2005; Solís *et al.*, 2006; Loya y Jules, 2008). Sullivan *et al.* (2001) mencionan que la riqueza de especies es baja después de la tala, mientras que, Spies (1998) menciona que ésta disminuye con el tiempo de recuperación. Sin embargo, los bosques templados del Centro de México han sido poco estudiados desde el punto de vista de las consecuencias de las perturbaciones como la tala ilegal o los incendios.

En este estudio se evaluó la diversidad a dos niveles. El primer nivel es la diversidad alfa (α) que se define como la riqueza y abundancia de especies, local, puntual o de alguna localidad, mientras que la diversidad beta (β) representa el grado de diferencia, es decir, el recambio de especies (Barajas-Gea, 2005; Del Río *et al.*, 2003; Jardel, 2011). Debido a que la abundancia y distribución de las especies no ocurre de manera uniforme o regular, algunas de estas razones podrían ser que las especies no presentan los mismos mecanismos de dispersión o porque sus tolerancias al ambiente son distintas, de esta manera las especies proporcionan información de cómo los recursos se reparten, su resistencia al estrés ambiental y en algunos casos, sobre las interacciones bióticas (Pérez-García, 2002).

Las especies y las comunidades siempre han estado bajo diversos regímenes de disturbio, es decir, el disturbio ha modelado parcialmente las historias evolutivas de las especies; sin embargo, no es atrevido sugerir que el disturbio natural puede ser una parte fundamental de los ecosistemas. Los disturbios de intensidad media, además de aumentar el número de taxa, también incrementan la diversidad beta (tasa de recambio de especies en un gradiente), ya que el disturbio crea parches de características diferentes inmersos en un paisaje. De este modo, suelen coexistir en una misma región parches de vegetación de diferentes edades y en distintas etapas de sucesión (Sousa, 1984; Pickett y White, 1985; Hobbs y Huenneke, 1992).

En México los bosques templados de *Pinus-Quercus* son diversos, pues en ellos se puede encontrar la mayor riqueza de pinos y encinos. Aunado a esto, el relieve, la fertilidad del suelo y las condiciones climáticas han colocado a este tipo de vegetación entre los preferidos para el establecimiento de poblaciones humanas y la realización de actividades productivas. Se estima para México que entre el 37% y 67% de la superficie original de estos bosques han sido alterados y transformados y por tanto se encuentran entre los más amenazados del país. Los parques nacionales del centro de México y las áreas naturales protegidas, presentan afectaciones severas de salud forestal, derivadas principalmente de actividades humanas como aprovechamientos ilegales, cambios de uso de suelo, incendios, sobrepastoreo, exceso de contaminantes atmosféricos, extracción excesiva de suelo, agua y el avance de la frontera agrícola (Toledo y Ordóñez, 1993; Torres, 2001; Cibrián y Cibrián, 2007; Rzedowski, 2006; Arriola *et al.*, 2014).

El PECEF ha sido amenazado por prácticas antropogénicas desde la segunda mitad del siglo XX, mismas que se intensificaron a fines de siglo. En los últimos años se ha observado, un crecimiento acelerado de los asentamientos humanos, este crecimiento demográfico, tiene sin duda, consecuencias con respecto a la pérdida de la biodiversidad (Chimal *et al.*, 2013).

Por lo anterior se propone evaluar la diversidad alfa, beta e identificar los disturbios antrópicos, para evaluar el grado de disturbio en cada una de las comunidades vegetales, conocer el estado actual del PECEF y las consecuencias en la diversidad vegetal.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Diversidad alfa y beta

Los perfiles de diversidad Rényi son curvas que proporcionan información comparativa. Tienen la ventaja sobre las curvas de abundancia de rangos, facilitando la ordenación de la diversidad más baja a la más alta. Por esta razón, un perfil de diversidad Rényi es una de varias técnicas de ordenación de diversidad. Este perfil se basa en el modelo generalizado de diversidad y permite comparar diferentes índices al mismo tiempo, en particular los índices de: Riqueza específica, Shannon, inverso de Simpson y Berger Parker (Tóthmérész, 1995).

La diversidad β representa el grado de recambio entre sitios. El cálculo de la diversidad β se puede considerar a la abundancia o biomasa de las especies (Balvanera, 1999), sin embargo, lo más común es el uso de datos binarios de presencia-ausencia (Wilson y Shmida, 1984). Las medidas de diversidad β más usadas corresponden al cambio de especies a lo largo de un gradiente ambiental, aunque también sea usado para el efecto de la estacionalidad anual (Whittaker, 1960; DeVries, 1997). En este capítulo la diversidad β se definió como un grado de diferenciación en la composición de especies de las comunidades vegetales. El recambio de especies a lo largo de un gradiente altitudinal puede explicar las tolerancias de las especies al factor ambiental que determina dicho gradiente y del efecto diferencial de las interacciones bióticas (Owens *et al.*, 1995; Givnish, 1999).

2.2 Disturbios a escala de comunidad

Pickett y White (1985) en su trabajo definieron a un disturbio como: “Cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que transforma la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico”. Algunas de las propiedades de los disturbios son: frecuencia, período de rotación, predictibilidad, intensidad y severidad. La frecuencia es el número promedio de eventos por periodo de tiempo, es usada como la probabilidad de ocurrencia del disturbio. El periodo de rotación es el tiempo promedio necesario para perturbar un área y la predictibilidad permite ponderar la recurrencia del disturbio. La intensidad es la fuerza física del evento por área por unidad de tiempo, e.g. calor liberado por área, por intervalo de tiempo en un incendio, o velocidad del viento en huracanes y la severidad es el impacto en el organismo, la comunidad o el ecosistema, e.g. biomasa removida. Las especies y las comunidades siempre han estado bajo diversos regímenes de disturbio que ha modelado, cuando menos parcialmente, las historias evolutivas de las especies (Vega y Peters, 2007).

Los disturbios periódicos naturales en la dinámica de las comunidades y ecosistemas han comprobado su importancia; es decir, cuando los disturbios naturales son muy intensos, la comunidad o ecosistema son diversos y complejos se “simplifican”, conservando pocas especies e interacciones. No obstante, el sistema podría regenerarse rápidamente, debido a que el disturbio libera recursos que son fácilmente aprovechados. Este tipo de disturbios renueva al sistema, si la extensión del disturbio no afecta de manera específica a las fuentes de germoplasma en los alrededores (Dayton, 1971; Denslow 1985). A diferencia de los disturbios de origen humano comúnmente no liberan recursos, de hecho, modifican profundamente algunas propiedades del sistema, se pierde la capacidad de renovación del sistema, llevando eventualmente a su degradación. Este tipo de disturbio de origen humano se pueden clasificar en cuatro grupos: a) reestructuración física del ambiente; b) introducción de especies exóticas; c)

descarga de sustancias tóxicas al ambiente y d) sobreexplotación de recursos (Rapport y Whitford, 1999).

Los síntomas de degradación son similares entre ecosistemas contrastantes. La sintomatología se caracteriza por: 1) biodiversidad reducida; 2) alteraciones de la productividad primaria y secundaria; 3) poca eficacia en el reciclado de nutrimentos; 4) dominancia de especies exóticas y 5) incremento de especies oportunistas pequeñas con ciclos de vida cortos. Las principales causas de estos síntomas en común son: a) interrupción de los ciclos de nutrimentos; b) las estrategias adaptativas (en sentido ecológico) de las especies invasoras y c) la desestabilización de sustratos. Los disturbios que inciden en uno o varios de estos procesos ocasionan la degradación irreversible de los ecosistemas. Incluso, la imposibilidad de regeneración también tiene su origen en esos procesos, que permanecen activos aun cuando la fuente de disturbio desaparezca (Rapport y Whitford, 1999).

El disturbio intermedio propone que la máxima diversidad de una comunidad se alcanza con intensidades medias de disturbio. Cuando los agentes causantes de mortalidad actúan con intensidades intermedias, evitan que las especies más competitivas excluyan a las demás, permitiéndoles permanecer en la comunidad. Si la intensidad del disturbio fuera baja las especies más competitivas no serían inhibidas; si fuera alta ninguna de las especies podría compensar la gran mortalidad causada por el disturbio (Vega y Peters, 2007).

2.3 Las actividades humanas y sus efectos sobre los sistemas naturales: El caso del disturbio crónico

Existe dos tipos de disturbios, el agudo y crónico. En el primero la alteración al medio natural se da de manera puntual en el tiempo y en el espacio, además permite que después de su efecto, el sistema se recupere, mientras que el segundo, la carga humana se mantiene en el tiempo y en el espacio, por lo

general acaba en el colapso del sistema. El disturbio crónico es un tipo de perturbación que afecta al ambiente que consiste en remover sistemáticamente pequeñas fracciones de biomasa, generalmente leña, forraje, materiales para la construcción de origen orgánico, y otros productos no maderables. Por lo general estas actividades no dan suficiente tiempo, para que la vegetación se recupere adecuadamente, incluso estando dentro de la capacidad de carga del ecosistema, causando con el paso del tiempo el colapso productivo del sistema (Vega y Peters, 2007).

Singh (1998), menciona que la degradación causada por el disturbio crónico humano es frecuentemente discontinua, mientras que la colecta de biomasa se mantenga por debajo de la capacidad de carga del ecosistema, el efecto de recolecta es imperceptible. Pero cuando la presión humana es tan persistente que no permite su recuperación natural, la degradación actúa de manera directa, agotando las reservas del bosque.

Las características y los efectos de los disturbios dependen también de la movilidad del organismo estudiado. Las plantas son organismos sésiles, el disturbio puede caracterizarse mediante el tamaño del área perturbada, la magnitud del evento, la frecuencia, la predictibilidad y el periodo de rotación. De modo complementario la recolonización de una zona alterada depende de: 1) la morfología, la fisiología y la ecología reproductiva de las especies presentes antes del disturbio; 2) la morfología, la fisiología y la ecología reproductiva de las especies que colonizaron el lugar o de las que puedan llegar al sitio; 3) las características del manchón de ambiente en el que ocurre el fenómeno, intensidad y severidad del agente de disturbio, tamaño y forma, ubicación y distancia de la fuente de colonizadores, la heterogeneidad interna, la fecha de su creación o tiempo transcurrido desde que se formó el manchón (Pickett y White, 1985).

En México las principales causas de disturbio crónico son la extracción de madera como fuente de energía y material de construcción, la extracción de productos no maderables y la ganadería extensiva (SEMARNAT, 2016). Estas actividades están íntimamente relacionadas con comunidades rurales e indígenas, los usos y costumbres de acceso a los recursos naturales, ha sido respetado, incluso dentro de áreas naturales protegidas, debido a que se trata de los grupos sociales más vulnerables del país. Sin embargo, estos “privilegios” solo han logrado una economía de subsistencia que muy poco se acerca a resolver el problema de fondo de estas personas, pero que sí incide negativamente sobre el medio ambiente y los recursos naturales (Vega y Peters, 2007).

Las prácticas permitidas de utilizar el follaje y las ramas pueden ser más dañinas que el seleccionar ciertos árboles y utilizarlos por completo, debido a que se secan a partir de sus extremidades. La alteración del hábitat incluye la compactación del suelo y el consecuente aumento en la escorrentía pluvial, pérdidas de materia orgánica y nutrimentos, cambio en la composición de plantas herbáceas y aumento en las trepadoras, entre otras alteraciones ecológicas. Se ha reportado que el disturbio crónico, debido al efecto de la presencia de ganado, afecta principalmente a la vegetación en su estructura, dando como resultado una reducción de su cubierta y altura. En otros trabajos se demuestra que la diversidad disminuye ante la presencia de disturbio crónico, quedando solo aquellas especies más tolerantes y además un disturbio moderado puede hacer que algunas especies aumenten en su densidad (Singh, 1998; Cole y Monz, 2002; Klug *et al.*, 2002; Suárez y Medina, 2002; Vega y Peters, 2007).

Por otra parte, la introducción intencional o accidental de especies exóticas (no nativas) por lo general desarrolla un comportamiento invasivo, desplazando a especies nativas y causando graves daños a los ecosistemas, provocan cambios en la estructura, composición y funcionamiento de las comunidades, además de la integridad ecológica y reducción de la diversidad genética. Debido al incremento de comercio, actividades turísticas, los medios de transporte y las reforestaciones,

entre otros, han sido factores de oportunidad para que se dispersen y establezcan (IUCN, 1999; Lever, 1985).

Al identificar los indicadores de perturbación se podrán utilizar para que se elaboren estrategias de manejo, para tener la capacidad de resistir a los cambios abióticos y bióticos que ocurren después de los disturbios de origen natural o antropogénico. Esta capacidad de recuperación es determinada por variables específicas asociadas a la composición de plantas, productividad, biomasa, acumulación de nutrientes en el suelo y la diversidad ecológica (Pimm, 1999; Santillana, 2013).

3. Objetivo

3.1 Objetivo general

Evaluar la diversidad alfa, beta y el grado de disturbio antrópico en las cuatro comunidades vegetales.

3.1.1 Objetivos particulares

Evaluar la diversidad alfa y beta de las cuatro comunidades vegetales.

Determinar el impacto de los disturbios antrópicos en la composición y diversidad de las comunidades vegetales.

Evaluar el grado de disturbio antrópico en cada una de las comunidades vegetales.

4. Material y Métodos

4.1 Disturbios antrópicos

Se registraron las variables de tipo cualitativo de los disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo e incendio (Figura 1), según CONAFOR (2012), la presencia de *Eucalyptus globulus* (exótica) y *Pinus patula* (translocada) (Figura 2). Se anotó como presencia/ausencia para las variables: incendio y pastoreo. Para la variable de tala clandestina se anotó el número de tocones y para la presencia de *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*, la abundancia (Anexo 1).

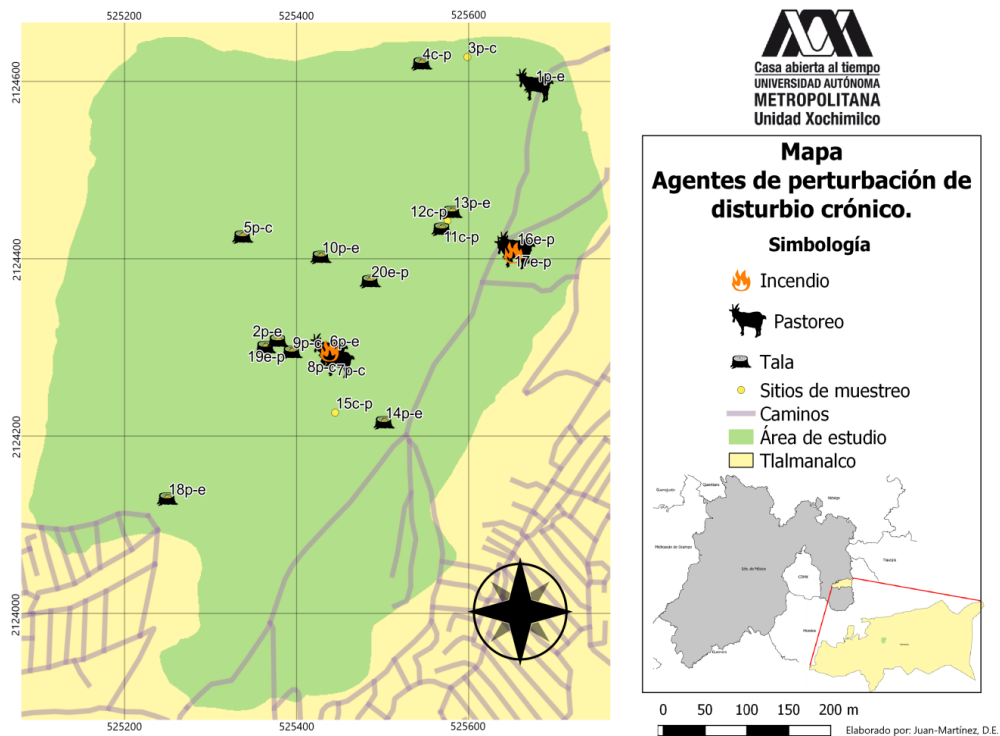


Figura 1. Ubicación del PECEF y localización de los agentes de perturbación de disturbio crónico: incendio, pastoreo y tala.

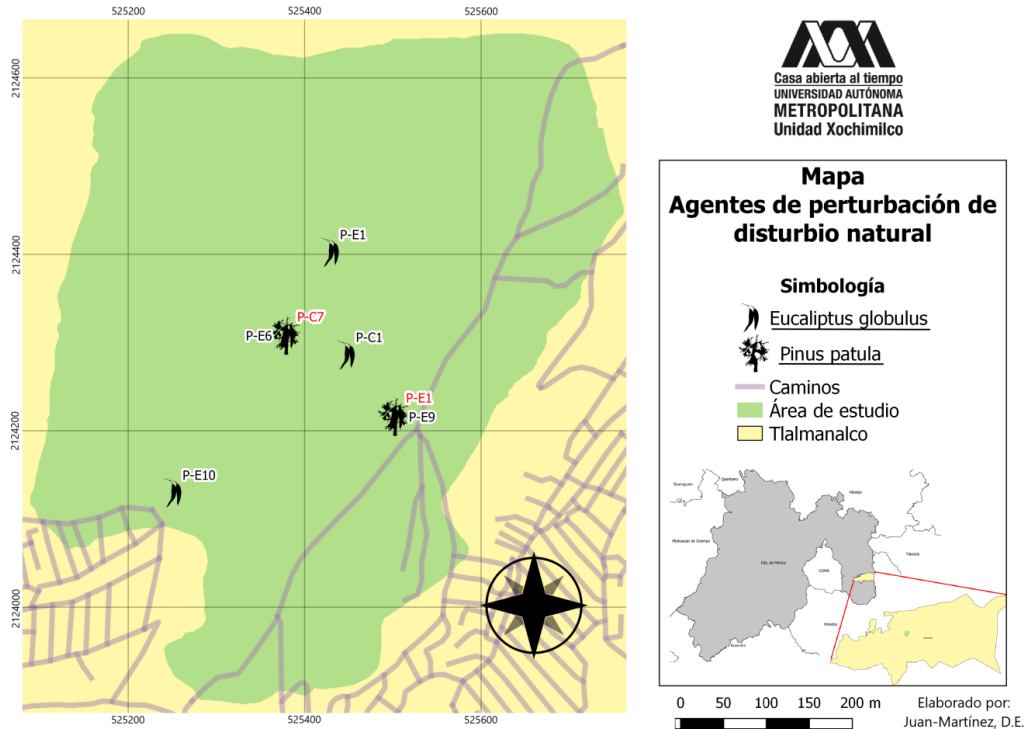


Figura 2. Ubicación del PECEF y localización de *Eucalyptus globulus* especie exótica y *Pinus patula*, especie translocada.

