



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN BIOLOGÍA

**Caracterización de las asociaciones vegetales de  
invierno, en el Parque Estatal “Cerro El Faro”,  
Tlalmanalco de Velázquez, Edo. de México.**

QUE PRESENTA EL ALUMNO (A)

**SILVIA BARRALES OREA**

Matrícula: 2123057725

**Asesor Interno:** M. en SIG. Roldán Aragón Iván Ernesto

Departamento El Hombre y su Ambiente.

No. Económico 22489.

---

**Asesor externo:** Biól. Leon Carvajal Ernesto Augusto

Coordinador de fauna silvestre en Endémica. Consultoría Ambiental S. C.

Cedula profesional 9600950

---

Ciudad de México

Noviembre de 2019

**Resumen:** El Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF), Edo. de México, cuenta con una alta diversidad biológica y es considerado un puente biológico, sin embargo, es un área amenazada por actividades humanas como el crecimiento urbano y el uso de sus recursos naturales sin planeación. De ahí la necesidad de investigaciones dentro del PECEF, que contemplen conocer de forma específica y general a la vegetación, que es un componente estructural del hábitat de especies tanto de flora como de fauna. Por lo anterior el presente trabajo tuvo el objetivo de caracterizar las asociaciones vegetales, con base en su estructura, composición y distribución en el Parque Estatal “Cerro el Faro”. En 20 unidades de muestreo se registró información topográfica, composición y cobertura de las especies y la estratificación de la vegetación. Para especies arbóreas se midió la altura total y el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) a individuos con diámetro mayor a 3 cm. Así mismo se elaboró una curva de acumulación de especies y se calcularon los parámetros necesarios para determinar el Índice de Valor de Importancia de las especies de árboles. Para la delimitación de la distribución espacial de las asociaciones vegetales se realizó una interpretación visual de una imagen a color de Bing de fecha reciente. Se registró un total de 94 especies de plantas, pertenecientes a 59 géneros de 35 familias para la temporada de invierno. Como registros nuevos para el PECEF se tuvo a 17 especies, considerando la lista florística publicada por Chimal *et al.* (2013). Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia fueron *Cupressus lusitanica*, *Quercus laurina* y *Pinus pseudostrobus* aunque los que presentaron mayor área basal fueron *C. lusitánica*, *P. leiophylla* y *Q. laurina*. Se obtuvieron cuatro asociaciones por presencia - ausencia de especies y cinco a partir de la cobertura arbórea de las que, las especies de los géneros *Pinus*, *Quercus* y *Cupressus* fueron las dominantes. Se obtuvo un 80% de cobertura media a alta, coincidiendo con el área de conservación ya establecida en el PECEF.

**Palabras clave:** Estructura de la vegetación, distribución espacial, cobertura arbórea, composición florística.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS PARTICULARES.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	2
ÁREA DE ESTUDIO.....	4
MÉTODOS.....	6
RESULTADOS.....	7
DISCUSIÓN.....	16
INFLUENCIA DE FACTORES FÍSICOS SOBRE LA VEGETACIÓN.....	16
COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN.....	18
CONCLUSIONES.....	20
REFERENCIAS.....	21
ANEXOS.....	24
<i>ANEXO 1. Polígono original del Área Natural Protegida (azul) con una extensión de 58 hectáreas, mismo que fue utilizado para realizar el mapa de distribución vegetal por cobertura arbórea del presente trabajo. El polígono con el cual se dio el decreto del Gobierno Estatal el 8 de agosto de 2003 fue el correspondiente a 40 hectáreas (verde). Tomado de González et al., 2017.....</i>	<i>24</i>
<i>ANEXO 2. Zona de conservación (verde) y zona de manejo (verde pistache) del PECEF. Tomado de González et al., 2017.....</i>	<i>25</i>
<i>ANEXO 3. Lista florística con forma de vida, frecuencia absoluta de cada especie y tipo de crecimiento (con base en Vibrans, 2014), del PECEF en temporada de invierno.....</i>	<i>26</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Localización del Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF). .....	5
<b>Figura 2.</b> Localización de los puntos de muestreo en el PECEF.....	7
<b>Figura 3.</b> Altitud e inclinación registrada en los sitios de muestreo dentro del PECEF.....	7
<b>Figura 4.</b> Orientación registrada en los sitios de muestreo en el PECEF.....	8
<b>Figura 5.</b> Curva de acumulación de especies de la riqueza observada y estimada con Bootstrap.....	8
<b>Figura 6.</b> Familias con mayor número de especies en el PECEF.....	9
<b>Figura 7.</b> Clasificación (A) de los sitios de muestreo con respecto a la ausencia-presencia de las especies dentro del PECEF. ....	12
<b>Figura 8.</b> Clasificación (B) de los sitios de muestreo con respecto a la cobertura de las especies dentro del PECEF.....	13
<b>Figura 9.</b> Distribución de cobertura arbórea en el PECEF. ....	15

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Factores y especies dominantes de los sitios del PECEF.....	10
<b>Tabla 2.</b> Medidas absolutas y relativas de abundancia y Valor de Importancia de las especies arbóreas registradas en el PECEF.....	11
<b>Tabla 3.</b> Características de las asociaciones obtenidas de la clasificación de los sitios con base a la presencia – ausencia.....	12
<b>Tabla 4.</b> Características de las asociaciones obtenidas de la clasificación de los sitios con base a la cobertura. ....	13
<b>Tabla 5.</b> Superficie de clases de cobertura arbórea del PECEF.....	14
<b>Tabla 6.</b> Agrupación de las pendientes según las clasificaciones del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC, 1985).....	16
<b>Tabla 7.</b> Especies con nuevo registro en el PECEF.....	18

## INTRODUCCIÓN.

En un ecosistema, la vegetación se considera un componente estructural importante, que es empleado como base para la descripción de procesos biológicos y ecológicos (González, 2004; Díaz, 2011). Este componente influye sobre la biodiversidad como condicionante en la forma de vida de las especies y a su vez la susceptibilidad de cada especie determinará cuales predominan sobre otras (Smith y Smith, 2007). Conocer de forma específica y general a la vegetación, permite identificar cuáles son las principales acciones que deban atenderse dentro de un sistema ecológico que ha sido degradado, y así, mejorar las estrategias (Méndez *et al.* 2018)<sup>a</sup>, para establecer programas más eficientes para conservación, monitoreo y/o aprovechamiento sustentable (Maass y Martinez, 1990; Santibañez *et al.*, 2015).

Para un estudio apropiado de la vegetación hay que considerar de forma individual y complementaria cada una de sus características, de tal modo que se obtenga información detallada de su dinámica y estado. La estructura vegetal, composición florística, estratificación y el patrón espacial, son parte de las características que más se toman en cuenta y, la integración de una con otra u otras, permite la distinción de asociaciones vegetales (González, 2004; Rodríguez, 2009; López *et al.*, 2017). Entiéndase como *asociación vegetal* a los grupos donde una especie vegetal coincide con otras especies en específico, de forma regular, debido a la semejanza que puedan tener en sus requerimientos ecológicos, estableciéndose en un mismo espacio (Mostacedo y Fredericksen, 2000; González, 2004). Conocer como se encuentran las asociaciones vegetales, sirve de base para establecer mejores criterios de manejo dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Las ANP son “las zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservados y restauradas” (LGEEPA, 2015). Entendiendo que su principal labor es la de dar protección a los ecosistemas, sus elementos y sus funciones, también es importante mencionar que las ANP proporcionan un espacio para el desarrollo de actividades científicas, de turismo, cultura, educación ecológica, esparcimiento y recreación (SEDEMA, 2019).

Un caso particular es el Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF), Edo. de México, declarado como Área Natural Protegida con categoría de Parque Estatal en el año 2003 que, de acuerdo a la Gaceta del gobierno del Estado de México, un Parque Estatal es “un área con importancia por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, valor histórico, y por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo sostenible” (G.E.M., 2003; CEPANAF, 2019). Sin embargo, aunque el PECEF cuenta con protección legal para su conservación y a pesar de la existencia de un convenio entre la Universidad Autónoma Metropolitana y la Comisión Federal de Parques Nacionales para su saneamiento, recuperación, conservación, protección y uso sustentable, sigue siendo afectado por el crecimiento acelerado de los asentamientos humanos, que a su vez influye en la destrucción del hábitat y pérdida de la biodiversidad (González, *et al.*, 2007; Chimal *et al.*, 2013). La falta de investigaciones que describan el estado de sus componentes, ha llevado a que no se desarrolle un plan de manejo para el PECEF, que dentro de sus objetivos principales tenga el conservar el ambiente natural, salvaguardar las especies, asegurar un adecuado aprovechamiento, generar investigación científica y divulgar el conocimiento, para evitar la pérdida de ecosistemas, que son de importancia para el país. Por lo anterior el presente trabajo

tiene el propósito de caracterizar las asociaciones vegetales del PECEF, buscando contribuir en el conocimiento de la vegetación.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Caracterizar las asociaciones vegetales de invierno en el Parque Estatal Cerro El Faro, Edo. de México.

### **Objetivos particulares.**

1. Describir los aspectos fisiográficos de los sitios de muestreo.
2. Determinar la composición y estructura de las asociaciones vegetales.
3. Delimitar la distribución de las asociaciones vegetales.

## **REVISION DE LITERATURA.**

Investigaciones sobre composición florística, asociaciones vegetales o estructura arbórea en bosques templados dentro del eje neo volcánico transversal, señalan la importancia de la zona centro del país como un importante corredor biológico y junto a otras investigaciones llevadas a cabo en ANP's, comparten con el PECEF semejanzas en su composición florística, en el Índice de Valor de Importancia de ciertas especies, en las asociaciones vegetales. Algunas de estas investigaciones llevaron una metodología semejante a la del presente trabajo.

El Programa de Manejo para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Chávez y Trigo, 1996), describe un total de 914 especies vegetales, distribuidas en 370 géneros y 89 familias, de las que 643 especies son dicotiledóneas, 260 monocotiledóneas y 11 gimnospermas. Con base en los autores mencionados, se describen las siguientes comunidades vegetales: bosque de pino, bosque mixto, bosque de pino-encino, bosque de abies, bosque de encinos, pastizales, zacatonal, bosque mesófilo, matorral de juniperos, pradera de potentilla, matorral inerme y vegetación secundaria.

Sánchez y López (2003) hicieron un análisis de la vegetación y de los factores que influyen en su estructura y distribución, a lo largo de un gradiente altitudinal del norte de la Sierra Nevada en el Estado de México. Mediante un análisis de agrupamiento y análisis de correspondencia obtuvieron seis tipos de vegetación (encinar arbustivo, bosque de encino, bosque mixto, bosque de oyamel, bosque de pino y pastizal). Consideraron 202 especies y 37 variables ambientales como temperatura, precipitación, pendiente del terreno, materia orgánica, entre otras.

Un trabajo realizado en un bosque de Pino-encino por Méndez *et al.* (2018)<sup>b</sup>, evaluó la diversidad y estructura de la vegetación, en la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero. Se hizo un censo de todas las especies leñosas con un DAP > 10 cm, a cada individuo se le tomaron medidas dendrométricas de altura total (h), DAP y diámetro de la copa. También se estimó la densidad, cobertura, frecuencia y el Índice de Valor de Importancia (IVI), así como la diversidad. En total se registraron cinco especies pertenecientes a dos familias y dos géneros. La familia con mayor presencia en el lugar de estudio fue Fagaceae con tres especies, sin embargo, el género *Pinus* registró el mayor valor de importancia. Se concluye

que la comunidad vegetal estudiada está en proceso de regeneración activa y posee baja diversidad y una riqueza de especies reducida.