4.1.2 Especies indicadoras

Se realizó una revisión bibliográfica en Rzedowski *et al.* (2005) y Chimal *et al.* (2013), se tomó en cuenta las descripciones de las especies de plantas con relación al hábitat, la frecuencia y abundancia. Estos autores mencionaron que las especies son abundantes en lugares con disturbios, con presencia de deforestación, en lugares descubiertos, de incendio, presencia de ganado, etc. y además de la frecuencia de ocurrencia dentro del mismo hábitat. De esta manera se obtuvieron las especies indicadoras en el área de estudio las cuales fueron: *Baccharis conferta*, *Calamintha macrostema*, *Geranium seemannii*, *Iresine diffusa*, *Salvia gesneriiflora*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Tagetes triradiata*, *Valeriana urticifolia* y *Verbesina virgata* var. *virgata* (Figura 3).

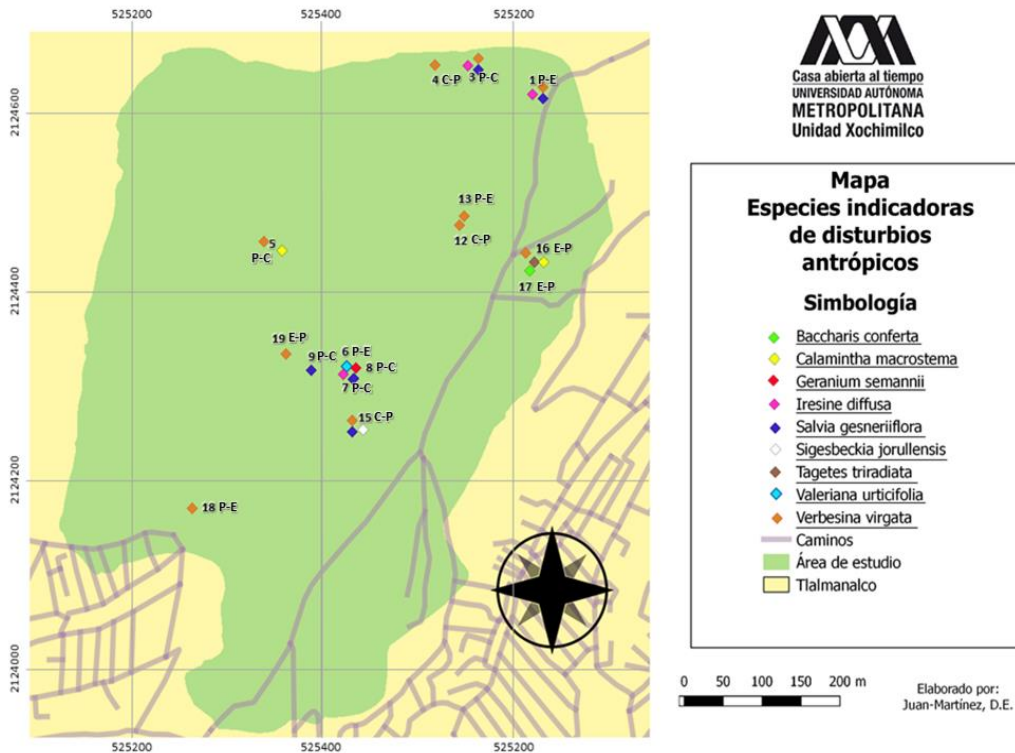


Figura 3. Muestra los sitios y comunidades vegetales que presentaron especies indicadoras de disturbios antrópicos como: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*.

4.2 Análisis de diversidad α

4.2.1 Perfil de diversidad Rényi

El análisis de perfil de diversidad Rényi se realizó mediante el *lenguaje R* con el paquete *vegan* (Oksanen, 2017). La función *Rényi* encuentra las diversidades de Rényi con cualquier escala o el número de Hill correspondiente (Hill, 1973). Los números de Hill son los siguientes: Riqueza específica con $\alpha = 0$, $\exp(H')$ o el exponente de la diversidad de Shannon con $\alpha = 1$, inverso de Simpson con $\alpha = 2$ y $1 / \max(p)$ la diversidad de Berger-Parker $\alpha = \text{Inf}$. De acuerdo con la teoría del ordenamiento de la diversidad, una comunidad puede considerarse más diversa que otra sólo si sus diversidades Rényi son todas mayores (Tóthmérész 1995). El método de trazado para Rényi utiliza gráficos y muestra los valores de diversidad en cada escala en un panel separado para cada sitio, junto con los valores mínimo, máximo y mediano en los datos completos.

4.2 Análisis de diversidad β

Para entender la diversidad beta de las comunidades vegetales con relación a la composición de especies se usó *vegan* (Oksanen, 2017). La función *betadiver* del paquete *vegan* con el índice de similitud de Jaccard.

$$IJ_{1,2} = C / (A + B - C)$$

El índice relacionó las especies en común (C) con el total especies de las muestras (A y B).

La figura de calor se obtuvo a través de la función *heatmap.2* el cual nos dio a conocer que los cuadros de color rojo representan una beta baja y su valor es cercano a 0, esto quiere decir; que las comunidades vegetales comparadas no comparten especies. Mientras que los cuadros de color beige representan una beta alta y su valor es cercano a 1, esto quiere decir, que las comunidades vegetales comparadas comparten especies.

4.3 Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)

Para comprobar la relación de las especies indicadoras con los disturbios antrópicos, se utilizó la abundancia de las especies indicadoras y los disturbios antrópicos. El análisis se realizó mediante el *lenguaje R* con el paquete *vegan* con la función *CCA* (Oksanen, 2017).

5. Resultados

5.1 Diversidad alfa de las comunidades vegetales

La comunidad de cedro-pino, no se cruzó con ninguna de las otras comunidades, esta comunidad presentó los valores más bajos en todos los índices de diversidad, además registró el menor número de especies en todas las formas de vida, con (9 especies) de árboles, (14 especies) de arbustos, (8 especies) de hierbas perennes, (2 especies) de hierbas anuales y (2 especies) de trepadoras. Mientras que las otras tres comunidades son iguales en diversidad porque se cruzan (Figura 4). La comunidad de pino-cedro (2) y pino-encino (4) se cruzan en la riqueza específica, la comunidad de pino-encino (4) es más rica que la comunidad de pino-cedro (2), la comunidad de pino-encino (4) registró 49 especies; además registró el mayor número de especies en todas las forma de vida con (13 especies) de árboles, (17 especies) de arbustos, (10 especies) de hierbas perennes, (7 especies) de hierbas anuales y (2 especies) de trepadoras, a diferencia de las otras comunidades (Tabla 1). El índice de riqueza específica mostró el número total de especies para cada forma de vida en cada comunidad vegetal, esto es importante para evaluar y determinar los efectos de los disturbios antrópicos.

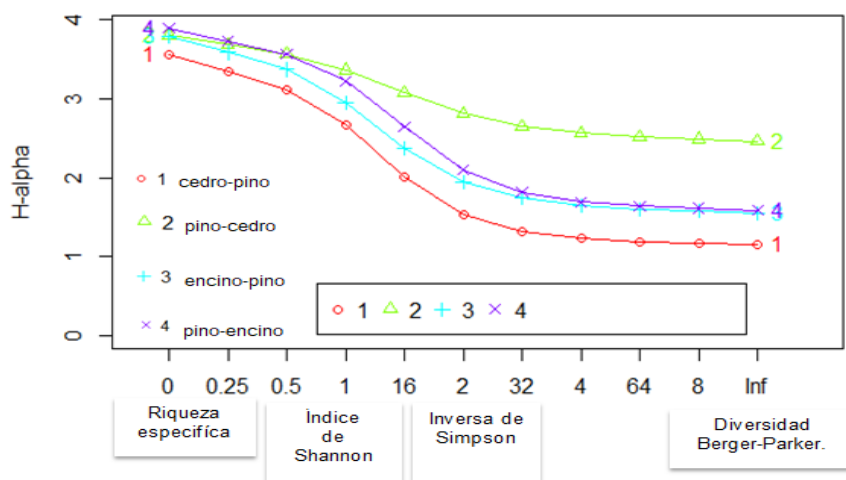


Figura 4. Perfil de diversidad de Rényi en cada una de las comunidades. La comunidad de cedro-pino con el número (1), comunidad de pino-cedro (2), comunidad de encino-pino (3) y la comunidad de pino-encino (4).

Tabla 1. Número de especies de las formas de vida, número total de especies, la diversidad alfa y la especie dominante con su Índice de valor de importancia de cada comunidad vegetal.

	cedro-pino	pino-cedro	encino-pino	pino-encino
Número de especies de árboles	9	12	10	13
Número de especies de arbustos	14	19	19	17
Número de especies de hierbas anuales	2	2	3	7
Número de especies de hierbas perennes	8	10	11	10
Número de especies de trepadoras	2	2	1	2
Número total de especies (S)	35	45	44	49
Diversidad alfa (índice de Shannon)	2.68	3.36	2.95	3.23
Especie dominante con su Índice de Valor de Importancia (IVI)	<i>Peperomia hispidula</i> 13.25	<i>Salvia elegans</i> 4.70	<i>Quercus rugosa</i> 48.12	<i>Stevia subpubescens</i> var. <i>subpubescens</i> 31.58

5.2 Diversidad β de las comunidades vegetales

La diversidad beta con relación al índice de similitud de Jaccard mostró valores de 0.32 a 0.42 (Figura 5). Las comunidades presentaron un patrón general, al registrar el mayor número de especies no comunes entre comunidades. Las comunidades de cedro-pino y encino-pino con un valor de 0.41 registraron 61 especies no comunes, algunas como: *Archibaccharis hirtella*, *Bidens ostruthioides* y *Cestrum thyrsoideum*. Las comunidades de cedro-pino y pino-encino con un valor de 0.40 registraron 60 especies no comunes, además de las comunidades de pino-encino y encino-pino con un valor de 0.32 también registraron 60 especies no comunes, algunas como: *Solanum cervantesii*, *Salvia mocinoi*, *Roldana barba-johannis* entre otras (Tabla 2). Esta diferencia se debe principalmente en el número de especies no comunes de las hierbas perennes que se registraron entre las comunidades. Las comunidades de pino-cedro y cedro-pino con un valor de 0.35, registraron 23 especies no comunes de las hierbas perennes algunas como: *Asplenium monanthes*, *Bidens ostruthioides*, *Cyperus hermaphroditus* entre otras.

Las comunidades de pino-cedro y pino-encino registraron un valor de 0.42 con 56 especies no comunes, de las cuales 23 especies son de hierbas perennes (Anexo 2), además es importante mencionar que al comparar estas comunidades nos muestran el estado óptimo de una comunidad biológica, considerando que en estas comunidades se registraron disturbios antrópicos, sin embargo, se produjo un relativo equilibrio y debido a esto posiblemente se esté constituyendo una sucesión natural. Por último, las comunidades de pino-cedro y encino-pino, registraron 56 especies no comunes, de las cuales 21 son hierbas perennes algunas como: *Muhlenbergia macroura*, *Penstemon roseus*, *Salvia gesneriiflora*, entre otras. Se observó que las comunidades vegetales registraron una baja diversidad beta, debido a que las comunidades no son similares con relación a la composición de las especies, esto es importante porque mostró que hay mucho recambio en un área pequeña y habría la posibilidad de comprobar que debido a la presencia de los disturbios antrópicos el PECEF se encuentra fragmentado.

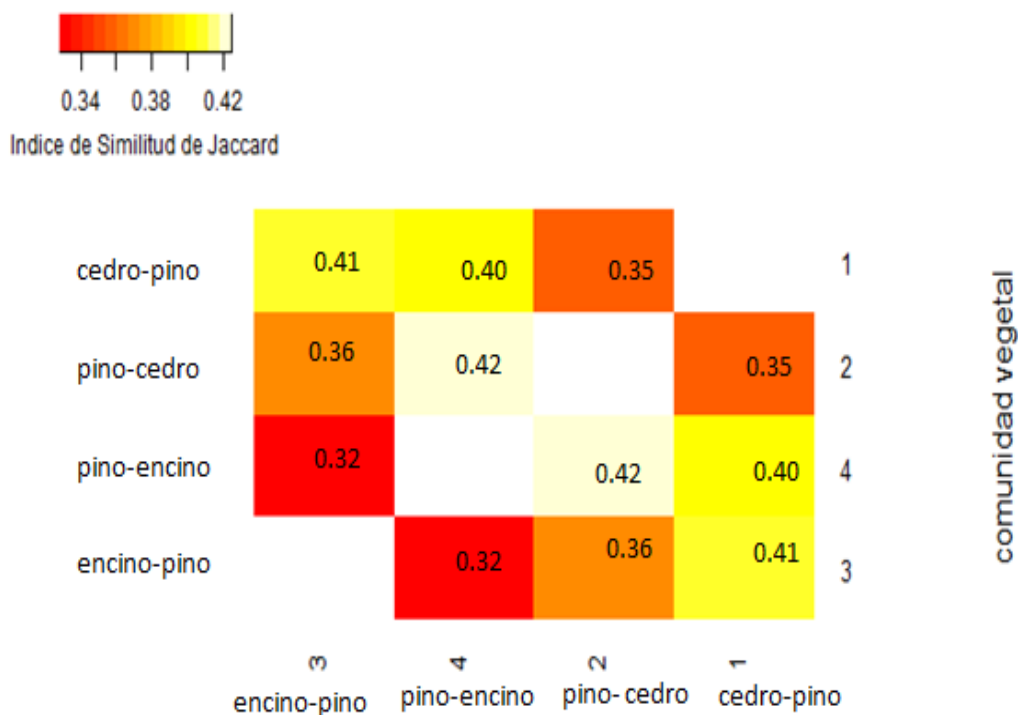


Figura 5. Diversidad beta de las comunidades vegetales con relación a la presencia-ausencia de las especies.

Tabla 2. La diversidad beta de las comunidades vegetales con relación al índice de similitud de Jaccard, muestra el recambio de las especies para cada forma de vida.

Comunidad vegetal	p-e		p-c		p-c		c-p		c-p		p-c	
	≠ e-p		≠ c-p		≠ e-p		≠ p-e		≠ e-p		≠ p-e	
Diversidad beta (Índice de similitud de Jaccard)	0.32		0.35		0.36		0.40		0.41		0.42	
Recambio de especies												
C(común)	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
NC (No común)												
Número de especies de árboles	8	9	8	9	7	10	8	9	6	11	10	7
Número de especies de arbustos	10	19	10	19	12	17	10	19	11	18	14	15
Número de especies de hierbas anuales	2	7	0	4	0	0	2	7	1	8	1	8
Número de especies de hierbas perennes	3	22	2	23	4	21	4	21	4	21	2	23
Número de especies de trepadoras	0	3	1	3	1	3	0	4	1	3	1	3
Número total de especies	23	60	21	58	24	56	24	60	23	61	28	56

5.3 Disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de *Eucalyptus globulus* especie exótica y *Pinus patula* especie translocada.

De los 20 sitios muestreados 17 sitios se registraron con presencia de tala clandestina (Figura 6); sin embargo, en estos sitios de tala clandestina también se registró el pastoreo, incendio y presencia de *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*, por lo cual, la tala con un 40% es una de las problemáticas más asentadas para el área de estudio, seguido el pastoreo y el incendio con un 10% cada uno. Además, la presencia de especies exóticas con un 15% y translocadas con un 10% y sólo tres sitios no mostraron disturbios antrópicos, esto equivale el 15%. Los sitios de cedro-pino presentaron un tipo de disturbio antrópico, mientras que, los sitios de pino-cedro y pino-encino presentaron más de dos disturbios. Los sitios de pino-cedro no presentaron incendio, tal vez, el tipo de disturbio tienda a favorecer una especie sobre otra. El orden de las comunidades con relación a los disturbios antrópicos sería: pino-cedro fue la comunidad con más tipos de disturbios antrópicos, seguido pino-encino, encino-pino y cedro-pino (Tabla 3).

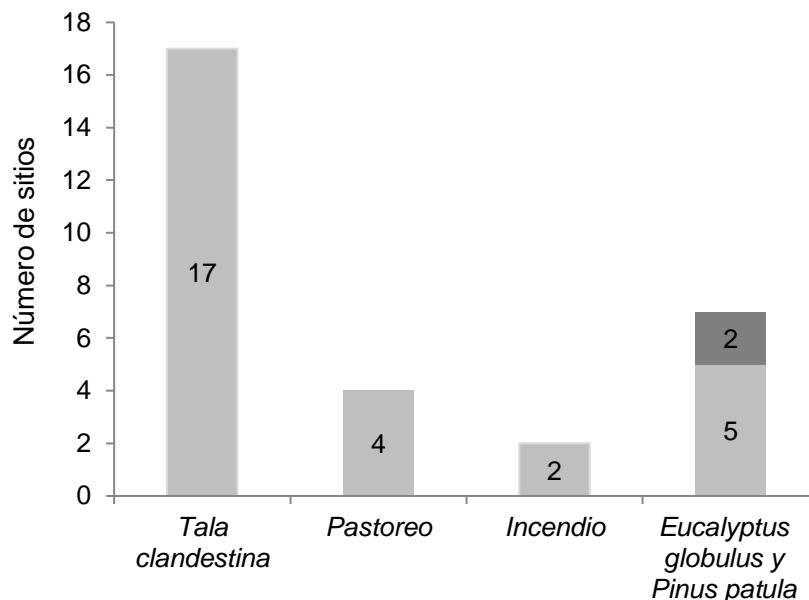


Figura 6. Disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y presencia de *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*.

Tabla 3. Número total de individuos en cada forma de vida, número total de especies, la diversidad alfa, la abundancia de las especies indicadoras de disturbio (abundante en lugares deforestados* y abundante en lugares con disturbios**) y los disturbios antrópicos en cada comunidad vegetal.

	cedro -pino	pino- cedro	encino- pino	pino- encino
Número total de árboles	43	87	82	130
Número total de arbustos	177	216	67	298
Número total de hierbas anuales	193	12	47	60
Número total de hierbas perennes	59	60	60	124
Número total de trepadoras	77	12	4	25
Número total de individuos (N)	549	387	260	637
Número total de especies(S)	35	45	44	49
Diversidad alfa (índice de Shannon)	2.68	3.36	2.95	3.23
Especies indicadoras de disturbios				
<i>Baccharis conferta</i> *			5	
<i>Calamintha macrostema</i> **		2	1	
<i>Geranium seemannii</i> **		2		
<i>Iresine diffusa</i> **		6		4
<i>Salvia gesneriiflora</i> **		31		3
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> **	1			
<i>Valeriana urticifolia</i> **				2
<i>Verbesina virgata</i> **	9	14	6	13
<i>Tagetes triradiata</i> **			1	
Tala clandestina (Número de tocones)	4	26	17	29
Pastoreo	NO	SI	SI	SI
Incendio	NO	NO	SI	SI
Presencia de <i>Eucalyptus globulus</i> (Número de árboles)	0	1	0	26
Presencia de <i>Pinus de patula</i> (Número de árboles)	0	0	0	8

Los sitios sin disturbios antrópicos, registraron una riqueza de 16 a 17 especies, con una diversidad de Shannon de 2.27 a 2.33, los sitios con 2 disturbios antrópicos que fueron: pastoreo-tala y presencia de *Eucalyptus globulus*-tala registraron una riqueza de 13, 15, 16 y 17 especies con una diversidad de 2.17 a 2.62, mientras que, los sitios con tres disturbios antrópicos: incendio, pastoreo y tala, registraron una riqueza de 12 y 16 especies, con una diversidad de 1.83 y 2.11. Por último, los sitios con un solo disturbio antrópico: tala, registraron una riqueza de 12, 13, 14, 15 y 16 especies con una diversidad de 1.63 a 2.25 (Figura 7). Dicho lo anterior los sitios sin disturbios son más diversos que los sitios con uno o más de dos disturbios antrópicos.

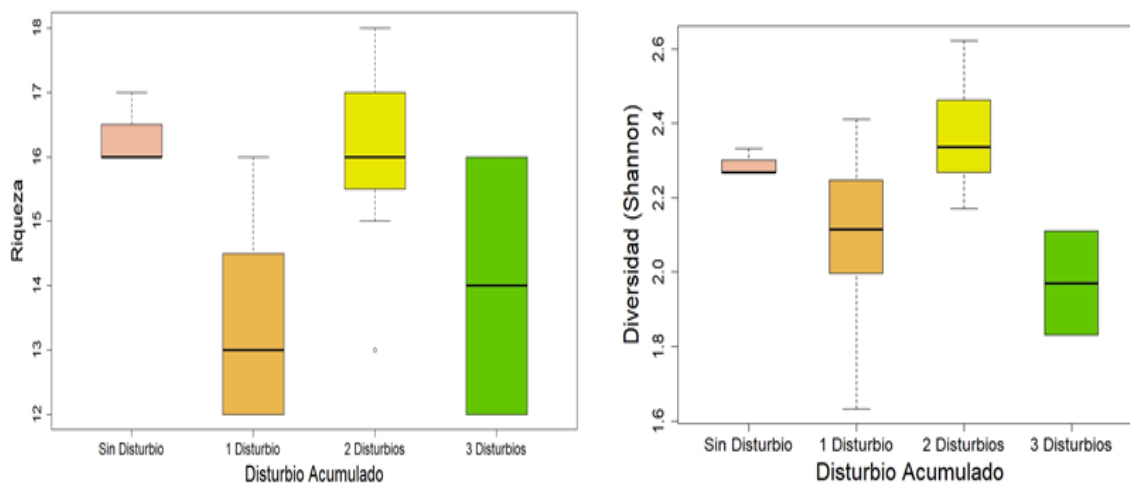


Figura 7. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación a la presencia al número de los disturbios antrópicos.

Debido a esto, se realizó la riqueza y diversidad con la presencia y ausencia de cada uno de los disturbios antrópicos. El primer disturbio antrópico registrado fue la tala. Los sitios con tala registraron una riqueza de 15 especies con una diversidad de Shannon de 2.19, mientras que, los sitios sin tala registraron una riqueza máxima de 17 especies con una diversidad de 2.29 (Figura 8). Dicho lo anterior, los sitios con tala registraron menor riqueza y diversidad en comparación con los sitios sin tala.

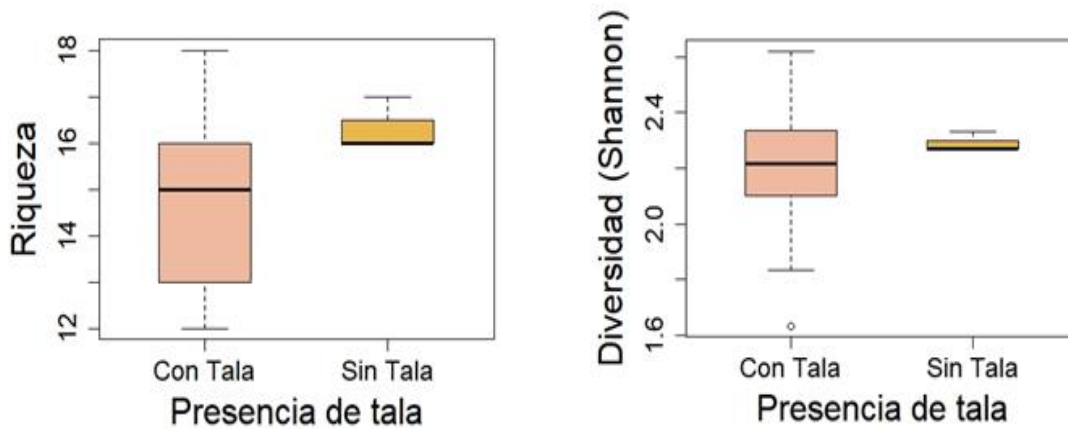


Figura 8. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación a la presencia de tala.

El segundo disturbio antrópico registrado fue el pastoreo. Los sitios con pastoreo registraron una riqueza mínima de 12 especies con una diversidad de Shannon de 2.17, mientras que, los sitios sin pastoreo registraron una riqueza máxima de 18 especies con una diversidad de 2.22 (Figura 9).

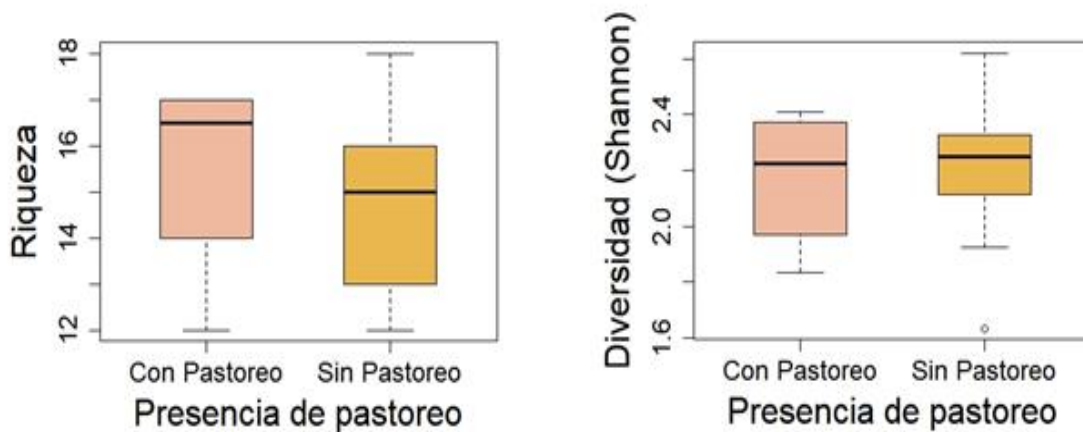


Figura 9. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación a la presencia de pastoreo.

El tercer disturbio antrópico fue el incendio. Los sitios con incendio registraron una riqueza de 12 y 16 especies con una diversidad de 1.97, mientras que, los sitios sin incendio registraron una riqueza de 13 a 18 especies con una diversidad de 2.23, mostrando la mayor riqueza y diversidad en comparación con los sitios con incendio, en donde su riqueza y diversidad fue menor (Figura 10).

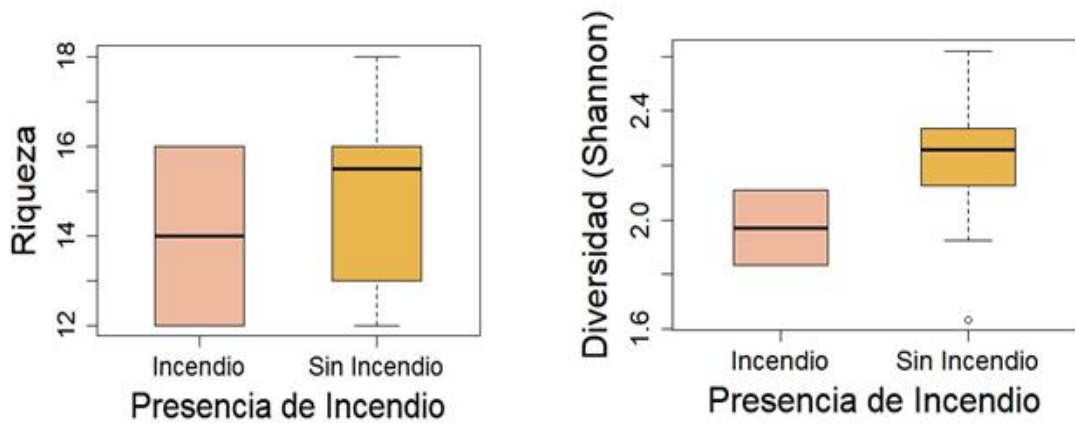


Figura 10. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación a la presencia del incendio.

El cuarto disturbio antrópico fue la presencia y ausencia de especies exóticas, se incluyó a *Pinus patula* especie translocada. Los sitios con presencia de exóticas registraron una riqueza mínima de 13 especies con una diversidad de 2.37, mientras que, los sitios con ausencia de exóticas registraron una riqueza máxima de 17 especies con una diversidad de 2.15 (Figura 11). Los sitios con presencia de exóticas registraron la mayor riqueza y diversidad en comparación con los sitios con ausencia de exóticas que registraron la menor riqueza y diversidad.

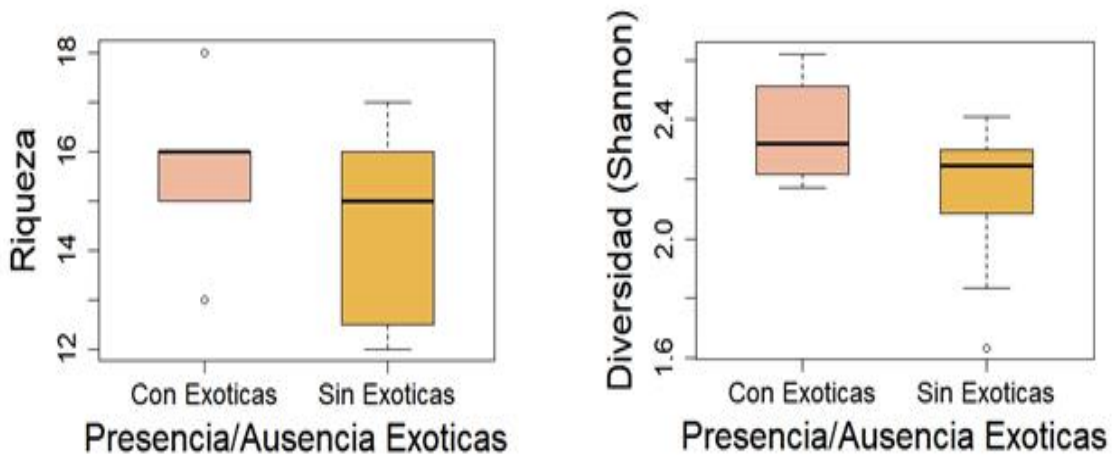


Figura 11. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación a la presencia y ausencia de las especies exóticas.

Se clasificaron los disturbios antrópicos en: abiótico, abiótico-biótico y sin disturbio. Los sitios con presencia de disturbio abiótico, que fue la tala, registraron una riqueza mínima de 12 especies con una diversidad de 2.10; mientras que, los sitios con disturbio abiótico-biótico, que fue la tala y la presencia de las especies exóticas, registraron una riqueza máxima de 18 especies con una diversidad de 2.62; mientras que, los sitios sin disturbios registraron una riqueza de 16 y 17 especies con una diversidad de 2.27 y 2.33 (Figura 12). El tipo de disturbio abiótico registró la menor riqueza y diversidad, mientras que, los sitios con el tipo de disturbio abiótico-biótico mostraron una riqueza y diversidad media; mientras que, los sitios sin disturbios registraron una riqueza mayor en comparación con los sitios que presentaron el tipo de disturbio abiótico y una mediana diversidad en comparación con el tipo de disturbio abiótico-biótico. Al parecer el efecto del disturbio biótico, aumenta la riqueza de especies, aunque siempre menor a los sitios sin disturbio.

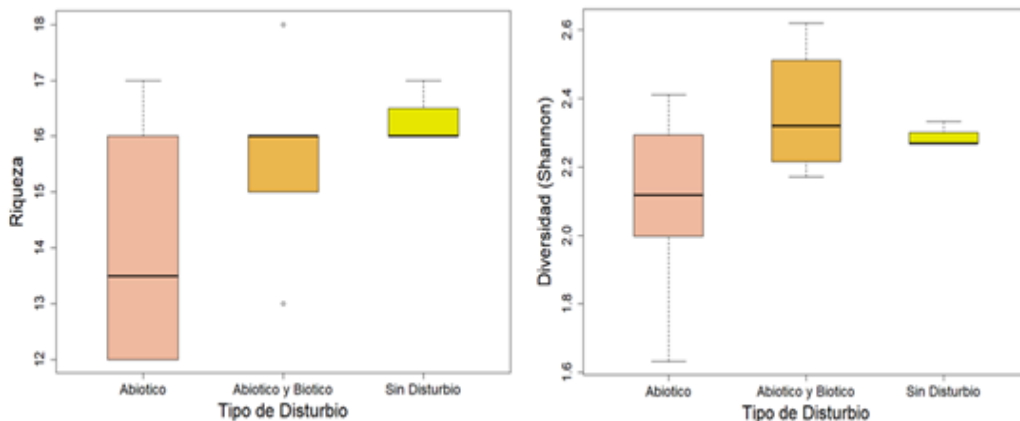


Figura 12. Muestra la riqueza y diversidad de las especies con relación al tipo de disturbio.

La tala clandestina fue el factor de disturbio más frecuente en todos los sitios, razón por la cual las comunidades vegetales no están representadas por las especies arbóreas dominantes. La presencia de *Pinus patula* especie nativa pero translocada para el área de estudio, se debe posiblemente a una reforestación que se realizó aproximadamente hace 15 años; mientras que, *Eucalyptus globulus* especie exótica introducida e invasora, posiblemente sea de la germinación de

semillas dispersadas por los eucaliptos que están cerca del área de estudio. Por último, los incendios pueden darse de manera natural, también pueden ser provocadas por los civiles o por los guardabosques como control. Los tres sitios que no presentaron disturbios antrópicos están alejados de los caminos, mientras que, los sitios con disturbios antrópicos se encuentran cerca de los caminos que se han formado por el paso de los civiles (Figura 13).