López *et al.* (2017) evaluaron la composición y la diversidad de las especies forestales en bosques templados en la zona este del estado de Puebla. Se registró información dasométrica de altura total (m), diámetro a la altura del pecho (cm) y cobertura de copa de ejemplares con un diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 7.5 cm. Para cada una de las especies se cuantificó su abundancia y su frecuencia. Se generó para cada especie el IVI. Los resultados mostraron 11 especies arbóreas, distribuidas en cinco géneros. La familia con mayor riqueza fue Pinaceae, con seis especies, de las cuales *P. montezumae* fue la que presentó los valores mayores de densidad, área basal y área de copa. Los resultados obtenidos indican tendencia a la heterogeneidad del ecosistema.

Roldán *et al.* (2017) hicieron el análisis de la estructura, composición florística, distribución y relación con factores ambientales de las comunidades forestales templadas en el Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre (CIVS) San Cayetano, Estado de México. Se registraron 19 especies de árboles, de 17 géneros y 15 familias, algunas de estas especies son *Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Pinus ayacahuite*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula*, *Cupressus lusitánica*, entre otras. La altitud mostró la relación más consistente con la distribución de las comunidades. Por otro lado, describen que el género *Pinus* reúne el 41.9% del IVI de la zona y el género *Quercus* un 34.3%, mientras que *Cupressus lusitánica* obtuvo un valor de importancia de 1.18%.

Rojas *et al.* (2016), describieron la vegetación y riqueza florística de este municipio del Estado de México. Se registraron, describieron y cartografiaron los distintos tipos de vegetación como el bosque de *Pinus*, de *Pinus-Quercus*, *Quercus* y bosque mesófilo de montaña. Finalmente registraron 617 especies de 323 géneros y 106 familias. De las cuales hubo tres nuevos registros para el municipio, y dos de estas lo son también para el Estado de México, a su vez registran dos especies endémicas para el Estado de México.

Por su parte Trejo y Tejero (2017), realizaron un inventario florístico de la sierra de Las Ánimas, Chapa de Mota, Estado de México, que es también un ANP con categoría de Parque Estatal, además dicha área muestra un clima templado subhúmedo y en su mayoría posee bosque de *Quercus* y *Quercus-Pinus*. En su trabajo obtuvieron un total de 271 especies agrupadas en 149 géneros y 75 familias, de las cuales Asteraceae, Fabaceae, Pteridaceae, Fagaceae y Lamiaceae son las mejor representadas. Del total de las especies 15 se encuentran bajo categoría de riesgo en listados nacionales e internacionales y alrededor del 12% de las especies son endémicas de México.

Roldán *et al.* (2011) hicieron un estudio de la vegetación de la cuenca del río Eslava, Delegación Magdalena Contreras, en la Ciudad de México. Realizaron un registro de especies y una descripción de las comunidades vegetales. Los resultados describen cinco comunidades vegetales primarias (Bosque de *Abies religiosa*, Bosque de *Pinus teocote* – *P. montezumae*, Bosque de *Pinus harthwegii*, Bosque de *Pinus* – *Quercus* y Bosque de *Quercus rugosa* – *Q. laurina*), una comunidad secundaria (Pastizal inducido) y tres clases de uso del suelo (Agricultura, Zona urbana y Suelo descubierto).

Particularmente, González *et al.* (2007), en una propuesta de programa de conservación y manejo para el PECEF, describe el tipo de vegetación del área como bosque mixto, dominado por especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*, componentes que constituyen la mayor parte



de la cubierta vegetal en lugares de clima templado. Esta vegetación presenta un estrato arbóreo conformado por *Pinus montezumae*, *P. ayacahuite*, *P. leiophylla* y *Cupressus lusitanica*, otro fue conformado por *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleia cordata*, *Crataegus mexicana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus*, *Garrya laurifolia*, *Prunus serótina*, *Quercus rugosa*, *Q. crassipes*, *Q. laurina* y *Salix paradoxa*.

Recientemente, durante cuatro años se realizó un estudio de la flora vascular del PECEF (Chimal *et al.*, 2013), en el que se identificaron especies vasculares de helechos, gimnospermas y angiospermas. De igual forma describen que se trata de un bosque mixto de pino-encino principalmente y en algunos sitios se presentan elementos de bosque mesófilo de montaña perturbado por actividad antropogénica y la introducción de especies. En este trabajo, se registraron 234 especies de plantas vasculares, de las cuales 11 son introducidas o exóticas y una (*Cupressus lusitánica*) se encuentra bajo categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, como sujeta a protección especial.

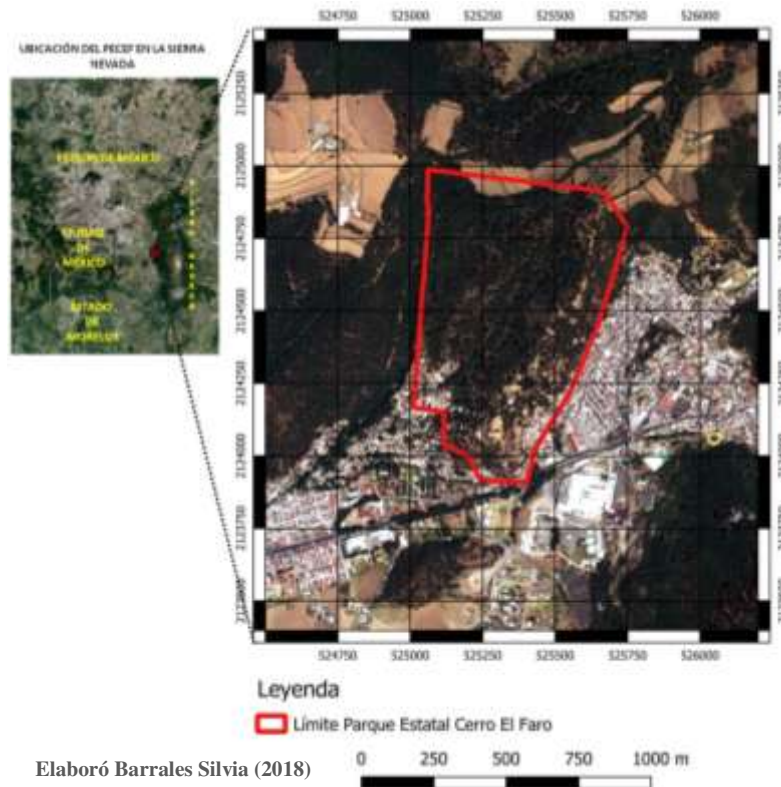
## ÁREA DE ESTUDIO.

El PECEF cuenta con una extensión total de 58 hectáreas, y aproximadamente 40.5 ha son las que entran en el decreto del 2003. Se localiza al Este del Estado de México, en el municipio de Tlalmanalco de Velázquez, en la zona 14 UTM y coordenadas extremas en la esquina inferior izquierda X = 525010 y Y = 2123908 y la esquina superior derecha X = 525750 y Y = 2124987. Al Norte colinda con el Ejido de Tlalmanalco, al Este y Sur con la localidad de San Rafael y al Oeste con el ejido de San Juan Atzacualoya. Además es una zona muy cercana a las Ciudad de México y Ciudad de Cuautla (**Figura 1**).

En cuanto al clima, este es templado subhúmedo (Cb (w2)(w)) de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, con régimen de lluvias dominante en verano y precipitación media anual de 1092.6 mm, donde Febrero es el mes más seco con 8.6 mm y Julio es el más lluvioso con 228.8 mm. En los meses de Noviembre a Febrero se presentan numerosas heladas, la temperatura media anual registrada para esta región es de 13.2°C. El mes más frío es Enero, con temperatura de 10.9°. Los vientos dominantes son de Norte a Sur en el invierno (Chávez y Trigo, 1996; García, 2004).

La geomorfología del PECEF consiste en un conjunto de colinas que pertenecen a las faldas del volcán Iztaccíhuatl por lo que tiene el mismo origen que dicho Volcán, y son resultado de diferentes procesos geomorfológicos, como erupciones volcánicas, erosión, deshielo de glaciares y corrientes fluviales (Noyola y Méndez, 2005). Cuenta con altitudes desde los 2500 hasta los 2680 msnm (González, *et al.*, 2007), a su vez presenta dos corrientes intermitentes que se integran al Río Tlalmanalco (González, *et al.*, 2007), y en él predomina un tipo de suelo Andosol Ócrico, producto de cenizas volcánicas, pobre en materia orgánica, con retención de fósforo y muy susceptible a la erosión (González *et al.*, 2007).

El PECEF, forma parte de la Reserva Ecológica de la Sierra Nevada, representada esta última por un alto porcentaje de las especies presentes en el Eje Neovolcánico Transversal, de las que muchas son endémicas. Por otro lado las condiciones de la Sierra Nevada, y de todo el Valle de México, no solo han favorecido la diversidad de la flora y fauna, sino también el establecimiento de asentamientos humanos, lo que ha resultado desfavorable para las diferentes formas en que se expresa la biodiversidad regional (Chávez y Trigo, 1996).



**Figura 1. Localización del Parque Estatal Cerro El Faro (PECEF).**

Antes de ser decretado como ANP con categoría de Parque Estatal, el 8 de Agosto del 2003, el PECEF pasó por una serie de afectaciones, como asentamientos humanos irregulares, tala clandestina, ocoteo, incendios forestales e incluso el ser usado como vertedero de basura. Sin embargo antes de ser donada por la fábrica de “Papeles de Calidad San Rafael, S. A. de C. V.” al Gobierno del Estado de México, el área ya tenía alto grado de alteración, dado que la compañía papelera se centró en la plantación de especies arbóreas de rápido crecimiento y alta producción celulósica, por lo que introdujeron especies de Eucalipto y traslocaron a la especie *Pinus patula*, modificando así, al estrato arbóreo (González *et al.*, 2007).

“El 28 de Junio de 2005 fue firmado un convenio entre la Comisión Estatal de Parques Nacionales y de la Fauna y la Universidad Autónoma Metropolitana con el propósito de sanear, recuperar, conservar, proteger o usar el área bajo principios de sustentabilidad y, justamente se le ha atribuido la categoría de Parque Estatal” (González *et al.*, 2007) por ser parte de la Sierra Nevada y por ser considerado un puente biológico (Chimal *et al.* 2013). Actualmente El Parque Estatal Cerro El Faro, Edo. de México, junto con el “Centro para la sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa” forman parte del proyecto de la Sierra Nevada en el que participan la Universidad Autónoma Metropolitana en convenio con la Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México y la Comisión Ambiental Metropolitana.

Para el año 2007 se propuso el programa de conservación y manejo para el PECEF (González *et al.*, 2007), el cual tomó por objetivo principal establecer criterios, lineamientos, acciones y seguimientos que deberían ejecutarse en el PECEF para su conservación. También se implementaron reglamentos según la zonificación (de conservación o manejo), además se incentivó el desarrollo de investigaciones y diagnósticos que sustentaran de mejor manera su

conservación, protección, remediación y restauración. Así mismo se ha reforestado con plántulas de especies nativas (*Abies religiosa*, *Quercus rugosa*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus pseudostrobus*) y se reintrodujo a individuos de *Cupressus lusitanica*.

## MÉTODOS

Para llevar a cabo el muestreo de la vegetación se establecieron de forma preferencial 20 sitios de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) (Matteucci y Colma, 1982) (**Figura 2**). El muestreo fue realizado en la época de secas durante enero del 2018. Cada sitio fue georeferenciado y se registró la altitud, pendiente y orientación.