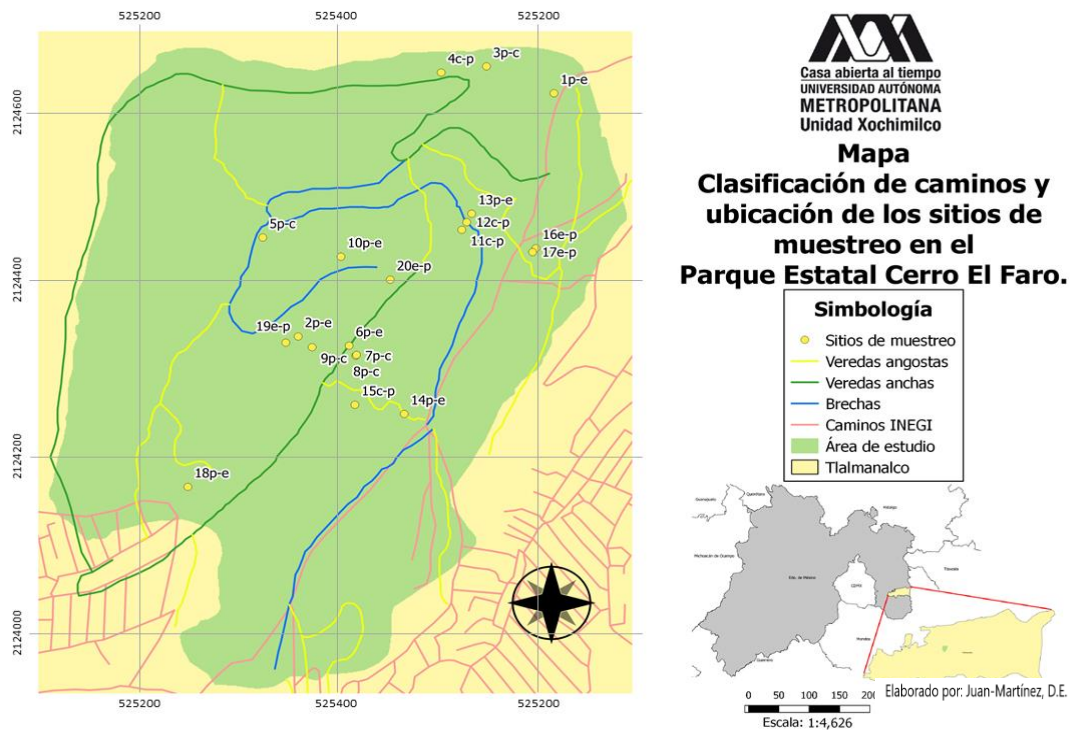


Figura 13. Muestra la clasificación de caminos y ubicación de los sitios de muestreo en el PECEF por SCINCE (2010). Sistema para la consulta de Información Censal 2010 versión 05/2012 INEGI. Este mapa fue elaborado por Diana Esbeida Juan Martínez., con los shapets proporcionadas por el laboratorio de SIG-UAM-Xochimilco por el M. en SIG. Iván Ernesto Roldán Aragón.

Las especies indicadoras que se relacionaron con el disturbio antrópic de tala clandestina fueron: *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*, estas especies también formaron parte de los disturbios antrópicos del tipo biótico, además otras especies que se relacionaron con la tala fueron: *Verbesina virgata* var. *virgata*, *Calamintha macrostema* y *Tagetes triradiata*; mientras que, para el incendio las especies que estuvieron relacionadas fueron: *Baccharis conferta* y *Valeriana urticifolia*. Por

último, para el disturbio antrópico de pastoreo, no hubo especies indicadoras que se relacionaron con este tipo de disturbio (Figura 14).

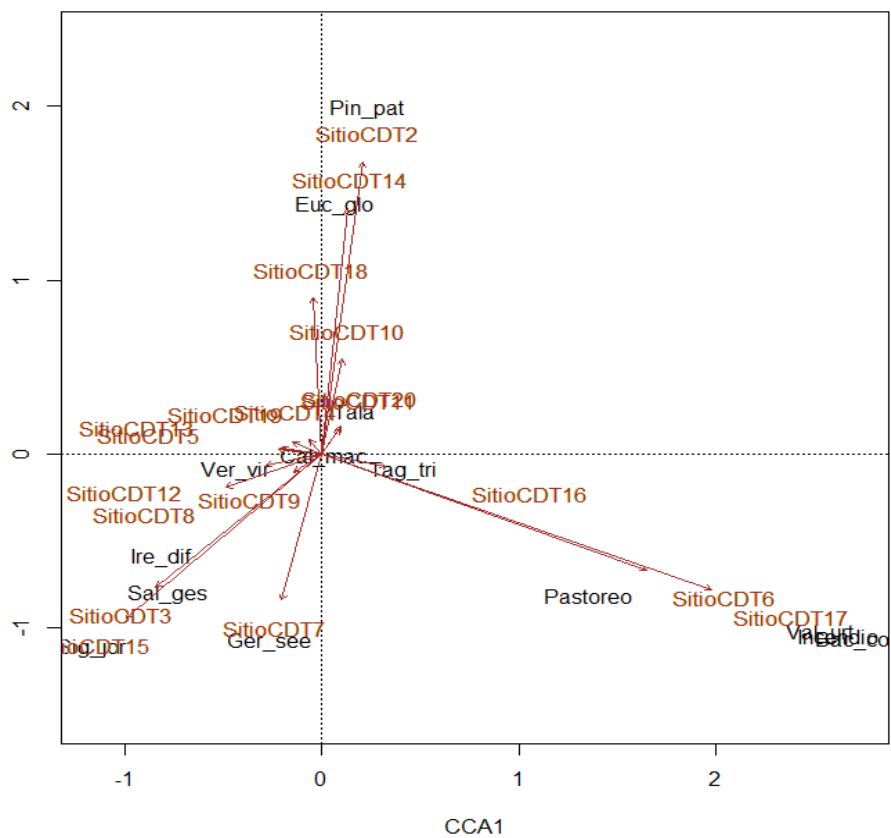


Figura 14. Análisis de Correspondencia Canónica de las especies indicadoras y los diferentes tipos de disturbios antrópicos.

6. Discusión

6.1 Diversidad alfa y beta de las comunidades vegetales en el PECEF

6.1.1 Diversidad alfa

La diversidad alfa con relación al índice de Shannon registró valores de 2.68 a 3.36, respecto a lo que menciona Margalef (1972) y Moreno *et al.* (2011) se registró una diversidad media para las comunidades vegetales. Las comunidades de pino-cedro y pino-encino registraron los valores más altos en el índice de riqueza específica y en el índice de Shannon, mientras que encino-pino y cedro-pino registraron los valores más bajos para estos índices. La dominancia en cada comunidad vegetal estuvo relacionada con el índice de valor de importancia, encino-pino registró a *Quercus rugosa* especie arbórea que indica la conservación de la comunidad, mientras que pino-cedro y pino-encino registraron arbustos como especies dominantes y cedro-pino registró una hierba anual, esto muestra que las comunidades cambian el hábitat como componente de dominancia, esto pudiese estar relacionado con los disturbios antrópicos, MacArthur *et al.* (1964) mencionan que la distribución horizontal y vertical de las especies pueden ser indicadoras de alguna alteración de origen natural o antrópico.

Para el área de estudio se observó que cedro-pino fue la comunidad con el menor número de especies, a diferencia de las comunidades de pino-cedro, encino-pino y pino-encino las cuales fueron iguales en diversidad. Esto no quiere decir que sean iguales en identidad de especies, es decir, las comunidades de encino-pino y pino-encino son diferentes en diversidad, mientras que las comunidades de pino-cedro y cedro-pino son iguales en riqueza específica, pero cuando se les añadió las abundancias cambiaron. Además, cedro-pino fue la comunidad con el menor número de disturbios antrópicos en comparación con pino-cedro y pino-encino las cuales registraron el mayor número de disturbios antrópicos, seguida de encino-pino. Dicho lo anterior, el orden de las comunidades con relación al índice de Shannon y a los disturbios antrópicos sería: pino-cedro con 3.36, pino-encino con 3.29, encino-pino con 2.95 y cedro-pino con 2.68. Tal vez el tipo de disturbio

antrópico tiende a favorecer a una especie sobre otra, en este estudio hubo sitios de la comunidad de cedro-pino (12 y 15) y pino-cedro (3) que no registraron ningún tipo de disturbio, de esta manera se pudieron comparar los sitios que presentaron un tipo de comunidad vegetal, pero que también registraron uno o varios disturbios antrópicos. En las cuatro comunidades vegetales se observó la tala, registrando la menor riqueza de especies y diversidad en comparación con los sitios sin tala. La comunidad de cedro-pino no registró incendio mientras que pino-encino y encino-pino si presentaron incendio, sin embargo, en la riqueza de especies y diversidad mostraron los valores más bajos para estos índices en comparación con los sitios sin incendio. Rzedowski *et al.* (2005) mencionan que los bosques templados del Valle de México no son bosques clímax, sino que constituyen asociaciones secundarias mantenidas por el fuego. Otro de los disturbios antrópicos fue el pastoreo el cual se registró en las comunidades de: pino-cedro, pino-encino y encino-pino, estas comunidades con pastoreo registraron menor riqueza de especies y diversidad en comparación con los sitios sin pastoreo. El ultimo disturbio antrópico fue la presencia de *Eucalyptus globulus* como especie exótica y *Pinus patula* como especie translocada, las comunidades de pino-cedro y pino-encino registraron un total de 27 individuos de *Eucalyptus globulus*, además la comunidad de pino-encino registro 8 individuos de *Pinus patula*. Dicho lo anterior las comunidades con presencia de especies exóticas y translocadas registraron mayor riqueza de especies y diversidad en comparación con los sitios con ausencia de estas especies.

Los disturbios antrópicos anteriormente mencionados se clasificaron en abióticos los cuales fueron: tala, incendio y pastero, los bióticos fueron: presencia de *Eucalyptus globulus* como especie exótica y *Pinus patula* como especie translocada y sin disturbio. De esta manera se observó que los sitios sin disturbios antrópicos son más diversos que los sitios con uno y con más de dos disturbios. Al parecer el efecto del disturbio biótico aumenta la riqueza de especies, aunque siempre menor a los sitios sin disturbios antrópicos.

6.2 Diversidad beta

Las comparaciones realizadas entre las comunidades arrojaron los valores más bajos de similitud florística. Esto sugiere que las comunidades mantienen una cierta individualidad. Sousa (1984) menciona que los disturbios producen una heterogeneidad en el paisaje y determinan la estructura del hábitat, el área de estudio registró incendios y además no es un bosque clímax, sino una mezcla de comunidades en diferentes estados de sucesión, razón por la cual se registraron diversidades betas intermedias. Para este estudio las hierbas perennes presentaron la mayor diferencia en el número de especies no comunes. Las comunidades de pino-cedro y pino-encino registraron 23 especies no comunes de hierbas perennes al igual que las comunidades de pino-cedro y cedro-pino, algunas de las especies no comunes de hierbas perennes fueron: *Asplenium formosum*, *Asplenium monanthes*, *Cheilanthes marginata*, *Cyperus hermaphroditus*, *Geranium seemannii*, *Salvia lavanduloides*, *Sigesbeckia jorullensis* y *Stevia monardifolia* entre otras. Esta baja diversidad beta nos muestra la heterogeneidad de las especies en cada comunidad vegetal, Stewart *et al.* (2000) mencionan que los factores abióticos y bióticos pueden influir en los patrones de distribución y abundancia de las especies, otro factor que pudo haber influido en estos patrones es la época del año y posiblemente el número de muestreos por comunidad, además para este estudio se realizó un mapa de clasificación de caminos el cual corrobora la fragmentación interna del área de estudio, mientras que la diversidad beta reflejó la heterogeneidad de las especies en las comunidades. Porembski (1996) mencionan que la baja diversidad beta puede estar relacionada a la tolerancia de las especies, por ejemplo, al estrés hídrico y de nutrientes, para el área de estudio las comunidades que registraron mayor número de arbustos fueron pino-cedro con 216 individuos y pino-encino con 298 individuos, estas comunidades compartieron un total de 14 especies de arbustos en común algunos como: *Ageratina pazcuarensis*, *Perymenium berlandieri*, *Salvia elegans*, *Salvia mocinoi*, entre otras, principalmente especies de las familias Asteraceae y Lamiaceae, que son tolerantes al estrés hídrico y que se presentan en hábitats descubiertos Rzedowski *et al.* (2005).

6.3 Disturbios antrópicos: tala clandestina, pastoreo, incendio y la presencia de *Eucalyptus globulus* especie exótica y *Pinus patula* especie translocada.

Las condiciones físicas, ambientales y los asentamientos irregulares en el Área Natural Protegida del PECEF han propiciado disturbios antrópicos, además, se observó la apertura de caminos, brechas cortafuego y como contaminación de suelo la basura. Arriola *et al.* (2014) en su trabajo mencionan que de las 35 Áreas Naturales Protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal, los principales problemas han sido la disminución de las masas forestales, la introducción de especies exóticas e incendios forestales. Estos autores llegaron a la conclusión que es necesario la elaboración de programas de manejo con la información disponible sobre las condiciones físicas, biológicas, sociales y culturales, mencionan que mientras esto pase es recomendable que, a los guardaparques contratados se les entrene adecuadamente para enfrentar los desafíos en áreas densamente urbanas.

Serrada (2011) menciona que algunas actividades humanas influyen en la estabilidad de las masas forestales como la tala que puede suponer modificaciones irreversibles en el suelo o en la biomasa forestal. El área de estudio registró 17 sitios lo que equivale al 85% la presencia de tala que posiblemente influyó en el aumento del número de especies de arbustos y hierbas. Este mismo autor menciona también que el 96% de los incendios forestales, independientemente del tipo de formación que sea: fuego de copas, fuego de suelo o superficial y fuego de subsuelo, tienen origen en la acción humana, es decir; que los bosques del mundo se han quemado a intervalos más o menos frecuentes durante muchos miles de años. El efecto del incendio sobre la vegetación forestal y la estación es variable en función de la intensidad relacionada con el tipo de incendio: subsuelo, superficie y copas, además de la cantidad de combustible consumido y extensión recorrida por el fuego. Sobre la vegetación y a corto plazo el efecto del incendio es la destrucción completa de la parte aérea forestal, mientras que, a mediano plazo, tiene una influencia en la

composición florística, es decir, tras el fuego tiende aparecer un predominio de herbáceas, que encuentran condiciones favorables para su regeneración, iniciando una sucesión secundaria. Es la causa de que muchos incendios tengan origen en supuestas mejoras de pastos. El área de estudio carece de investigaciones previas con relación al monitoreo de la frecuencia y la influencia después de un incendio, sin embargo, se puede mencionar que los sitios que presentaron incendios registraron en su composición florística especies de la familia Asteraceae algunas como: *Acourtia turbinata*, *Ageratina areolaris*, *Ageratina glabrata*, *Ageratina pazcuarensis*, *Baccharis conferta*, *Stevia monardifolia* y *Stevia subpubescens* var. *subpubescens*. De la familia Poaceae que también se le relaciona con los incendios, se registraron tres especies nativas de pastos: *Muhlenbergia macroura*, *Trisetum virletii* y *Piptochaetium* sp. Chimal *et al.* (2013) mencionan que las familias Asteraceae y Poaceae presentan adaptaciones para colonizar o establecerse en ciertos hábitats, una de estas adaptaciones es la producción de numerosas semillas, que permiten una sucesión secundaria, además de que estas especies de plantas soportan el sol, esto permite que se establezcan en sus primeras etapas de crecimiento. Villaseñor (2004) menciona que las familias Asteraceae y Poaceae son abundantes en las primeras etapas sucesionales. También se registró de la familia Fabaceae especies como: *Desmodium uncinatum*, *Dalea obovatifolia* var. *uncifera* y *Lupinus campestris*, Rzedowski *et al.* (2005) mencionan que estas especies se presentan y se ven favorecidas después de un incendio.

El pastoreo se registró en cuatro sitios equivalente al 10%, estos sitios registraron un total de 112 individuos de arbustos, 75 individuos de hierbas perennes, 54 individuos de hierbas anuales y 19 individuos de trepadoras. Harper (1977) menciona que el daño foliar que causan los herbívoros reduce el crecimiento, la sobrevivencia, la habilidad competitiva y la fecundidad de las plantas, ya que, al ser consumida el área fotosintética, altera la absorción radicular de nutrientes, tal vez esto sea alguna de las razones del menor número de hierbas tanto perennes como anuales y trepadoras presentes en estos sitios, favoreciendo de esta

manera el número de arbustos. Además, la herbivoría también causa cambios internos en la distribución de los recursos, estimulando en algunos casos la compensación de la planta. La respuesta de la planta ante el ataque de los herbívoros dependerá de la disponibilidad de nutrientes y la edad de la planta. Los herbívoros que se alimentan de las plantas no dominantes disminuyen la diversidad por efecto del forrajeo, en tanto que las que se alimentan de las plantas dominantes aumentan la diversidad (Chen, 1974; Dirzo, 1985; Bazzaz et al., 1987; McNaughton, 1983; Trumble *et al.*, 1993; Hunter y Schultz, 1995; Karban y Baldwin, 1997). Para el PECEF se observó como herbivoría cabras, borregos, caballos y burros en las comunidades de pino-cedro, encino-pino y pino-encino las cuales presentaron pastoreo, registraron como especie dominante y favorecida por la herbivoría a *Fuchsia thymifolia*, este arbusto registró un total de 84 individuos, mientras que las especies de plantas no dominantes, si disminuyeron su presencia y abundancia en las comunidades, algunos arbustos como: *Salvia mexicana* var. *minor* se registró con un total de 16 individuos en las comunidades de pino-cedro y encino-pino, mientras que en la comunidad de pino-encino no se registró ningún individuo, de *Salvia mocinoi* se registró un total de 21 individuos en las comunidades de pino-cedro y pino-encino, mientras que en encino-pino no se registró. De las hierbas perennes: *Bidens ostruthioides* solo se registró en la comunidad de encino-pino con un total de 17 individuos, *Castilleja tenuiflora* se registró en las comunidades de encino-pino y pino-encino con un total de 27 individuos, *Dichondra sericea* solo se registró en la comunidad de pino-cedro con un total de 30 individuos, *Penstemon roseus* solo se registró en la comunidad encino-pino con un total de 10 individuos y de las hierbas anuales como *Desmodium uncinatum* se registró en las comunidades de encino-pino y pino-encino con un total de 50 individuos y por último *Peperomia hispidula* solo se registró en la comunidad de pino-encino con un total de 33 individuos.