Para conocer la composición florística se tomaron y etiquetaron muestras botánicas de las especies de cada sitio, las que fueron determinadas con ayuda de la clave de Rzedowski (2005) y, para los casos de difícil determinación taxonómica, se acudió al Herbario Nacional de México (MEXU). Lo nombres científicos y los autores se corroboraron con el Catálogo de las plantas vasculares nativas de México de Villaseñor (2016)

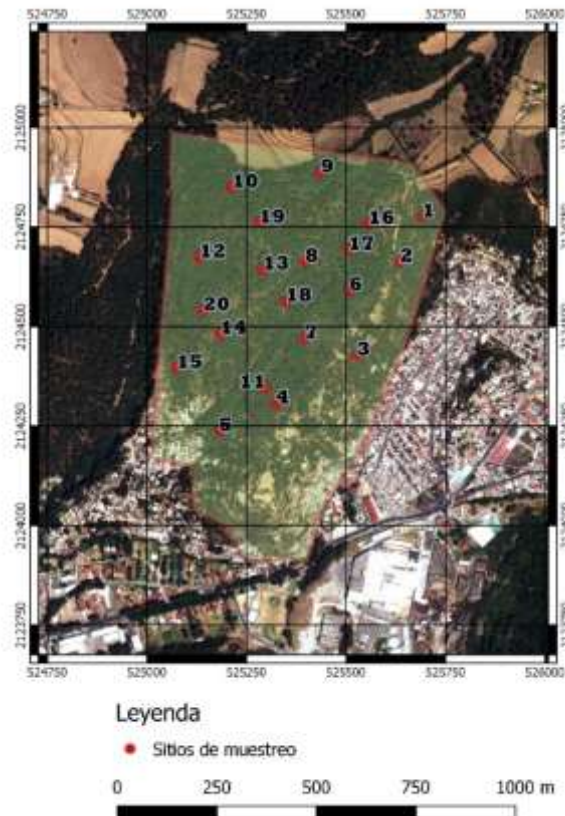
Se estimó la cobertura observada y se registró la forma de vida de cada especie. En el caso de los árboles se tomó la altura total con pistola Haga y el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) a individuos con diámetro superior a 3 cm con una cita métrica. Además, considerando la forma de vida de las distintas especies (árboles, arbustos, hierbas), se registraron los estratos, de los cuales se estimó la altura y cobertura total.

En la elaboración de la cartografía de la cobertura forestal, se tomó como superficie del PECEF el polígono original de 58 ha (**ANEXO 1**), también se utilizó una imagen a color de Bing con fecha reciente, la cual fue interpretada visualmente (Chuvieco, 2006) en el software QGIS 2.18 Las Palmas (Sherman, 2002), logrando así, establecer seis clases de cobertura arbórea: alta, alta-media, media, media-baja, baja y sin cobertura.

Para la descripción de los aspectos fisiográficos se elaboraron gráficas de la altitud, inclinación y exposición.

Por otra parte se calculó la riqueza esperada con estimadores no paramétricos, con el programa ESTIMATES (Colwell, 1994). También se obtuvo el Índice de Valor de Importancia de cada una de las especies, para determinar la estructura arbórea, a partir de los valores relativos del área basal, densidad y frecuencia (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Se clasificaron los sitios, considerando la presencia-ausencia de las especies (clasificación A) y la abundancia por cobertura (clasificación B), utilizando como medidas de distancia los índices Jaccard y Pearson, respectivamente, lo cual se procesó con ayuda de los programas PAST (Hammer y Ryan, 2001) y SYSTAT 10.2 (Wilkinson, 1970). Con el fin de determinar el número de asociaciones vegetales se eligió el nivel de corte, cuidando el no generar pocos grupos, pues estos resultarían heterogéneos y artificiales, o demasiados grupos que complicaría su interpretación (Sánchez y López, 2003).



Elaboró Barrales Silvia (2018)

Figura 2. Localización de los puntos de muestreo en el PECEF.

## RESULTADOS.

La altitud de los sitios no fluctuó de forma acentuada, dado que todas estas se concentraron en un intervalo de 2550 a 2700 msnm. Sin embargo, se observa la definición de tres grupos, uno que va de 2558 a 2579 msnm, un segundo que se encuentra entre 2606 y 2631 y un tercero, constituido por los de mayor altitud que van de 2641 a 2694 msnm (Figura 3). A su vez la inclinación del terreno se situó entre el 20% y 70%, los sitios con mayor inclinación fueron el 1, 3, 4 y 20 (Figura 3).

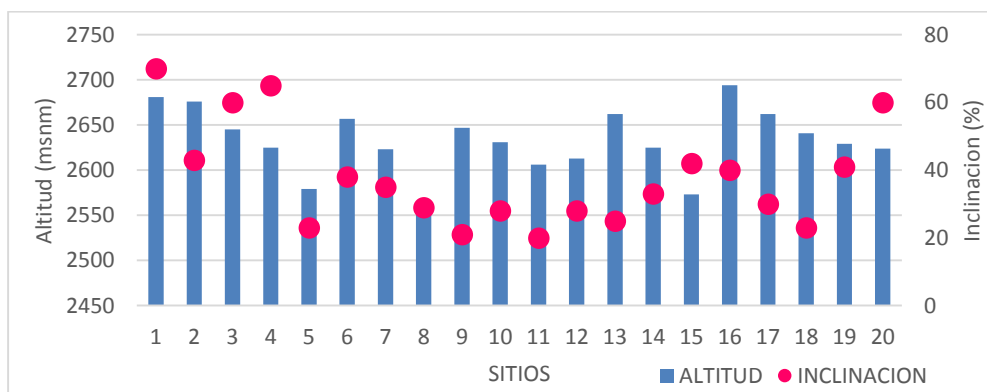
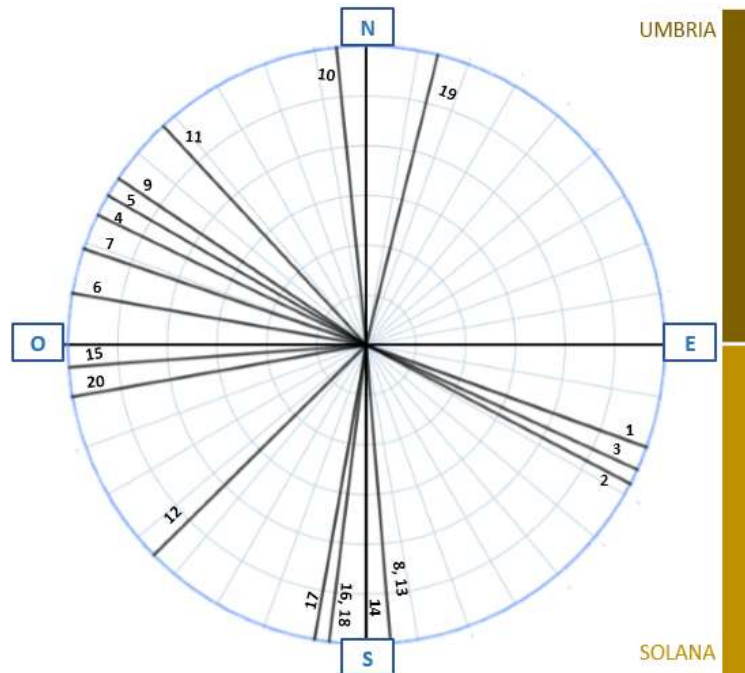


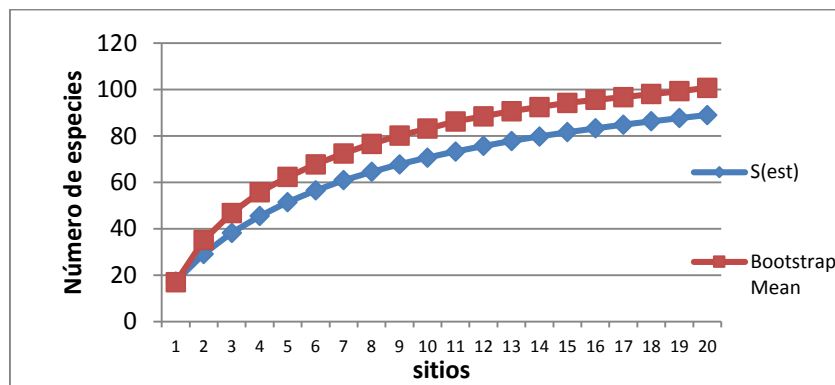
Figura 3. Altitud e inclinación registrada en los sitios de muestreo dentro del PECEF.

En cuanto a la exposición, 10% de los sitios se orientó hacia el Norte, 30% hacia Noroeste, 15% hacia Suroeste, 30% al Sur y 15% hacia el Sureste (**Figura 4**).



**Figura 4. Orientación registrada en los sitios de muestreo en el PECEF, sitios con exposición principalmente norte presentan umbria (barra café), y sitios con exposición principalmente sur presentan solana (barra amarilla).**

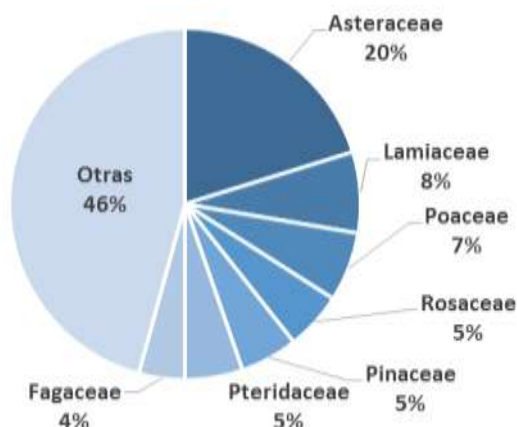
Las curvas de acumulación de especies de los diferentes estimadores no paramétricos no alcanzaron un asíntota definida, empero, hubo algunas con un crecimiento inicial importante. Por su parte Bootstrap, fue el parámetro que más se asemeja a los datos de campo (S (est)), el intervalo de riqueza total esperada fue de 100 (**Figura 5**).



**Figura 5. Curva de acumulación de especies de la riqueza observada y estimada con Bootstrap**

El PECEF en la temporada de invierno registró un total de 94 especies pertenecientes a 59 géneros de 35 familias (**ANEXO 3**). Se identificó a 6 helechos pertenecientes a 2 familias y 3 géneros, 5 gimnospermas de 2 familias y 2 géneros, 85 angiospermas de las cuales 77 son dicotiledóneas de 29 familias y 47 géneros y 8 monocotiledóneas de 2 familias y 7 géneros. Las familias mejor representadas son Asteraceae, Lamiaceae, Poaceae, Rosaceae, Pinaceae,

Pteridaceae y Fagaceae (**Figura 6**). Los géneros mejor representados son *Eupatorium*, *Salvia*, *Pinus* y *Quercus*, con más de tres especies registradas (**ANEXO 3**).



**Figura 6. Familias con mayor número de especies en el PECEF.**

Las especies con mayor frecuencia en los sitios de muestreo fueron *Archibaccaris hirtella* (16 sitios), *Monnina ciliolata* (15 sitios) y *Ageratina pazcuarencis* (13 sitios), en cambio 31 especies solo se registraron en un sitio y 15 especies solo en dos sitios de muestreo. Algunas de las especies menos frecuentes son *Salvia mocinoi*, *Rhamnus serrata* y *Galium uncinulatum*, entre otras (**ANEXO 3**). Por otro lado se registraron 17 especies como arvenses y cuatro exóticas (**ANEXO 3**)

En cuanto a la forma de vida, se registraron principalmente herbáceas con 45 especies de las que destacan las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae. Por otra parte hubo tres especies de arbusto-árbol (*Berberis moranensis*, *Cornus excelsa* y *Cornus disciflora*), seis especies de helechos de los géneros *Asplenium*, *Adiantum* y *Cheilantes*, 21 especies de arbustos de las Familias Asteraceae y Rosaceae y, finalmente, 20 especies de árboles como pinos, encinos y eucaliptos (**ANEXO 3**).