Algunas de las especies anteriormente mencionadas como *Dichondra sericea* y *Peperomia hispidula* son plantas rastreras, comestibles y medicinales Chimal *et al.* (2013), dicho lo anterior se incide que estas especies posiblemente son

consumidas por los herbívoros observados en el área de estudio y que sea una de las razones por las cuales no se hayan registrado en las otras comunidades donde se registró el pastoreo. Sin embargo, para esto se necesita de más investigaciones para relacionar las especies de plantas que consumen los herbívoros anteriormente mencionados.

En el PECEF también se observó la presencia de *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*, esta última posiblemente sea el resultado de la germinación de semillas dispersas por los eucaliptos que están cerca del área de estudio, mientras que *Pinus patula* se ha utilizado en la reforestación de diversos lugares, entre ellos el bosque pino-encino (A. Chimal, comunicación personal, 15 de agosto de 2020).

Por último, se registraron especies indicadoras de disturbios antrópicos como: *Baccharis conferta*, *Calamintha macrostema*, *Geranium seemannii*, *Iresine diffusa*, *Salvia gesneriiflora*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Valeriana urticifolia*, *Verbesina virgata* y *Tagetes triradiata*. Gómez-Pompa y Vázquez-Yáñez (1982); Ramírez-Marcial *et al.* (1996) mencionan que estas especies juegan un papel importante en la regeneración de los bosques, ya que son resistentes a la insolación y poseen un sistema de raíces poco especializado para establecerse en suelos desnudos y muy eficientes para utilizar los nutrientes que se encuentran en suelos pobres. Por las características anteriores las especies secundarias tienen la capacidad de desarrollarse en áreas de disturbio, modificando así el microclima del suelo y restableciendo las condiciones de sombra que favorecen el desarrollo de especies nativas primarias (Brown y Lugo, 1990; Challenger, 1998). Estos mismos autores concluyen que los estadios avanzados del bosque secundario deben evaluarse por su potencial de facilitar el desarrollo del bosque en los que la riqueza de especies y el número de especies raras y útiles al hombre podrían aumentar considerablemente.

Para el área de estudio, la comunidad de pino-cedro registró el mayor número de especies indicadoras, seguida de pino-encino, encino-pino y cedro-pino, posiblemente esto se deba al número de disturbios antrópicos. Sin embargo, los ACC nos corroboraron la relación de las especies indicadoras con los tipos de disturbios antrópicos, además de confirmar la revisión bibliográfica en Rzedowski *et al.* (2005) y Chimal *et al.* (2013). El ACC relacionó la tala clandestina con las especies como *Eucalyptus globulus* y *Pinus patula*, estas formaron parte de los disturbios antrópicos bióticos y que nos muestran la posibilidad de que la presencia de estas especies sea por la germinación de las semillas de los árboles de eucaliptos que se encuentran alrededor con estas especies. De las especies indicadoras con relación a la tala clandestina fueron: *Calamintha macrostema*, *Tagetes triradiata* y *Verbesina virgata* var. *virgata*, Rzedowski *et al.* (2005) y Chimal *et al.* (2013), mencionan que estas especies se encuentran en lugares preferentemente en condiciones de fuerte disturbio y vegetación secundaria. Para el incendio las especies indicadoras fueron: *Baccharis conferta* y *Valeriana urticifolia*, Rzedowski *et al.* (2005) y Chimal *et al.* (2013), mencionan que son abundantes en terrenos deforestados, en orillas de caminos, claros y en lugares con fuertes disturbios. Mientras que el disturbio antrópico de pastoreo no se relacionó con ninguna especie indicadora. Las otras especies indicadoras como: *Geranium seemannii*, *Iresine diffusa*, *Salvia gesneriiflora* y *Sigesbeckia jorullensis* Rzedowski *et al.* (2005) y Chimal *et al.* (2013), mencionan que son abundantes en lugares con disturbios, tal vez no hayan tenido una relación con el ACC, debido a la abundancia que presentaron algunas de estas, a excepción de *Salvia gesneriiflora* que registró un total de 34 individuos. En este sentido, las futuras investigaciones deben enfocarse hacia el conocimiento sobre la biología de la conservación, ecología, propagación y manejo de las especies nativas disponibles para su domesticación y así adquirir las técnicas eficientes de propagación. Por otra parte, es necesaria la restauración de las áreas fragmentadas por caminos internos. Es indispensable proyectos de educación ambiental, para que disminuya la presión sobre el PECEF.

7. Conclusiones

- ❖ El bosque templado del PECEF registró una diversidad media con relación al índice de Shannon con valores de 2.68 a 3.36. La comunidad con la mayor riqueza específica fue pino-encino.
- ❖ Las comunidades vegetales presentaron una beta baja con relación al índice de similitud, registraron pocas especies en común. La comunidad de pino-encino y encino-pino registraron el menor número de especies arbustivas y de hierbas perennes compartidas. Mientras que las comunidades de pino-cedro y pino-encino registraron el mayor número de árboles compartidos.
- ❖ La tala clandestina, es uno de los mayores problemas para el área de estudio, seguido el incendio y pastoreo.
- ❖ A mayor número de disturbios antrópicos, mayor número de especies arbustivas y herbáceas.
- ❖ La introducción de especies exóticas y translocadas incide en la reforestación, sin embargo, es necesario las investigaciones sobre la presencia de *Eucalyptus globulus*, hay la posibilidad de que esto sea por la germinación de semillas dispersas por los eucaliptos que están cerca del área de estudio.
- ❖ Se debe reforestar y restaurar con especies nativas o locales, como *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa* y *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*.

8. Literatura Citada

Arriola, P. V. J., Estrada, M. E., Ortega-Rubio, A., Pérez, M. R. y Gijón, H. A. R. (2014). Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (60), pp. 37-49.

Balvanera, P. (1999). "Diversidad beta, heterogeneidad ambiental y relaciones espaciales en una selva baja caducifolia", tesis para obtener el grado de doctor en ecología, UNAM, México.

Barajas-Gea, C. I. (2005). Evaluación de la diversidad de la flora en el campus Juriquilla de la UNAM. *Bol-e: Órgano de comunicación electrónica del Centro de Geociencias de la UNAM*, v. 1, n. 2. pp. 10.

Bazzaz, F. A., Chiariello, N. R., Coley, P. D. y Pitelka, L. F. (1987). Allocating resources to reproduction and defense. *BioScience*, v.37 n.1, pp. 58–67.

Brown, S. y Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6:1–32 pp.

Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM y Agrupación Sierra Madre, S.C., México D.F. 847 pp.

Chef, R. M. (1974). Consumer as regulators of ecosystems: an alternative to energetics. Ohio. *Journal of Science*. 74: 359-370 pp.

Chimal, H. A., González, I. M. y Hernández. D. C. (2013). La flora vascular del Parque Estatal El Faro, Tlalmanalco de Velázquez, Estado de México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. México. 176 pp.

Cibrián, T. D., Cibrián, J. (2007). Escenarios forestales y enfermedades / Forest establishments and diseases, pp. 4–9. En: Cibrián, T. D., Alvarado, R. D., García, D. S. E. (Eds.), *Enfermedades forestales en México / Forest diseases in Mexico*. Universidad Autónoma Chapingo, CONAFOR SEMARNAT, México. USDA, NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO, EUA.

Cole, D. N. y Monz, C. A. (2002). Trampling Disturbance of High-Elevation Vegetation, Wind River Mountains, Wyoming, U.S.A. *Arctic and Alpine Research* 34 (4): 365-376 pp.

CONABIO (2001). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, 388 pp.

CONAFOR (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos, informe del 2004-2009. Comisión Nacional Forestal. 1a. Ed. Zapopan, Jalisco, México. 228 pp.

Corral-Rivas, J. J., Aguirre-Calderón O. A. y Jiménez-Pérez, J. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 14(2):217-228 pp.

Corral-Rivas, J.J., Vargas-Larreta, B., Wehenkel, C. y Aguirre-Calderón, O. A. (2009). Guía para el establecimiento de sitios de investigación forestal y de suelos en bosques del estado de Durango. Editorial de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango. 81 pp.

Dayton, P. K. (1971). Competition, disturbance and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecological Monographs* v. 41, n.4:351-389 pp.

Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I. y Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigaciones Agrarias: Sistemas de Recursos Forestales*, 12 (1), 159-176 pp.

Denslow, J. S. (1985). Disturbance-mediated coexistence of species. 307-324 pp. En: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. S.T. A. Pickett and P.S. White (eds.). Academic Press, New York.

DeVries, P.J. (1997). The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. II: Riodinidae. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Dirzo R. (1985). Metabolitos secundarios en las plantas, ¿Atributos panglossianos o de valor adaptativo? *Ciencia* 36: 137-145 pp.

Galicia, L. y Zarco-Arista, A.E. (2014) Multiple ecosystem services, possible trade-offs and synergies in a temperate forest ecosystem in Mexico: a review, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 10:4, 275-288 pp.

Givnish, T. J. (1999). On the causes of gradients in tropical tree diversity. *Journal of Ecology*, 87:193-210 pp.

Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yáñez, C. (1982). Estudios sobre sucesión secundaria en los trópicos cálido-húmedos: el ciclo de vida de las especies secundarias. En *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*, Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yáñez, C., Rodríguez S. del Amo y Butanda-Cervera, A. (eds.). CECOSA, México, D.F. p. 579–593.

Harper, J. L. (1977). *Population biology of plants*. Academic Press, London, 842 pp.

Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, 427–473 pp.

Hobbs R. J. y Huenneke, L. F. (1992). Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology* 6(3): 324-337pp.

Hunter, M. D. y Schultz, J. C. (1995). Fertilization mitigates chemical induction and herbivore responses within damaged oak trees. *Ecology*, 76: 1226–1232 pp.

IUCN (1999). *Wildlife in Lao PDR. Status Report*. The World Conservation Union. 289 pp.

Jardel, E. J. (2011). *El manejo forestal en México: conceptos básicos, antecedentes, estado actual y perspectivas*. 217 pp.

Karban, R. y Baldwin, I. T. (1997). *Induced responses to herbivory*. University Press of Chicago, Chicago.

Klug, B., Scharfetter-Lehrl, G. y Scharfetter, E. (2002). Effects of Trampling on Vegetation above the Timberline in the Eastern Alps, Austria. *Arctic and Alpine Research* 34 (4): 377-388 pp.

Lever, C. (1985). Naturalized mammals of the world. London; Nueva York: Logman, 478 pp.

Loya, D. T., y Jules, E. S. (2008). Use of Species Richness Estimators Improves Evaluation of Understory Plant Response to Logging: A Study of Redwood Forests. *Plant Ecology*, 194 :(2), 179-194 pp.

MacArthur, R. H., y Levins, R. (1964). Competition, habitat selection and character displacement in a patchy environment. Proc. Nati. Acad. Sci. (USA) Am. Zool. 51(6): 1207–1210.

Margalef, R. (1972). Homage to E. Hutchison, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44:211-235 pp.

McNaughton, S. J. (1983). Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*, 40(3): 329–336 pp.

Moreno C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261 pp.

Oksanen, J. (2017). Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial 44pp.

Owens, M. K. y Wallace, R. B. (1995). Landscape and Microsite Influences on Shrub Recruitment in Disturbed semi-arid *Quercus-Juniperus* woodland. *Oikos*, 74:493-502 pp.

Pérez-García, E.A. (2002). Enclaves de la vegetación xerófila en regiones mexicas: Caracterización, análisis de su diversidad florística e importancia en el mantenimiento de floras xerofíticas. Tesis de maestría en ecología básica. UNAM. 154 pp.

Pickett, S. T. A. y White, P. S. (1985). The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, EE.UU. 472 pp.

Pimm, S. L. (1999). The dynamics of the flows of matter and energy. In J McGlade (ed.). Advanced Ecological Theory: Principles and Applications. 368 pp.

Porembski, S. 1996. Notes on the vegetation of Inselbergs of Malawi. *Flora* (Jena), 191:1-8.

Ramírez–Marcial, N., González–Espinosa, M. y García–Moya E. (1996). Establecimiento de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. En matorrales y pastizales de los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 30:249–257 pp.

Rapport, D. J. y Whitford W. G. (1999). How ecosystems respond to stress. Common properties of arid and aquatic systems. *Bioscience* 49(3):193-203 pp.

Rzedowski, G. C. de Rzedowski, J. y colaboradores (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

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

Santillana, C. M.E. (2013). Análisis del estado de conservación del bosque de *Pinus hartwegii* en una unidad de paisaje de la Cuenca del Río Magdalena. Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas. 72 pp.

SCINCE (2010). Cartas topográficas por INEGI. Sistema para la consulta de Información Censal. INEGI. Versión 05/2012.

SEMARNAT (2016). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2015. Compendio de Estadísticas Ambientales, Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales.

Serrada, R. (2011). Apuntes de Selvicultura. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid. 85-131 pp.

Singh, S. P. (1998). Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. *Environmental Conservation* 25(1):1-2 pp.

Sousa, W. P. (1984). The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:353-391 pp.

Solís, M. R., Aguirre, O., Treviño, E. J., Jiménez, J., Jurado, E., y Corral-Rivas, J. (2006). Efecto de dos tratamientos silvícolas en la estructura de ecosistemas forestales en Durango, México. *Madera y bosques*, 12(2), 49-64 pp.

Stewart, M., Brown, J. B., Donner, A., McWhinney, I. R., Oates, J. y Weston, W. (2000). The Impact of Patient-Centered Care on Outcomes. *Journal of Family Practice*.49:796–804 pp.

Spies, T. A. (1998). Forest structure: a key to the ecosystem. *Northwest Sci.* 72(2):34-39 pp.

Sullivan, M. J., Thorn, B., Haythornthwaite, J. A., Keefe, F.J., Martin, M., Bradley, L. A., Lefebvre, J. C. (2001). Theoretical Perspectives on the Relation Between Catastrophizing and Pain. 17(1):52–64 pp.

Suárez, E. y Medina, G. (2002). Vegetation Structure and Soil Properties in Ecuadorian Páramo Grasslands with Different Histories of Burning and Grazing. *Arctic and Alpine Research* 34 (4):158-164 pp.

Toledo, V. M. y Ordóñez, M. (1993). The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. (Eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*, pp.757-777, Nueva York: Oxford University Press.

Torres, F. (2001). Fronteras agrarias, alimentación y fragilidad ambiental. En: DELGADILLO, J. (Ed.), *Los terrenos de la política ambiental en México*, pp. 95-129, México: Miguel Ángel Porrúa.

Tóthmérész, B. (1995). Comparison of Different Methods for Diversity Ordering. *Journal of Vegetation Science* 6(2): 283-290 pp.

Trumble, J. T., Kolodny-Hirsch, D. M. y TING, I. P. (1993). Plant compensation for arthropod herbivory. *Annual Review of Entomology*, 38: 93–119 pp.

Ulanowicz, R. E. (2001). Information theory in ecology. *Computers and Chemistry* 25:393-399 pp.

Valencia-Avalos, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53 pp.

Vega, E. y Peters, E. (2007). Conceptos generales sobre el disturbio y sus efectos en los ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INNEC). 22 pp.

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 pp.

Villaseñor, J. L. (2016). Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Checklist of the native vascular plants of Mexico. 87(3), pp. 559-902.

Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30, 279-338 pp.

Wilson, M. V. y Shmida, A. (1984). Measuring beta diversity with presence-absence data. *Jornal of Ecology*, 72:1055-1064 pp.

Anexos

Anexo 1. Disturbios antrópicos en los sitios de muestreo del PECEF.

Sitio	Comunidad vegetal	Incendio	Pastoreo	Tala clandestina (número de tocones)	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Pinus patula</i>
1	pino-encino	No	No	3	0	0
2	pino-encino	No	No	9	6	7
3	pino-cedro	No	No	0	0	0
4	cedro-pino	No	No	2	0	0
5	pino-cedro	No	No	4	0	0
6	pino-encino	Si	Si	2	0	0
7	pino-cedro	No	Si	2	0	0
8	pino-cedro	No	No	12	1	0
9	pino-cedro	No	No	8	0	0
10	pino-encino	No	No	4	1	0
11	cedro-pino	No	No	2	0	0
12	cedro-pino	No	No	0	0	0
13	pino-encino	No	No	2	0	0
14	pino-encino	No	No	2	9	1
15	cedro-pino	No	No	0	0	0
16	encino-pino	No	Si	7	0	0
17	encino_pino	Si	Si	3	0	0
18	pino-encino	No	No	7	10	0
19	encino-pino	No	No	4	0	0
20	encino-pino	No	No	3	0	0

Anexo 2. Las diferentes comunidades vegetales CP= cedro-pino, PC= pino-cedro, EP=encino-pino y PE=pino-encino, en el PECEF, las especies presentes con el número (1) y con el número (0) las especies ausentes.