Respecto a cada sitio, hubo especies arbóreas dominantes compartidas, como es el caso de los sitios 8, 6, 9, 10, 13 y 18 que comparten a *C. lusitanica*, los sitios 8, 17 y 19 comparten a *P. pseudostrobus*, 1, 2, 20, comparten a *Q. laurina*, 3 y 15 comparten a *Q. rugosa* (**Tabla 1**), la especie que se mostró como dominante en más sitios fue *C. lusitanica*, así pues, especies que fueron dominantes pero no se presentaron como tal en más de un sitio, fueron *A. xalapensis*, *Q. crassipes*, *Q. castanea* y *P. ayacahuite*.

**Tabla 1. Factores y especies dominantes de los sitios del PECEF (para determinar si los sitios presentaban solana o umbría, solo se consideró si su exposición era norte o sur, las exposiciones reales de cada sitio se encuentran entre paréntesis, apoyarse de la figura 4).**

SITIO	ALTITUD	EXPOSICIÓN	INCLINACIÓN	ESPECIE DOMINANTE
1	2681	sur (sureste)	Muy escarpado	<i>Q. laurina</i>
2	2676	sur (sureste)	Escarpado	<i>Q. laurina</i>
3	2645	sur (sureste)	Muy escarpado	<i>Q. rugosa</i>
4	2625	norte (noroeste)	Muy escarpado	<i>Q. crassipes</i>
5	2579	norte (noroeste)	Escarpado	<i>P. montezumae</i>
6	2657	norte (oeste)	Escarpado	<i>C. lusitanica</i>
7	2623	norte (oestenoroeste)	Escarpado	<i>P. ayacahuite</i>
8	2558	sur	Escarpado	<i>C. lusitanica</i> <i>P. pseudostrobus</i>
9	2646.9	norte (noroeste)	Escarpado	<i>C. lusitanica</i>
10	2631	norte	Escarpado	<i>C. lusitanica</i>
11	2606	norte (noroeste)	Moderadamente escarpado	<i>E. globulus</i> <i>A. xalapensis</i>
12	2613	sur (sureste)	Escarpado	<i>Q. castanea</i>
13	2662	sur	Escarpado	<i>C. lusitanica</i>
14	2625	sur	Escarpado	<i>P. leiophylla</i> <i>A. xalapensis</i>
15	2573	sur (oeste)	Escarpado	<i>Q. rugosa</i>
16	2694	sur	Escarpado	<i>P. patula</i>
17	2662	sur	Escarpado	<i>P. montezumae</i> <i>P. pseudostrobus</i> <i>P. leiophylla</i>
18	2641	sur	Escarpado	<i>C. lusitanica</i>
19	2629	norte	Escarpado	<i>P. pseudostrobus</i>
20	2623.9	sur (oeste)	Muy escarpado	<i>Q. laurina</i>

En cuanto al Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de las especies arbóreas, *Cupressus lusitánica*, *Quercus laurina* y *Pinus pseudostrobus* obtuvieron los valores más altos con 18.99%, 12.94% y 9.49%, respectivamente, lo que corresponde al 41.42 % del total. Con respecto a los valores de área basal relativa cuatro especies obtuvieron un 70.27% del total, estas son *Cupressus lusitánica* (39.57%), *Pinus leiophylla* (10.63%), *Quercus laurina* (10.31%) y *Pinus montzumae* (9.76%). En el caso de la densidad relativa las especies con valores relevantes son *Quercus laurina* (19.59%), *Arbutus xalapensis* (12.89%) y *Pinus pseudostrobus* (11.86%), englobando un 44.34%. Por su parte la frecuencia relativa muestra que *Cupressus lusitánica* y *Pinus pseudostrobus* tienen el mismo valor (10.71%) y son además los que más sobresalen, seguidas de *Garrya laurifolia*, *Pinus leiophylla* y *Quercus laurina* que también presentan un mismo valor (8.93%). Estas cinco especies suman 48.21% del total de la frecuencia relativa. En los casos de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Cornus disciflora*, que fueron las especies con los valores de importancia más bajos, en conjunto aportaron únicamente 5.34 % del total (**Tabla 2**).



Tabla 2. Medidas absolutas y relativas de abundancia y Valor de Importancia de las especies arbóreas registradas en el PECEF (AB, Área basal; Fa, Frecuencia absoluta; Dr, densidad relativa; AB r, área basal relativa; Fr, frecuencia relativa; I.V.I., Índice de Valor de Importancia.).

ESPECIE	Total de ind.	AB (cm <sup>2</sup> )	Fa %	Dr	AB r	Fr	I. V. I.
<i>Alnus jorullensis</i>	9	1054.02	5	4.64	1.84	1.79	2.76
<i>Arbutus xalapensis</i>	25	2508.85	5	<u>12.89</u>	4.38	1.79	6.35
<i>Ceaonothus coeruleus</i>	5	95.25	20	2.58	0.17	7.14	3.30
<i>Cornus disciflora</i>	9	145.51	5	4.64	0.25	1.79	2.23
<i>Cupressus lusitanica</i>	13	22644.99	30	6.70	<u>39.57</u>	<u>10.71</u>	<u>18.99</u>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	30.00	15	0.52	0.05	5.36	1.98
<i>Eucalyptus globulus</i>	3	39.07	5	1.55	0.07	1.79	1.13
<i>Garrya laurifolia</i>	12	461.39	25	6.19	0.81	<u>8.93</u>	5.31
<i>Lippia mexicana</i>	3	61.43	15	1.55	0.11	5.36	2.34
<i>Pinus ayacahuite</i>	1	1650.11	10	0.52	2.88	3.57	2.32
<i>Pinus leiophylla</i>	3	6081.06	25	1.55	<u>10.63</u>	<u>8.93</u>	7.03
<i>Pinus montezumae</i>	4	5585.31	20	2.06	9.76	7.14	6.32
<i>Pinus patula</i>	8	1503.20	10	4.12	2.63	3.57	3.44
<i>Pinus pseudostrobus</i>	23	3379.91	30	<u>11.86</u>	5.91	<u>10.71</u>	<u>9.49</u>
<i>Quercus castanea</i>	17	1143.41	5	8.76	2.00	1.79	4.18
<i>Quercus crassipes</i>	9	280.57	10	4.64	0.49	3.57	2.90
<i>Quercus laurina</i>	38	5901.39	25	<u>19.59</u>	<u>10.31</u>	<u>8.93</u>	<u>12.94</u>
<i>Quercus rugosa</i>	11	4664.28	20	5.67	8.15	7.14	6.99
TOTAL	194	57229.75	280	100	100	100	100

Por su parte, el análisis de clasificación con base en la presencia - ausencia de especies (A), conforme cuatro grupos (**Figura 7**), aislando cuatro sitios de todos los demás (11, 10, 1 y 9). Entre las especies más frecuentes en estos sitios aislados están *Arbutus xalapensis*, *Quercus rugosa*, *Quercus laurina* y *Cupressus lusitanica*. Los grupos II y III fueron los representados por un mayor número de sitios y en estos las especies más frecuentes son *Arbutus xalapensis*, *Quercus rugosa*, *Quercus castanea* para el grupo II y *Cupressus lusitanica* para el grupo III. Por su parte el grupo I está representado por *Quercus rugosa* y *Cupressus lusitanica*, y el grupo IV por *Arbutus xalapensis*, *Pinus pseudostrobus* y *Eucalyptus globulus* (**Tabla 3**).



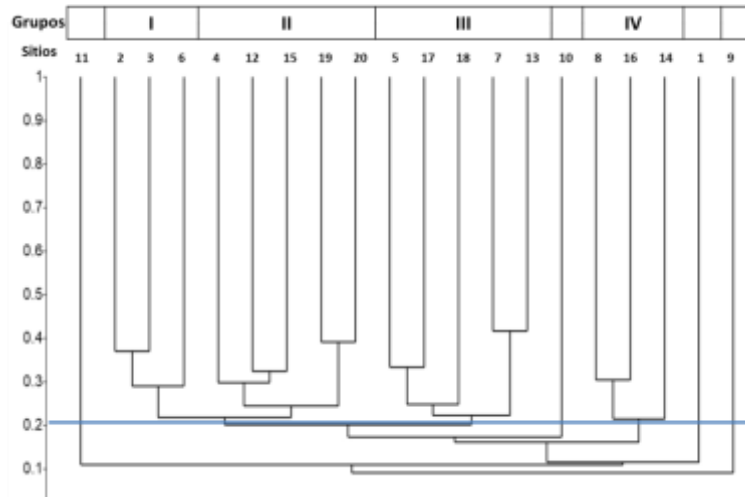


Figura 7. Clasificación (A) de los sitios de muestreo con respecto a la ausencia-presencia de las especies dentro del PECEF.

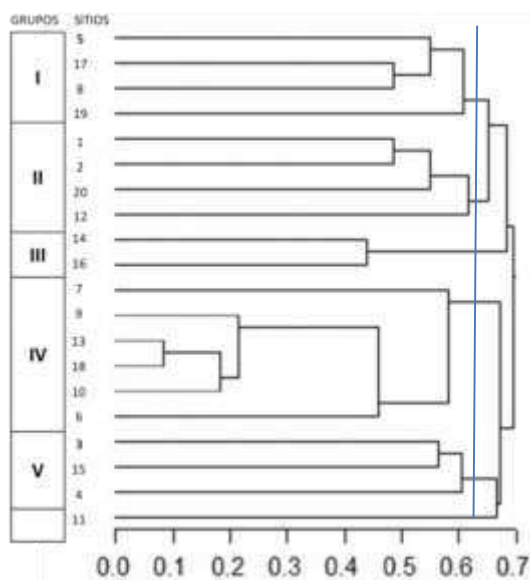
Tabla 3. Características de las asociaciones obtenidas de la clasificación de los sitios con base a la presencia – ausencia.

Grupo	Especie Dominante	Altitud (msnm)	Inclinación (%)	Exposición	Total de especies en el grupo	Normalización especies/sitios
I	<i>Quercus rugosa</i>	2645 - 2676	38 - 65	SE - NO	48	16
	<i>Cupressus lusitanica</i>					
	<i>Pinus pseudostrobus</i>					
II	<i>Arbutus xalapensis</i>	2573 - 2629	28 - 65	NO - SO	51	10
	<i>Quercus castanea</i>					
	<i>Quercus rugosa</i>					
III	<i>Cupressus lusitanica</i>	2579 - 2662	23 - 35	S - NO	44	9
	<i>Quercus rugosa</i>					
	<i>Pinus leiophylla</i>					
IV	<i>Arbutus xalapensis</i>	2558 - 2694	29 - 40	S	57	12
	<i>Pinus pseudostrobus</i>					
	<i>Eucalyptus globulus</i>					

El análisis de clasificación de los sitios a partir de la cobertura como medida de abundancia permitió distinguir cinco grupos (Figura 8). Uno de estos grupos se conformó por un mayor número de sitios (grupo IV), donde la especie dominante es *Cupressus lusitanica* seguida de *Pinus ayacahuite* y *Pinus montezumae*, por su parte los grupos con menor número de sitios (V y III) tuvieron como especies dominantes a *Quercus rugosa* y *Arbutus xalapensis*, respectivamente. El grupo I se definió por *Pinus montezumae*, *Pinus pseudostrobus* y *Pinus leiophylla* y, el grupo II por *Quercus laurina*, *Quercus castanea* y *Quercus crassipes*. Un sitio no se agrupó con ningún sitio y no se definió por una especie dominante, es decir, de las cinco especies que se encontraron dentro de este sitio, cuatro de ellas obtuvieron el mismo valor de cobertura (2%), estas son *Arbutus xalapensis*, *Quercus crassipes*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus camaldulensis* (Tabla 4).