Especies de plantas	CP	PC	EP	PE
<i>Acourtia</i> sp.	0	1	0	0
<i>Acourtia turbinata</i>	0	0	1	0
<i>Adiantum capillaris-veneris</i>	0	1	1	0
<i>Adiantum poiretii</i>	0	1	0	0
<i>Ageratina areolaris</i>	0	0	1	0
<i>Ageratina dolichobasis</i>	0	1	0	0
<i>Ageratina glabrata</i>	0	0	1	0
<i>Ageratina isolepis</i>	0	0	1	0
<i>Ageratina mairetiana</i>	0	1	1	1
<i>Ageratina pazcuarensis</i>	0	1	0	1
<i>Ageratina ramireziorum</i>	0	0	0	1
<i>Alloispermum integrifolium</i>	1	0	0	0
<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>jorullensis</i>	1	1	1	1
<i>Arbutus xalapensis</i>	0	1	0	1
<i>Archibaccharis asperifolia</i>	0	0	0	1
<i>Archibaccharis hirtella</i>	1	0	1	1
<i>Archibaccharis serratifolia</i>	0	0	1	0
<i>Asplenium formosum</i>	0	0	1	0
<i>Asplenium monanthes</i>	0	1	1	0
<i>Baccharis conferta</i>	0	0	1	0
<i>Berberis moranensis</i>	1	1	0	1
<i>Bidens ostruthioides</i>	1	0	1	0
<i>Bidens triplinervia</i>	0	0	0	1
<i>Bouvardia ternifolia</i>	1	1	0	1
<i>Brickellia nutanticeps</i>	0	0	0	1
<i>Calamintha macrostema</i>	0	1	1	0
<i>Castilleja tenuiflora</i>	0	0	1	1
<i>Ceanothus caeruleus</i>	0	0	1	0
<i>Cestrum thyrsoideum</i>	1	1	1	1
<i>Cheilanthes marginata</i>	1	0	0	1
<i>Cologania biloba</i>	1	1	1	0
<i>Cornus excelsa</i>	0	1	0	0
<i>Crataegus mexicana</i>	0	0	1	0
<i>Cupressus lusitanica</i> var. <i>lusitanica</i>	1	1	1	1
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	0	1	0	0
<i>Dalea obovatifolia</i> var. <i>uncifera</i>	0	0	0	1
<i>Desmodium uncinatum</i>	1	0	1	1
<i>Dichondra sericea</i>	0	1	0	0
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	1	0	1
<i>Fuchsia microphylla</i>	0	1	0	1
<i>Fuchsia thymifolia</i>	1	1	1	1

<i>Garrya laurifolia</i>	1	1	1	0
<i>Geranium seemannii</i>	0	1	0	0
<i>Gonolobus uniflorus</i>	0	1	0	1
<i>Iresine diffusa</i>	0	1	0	1
<i>Lippia mexicana</i>	0	1	0	1
<i>Lupinus campestris</i>	0	1	0	0
<i>Monnina ciliolata</i>	1	1	1	1
<i>Muhlenbergia macroura</i>	1	0	1	1
<i>Penstemon roseus</i>	1	0	1	0
<i>Peperomia hispidula</i>	1	0	0	1
<i>Perymenium berlandieri</i>	0	1	0	1
<i>Phaseolus coccineus</i>	1	0	0	0
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	1	1	1	1
<i>Pinus leiophylla</i>	1	1	1	1
<i>Pinus montezumae</i>	1	1	1	1
<i>Pinus patula</i>	0	0	0	1
<i>Pinus pseudostrabus</i>	1	0	0	1
<i>Piptochaetium</i> sp.	0	0	0	1
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	1	1	0	0
<i>Quercus crassipes</i>	0	0	1	1
<i>Quercus laurina</i>	0	1	1	1
<i>Quercus rugosa</i>	1	1	1	1
<i>Roldana angulifolia</i>	1	1	1	1
<i>Roldana barba-johannis</i>	0	1	1	0
<i>Rubus liebmannii</i>	1	0	0	0
<i>Salvia gesneriiflora</i>	1	1	1	1
<i>Salvia lavanduloides</i>	1	1	0	1
<i>Salvia mexicana</i> var. <i>minor</i>	0	0	0	1
<i>Salvia mocinoi</i>	1	1	1	0
<i>Salvia polystachia</i>	0	1	0	1
<i>Salvia tiliifolia</i>	1	0	1	1
<i>Salvia elegans</i>	0	0	1	1
<i>Sigesbeckia jorullensis</i>	1	0	0	0
<i>Solanum appendiculatum</i>	1	0	0	0
<i>Solanum cervantesii</i>	0	0	1	0
<i>Stevia monardifolia</i>	0	1	1	0
<i>Stevia subpubescens</i> var. <i>subpubescens</i>	1	1	1	1
<i>Tagetes triradiata</i>	0	0	1	0
<i>Tinantia erecta</i>	0	0	0	1
<i>Toxicodendron radicans</i>	0	0	0	1
<i>Trisetum virletii</i>	1	1	1	1
<i>Valeriana urticifolia</i>	0	0	0	1
<i>Verbesina virgata</i> var. <i>virgata</i>	1	1	1	1
Total de especies	35	45	44	49

CAPÍTULO 3

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO: IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS.

Resumen

Los bosques templados de México se han visto amenazados debido a la explotación de sus recursos; sin embargo, se ha olvidado su vital importancia que nos ofrecen a través de los servicios ecosistémicos, otro factor es la cercanía con el ser humano, siendo este el factor número uno de los disturbios antrópicos. Por lo cual es importante la concientización de la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados. Se dio a conocer la importancia de los bosques templados a través de un taller expositivo, a los estudiantes de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón”, en el poblado de San Rafael, Municipio de Tlalmanalco de Velázquez. Se evaluó cualitativamente, mediante cuestionarios el nivel de conocimiento que se tiene acerca de la importancia de los bosques templados se observó que no todos los alumnos tienen el conocimiento de que los bosques templados, brindan servicios ecosistémicos. Se realizó una exposición que sirvió para dar a conocer y aumentar el conocimiento del valor de los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques templados, además se realizó una dinámica para retroalimentar los servicios ecosistémicos. Dentro de las actividades didácticas del taller los estudiantes de 5° y 6° semestre mencionaron y reconocieron la problemática local ocasionada por parte de los asentamientos irregulares, además de estar conscientes de que, al perder los bosques, se estaría perdiendo muchos servicios ecosistémicos, algunos como: la regulación de la temperatura, proveedor de oxígeno y agua.

Abstract

The temperate forests of Mexico have been threatened due to the exploitation of their resources, however they have forgotten their vital importance that they offer us through ecosystem services, another factor is the proximity to the human being, this being the number factor of the anthropic riots. Therefore, awareness of the biological, ecological and economic importance of temperate forests is important. The importance of temperate forests was made known through an exhibition workshop, to the students at the Federal Preparatory School for Cooperation "Ricardo Flores Magón", in the village of San Rafael, municipality of Tlalmanalco of Velazquez. The level of knowledge was assessed qualitatively through questionnaires Because of the importance of temperate forests, it was observed that not all students have the knowledge that temperate forests provide ecosystem services. An exhibition was held that served to raise awareness and increase the knowledge of the value of the ecosystem services offered by temperate forests; In addition to a dynamic to feedback ecosystem services. Within the didactic activities of the workshop the students of 5° and 6° semester mentioned and recognized the local problem caused by irregular settlements, in addition to being aware that by losing the forests, many ecosystem services would be lost, some such: as the regulation of temperature, oxygen and water supplier.

1. Introducción

La transferencia de tecnología se ha conceptualizado como una herramienta esencial para la generación de desarrollo económico sustentable en el tiempo; es decir, es el movimiento del “saber-hacer” en determinada disciplina, se trata de transferir conocimientos y habilidades generalmente nuevas e innovadoras entre diferentes instituciones como: universidades, empresas, gobiernos y otras organizaciones con el fin de continuar su desarrollo tecnológico y ofrecer nuevos productos y servicios. Para que esta pueda desempeñar el rol deben existir condiciones sociales apropiadas, entre las que destaca una mentalidad emprendedora en los científicos y una mentalidad científica en los emprendedores no inventores, para posibilitar la construcción de equipos interdisciplinarios con facilidad de entendimiento entre sí. Las universidades son las llamadas a generar este tipo de culturas en sus estudiantes, docentes e investigadores (López *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2008; Zulueta *et al.*, 2014).

La transferencia de conocimiento y tecnología por las universidades, frecuentemente son el resultado de investigaciones; en el caso de esta investigación, la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados, se debe a que, a lo largo de la historia, la relación social con el bosque y los servicios ambientales que éste ofrece han experimentado modificaciones. El aumento de la población y la competencia por espacios para la agricultura han aumentado progresivamente la presión sobre el bosque, aprovechándolo como proveedor de insumos directos, materias primas, principal fuente de combustible, material de construcción, además de alimentos y medicinas. Esta creciente demanda ha provocado la pérdida de 260 000 hectáreas por año del bosque templado, por lo que, en gran parte de su extensión se ha visto fuertemente afectado por la pérdida de su estructura y función (Granados-Sánchez *et al.*, 2007; FAO, 2015).

Encina-Domínguez *et al.* (2007) mencionan que Rzedowski (1978), propuso desde hace casi 30 años fomentar la conservación de los bosques templados, en especial donde su presencia es necesaria para preservar el equilibrio ecológico de las cuencas. López-Feldman (2012) y López *et al.* (2017) señalan que la disminución de superficie arbolada en México es causada por avances de la frontera agrícola, aprovechamientos forestales mal planeados, plagas y enfermedades forestales, esta disminución ha generado problemas biológicos, ecológicos y económicos.

CONABIO (2006) menciona que de la superficie con cobertura vegetal, que es de 140.9 millones de hectáreas, 65.7 millones corresponden a bosques y selvas, de las cuales 21.6 millones tienen potencial forestal maderable, de éstas en los últimos 15 años se han usado solamente alrededor de 8 millones de hectáreas y producido en promedio 7.53 millones de metros cúbicos anuales de madera, principalmente de pinos volumen insuficiente para abastecer la demanda interna, por lo que, dicho déficit se cubre con productos importados y con ello se ocasiona además un déficit comercial creciente, que ascendió a 4 339 millones de dólares en 2004, no estamos utilizando ni la mitad del potencial forestal maderable, sino que estamos perdiendo ese potencial sin aprovecharlo, debido a las altas tasas de deforestación que ocasiona el cambio de uso de suelo más aún en las áreas que se deforestan para destinarlas con fines agropecuarios y ni siquiera se utiliza cabalmente la madera de los árboles talados.

En contraste con lo anterior, se estima que el volumen de extracción ilícita de madera industrial es de alrededor de 13 millones de metros cúbicos al año, que por venderse en condiciones de ilegalidad causan una pérdida de ingresos a ejidos y comunidades de 4 000 millones de pesos. La madera utilizada por las comunidades para uso doméstico y construcción equivale a 10 millones de metros cúbicos. El uso de leña para el hogar representa, en pleno siglo XXI, el 40% de la demanda de energía doméstica nacional. Por otro lado, México ocupa el primer lugar del mundo en el manejo comunitario de bosques certificados como

sustentables, tanto en zonas templadas como tropicales (Torres-Rojo, 2004; CONABIO, 2006).

Contamos con una superficie certificada de 849 000 ha y una producción, certificada también de 1.23 millones de metros cúbicos de madera que equivalen al 10% de la superficie forestal maderable y al 15% de la producción maderable del país. Aunque el proceso de certificación tiene ciertos problemas y desventajas, como los costos mismos de la certificación y la imposición de algunos estándares de operación que rebasan los aspectos meramente técnicos de la producción y el manejo forestal, éste es un modelo de manejo racional de recursos con beneficios económicos y sociales innegables que indudablemente debiera ser estimulado en México, adaptándolo a las diferentes circunstancias ecológicas, sociales y organizativas de las comunidades dueñas de los bosques (CONABIO, 2006).

Por otra parte, el potencial de producción de bienes forestales no maderables es considerable, se estima que México alberga entre 3 000 y 6 000 especies medicinales, de las cuales depende la salud de un porcentaje importante de la población, principalmente la de menores recursos económicos (Aguilar-Contreras *et al.*, 2005). Se utilizan cientos de productos no maderables: hojas, frutos, semillas, cortezas, gomas, ceras, fibras, colorantes, entre otros, obtenidos de entre 5 000 a 7 000 especies distribuidas en los diferentes ecosistemas del territorio nacional. La falta de datos estadísticos no permite saber el número exacto de productos que se utilizan, ni el valor de la producción; sin embargo, el 20% de la población más marginada del país habita en las zonas rurales, depende para su subsistencia de los productos forestales no maderables obtenidos de los ecosistemas en los que viven (CONABIO, 2006).

2. Revisión bibliográfica

La importancia biológica de los bosques templados se debe a que alberga 46 especies de pinos y 174 especies de encinos, que en ambos casos representan aproximadamente el 50 % y 30 % del total a escala mundial para cada género respectivamente (CONABIO, 2001). Los principales estudios bajo esta perspectiva usan el enfoque evolutivo de genética de poblaciones y diferentes aspectos botánicos (Galicia *et al.*, 2018). Mientras que la importancia ecológica, se debe a que proveen diversos servicios ambientales, aspectos que merecen ser estudiados desde diferentes puntos de vista y de manera transdisciplinaria. Los servicios ambientales son bienes y servicios de los ecosistemas, están directamente vinculados con la provisión de agua, aire y alimentos, son los principales requerimientos para la vida; sin embargo, también existen otros servicios que son igualmente importantes, como es la protección contra desastres naturales como los huracanes, el control de plagas o la recreación (De Groot *et al.*, 2002 y Turner *et al.*, 2008). Dependiendo de los bienes y servicios que ofrecen, los servicios ambientales han sido agrupados en: servicios de soporte, de provisión, de regulación y culturales (MEA, 2005; Balvanera, 2012).

Los servicios de soporte mantienen los procesos de los ecosistemas y permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano, entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, los ciclos biogeoquímicos, formación de suelo, a través del proceso de interacción y desarrollo de especies se generan desechos de hojas, frutos, ramas, animales muertos, entre otros que al caer al suelo y ser descompuestos por bacterias y otros organismos forman el suelo. Este suelo, es el sustrato sobre el cual crecen la gran mayoría de las plantas y sin el cual serían imposibles los procesos de crecimiento y desarrollo de los bosques y por lo tanto de los servicios ambientales que proveen (Challenger y Soberón, 2008).

Los servicios de provisión son recursos tangibles y finitos que se contabilizan, se consumen como alimento, además el sistema de filtrado a través del suelo llega hasta los mantos acuíferos en el subsuelo que a su vez son el origen de ríos y lagos para proveer agua para el consumo humano, también provee materias primas, recursos genéticos, recursos medicinales y recursos ornamentales (MEA, 2005; Balvanera, 2012).

Los servicios de regulación mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, entre ellos encontramos la regulación de la calidad del aire, disminución del calentamiento global, regulación del clima mantienen la humedad relativa, regulación de gas, captura de dióxido de carbono y producción de oxígeno y evitan la erosión del suelo al reducir la velocidad del agua, disminuyendo el riesgo de deslizamientos e inundaciones (MEA, 2005; Balvanera, 2012).

Los servicios culturales, pueden ser tangibles e intangibles, son dependientes del contexto sociocultural; es decir, la interacción del ambiente y los seres humanos, se encuentra el paisajismo, recreación, información cultural, artística, espiritual, histórica, ciencia y educación ambiental (MEA, 2005; Balvanera, 2012).

El bosque templado es importante en la economía como fuente de ingresos por la venta de productos maderables y no maderables, además son fuente de sustento de la población (Abrams *et al.*, 1994). La mayor parte de la producción maderable nacional proviene de los bosques templados y representa el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (FAO, 2015). En este sentido, el manejo forestal comunitario ha sido una herramienta con la cual gobiernos tanto nacionales como locales, en el marco de una estrategia global, han incentivado que sean los mismos usuarios que utilicen sus prácticas para un adecuado aprovechamiento para mejorar los sistemas ecológicos y el bienestar de las comunidades (Galicia *et al.*, 2018).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Dar a conocer la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados a alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón” en el poblado de San Rafael, Municipio de Tlalmanalco de Velázquez.

3.1.1 Objetivos particulares

Impartir el taller expositivo a los alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón”.

Evaluar cualitativamente el nivel de conocimiento que se tiene acerca de la importancia de los bosques templados mediante cuestionarios dirigidos a alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón”.

Concientizar a los alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón” de la importancia del bosque templado del Parque Estatal El Faro.

4. Materiales y Métodos

Para conocer cualitativamente el nivel de conocimiento de los alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magón” sobre la importancia biológica, ecológica y económica que los bosques templados nos ofrecen. Se aplicaron dos cuestionarios uno de entrada y otro de salida a los grupos de 5° y 6° semestre, de las clases de administración y química con un total de 48 alumnos.

La elaboración del cuestionario se realizó siguiendo textos de estudios sociales, como la metodología de Cea D' Ancona (2010). El cuestionario instrumento de investigación de carácter cualitativo que permite conocer las necesidades para

construir, aplicar métodos y conocimientos que permitan participar en el proceso de diagnóstico y respuesta a las necesidades. Su construcción, aplicación y tabulación poseen un grado científico y objetivo. El cuestionario es un medio útil y eficaz para recoger información en un tiempo relativamente breve Cea D' Ancona (2010). El cuestionario de entrada se realizó antes de la exposición, con un total de cinco preguntas de opción múltiple, con cuatro incisos para cada pregunta, se dio un tiempo de 10 minutos. El cuestionario de salida se realizó terminando la exposición, con un total de cinco preguntas, de opción múltiple con cuatro incisos cada una y una pregunta de verdadero o falso con dos incisos, se dio un tiempo de 10 minutos (Anexo 1). Con la información de los cuestionarios se construyeron las gráficas de cada pregunta.