**Tabla 4. Características de las asociaciones obtenidas de la clasificación de los sitios con base a la cobertura.**

Grupo	Especie Dominante	Altitud (msnm)	Inclinación (%)	Exposición	Total de especies en el grupo	Normalización especies/sitios
I	<i>Pinus montezumae</i>	2558 - 2662	23 - 41	N - S	36	9
	<i>Pinus leiophylla</i>					
	<i>Pinus pseudostrabus</i>					
II	<i>Quercus laurina</i>	2613 - 2681	28 - 70	SE - SO	46	11.5
	<i>Quercus castanea</i>					
	<i>Quercus crassipes</i>					
III	<i>Arbutus xalapensis</i>	2625 - 2694	33 - 40	S	38	19
	<i>Pinus patula</i>					
	<i>Pinus leiophylla</i>					
IV	<i>Cupressus lusitanica</i>	2623 - 2662	21 - 38	N - S	51	8.5
	<i>Pinus ayacahuite</i>					
V	<i>Quercus rugosa</i>	2573 - 2645	42 - 65	SE - NO	43	14.5
	<i>Quercus crassipes</i>					



**Figura 8. Clasificación (B) de los sitios de muestreo con respecto a la cobertura de las especies dentro del PECEF.**

A partir de la interpretación visual de imágenes del PECEF se distinguieron seis clases de cobertura arbórea (**Figura 9**). Estas son media-alta con 8.40% de la superficie del PECEF, baja (8.95%), alta (12.40%), media (21.97%) y sin cobertura (19.67%). Solo la clase de cobertura media-baja mostro un porcentaje considerable del área con 28.61% (**Tabla 5**). Los polígonos de la clase sin cobertura se sitúan a los alrededores del PECEF, sobre todo en la parte Sur que es precisamente la zona aledaña a las viviendas, por otra parte, los polígonos de cobertura baja se observan un poco más al centro del área del PECEF.

**Tabla 5. Superficie de clases de cobertura arbórea del PECEF.**

Clase	Área (ha)	% de Área
Alta	7.38	12.40
Media -alta	5.00	8.40
Media	13.06	21.97
Media-baja	17.01	28.61
Baja	5.32	8.95
Sin cobertura	11.69	19.67
	59.46	100

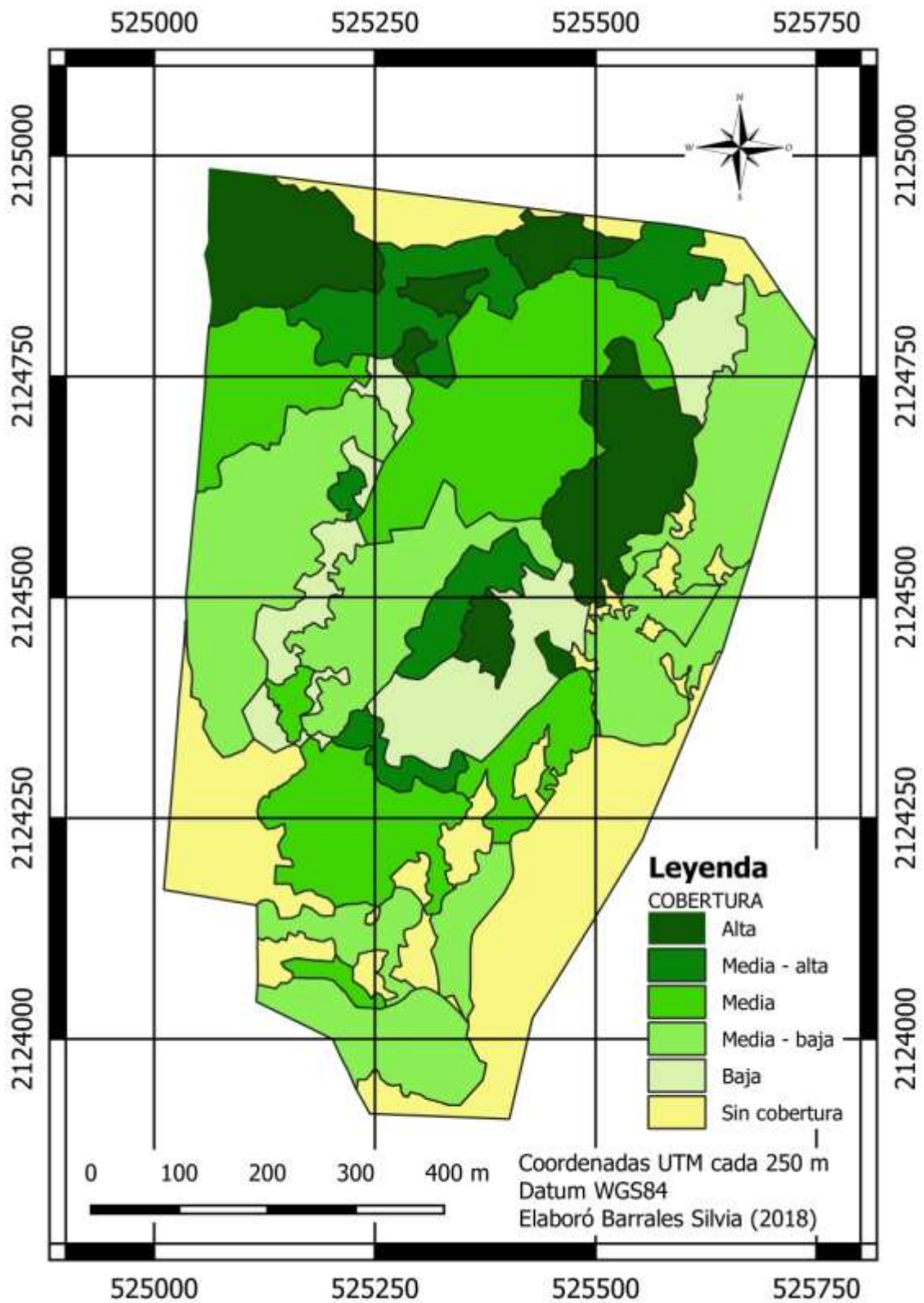


Figura 9. Distribución de cobertura arbórea en el PECEF.

## DISCUSIÓN.

### Influencia de factores físicos sobre la vegetación.

La forma y estado del relieve ejercen una importante influencia sobre la vegetación, dado que contribuyen en la variación de factores abióticos como luz, temperatura y humedad, mediante características como la altitud, pendiente y exposición. A partir de esto, se establecen condiciones favorables o limitantes para la adaptación, distribución y abundancia de las especies vegetales (Serrada, 2008; Díaz, 2011; Díaz *et al.*, 2012).

La altitud, condiciona variables como la temperatura, presión atmosférica, precipitación y radiación solar, dependiendo de la distancia que tenga con respecto al nivel del mar. Tal estratificación altitudinal da lugar a pisos bioclimáticos a los que corresponde un determinado piso de vegetación (Rzedowski *et al.*, 2005; Moreno, 2009; Díaz, 2011; Giménez y González, 2011). Sin embargo para el PECEF, la altitud resulta no ser una variable relevante, ya que, el intervalo altitudinal registrado fue muy estrecho, impidiendo establecer diferencias o relaciones en la composición florística. En México el gradiente de temperatura es de 0.5 ° C por cada 100 m de altitud (García, 1970), lo que sugiere para el PECEF un cambio de 0.68 ° C aproximadamente entre el sitio 16 con 2694 msnm y el sitio 8 con 2558 msnm que difieren por 136 metros. Respecto al sitio 8 que es el de menor altitud, los sitios 1, 2, 13, 17 y 6 tienen una variación de temperatura  $\leq 0.5$  ° C.

Otro elemento clave para la formación de micro y meso climas es la pendiente o inclinación del terreno (Díaz, 2011). El efecto de la pendiente sobre la vegetación se expresa en los “factores edáficos” a través de la capacidad de retención de agua y de la sensibilidad frente a la erosión. Para el PECEF la pendiente resulta importante, debido a que se obtuvieron tres clases, de ellas el 75% son del tipo “escarpado” lo que implica un riesgo moderado de erosión, y 20% son del tipo “muy escarpado” con un riesgo fuerte de erosión (ITC, 1985) (**Tabla 6**). Por otra parte, cuando se contrasta la inclinación de los sitios de muestreo con los grupos obtenidos del análisis de clasificación A y B, no se observa una relación, puesto que, los sitios no comparten características exclusivas del grado de inclinación, lo que indicaría que la inclinación no afecta de manera fehaciente la estructura de la vegetación del PECEF.

**Tabla 6. Agrupación de las pendientes según las clasificaciones del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC, 1985).**

	ITC (%)	SITIOS
Moderadamente escarpado	14 - 20	11
Escarpado	21 - 55	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Muy escarpado	56 - 140	1, 3, 4, 20

Por su parte, la exposición también es un factor que condiciona la distribución de la vegetación, de manera tal que interviene en la intensidad de la radiación solar, la que a su vez determinará la cantidad de luz, temperatura, humedad y evaporación, incluso la dirección del

viento influirá sobre la vegetación según la orientación del terreno (García, 1974; Ramírez y Rodríguez, 2004; Rzedowski, 2006; Serrada, 2008; Moreno, 2009; Díaz *et al.*, 2012). En relación con esta variable, en el PECEF mostró un efecto importante, ya que el 65% de los sitios tuvo una orientación hacia el Sur (**Tabla 1 y Figura 4**), es decir, la mayor parte de los sitios presentaron de forma relativa mayor radiación, iluminación, temperatura, evaporación y menor humedad, lo que implicaría presencia de especies que estén adaptadas a ambientes más secos como los encinos. Ejemplificando lo anterior, en los sitios 1, 3 y 20, con exposición sur, se registraron las 4 diferentes especies de *Quercus* identificadas en el presente trabajo. A su vez el sitio 11 con exposición sur e inclinación moderadamente escarpada presenta dos especies de *Quercus*. Por otra parte, el 35% de los sitios tuvo una disposición principalmente hacia el norte, lo que les aporta condiciones opuestas a los sitios con orientación hacia el sur, es decir, hay mayor humedad, menor radiación, menor iluminación, menor temperatura y menor evaporación. Una de las especies que se adapta a este tipo de condiciones es *Cupressus lusitanica* (CONAFOR, s. f.). Esto resulta llamativo, pues se trata de la especie con el más alto Índice de Valor de Importancia y el solo considerar ese dato indicaría que hay mayor exposición norte de los sitios. Por otra parte, en el sentido de la orientación, son pocos sitios los que se caracterizan por tener menos horas de radiación solar, como los sitios 5, 6, y 7, que además tienen una inclinación de 23 a 35%, por lo que se encuentran 4 especies de *Pinus*, y una de *Quercus*. El sitio 4 presenta una inclinación del 65%, lo que significaría menor humedad respecto a los otros sitios con dirección norte, a esto se le atribuye el que presente tres especies de encinos y una de pino.

Por esto último, cabe recordar y hacer énfasis en que la respuesta de la vegetación se da por un efecto simultáneo de varios factores (Serrada, 2008; Díaz *et al.*, 2012), por tanto al combinar los efectos de la pendiente con los de la exposición, se puede decir que pendientes orientadas al norte tendrán una menor intensidad de radiación solar con respecto a pendientes orientadas al sur, aunque habrá variaciones según el grado de inclinación del terreno (Serrada, 2008). Dicho lo anterior, para el PECEF se definen tres grupos, considerando únicamente la exposición y la inclinación (**Tabla 1 y 6, Figura 3 y 4**). El primero, representado por el 30% de los sitios, muestra mayor humedad, menor iluminación, poca evaporación y menor temperatura. Estos sitios con exposición umbría y pendiente escarpada, podrían tener las condiciones idóneas para vegetación compatible a ambientes húmedos, como especies de *Pinus ayacahuite*, *P. leiophylla* y *Cupressus lusitanica* (Díaz *et al.* 2012; CONAFOR, s. f.; Rojas *et al.* 2016). El segundo grupo se conforma por el 45% de los sitios, mostrando mayor radiación e iluminación, mayor temperatura y menor humedad, pues se trata de sitios con solana y pendiente escarpada. Finalmente, el tercero con los sitios 1, 3 y 20 con solana y pendiente muy escarpada, a los que se les atribuye mayor déficit hídrico, alto grado de erosión, más iluminación, más temperatura y más evaporación, resultando en condiciones más extremas en relación con los otros grupos en el PECEF, donde especies como *Arbutus xalapensis* y algunos encinos como *Quercus rugosa* pueden desarrollarse (Rojas *et al.* 2016). Otros sitios que no se agrupan son el 4 y 11.

La gran parte de los sitios presentó un mayor déficit hídrico, por lo cual se entiende por qué no se tuvo gran presencia de Pteridophytas, debido a que estas plantas suelen encontrarse en ambientes más húmedos con exposiciones N y NE (Fortanelli *et al.*, 2014).

### Composición, estructura y distribución de la vegetación.

A la fecha se estima que el país alberga a 23,314 especies y para el estado de México se estiman unas 5,177 (Villaseñor, 2016), por otro lado, para el Parque Nacional Iztaccíhuatl – Popocatepetl se reportan 914 especies, distribuidas en 370 géneros y 89 familias (Chávez y Trigo, 1996), y para el Parque Estatal Cerro El Faro, Edo. de México, se han registrado 234 especies, pertenecientes a 163 géneros y 74 familias (Chimal *et al.*, 2013). Con respecto a la presente investigación, tenemos un 0.4% de las especies del país, 1.81% de las especies del Estado de México, 10.28% de las especies registradas para el parque Izta-popo y el 40.17% de las especies registradas por Chimal *et al.* (2013).

De forma más puntual, Chimal *et al.* (2013), registra 158 especies más que las registradas en este estudio, sin embargo se suman 17 especies como registros nuevos para el PECEF (**Tabla 7**). La diferencia en riqueza de especies se justifica en el tipo y duración del muestreo de cada trabajo.

**Tabla 7. Especies con nuevo registro en el PECEF.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
ACANTHACEAE	sp.
AMARANTHACEAE	<i>Iresine ajuscana</i> Suessenguth & Beyerle
ASTERACEAE	<i>Acourtia turbinata</i> (Lex.) Reveal & King ( <i>Perezia turbinata</i> Lex. In Llave & Lex.)
	<i>Ageratina</i> sp.
	<i>Ageratina pazcuarensis</i> (H. B. K.) King & Rob.
	<i>Ageratina rivalis</i> (Greenm.) King & Rob.
APOCYNACEAE	<i>Metastema pubescens</i> (Greenm.) W. D. Stevens
	<i>Gonolobus uniflorus</i> H. B. K. ( <i>Fischeria alata</i> Brandg.)
CISTACEAE	<i>Helianthemum coulteri</i> S. Wats.
LAMIACEAE	<i>Salvia mocinoi</i> Benth.
RHAMNACEAE	<i>Rhamnus serrata</i> Schultes.
ROSACEAE	<i>Rubus caudatisepalus</i> Calderón.
	<i>Rubus liebmanii</i> Focke.
SCROPHULARIACEAE	<i>Lamouroxia xalapensis</i> Kunth.
POACEAE	<i>Bromus catharticus</i> Vahl (B. unioloies H. B. K.)
	<i>Mulhenberguia robusta</i> (Fourn.) Hitchc.

Del total de las especies registradas en invierno en el PECEF, solo se encuentra a *Cupressus lusitanica* bajo protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por su parte Rzedowski (2005) menciona que *Iresine ajuscana* y *Rubus caudatisepalus* están expuestas a la desaparición en la zona del Valle de México por contar con poblaciones poco numerosas. También se menciona que algunas especies prosperan junto a cultivos agrícolas, en los alrededores de los asentamientos humanos, o a la orilla de los caminos, debido a que son plantas típicamente arvenses que pueden comportarse como ruderales y tienen importancia ecológica para su uso como especies bioindicadores, pioneras en la sucesión vegetal (Rendón

*et al.*, 2017). Dentro del PECEF, las especies arvenses con mayor frecuencia son *Clematis dioica*, *Penstemon roseus*, *Stipa ichu*, *Salvia mexicana*, *Castilleja tenuiflora* y *Alchemilla procumbens*.

Por otro lado los árboles destacan como elemento valioso de la estructura de un ecosistema. Las especies arbóreas son indicadoras de la biodiversidad y determinan en gran parte el estatus del rodal forestal (López *et al.*, 2017; Méndez *et al.*, 2018<sup>b</sup>), juegan un papel importante en la producción de funciones ecológicas, además de dar forma al hábitat, participan en el control de ciclos biogeoquímicos (captura de carbono), protección del suelo y brindan soporte de funciones para la biodiversidad (Roldán *et al.*, 2017). En el PECEF se registraron cinco especies de *Pinus*, cuatro de *Quercus*, dos *Eucalyptus*, una de *Alnus*, una de *Cupressus* y, una de *Arbutus*, entre otras, que pueden compararse con lo referido por López *et al.* (2017), pues en su estudio realizado en bosques templados de Puebla, las especies arbóreas con mayor presencia fueron de la familia Pinaceae, seguido de la familia Fagaceae, Betulaceae y Cupressaceae. También se menciona a *Pinus montezumae* como la especie con mayor cobertura, lo que se asemeja en nuestro caso a excepción de que en primer lugar tenemos a *Cupressus lusitanica* y en seguida a *Pinus montezumae*. De las especies arbóreas identificadas en el estudio hecho por Roldán *et al.* (2017) y el presente estudio, se comparten *Cupressus lusitanica*, *Quercus laurina*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa*, *Pinus ayacahuite*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. patula* y *Arbutus xalapensis*, exceptuando al cedro. Por otro lado, el trabajo de Sánchez y López (2003), comparte con el presente trabajo a *Cupressus lusitanica*, *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Arbutus xalapensis*, aquí las especies con mayor Valor de Importancia son *Abies religiosa*, *Q. laurina* y *Cupressus lusitanica*.

La especie con mayor Índice de Valor de Importancia dentro del PECEF fue *Cupressus lusitanica*. González *et al.* (2007) señalan que en el PECEF hubo alrededor de nueve campañas de reforestación, y con ella la reintroducción de individuos de *Cupressus lusitanica*. Así pues, como ya se mencionó, esta especie se encuentra bajo protección especial debido a que el hábitat en que se desarrolla se ve afectado por diversas situaciones como lo es la actividad humana y el cambio de uso de suelo, así mismo, su viabilidad de semillas es baja y tiene área de distribución reducida (Zamora, 2003). La UICN (1994) apunta a *Cupressus lusitanica* como especie vulnerable, por presentar mayor riesgo de desaparecer, por lo anterior, se prescribe la necesidad de trabajar para su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de las especies asociadas. En este sentido su importancia va más allá de la propia especie. Por otra parte Sánchez y López (2003), mencionan que el cedro puede dominar en manchones dentro de otro tipo de bosque, por ejemplo de *Abies religiosa*, hecho que confirma Rzedowski (2006), aunque lo menciona únicamente para bosque de *A. religiosa*.

A partir de las clasificaciones por presencia-ausencia (A) y cobertura (B) de especies se determinan 4 y 5 asociaciones, respectivamente. Las agrupaciones por cobertura se definen de mejor forma. Estas asociaciones podrían nombrarse según la especie dominante de la siguiente forma: asociación de *Pinus* spp. (*P. montezumae* - *P. leiophylla* - *P. pseudostrobus*), asociación de *Quercus* spp. (*Q. laurina* – *Q. castanea* – *Q. crassipes*), asociación de *Arbutus* – *Pinus* spp. (*Arbutus xalapensis* – *P. patula* – *P. leiophylla*), asociación de cedro – pino (*Cupressus lusitanica* – *P. ayacahuite*) y asociación de *Quercus* (*Q. rugosa* – *Q. crassipes*).

Cuando se considera el límite original establecido en el decreto del PECEF del año 2003, se tiene que el 80% está cubierto por alguna clase de cobertura arbórea, sin embargo si se toma



en cuenta el límite actual considerado en el Programa de Manejo (González *et al.*, 2007) con una superficie menor, aproximadamente el 90 % está cubierto por árboles, es decir, por alguna clase de baja a alta cobertura arbórea, lo cual indica no necesariamente una cobertura adecuada como hábitat para la flora y fauna del Parque. En este último sentido, si se supone que un nivel de cobertura arbórea de medio a alto sería aceptable como hábitat, únicamente 42% del PECEF cumple con esta cualidad con base en el límite original y 20% si se considera el límite actual

El Programa de Conservación y Manejo del PECEF (González *et al.*, 2007) delimita la Zona de Conservación y Zona de Manejo, ocupando aproximadamente 60 % y 40 %, respectivamente en el Parque. Tomando en cuenta la superficie total de la Zona de Conservación se tiene que el 63 % presenta coberturas arbóreas con nivel medio a alto y la Zona de Manejo, también considerando su superficie total, únicamente comprende 31 % con las clases mencionadas. Las cifras aludidas exhiben que la Zona de Conservación posee niveles más altos de conservación en comparación con la Zona de Manejo, sin embargo, en números absolutos la superficie con un nivel aceptable de cobertura no es mayor en el Parque (ANEXO 2).

## CONCLUSIONES.

No se encontró una relación directa entre los factores del relieve y las asociaciones producidas con el análisis de clasificación desarrollado en el presente trabajo.

La exposición y la pendiente tienen cierta influencia para el establecimiento de las especies.

El total de especies para el PECEF asciende a 251, considerando las descritas por Chimal *et al.* (2013) y las del presente trabajo.

Los resultados sugieren que el PECEF alberga parte importante de la flora de la Sierra Nevada.

Las especies dominantes en el PECEF en orden de importancia son: *Pinus montezumae*, *Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Cupressus lusitanica*, y *Pinus patula*.

La especie con mayor Índice de Valor de Importancia es *Cupressus lusitanica*.

De las clasificaciones realizadas se hace evidente la importancia de especies de los géneros de *Cupressus*, *Pinus* y *Quercus* en la estructura arbórea del PECEF.

Se obtuvieron cinco asociaciones a partir de la cobertura observada: asociación de *Pinus* spp. (*P. montezumae* - *P. leiophylla* - *P. pseudostrobus*), asociación de *Quercus* spp. (*Q. laurina* - *Q. castanea* - *Q. crassipes*), asociación de *Arbutus* - *Pinus* spp. (*Arbutus xalapensis* - *P. patula* - *P. leiophylla*), asociación de cedro - pino (*Cupressus lusitanica* - *P. ayacahuite*) y asociación de *Quercus* (*Q. rugosa* - *Q. crassipes*).

La cobertura arbórea cubre un 80% del PECEF, con base en el límite del decreto de 2003.

El 63% de la Zona de Conservación presenta coberturas arbóreas de medias a altas.

Es necesario realizar estudios en otras temporadas para completar la lista florística y conocer el recambio de especies, así como registrar factores de origen antrópico y profundizar en las variables ambientales que afecten a la vegetación.

También es preciso concientizar a los pueblos aledaños, de las asociaciones presentadas en este trabajo, explicarles la importancia que algunas especies vegetales tienen para el establecimiento de otras y como en conjunto dan lugar al funcionamiento del ecosistema y de los servicios ambientales que ofrece, hacerlos participe de la toma de decisiones en la protección y buen uso de los recursos de esta ANP.

Además la composición florística y las asociaciones generadas a partir de la cobertura, podrían ser base para implementar el desarrollo de un plan de manejo que incluya conservar, prevenir, proteger, remediar y restaurar al PECEF.