5. Resultados

Se realizó un total de 96 cuestionarios de entrada y salida, el cuestionario de entrada se enfocó a diagnosticar los conceptos básicos y generales, la primera pregunta el 94% contestó correctamente que los bosques son ecosistemas, en la segunda pregunta el 33% respondió correctamente que solo el 30 % de la superficie del planeta es ocupada por los bosques, la tercera pregunta relacionada qué tipo de valor tienen los bosques, el 75% contestó correctamente que tienen valor biológico, ecológico y económico, la cuarta pregunta de ¿Qué son los servicios ecosistémicos?, el 75% contestó correctamente y por último la quinta pregunta el 58 % respondió los cuatro tipos de servicios ecosistémicos (Figura 1).

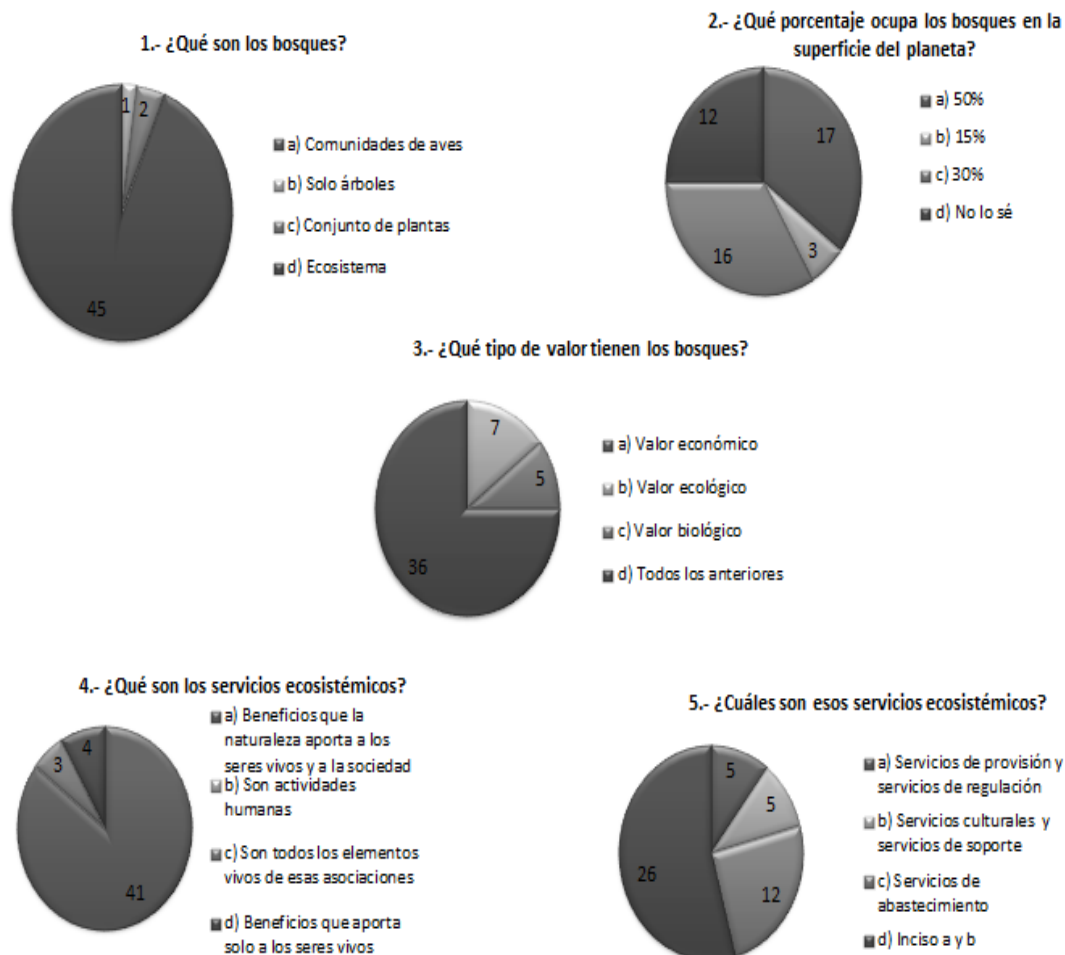


Figura 1. Resultados del cuestionario de entrada, las gráficas muestran el número de respuestas por cada pregunta y rubro.

El cuestionario de salida se enfocó en conceptos elaborados, las preguntas de este segundo cuestionario no fueron las mismas, a excepción de la pregunta dos. De los 48 cuestionarios de salida, solo tres no fueron entregados, de lo cual se tomó como nuestro 100%, los 45 cuestionarios de salida entregados. La primera pregunta que está relacionada al concepto de ecosistema el 84% respondió acertadamente, la segunda pregunta el 62 % contestó correctamente, es la única pregunta que se puede comparar y mencionar que hubo un aumento después de la exposición, la tercera pregunta que está relacionada con el concepto servicios ecosistémicos el 71% respondió correctamente, la cuarta pregunta es un ejemplo

de uno de los servicios ecosistémicos el 44% relaciono el ejemplo y por último la quinta pregunta, verdadero o falso, el 98% respondió correctamente que la deforestación puede determinar un aumento de las inundaciones y el riesgo de sequía (Figura 2).

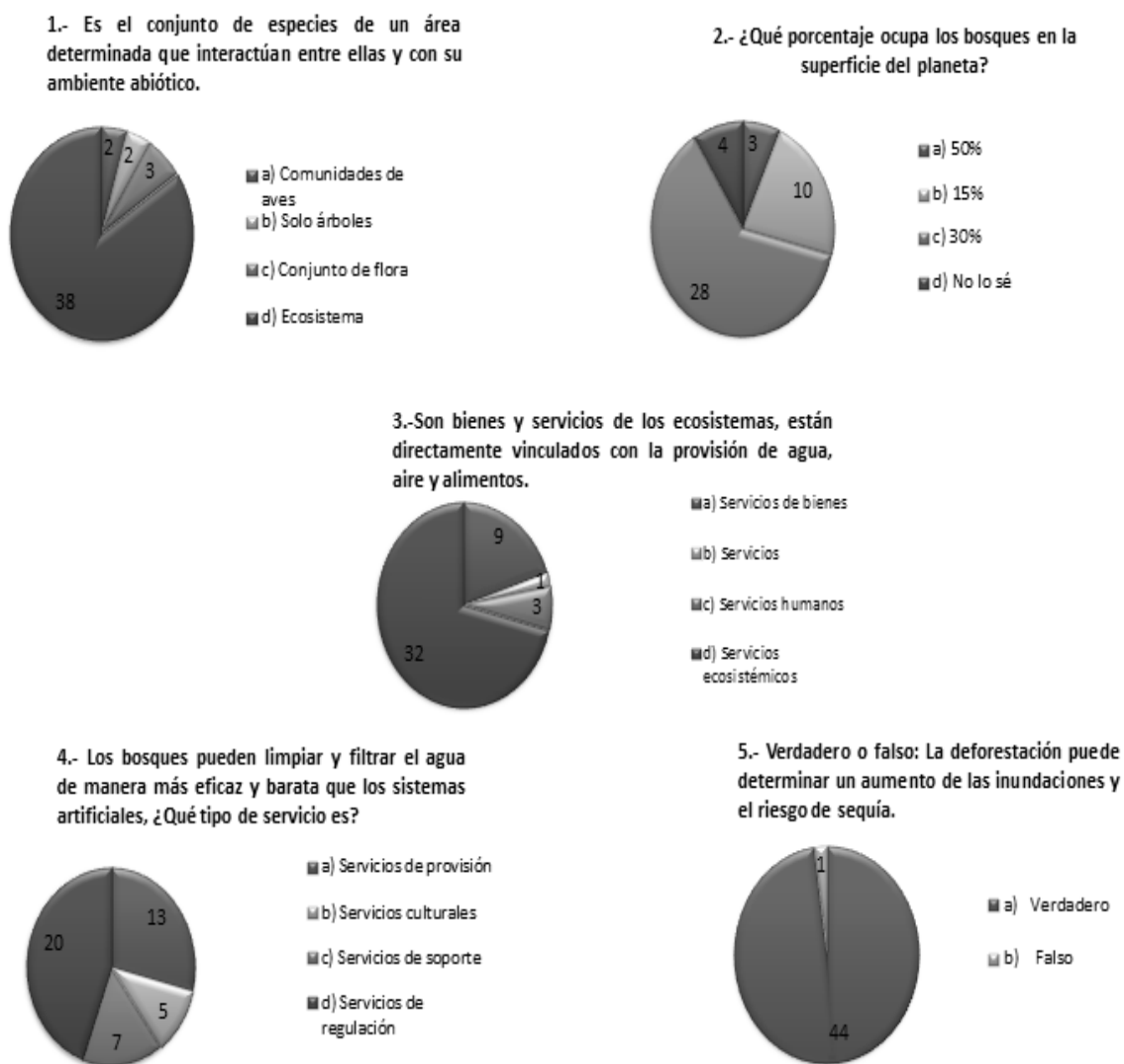


Figura 2. Resultados del cuestionario de salida, las siguientes graficas muestran el número de respuestas por cada pregunta y rubro.

6. Conclusiones

- ❖ Se realizó un diagnóstico cualitativo a través de los cuestionarios, demostrando que no todos los alumnos tienen el conocimiento de que los bosques templados brindan servicios ecosistémicos.
- ❖ La exposición sirvió para dar a conocer y aumentar el conocimiento del valor de los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques templados.
- ❖ A través de las actividades didácticas del taller los alumnos señalaron y reconocieron la problemática local, ocasionada por los asentamientos irregulares.
- ❖ Se concientizó a los estudiantes de 5° y 6° semestre de preparatoria del riesgo de perder los bosques templados y por lo tanto los servicios ecosistémicos.

7. Literatura Citada

Abrams, M. D., Kubiske, M. E. y Mostoller, S. A. (1994). Relating Wet and Dry Year Ecophysiology to Leaf Structure in Contrasting Temperate Tree Species. *Ecology* 75:123-133 pp.

Aguilar-Contreras, A., Balvanera, P. y Cotler, H. (2005). La capacidad de los ecosistemas para proveer servicios. (En preparación para el Segundo Estudio de País).

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*. 21(1-2):136-147 pp.

Castro, E., Fernández, I., Pérez, M. y Criado, F. (2008). La transferencia de conocimientos desde las humanidades: Posibilidades y Características. *Arbor*. Vol.184. Núm. 732, 616-636 pp.

Cea D'Ancona, M. (2010). Fundamentos y aplicaciones en metodología cuantitativa. Síntesis. Madrid, España. 493 pp.

Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. Capital Natural de México, Volumen I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 87-160 pp.

CONABIO (2001). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, 388 pp.

CONABIO (2006). Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 71 pp.

De Groot, R. S., Wilson, M., y Boumans, R. (2002). A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3), 393–408 pp.

Encina-Domínguez, J. A., Zárate-Lupercio, A, Valdés-Reyna, J y Villarreal-Quintanilla J. A. (2007). Caracterización Ecológica y Diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. Pátzcuaro n. 86, pp. 71-108.

FAO (2015). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Compendio de datos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 253 pp.

Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E. y Villanueva, A. (2018). Perspectivas del enfoque socio-ecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y Bosques*, 24(2).

Granados-Sánchez. D., López-Ríos., G. F. y Hernández-García, M. A. (2007). Ecología y silvicultura en bosques templados. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 13 (1):67-83 pp.

López, A., Rodríguez, D. y Bonilla, X. (2004). "¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de la ciencia y la práctica docente?", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9, 699–719 pp.

López-Feldman, A. (2012). Deforestation in México: A preliminary analysis. University Library of Munich, Germany.

López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., 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(1), 39-51 pp.

MEA (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Washington, DC: World Resources Institute, 82 pp.

Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Limusa, México, D.F. 505 pp.

Torres-Rojo, J.M. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. FAO, Roma.

Turner, R. K., Georgiou, S. y Fisher, B. (2008). Valuing Ecosystem Services: The Case of multi-functional wetlands. London: Cromwell Press. 240 pp.

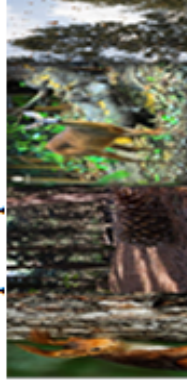
Zulueta, J., Medina, A. y Negrín, E. (2014). La transferencia de tecnología universidad-empresas sustentadas en redes de valor. *Ingeniería Industrial* 35(2):184-198 pp.

Tríptico utilizado en el taller expositivo acerca de la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados a los alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación "Ricardo Flores Magón".

BIENVENIDOS

Alumnos de la Escuela
Preparatoria Federal
por Cooperación
"Ricardo Flores
Magón"

El propósito es impartir el taller expositivo para conocer, evaluar y concientizar la importancia del bosque templado "El Faro".



La misión y visión es dar a conocer la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados, a alumnos de la Escuela Preparatoria Federal por Cooperación "Ricardo Flores Magón", en el poblado de San Rafael, Municipio de Tlaximilco de Velázquez.

Taller

Importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco

División Ciencias Biológicas y de la
Salud

Participantes:
M. en C. Aurora Chimal Hernández
Dr. Jordan Kyril Golubov Figueroa
Dr. Leopoldo Galicia Sarmiento

Coordinador del taller:
Biol. Diana Estebeida Juan Martínez



Primavera 2018



Valor económico

Proporciona 182 Productos
El 30% de los productos de
PPNM se consumen en sus
comunidades y sus alrededores.

El valor total nacional
anual de los PPNM fue
\$498 698 712 pesos.

Ciapa-Spa et al. 2010

Siete categorías de PPNM

- Φ Recursos
- Φ Fibras
- Φ Cereales
- Φ Resinas
- Φ Tierras de labranza
- Φ Otros productos

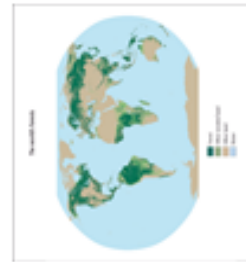
¿Cuáles son las ventajas que se presentarán si no están los bosques templados?

- Falta de sistemas de limpieza y filtrado del agua.
- Los bosques son un reservorio de agua a nivel mundial.
- La deforestación puede determinar un aumento de las inundaciones y el riesgo de sequía.



Introducción

Los bosques son ecosistemas, que a nivel mundial ocupan el 30% de la superficie del planeta (FAO, 2007). Los bosques templados de México, están distribuidos en el norte y sur de Baja California, a lo largo de las Sierras Madre Occidental y Oriental, en el Eje Neovolcánico, la Sierra Norte de Oaxaca y en el sur de Chiapas. Son comunidades siempre verdes, se estima que contienen cerca de 7 000 especies de plantas, dominadas por árboles de pinos y encinos. Con una superficie de 3 233 km², ocupan el 16% del territorio nacional, en un intervalo de altitud de 2 000 a 3 400 msnm (CONABIO, 2006).



Programa

8:30 Recepción y bienvenida de los alumnos en el auditorio

9:00 a 9:45 Exposición

10:00 a 10:30 Realizar actividad didáctica, mencionar y reconocer los servicios ecosistémicos que ofrece los bosques templados.

Objetivo general

Dar a conocer la importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados.

Objetivos particulares

- ❖ Impartir el taller expositivo.
- ❖ Evaluar cualitativamente el nivel de conocimiento que se tiene acerca de la importancia de los bosques templados mediante cuestionarios.
- ❖ Concientizar a los alumnos de la importancia del bosque templado "El Faro".

Anexos

Anexo 1. Cuestionario A y B realizados en el taller expositivo: Importancia biología, ecológica y económica de los bosques templados.



Cuestionario A

Subraya la respuesta que consideres correcta con base al conocimiento que se tenga.

NO UTILICES EL CELULAR.

- 1.- ¿Qué son los bosques?
 - a) Comunidades de aves
 - b) Solo árboles
 - c) Conjunto de plantas
 - d) Ecosistema
- 2.- ¿Qué porcentaje ocupa los bosques en la superficie del planeta?
 - a) 50%
 - b) 15%
 - c) 30%
 - d) No lo sé
- 3.- ¿Qué tipo de valor tienen los bosques?
 - a) Valor económico
 - b) Valor ecológico
 - c) Valor biológico
 - d) Todos los anteriores
- 4.- ¿Qué son los servicios ecosistémicos?
 - a) Beneficios que la naturaleza aporta a los seres vivos y a la sociedad
 - b) Son actividades humanas
 - c) Son todos los elementos vivos de esas asociaciones
 - d) Beneficios que aporta solo a los seres vivos
- 5.- ¿Cuáles son esos servicios ecosistémicos?
 - a) Servicios de provisión y servicios de regulación
 - b) Servicios culturales y servicios de soporte
 - c) Servicios de abastecimiento
 - d) Inciso a y b

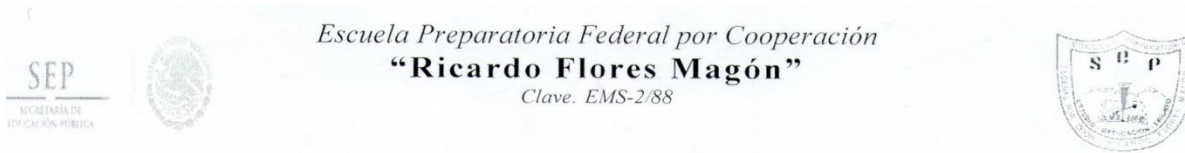


Cuestionario B

Subraya la respuesta que consideres correcta con base al conocimiento adquirido durante la exposición, además agregar **SUGERENCIAS Y COMENTARIOS** en la parte reversa de la hoja.