## REFERENCIAS.

CEPANAF. 2019. Áreas Naturales Protegidas. [Cepanaf.edomex.gob.mx/categoría-reas-naturales-protegidas](http://Cepanaf.edomex.gob.mx/categoría-reas-naturales-protegidas) [9/09/2019].

Chávez C. J. M. y Trigo B. N. 1996. “Programa de manejo para el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Colección Ecología y Planeación. 1ª Edición. Pág. 69-76. Universidad Autónoma metropolitana, Unidad Xochimilco. México.

Chimal, H. A., González, L. M. y Hernández, D. C. 2013. La flora vascular del Parque Estatal el Faro, Tlalmanalco de Velázquez, Edo. De México. Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Depto. El Hombre y su Ambiente.

Chuvienco E. 2006. Fundamentos de teledetección Espacial. La observación de la tierra desde el espacio 2ª edición. Editorial Ariel. Barcelona España. 586 p.

Colwell R. K. 1994. Statics estimation of species Richness and shared species from samples. STIMATES

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. (Sin fecha) *Cupressus lusitanica*, paquetes técnicos. SIRE. [www.conafor.gob.mx/documentos/](http://www.conafor.gob.mx/documentos/). [13/05/2019].

Díaz S. A. 2011. Biogeografía. Versión 4.0. Cap. 6, 10. Geobotánica. Última actualización, Junio del 2016. Encontrado en [www.biogeografia.netau.net](http://www.biogeografia.netau.net). [14/11/17].

Díaz V., Sosa R. J. y Pérez D. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la sierra fría, Aguascalientes, México. Revista Polibotanic. Núm. 34. Pp. 99-126. México.

Fortanelli M. J., García P. J. y Castillo L. P. 2014. Estructura y composición de la vegetación del bosque de niebla de copalillos, San Luis Potosí, México. Revista Acta Botánica Mexicana 106:161-186.

García E. 1970. Los climas del estado de Veracruz. An Inst. Biol. México. Ser. Botánica. 41:142.

García E. 1974. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas, (5), 7-20.

García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª edición. Instituto de Geografía, UNAM. México.

- G.E.M. 2003. Declaratoria del Ejecutivo del Estado por la que se establecen las Áreas Naturales Protegidas “Cerro el Faro” y “Cerro de los Monos”, en el municipio de Tlalmanalco, Estado de México. Gaceta del Gobierno.
- Giménez A. J. y González C. O. 2011. Pisos de Vegetación de la sierra de catorce y Territorios circundantes (San Luis Potosí, México) Revista Acta Botánica Mexicana 1(94) p. 9-123.
- González M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. México. INE- SEMARNAT. pp. 40-48.
- González, M., Adaya, Moctezuma, P., C. y Caltempa, G. 2007. Programa de conservación y manejo del Área Natural Protegida con categoría de Parque Estatal “Cerro El Faro” y “Cerro de los monos”. Centro para la sustentabilidad Incalli ixcahuicopa Sede forestal y de biodiversidad “El Faro”.
- Hammer y Ryan. 2001. Paleontological statics. PAST.
- ITC. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 1985. Aerial photo-interpretation in Terrain analysis and geomorphologic mapping. Netherlands
- LGEEPA. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 2015. Título segundo: Biodiversidad. Capítulo 1: Áreas Naturales Protegidas. Sección 1: Disposiciones generales. Artículo 44. Pag. 32.
- López, H. J., Aguirre, C. O., Alanís, R. E., Monarrez, G. J., González, T. M. y Jiménez, P. J. 2017. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques* 23:1: 1-16.
- Maass, J. M. y Martínez, Y. A. 1990. Los ecosistemas: definición, origen e importancia del concepto. Facultad de Ciencias. UNAM. *Ciencias*. 4:10-20.
- Matteucci, S. D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Cap. 2 muestreo y cap. 3 atributos y variables. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. Monografía no. 22.
- Méndez T. M., Martínez G. C., Ceccon E. y R. G. M. 2018 <sup>a</sup>. La restauración de ecosistemas terrestres en México: Estado actual, necesidades y oportunidades. Documentos ocasionales 185. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Méndez O. C., Mora D. C. A., Alanís R. E., Jiménez P. J., Aguirre C. O. A., Treviño G. E. J. Y Pequeño L. M. A. 2018 <sup>b</sup>. Fitodiversidad y estructura de un bosque de Pino-encino en la Sierra Madre del Sur, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 9 (50).
- Moreno R. M. J. 2009. Elementos y factores climáticos: los climas.
- Mostacedo B. y Fredericksen T. S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.
- Vibrans H. 2014. Malezas de México: enciclopedia, CONABIO. Especies exóticas invasoras. Naturalista. [28/05/19].

- 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 Desarrollo Municipal.
- Ramírez C. A. y Rodríguez T. D. A. 2004. Efecto de la calidad de plantas, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 10, núm. 1. pp. 5-11. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Rendón A. B., Bernal R. L. A., Sánchez R. G. 2017. Las plantas arvenses: más hierbas del campo. web.ecologia.unam.mx. [28/05/17].
- Rodríguez, U. I. 2009. Estructura, dinámica y regeneración de los bosques mixtos del alcornoque (*Quercus suber L.*) y quejigo moruno (*Q. canariensis willd.*) del sur de la península Ibérica: una aproximación multiescala. *Ecosistemas* 18:2:116-121.
- Rojas Z. E. C., Orozco V. M., Romero R. S. Y Montoya A. R. 2016. Vegetación y flora del municipio de Temascaltepec, Estado de México, México. POLIBOTANICA, núm. 42, pp. 43-89.
- Roldán, A. I., Chimal, H. A., Sevilla, S. Y., Lira, M. M. y Hernández, D. C. 2011. Vegetación de la Cuenca del río Eslava, Suroeste de la Ciudad de México. *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*. 1:1:35-43.
- Roldán A. I., Reyes R. H., Chimal H. A., Hernández D. C. y Sánchez R. J. 2017. Comunidades forestales del Centro para la Conservación e investigación de la Vida Silvestre (CIVS) San Cayetano, Estado de México. Sociedades Rurales, Producción y medio ambiente. Vol. 17. Núm. 34.
- Rzedowski G. C. de J. Rzedowski y Colaboradores. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª ed., 1ª reimpresión, 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. 1ª edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. pág. 20-60
- Sánchez, G. A. y López, M. L. 2003. Clasificación y Ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*. 74:1:47-71.
- Santibáñez, A. G., Castillo, A. S. y Martínez, O. Y. 2015. Evaluación del estado de conservación de la vegetación de los bosques de una cuenca heterogénea del valle de México. *Bosque* 36:2: 299-313.
- SEDEMA. 2019. Áreas Naturales Protegidas y Areas de Valor ambiental. sedema.cdmx.gob.mx/programa/áreas-naturales-protégidas. [19/09/19]
- Serrada R. 2008. Apuntes de Selvicultura. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid.
- Sherman G. 2002. Software Quantum Gis. QGIS.
- Smith T. M. y Smith R. L. 2007. Ecología. Capítulo 23, 6ª edición, Pearson education, S. A. Madrid.
- Trejo D. C. C. y Tejero D. J. D. 2017. Flora de plantas vasculares en la Sierra de las ánimas, Chapa de Mota, Estado de México. POLIBOTANICA, núm. 43.

UICN. 1994. Categoría de las listas rojas de la UICN 40. Reunión del concejo de la UICN, Comisión de supervivencia de especies Gland, Suiza.

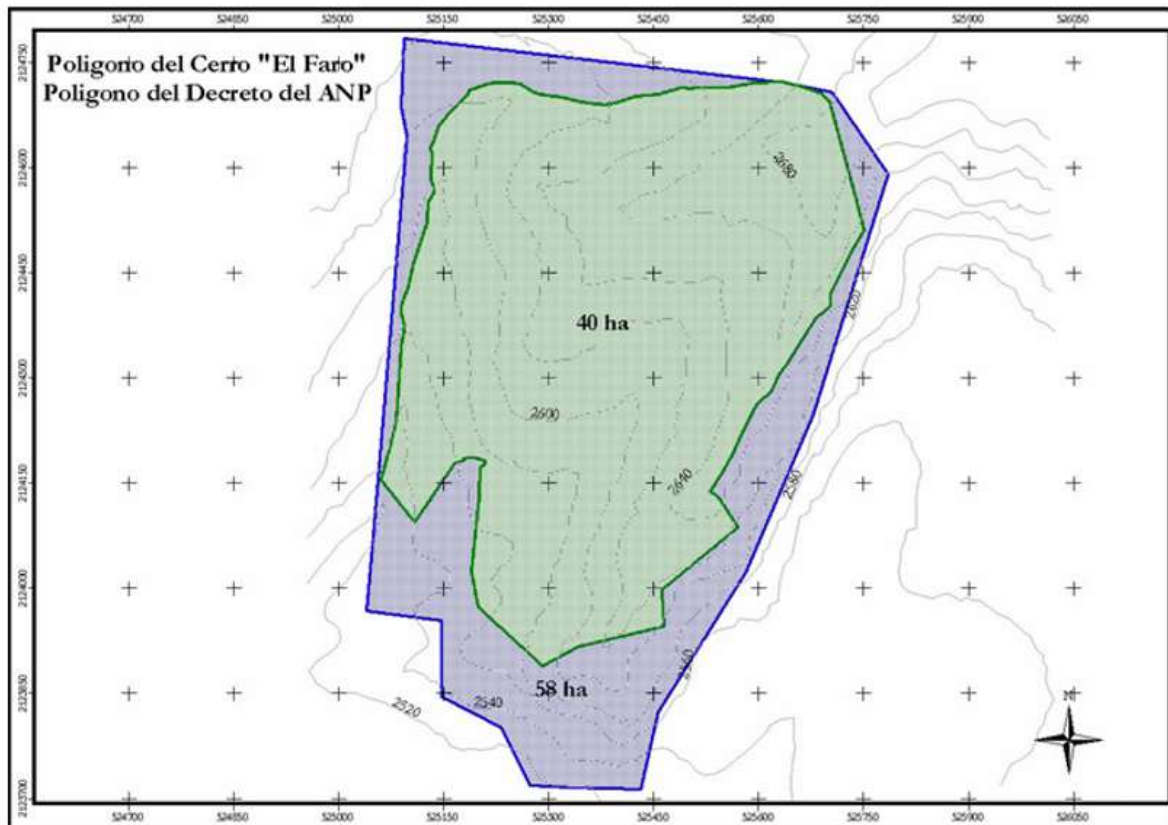
Villaseñor J. L. 2016. Catálogo de las plantas vasculares nativas de México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 87 (2016) 559-902.

Wilkinson L. 1970. The system for statistics. SYSTAT.

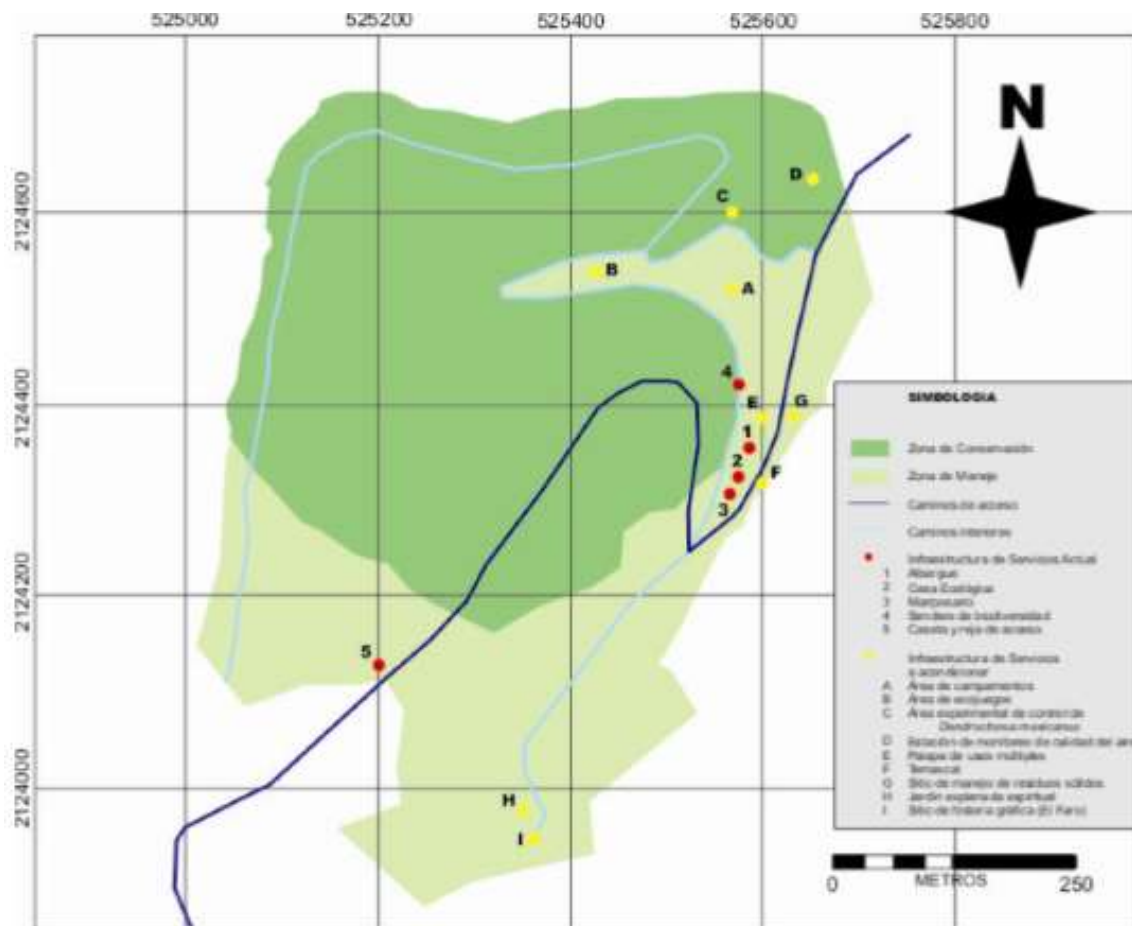
Zamora S. C. 2003. Diagnostico biofísico y estrategia de conservación de ciprés *Cupressus lusitanica* var. *Lusitanica*) en la región Altos de Chiapas. Folleto técnico No. 5. Área Forestal. INIFAP. Chiapas, México.

## ANEXOS.

**ANEXO 1. Polígono original del Área Natural Protegida (azul) con una extensión de 58 hectáreas, mismo que fue utilizado para realizar el mapa de distribución vegetal por cobertura arbórea del presente trabajo. El polígono con el cual se dio el decreto del Gobierno Estatal el 8 de agosto de 2003 fue el correspondiente a 40 hectáreas (verde). Tomado de González *et al.*, 2017.**



**ANEXO 2. Zona de conservación (verde) y zona de manejo (verde pistache) del PECEF. Tomado de González *et al.*, 2017.**



**ANEXO 3. Lista florística con forma de vida, frecuencia absoluta de cada especie y tipo de crecimiento (con base en Vibrans, 2014), del PECEF en temporada de invierno.**

FAMILIA	N. CIENTIFICO	FORMA DE VIDA	FRECUENCIA ABSOLUTA %
<b>División Pteridophyta (Helechos)</b>			
<b>Asplenium</b>	<i>Asplenium monanthes</i> L.	HELECHO	20
<b>Pteridaceae</b>	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	HELECHO	10
	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	HELECHO	20
	<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	HELECHO	5
	<i>Cheilantes farinosa</i> (Forssk.) Kaulf.	HELECHO	10
	<i>Cheilantes marginata</i> Kunth.	HELECHO	5
<b>Gimnospermas</b>			
<b>División Coniferophyta (Coníferas)</b>			
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	ÁRBOL	40
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus ayacahuite</i> C. Ehrenb. Ex Schldtl.	ÁRBOL	10
	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schldtl & Cham.	ÁRBOL	25
	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.	ÁRBOL	20
	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schldtl & Cham.	ÁRBOL	15
	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl.	ÁRBOL	30
<b>Gimnospermas</b>			
<b>División Magnoliophyta</b>			
<b>Clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas)</b>			
<b>Acanthaceae</b>	* <i>Acanthaceae</i> sp.	ARBUSTO	
<b>Amaranthaceae</b>	* <i>Iresine ajuscana</i> Suessenguth & Beyerle	HIERBA	10
	<sup>1</sup> <i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl ex Willd.	HIERBA	10
<b>Asteraceae</b>	<i>Acourtia cordata</i> (Cerv.) B. L. Turner	HIERBA	5
	* <i>Acourtia turbinata</i> (Lex)	HIERBA	5
	* <i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. M. King & H. Rob	ARBUSTO	15
	<i>Ageratina areolaris</i> (DC.)	ARBUSTO	30
	<i>Ageratina isolepis</i> (B. L. Rob.) R. M. King & H. Rob	HIERBA	5

	<i>*Ageratina pazcuarencis</i> (Kunt) R. M. King & H. Rob	ARBUSTO	65
	<i>*Ageratina rivalis</i> (Greenm) King & Rob	ARBUSTO	5
	<i>*Ageratina sp</i>	ARBUSTO	15
	<i>Archibaccaris asperifolia</i> (Benth.) S. F. Blake	HIERBA	15
	<i>Archibaccaris hirtella</i> (DC.) Heering	HIERBA	80
	<i>Brickelia nutanticeps</i> S. F. Blake	HIERBA	20
	<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	HIERBA	10
	<i>Perymenium berlandieri</i> DC.	ARBUSTO	15
	<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob & Brettel	HIERBA	25
	<i>Senecio barba-johannis</i> (DC.) H. Rob & Brettel	HIERBA	5
	<i>Stevia ovata</i> var. <i>Ovata</i> Willd.	HIERBA	25
	<i>Stevia subpubescens</i> Lag.	HIERBA	30
	<i>*Stevia sp</i>	HIERBA	5
	<i>Verbesina virgata</i> Cav.	ARBUSTO	65
<b>Apocynaceae</b>	<i>*Metalstema pubescens</i> (Greenm.) W. D. Stevens	HIERBA	5
	<i>*Gonolobus uniflorus</i> Kunth.	HIERBA	5
<b>Berberidaceae</b>	<i>Berberis moranensis</i> Schult & Schult f.	ARBUSTO- ARBOL	5
<b>Betulaceae</b>	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth	ÁRBOL	5
<b>Caprifoliaceae</b>	<i>Symphoricarpus microphyllus</i> Kunth	ARBUSTO	5
<b>Caryophyllaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Stellaria cuspidata</i> Willd. Ex D. F. K. Schltldl	HIERBA	5
<b>Cistaceae</b>	<i>*Helianthemum coulteri</i> S. Watson	HIERBA	5
	<i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag) Lag ex DC.	HIERBA	5
<b>Convolvulaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Dichondra sericea</i> Sw.	HIERBA	5
<b>Cornaceae</b>	<i>Cornus disciflora</i> Moc & Sessé ex DC.	ARBUSTO- ARBOL	5
	<i>Cornus excelsa</i> Kunth	ARBUSTO- ARBOL	10
<b>Ericaceae</b>	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	ÁRBOL	45
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalea obovatifolia</i> Ortega	HIERBA	15
	<sup>1</sup> <i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	HIERBA	5
	<sup>1</sup> <i>Lupinus campestris</i> Schltldl. & Cham	HIERBA	15



<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus castanea</i> Née	ÁRBOL	30
	<i>Quercus crassipes</i> Humb. y Bonpl.	ÁRBOL	30
	<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	ÁRBOL	25
	<i>Quercus rugosa</i> Née	ÁRBOL	40
<b>Garryaceae</b>	<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. Ex Benth.	ÁRBOL	25
<b>Geraniaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Geranium seemannii</i> Peyr.	HIERBA	5
<b>Lamiaceae</b>	<i>Salvia elegans</i> Vahl	HIERBA	40
	<sup>1</sup> <i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	ARBUSTO	5
	<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth.	HIERBA	30
	<sup>1</sup> <i>Salvia mexicana</i> L.	HIERBA	30
	* <i>Salvia mocinoi</i> Benth.	HIERBA	5
	<sup>1</sup> <i>Salvia polystachya</i> Cav.	HIERBA	10
	<i>Satureja macrostema</i> (Moc & Sessé ex Benth.) Briq.	ARBUSTO-ÁRBOL	10
<b>Myrtaceae</b>	<sup>3</sup> <i>Eucalyptus camaldulencis</i> Dehnh.	ÁRBOL	15
	<sup>3</sup> <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	ÁRBOL	25
<b>Onagraceae</b>	<i>Fuchsia thymifolia</i> Kunth.	ARBUSTO	65
<b>Orobanchaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	HIERBA	20
<b>Oxalidaceae</b>	<sup>1, 4</sup> <i>Oxalis corniculata</i> L.	HIERBA	5
<b>Polygalaceae</b>	<i>Monnina ciliolata</i> Sessé & Moc. Ex DC.	ARBUSTO	75
<b>Ranunculaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Clematis dioica</i> L.	ARBUSTO	40
<b>Rhamnaceae</b>	<i>Ceanothus coeruleus</i> Lag.	ARBOL	20
	* <i>Rhamnus serrata</i> Schultes.	ARBUSTO	5
<b>Rosaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Alchemilla procumbens</i> Rose	HIERBA	20
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	ÁRBOL	25
	* <i>Rubus caudatisepalus</i> Calderon	ARBUSTO	5
	* <i>Rubus liebmanii</i> Focke	ARBUSTO	5
	<i>Rubus pringlei</i> Rydb.	ARBUSTO	10
<b>Rubiaceae</b>	<sup>1</sup> <i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltldl.	ARBUSTO	10
	<i>Galium aschenbornii</i> Nees & S. Schauer	HIERBA	30
	<i>Galium uncinatum</i> DC.	HIERBA	5
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	ÁRBOL	5
	* <i>Lamouroxia xalapensis</i> Kunth.	HIERBA	5

	<sup>1</sup> <i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don	HIERBA	35
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum thyrsoideum</i> Kunth.	ARBUSTO	40
	<i>Solanum appendiculatum</i> Dunal	HIERBA	10
	<i>Solanum cervantencii</i> Lag.	ARBUSTO	10
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lippia mexicana</i> G. L. Nesom	ÁRBOL	25
<b>Clase Liliopsida (Monocotiledóneas)</b>			
<b>Poaceae</b>	<i>Brachipodium mexicanum</i> (Roem. & Schult.) Link	HIERBA	15
	<sup>*</sup> , <sup>1,2</sup> <i>Bromus catharticus</i> Vahl (Bunioloides H. B. K.)	HIERBA	5
	<i>Muhlenbergia nigra</i> Hitchc.	HIERBA	10
	<sup>*</sup> <i>Muhlenbergia robusta</i> (Fourn.) Hitchc.	HIERBA	10
	<i>Piptochaetium virescens</i> (Kunth) Parodi	HIERBA	5
	<sup>1</sup> <i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	HIERBA	35
	<i>Trisetum virletii</i> E. Fourn.	HIERBA	20
<b>Smilacaceae</b>	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	HIERBA	10

\*Registros nuevos, <sup>1</sup> sp reconocidas como arvenses o pioneras en la sucesión, <sup>2</sup>Exótica, <sup>3</sup> Exótica Invasora, <sup>4</sup> Exótica Criptogénica.