- 1.- Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico.
 - a) Comunidades de aves
 - b) Solo árboles
 - c) Conjunto de flora
 - d) Ecosistema
- 2.- ¿Qué porcentaje ocupa los bosques en la superficie del planeta?
 - a) 50%
 - b) 15%
 - c) 30%
 - d) No lo sé
- 3.- Son bienes y servicios de los ecosistemas, están directamente vinculados con la provisión de agua, aire y alimentos.
 - a) Servicios de bienes
 - b) Servicios
 - c) Servicios humanos
 - d) Servicios ecosistémicos
- 4.- Los bosques pueden limpiar y filtrar el agua de manera más eficaz y barata que los sistemas artificiales, ¿Qué tipo de servicio es?
 - a) Servicios de provisión
 - b) Servicios culturales
 - c) Servicios de soporte
 - d) Servicios de regulación
- 5.- Verdadero o falso: La deforestación puede determinar un aumento de las inundaciones y el riesgo de sequía.
 - a) Verdadero
 - b) Falso

1. Carta probatoria de la exposición del taller: “Importancia biológica, ecológica y económica de los bosques templados”.



Escuela Preparatoria Federal por Cooperación
“Ricardo Flores Magón”
Clave. EMS-2/88

San Rafael Estado de México, 26 de Noviembre del 2018

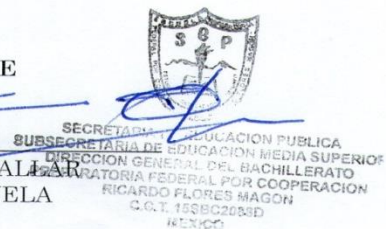
DR. JORGE CASTRO MEJIA
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN
ECOLOGIA APLICADA.
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
P r e s e n t e

Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento que la Biol. Diana Esbeida Juan Martínez; con matrícula 2172800610 de la maestría en Ecología Aplicada, realizó actividades de divulgación de ciencia por medio del taller “Importancia, Biológica, Ecológica y Económica de los Bosques Templados” que impartió a dos grupos de la Preparatoria Federal por Cooperación “Ricardo Flores Magon”, el día viernes 16 de noviembre 2018 en un horario de 9:00 a 10:30 hrs. Lo anterior como parte de las actividades planteadas a desarrollar en su proyecto de maestría en lo referente a transferencia de tecnología. En este taller pudo comunicarles a los preparatorianos la importancia de los bosques templados, los servicios ambientales que ofrecen y que es uno de varios ecosistemas que sirven de hábitat para la biodiversidad, además de resaltar la importancia del cuidado y conservación como parte de la identidad cultural.

Sin más por el momento, quedo a su disposición para cualquier información adicional que se desee solicitar

CORDIALMENTE

ING JORGE CHAVEZ CARBALLAN
DIRECTOR DE LA ESCUELA



TEL: 01-597-97-5-98-17
Av. 16 de Septiembre S/N
San Rafael, Tlalmanalco, Edo de Méx.
C.P 56740
JCHC/mpd*

2. La Escuela Preparatoria Federal por Cooperación "Ricardo Flores Magón" otorgó la presente constancia.

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DEL BACHILLERATO

LA ESCUELA PREPARATORIA FEDERAL POR COOPERACIÓN
"RICARDO FLORES MAGÓN"

CLAVE: EMS-2/88.
C.C.T. 15SBC2088D., DE SAN RAFAEL ESTADO DE MÉXICO.

OTORGA LA PRESENTE:

Constancia

A: *Bióloga. Diana Esbeida Juan Martínez*

Por haber impartido en esta Institución Educativa el Taller denominado
"IMPORTANCIA BIOLÓGICA, ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS BOSQUES TEMPLADOS" el
día 16 de noviembre de 2018.

DIRECTOR 

SUBDIRECTOR SECRETARIO 

ING. JORGE CHÁVEZ CARBALLAR
LIC. MA. ROSANA RODRÍGUEZ MANCERA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DEL BACHILLERATO
PREPARATORIA FEDERAL POR COOPERACIÓN
"RICARDO FLORES MAGÓN"
C.C.T. 15SBC2088D., DE SAN RAFAEL ESTADO DE MÉXICO.

Producto de trabajo

- ❖ Julio 2017-Sociedad Científica Mexicana de Ecología. VI Congreso Mexicano de Ecología. Participación con el cartel “Riqueza de especies vasculares como indicadores de la conservación en el Civs San Cayetano, Edo. de México”



La Sociedad Mexicana de Ecología

Otorga la presente constancia a:

Diana Esbeida Juan Martínez, Luis Carlos Padrón Cruz, Claudia Hernández Díaz, Aurora Chimal Hernández, Iván E. Roldán Aragón y Daniel Gaona Cervantes

con el cartel titulado:

Riqueza de plantas vasculares como indicadores de la conservación en el Civs San Cayetano, Edo. de México.

durante el VI Congreso Mexicano de Ecología celebrado el 30 de Julio al 4 de Agosto del 2017 en la ciudad de León, Gto.

Dra. Valeria Souza
Presidente de La Sociedad Mexicana de Ecología



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Departamento El Hombre y su Ambiente

- ❖ Enero 2018-Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Encuentro Académico Día del Biólogo 2018. Participación con el cartel científico “Justicia ambiental en México, ¿Realidad o Ficción?”

OTORGAN LA PRESENTE CONSTANCIA


A: *Chávez Valades José Augusto, Galindo Pérez Ezel Jacome, Juan Martínez Diana Esbeida, Lozada Canudas Antonio, Ramírez Núñez Jennifer y Sifuentes De la Torre Sarah Irma.*

Por haber obtenido el **1er Lugar en la Categoría Maestría**, con el cartel científico “**JUSTICIA AMBIENTAL EN MÉXICO, ¿REALIDAD O FICCIÓN?**” en el Encuentro Académico Día del Biólogo 2018

Celebrado en la Ciudad de México, 25 de enero de 2018.



Mtro. Rafael Díaz García
Director de la División de CBS



M. en SIG. Gilberto Sven Binnquist Cervantes
Jefe del Departamento El Hombre y su Ambiente



Dra. Judith Castellanos Moguel
Coordinadora de la Licenciatura en Biología



M. en C. Araceli Cortes García
Coordinadora del Evento

- ❖ Mayo 2018-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Tercera Reunión Científica Interinstitucional sobre Diversidad Biológica. Participación con el cartel “Comparación de la composición florística y descripción del sustrato en desechos mineros rehabilitados y no rehabilitados de Zacatecas”



- ❖ Mayo 2018-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Tercera Reunión Científica Interinstitucional sobre Diversidad Biológica. Participación con el cartel “Caracterización del arbolado en las áreas verdes de la Unidad Xochimilco de la UAM”



División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Otorgan la presente

CONSTANCIA

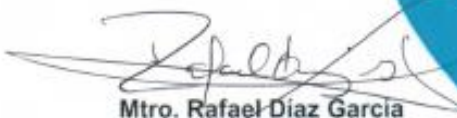
A

Aurora Chimal Hernández, Rafael Calderón Arózqueta, Luis Carlos Padrón Cruz y
Diana Esbeida Juan Martínez

Por su participación en la
Tercera Reunión Científica Interinstitucional sobre Diversidad Biológica
con el cartel

**Caracterización del arbolado en las áreas verdes de la Unidad Xochimilco de la
UAM**

Ciudad de México, 18 de mayo de 2018



Mtro. Rafael Díaz García
Director de la División de
Ciencias Biológicas y de la Salud



- ❖ Junio 2018- La Asociación Etnobiología Mexicana A.C. en Morelia, Michoacán. Participación ponencia oral libre, titulado “Etnobotánica del género *Salvia* en el oriente y sur del Valle de México”.



La Asociación Etnobiología Mexicana A.C. otorga la presente

CONSTANCIA

a:

**DIANA ESBEIDA JUAN MARTÍNEZ
LUIS CARLOS PADRÓN CRUZ
AURORA CHIMAL HERNÁNDEZ**

Por su participación con el trabajo titulado “Etnobotánica del género *salvia* en el oriente y sur del Valle de México”, en la modalidad de Ponencia Oral Libre.

Morelia, Michoacán del 11 al 15 de junio de 2018


Dr. Fabio Flores Granados

Pte. Asociación Etnobiología Mexicana A.C.
CEPHCIS, UNAM



**XI CONGRESO MEXICANO
DE ETNOBIOLOGÍA**


Dr. Andrés Camou Guerrero
Pte. Comité de Organización Local
ENES Unidad Morelia, UNAM



- ❖ Noviembre 2018-VIII Simposio de Investigación del Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl. Presentación de cartel Caracterización de la estructura y composición florística de las comunidades vegetales del Parque Estatal “Cerro El Faro”



Otorgan la presente:

CONSTANCIA

a **Diana Esbeida Juan Martínez, Aurora Chimal Hernández, Jordan K Golubov**

Figuroa y Leopoldo Galicia

Por la valiosa aportación de su trabajo: **CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL PARQUE ESTATAL “CERRO EL FARO”**

Que en la modalidad de cartel, fue presentado en el

VIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN DEL PARQUE NACIONAL IZTACCÍHUATL POPOCATÉPETL

“El Área Natural Protegida: Una estrategia para el manejo integrado de cuenca”

Tlalmanalco, Edo. De Méx., 22 y 23 de noviembre de 2018.

Ing. Amaro Fernández Islas
 Director Parque Nacional
 Iztaccíhuatl-Popocatepetl

Dr. Pedro Moctezuma Barragán
 Coordinador General Programa
 De Investigación para la
 Sustentabilidad-UAM

Dr. Gerardo Cruz Flores
 Representante de la Red de
 Investigadores del Parque Nacional
 Iztaccíhuatl-Popocatepetl

1er Congreso en Ecología Aplicada

Otorgan la presente constancia a:

Biól. Diana Esbeida Juan Martínez

Por su participación en la organización :

En el 1er Congreso en Ecología Aplicada

Auditorio Jesús Virchez, edificio R, Universidad Autónoma Metropolitana, 21 y
22 de Noviembre de 2018



Dr. Luis Amado Ayala Pérez
Secretario Académico de la División de Ciencias
Biológicas y de la Salud



- ❖ Noviembre 2018-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. 1er Congreso en Ecología Aplicada. Participación en la organización del 1er Congreso en Ecología Aplicada.

- ❖ Enero 2019-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Encuentro Académico Día del Biólogo 2019. Participación con el cartel científico: “Caracterización de la estructura y composición florística de las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro”.





Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

**El Departamento El Hombre y su Ambiente y
la Licenciatura en Biología**

Otorgan la presente constancia a:

***Juan Martínez Diana Esbeida, Chimal Hernández Aurora,
Golubov Figueroa Jordan Kyril y Galicia Sarmiento Leopoldo.***

Por su participación con el cartel científico:
***“Caracterización de la estructura y composición florística de las
comunidades vegetales del Parque Estatal ‘Cerro El Faro’ ”***

en el Encuentro Académico Día del Biólogo 2019.

Celebrado en la Ciudad de México los días 24 y 25 de enero de 2019.



Mtra. María Elena Contreras Garfias.
Directora de la División de CBS.



Dra. María del Carmen Monroy Dosta.
Coordinadora de la Licenciatura en Biología.



M. en SIG Gilberto Sven Binnquist Cervantes.
Jefe del Departamento El Hombre y su Ambiente





XVI encuentro
Participación de la
Mujer
en la
Ciencia

29-31 MAYO 2019 León, Guanajuato



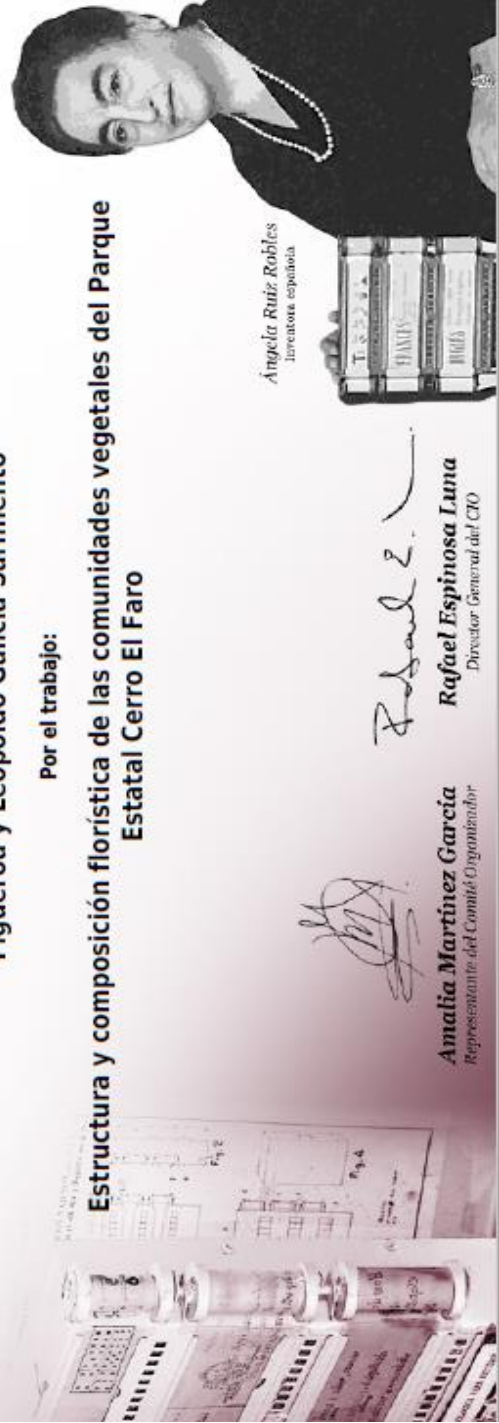
CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN ÓPTICA, A.C.

*Otorga el presente
Reconocimiento
por su valiosa participación a:*

**Diana Esbeida Juan Martínez , Aurora Chimal Hernández, Jordan Kyril Golubov
Figueroa y Leopoldo Galicia Sarmiento**

Por el trabajo:

**Estructura y composición florística de las comunidades vegetales del Parque
Estatel Cerro El Faro**



Ángela Ruiz Robles
Irene Torres Espinoza

Amalia Martínez García
Representante del Comité Organizador

Rafael Espinosa Luna
Director General del CIO

- ❖ Mayo 2019-Centro de Investigaciones en Óptica. XVI Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. Ponente: “Estructura y composición florística de las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro”.

- ❖ Septiembre 2019-Centro de Negocios UAQ. VII Congreso Mexicano de Ecología. Ponencia oral: “La vegetación y flora como indicadores ecológicos del Parque Estatal Cerro El Faro, Tlalmanalco, Estado de México”.



La Sociedad Científica Mexicana de Ecología
y la Facultad de Ciencias Naturales de la
Universidad Autónoma de Querétaro

otorgan la presente

CONSTANCIA

a

**Diana Esbeida Juan Martínez, Aurora Chimal Hernández, Jordan
Kyril Golubov Figueroa, Leopoldo Galicia Sarmiento.**

por su contribución con la ponencia oral titulada

**La vegetación y flora como indicadores ecológicos del Parque Estatal
Cerro El Faro, Tlalmanalco, Estado de México.**

en el **VII CONGRESO MEXICANO DE ECOLOGÍA**
celebrado del 29 de septiembre al 4 de octubre de 2019

Dr. Pedro Luis Valverde Padilla
*Presidente de la
Sociedad Científica Mexicana de Ecología*

Dr. Humberto Suzán Azpiri
*Presidente del
Comité Organizador Local*

Juriquilla, Santiago de Querétaro, Querétaro.

- ❖ Septiembre 2019-Centro de Negocios UAQ. VII Congreso Mexicano de Ecología. Participación como presidente de la sesión: Ecología del paisaje.



La Sociedad Científica Mexicana de Ecología
y la Facultad de Ciencias Naturales de la
Universidad Autónoma de Querétaro

AGRADECE SINCERAMENTE

a

Diana Esbeida Juan Martínez

por su participación como presidente de la sesión de trabajo con el tema:

Ecología del paisaje

durante el **VII CONGRESO MEXICANO DE ECOLOGÍA**
celebrado del 29 de septiembre al 4 de octubre de 2019

Dr. Pedro Luis Valverde Padilla
*Presidente de la
Sociedad Científica Mexicana de Ecología*

Dr. Humberto Suzán Azpiri
*Presidente del
Comité Organizador Local*

- ❖ Octubre 2019-Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). XXI Congreso Mexicano de Botánica. Integrando el conocimiento de la Diversidad Vegetal de México. Ponencia oral: “La diversidad alfa y beta de las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro y su relación con los agentes de perturbación”.




CONGRESO MEXICANO DE BOTÁNICA
 Integrando el Conocimiento de la Diversidad Vegetal de México

Sociedad Botánica de México
 20 al 25 de octubre de 2019
 Universidad Autónoma de Aguascalientes

La Sociedad Botánica de México, A.C., otorga la presente constancia a

Diana Esbeida Juan Martínez, Aurora Chimal Hernández, Jordan Kyril Golubov Figueroa, Leopoldo Galicia Sarmiento.

como ponentel(s) en la modalidad de presentación oral

con el trabajo titulado:

La diversidad alfa y beta de las comunidades vegetales del Parque Estatal Cerro El Faro y su relación con los agentes de perturbación

Atentamente
 Aguascalientes, Ags., a 26 de octubre de 2019


Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
 Presidente
 Sociedad Botánica de México, A.C.


Dr. Gilberto Alejandro Ocampo Acosta
 Coordinación del XXI Congreso Mexicano de Botánica
 Universidad Autónoma de Aguascalientes


Biol. Eligio Arturo Victoria Hernández
 Coordinación del XXI Congreso Mexicano de Botánica
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía



