



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**EVALUACION DE LOS ATRIBUTOS COMUNITARIOS Y
POBLACIONALES DEL BOSQUE DE PINO-ENCINO UBICADO
EN LA LOCALIDAD DE CHICHICAXTLA, MUNICIPIO DE
AQUIXTLA, PUEBLA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

ARELLANO RIVERA FERNANDO IVÁN.



DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ LUIS GAMA FLORES.

**LOS REYES IXTACALA, TLALNEPANTLA, EDO. DE
MEX. , 2017.**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatorias

A mi Mamá Lupita (†) porque usted supo que iba a llegar muy lejos y sé que desde el cielo me cuida. Usted nunca dudo de mi capacidad, fue una segunda madre para mí y a pesar de que han pasado 8 años de su partida con Dios la extraño como si hubiera sido ayer, sabe que daría todo e inclusive este trabajo y todos los logros que he tenido para que estuviera presente tanto en la realización de este proyecto, como en mi examen profesional, como cada día de mi vida. Es por eso y más que este trabajo va para usted hasta allá arriba. LA AMO.

A mi tía Esther (†) que también desde el cielo me cuida y rezo por mí para que yo estuviera al 100% y siempre me mandaba saludos, me hubiera encantado pasar más tiempo con usted, fue una persona que siempre estuvo en mi vida y desearía que estuviera aquí, LA QUIERO DEMASIADO.

A mi amigo Crescencio (†), para ti este trabajo realizado en la tierra que te vio crecer y hacer tus cosas día a día, creo el no mencionarte se me hace una falta de respeto a tu memoria y a las cosas que pasamos, las risas y los momentos increíbles a tu lado, aún recuerdo que mi primer cerveza fue contigo en la feria de San Isidro, amigo fuiste de los primeros que siempre estuvieron conmigo, gracias por todo, estés donde estés va para ti con mucho cariño.

A mi madrina Cata, para usted con mucho cariño, que aunque este muy lejos, siempre pienso en usted y pido para que este muy bien de salud, espero verla muy pronto, LA QUIERO DEMASIADO.

A todos los especialistas de ecología de comunidades que les ha costado obtener la información necesaria para el desarrollo adecuado de este tipo de trabajos y han batallado por la adquisición de la información, les aporfo uno sin ningún problema, un honor ayudarles en sus proyectos de investigación, artículos, tesis, etc.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la vida, pero sobre todo a DIOS por darme una segunda oportunidad, que aunque no parezca, estoy eternamente agradecido y que gracias a todo eso, se logró que mi sueño se cumpliera y espero me dé la oportunidad de seguir soñando y logrando mis metas.

A mis padres Maribel y Fernando por apoyarme en cada uno de mis metas y por estar ahí para mí y por el financiamiento para este proyecto, los amo. A mis hermanos Diana y Miguel, quienes me han apoyado en todo momento.

A mis Abuelitos, Teresa y Lupe quienes me apoyaron en la realización de este proyecto en las cuestiones del hospedaje, alimentación y financiamiento para la realización de este proyecto. Además ustedes siempre han estado para mí en todo momento, no tengo palabras para agradecer todo lo que han hecho por mí.

A mis familiares: tías, tíos, primos y sobrinos, tanto los de la ciudad como los del rancho, por todo su apoyo a lo largo de mi vida, por su cariño, amor y ganas de compartir cada momento importante de su vida.

A mi asesor, mentor y amigo, el Dr. José Luis Gama Flores por darme la oportunidad de trabajar con él, ahora de forma definitiva, por sus enseñanzas, paciencia, mucha pero mucha tolerancia, consejos, observaciones, apoyo (económico, moral, educativo y en la identificación de algunas especies) y ser quien aceptara dirigir, avalar y aprobar este trabajo y ser quien me diera la oportunidad de ejercer como docente.

A mis sinodales: M. en C. Liliana Elizabeth Rubio Licona, M. en C. María Elena Huidobro Salas, Dr. José Luis Gama Flores, M. en C. María Patricia Jácquez Ríos y Biol. Francisco López Martínez por sus consejos, revisión e identificación de las especies y sus pertinentes correcciones.

A Marisol, Diego (lince), Toto, Jessica, Paola Cervantes, Jesús, Citlali, Nicole, Abraham, Cesar, Beto, Aarón, Ale, Rodrigo, Yahir, Alfredo y Juanote, quienes considero mis amigos,

quienes han sido un pilar importante, ya que me han enseñado muchas cosas, entre esas a enfrentar la vida como viene y que a pesar de las adversidades, se puede ser mejor día a día.

A mis alumnos que me inspiran a ser mejor profesor e investigador.

Al Dr. Rodolfo García Collazo y al M. en C. Luis Enrique Páez Gerardo por permitirme identificar en el salón L-523 A con su grupo (1505) perteneciente al módulo de Metodología Científica V durante su hora de clase y a la Biol. María Guadalupe Villanueva Santiago por permitirme trabajar en la cabecera de Metodología Científica IV y V.

A los grupos de Facebook identificando plantas y Botánica en México, en especial a Heinke Vibrans, Chewie Estrada y Lex García, que sin conocerme me apoyaron con las especies que me costaron demasiado y me habían provocado mucho sufrimiento, muchas pero muchas gracias biólogos.

Al laboratorio de Edafología, comandado por la M. en C. Mayra Mónica Hernández Moreno y el Dr. Daniel de Jesús Muñoz Iniestra y a Carlos Ferrer por el apoyo en la parte del análisis de las muestras de suelo.

Al Dr. Carlos Pérez-Plasencia, con quien tuve el honor de trabajar por un momento y me enseñó muchas cosas y que si no lo hubiera conocido, tal vez no tendría conocimiento alguno en cómo se deben hacer las cosas (trabajos, exposiciones, dar algún seminario) o que un no sé no es tan mala idea cuando se desconocen las cosas.

Al Dr. Hibraim Adán Pérez Mendoza y a la Dra. Sofía Solórzano Lujano, gracias a ustedes me nació el amor a una gran e importante rama de la biología: La Ecología, algo que no cambiaría por nada y que es algo significativo en mi vida.

A la maestra Gabriela, porque por usted, logré entrar a la U.N.A.M. desde el nivel bachillerato.

A la U.N.A.M. por todos los beneficios recibidos, tanto en cuestiones de pagos anuales baratísimos, sobre todo el seguro universitario. No solamente estoy orgulloso y agradecido por esta gran Universidad, sino por todo lo que significa ser egresado de la máxima casa de

estudios de México y Latinoamérica, es un honor para mí formar parte de esta escuela y con orgullo digo: “Por mi raza hablará el espíritu”.

A la F.E.S. Iztacala por tener tan buen nivel académico y a la Carrera de Biología, por todo lo que me enseñó a través de sus profesores, tanto buenos como malos, ya que sin ellos no estaría a punto de ser un biólogo hecho y derecho.

A la M. en D. María Dolores Alcántara Montoya, que aunque no fuiste mi profesora en la licenciatura, lograste ser un ejemplo a seguir durante mi formación en el C.C.H y ser pilar para elegir la mejor carrera de toda la Universidad: Biología.

Al Gobierno del Estado de México por proporcionarme las becas de permanencia del Estado de México y al Gobierno Federal la beca de Educación Superior para realizar mis estudios de licenciatura.

Por ultimo me agradezco a mí porque sin mi intelecto nada hubiera sido posible.

**“La educación es el arma más poderosa que podemos
usar para cambiar el mundo”.**

Nelson Mandela.

Índice

	Págs.
Resumen -----	1
Introducción -----	3
Marco teórico -----	5
Antecedentes -----	12
Justificación -----	16
Objetivos -----	17
Descripción del Área o Sitio de estudio -----	18
Materiales y Métodos -----	21
Resultados -----	29
Discusión -----	41
Conclusiones -----	54
Recomendaciones -----	55
Bibliografía -----	56
Anexos -----	67

Resumen

La distribución de las especies en distintos tipos de ambientes ha dado paso a una gran variedad de comunidades que no son más que los diferentes tipos de organismos que interactúan entre ellos. Dichas comunidades tienen atributos o propiedades que permiten caracterizarlas, algunas de estas son: riqueza de especies, composición, fisionomía, estructura y fenología y se pueden estudiar en los distintos tipos de vegetación, por ejemplo en los bosques de pino-encino, cuyos bienes y servicios que conllevan a su pérdida, esto da paso a desarrollar distintas acciones para su conservación, es por esto que el objetivo de este trabajo fue evaluar los atributos comunitarios y poblacionales de un bosque de pino-encino ubicado en la localidad de Chichicaxtla, municipio de Aquixtla, Puebla. Durante los meses de septiembre de 2016 a enero de 2017 y en marzo del mismo año mediante el método de cuadrantes anidados a partir de un área mínima de 600 m² se colectaron los organismos que se encontraban dentro del rectángulo y en estos se consideró la estructura y función con base en los criterios de Dansereau, además se consideró el origen, afinidad climática y uso potencial de las especies mediante el uso de la literatura específica. Con respecto a los atributos poblacionales se consideraron las clases diamétricas de las coníferas y encinos, la densidad del arbolado de importancia económica, la cantidad de biomasa de las coníferas y encinos y su evaluación fitosanitaria, aparte se evaluaron algunos parámetros del suelo. Se obtuvo una riqueza de 102 especies distribuidas en 31 familias, siendo Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Lamiaceae las más representativas debido a su alto potencial biótico, una estructura arbustiva-herbácea que está relacionada con una perturbación en el sitio y una función perenne que está asociada con la forma de vida herbácea. Las especies fueron afines al clima templado por las adaptaciones de los organismos a este tipo de clima, un origen americano porque la mayoría son especies nativas y un uso potencial medicinal debido a los metabolitos que tienen las plantas. La clase diamétrica que predominó fue la <10 cm por parte de las coníferas y <7 cm en los encinos, lo que muestra un reclutamiento a excepción de *Quercus crassifolia* que tuvo una clase predominantemente >37 cm por probables deficiencias

nutrimentales. La densidad de *Pinus teocote* fue alta por tal vez su fácil proliferación y una densidad baja de *Alnus acuminata* por sus probables usos. La cantidad de biomasa en pie de las coníferas fue mayor que la de los encinos por una posible sobreexplotación de los encinos en edad adulta. Con respecto al estado sanitario se observó un estado del tronco (físico y sanitario) es bueno en las coníferas y regular para *Q. laurina*, *Q. crassifolia* y *Q. glabrescens* por la probable presencia de plagas y un estado del follaje (físico y sanitario) bueno en las coníferas, a excepción de *Juniperus deppeana* que empezaba a tener posibles deficiencias y en el caso de los encinos un estado regular en el follaje (físico y sanitario) por la formación de agallas y agujeros provocadas probablemente por plagas. A partir de tres muestras de suelo se obtuvo que a partir de los parámetros, tales como el color, textura, pH, cantidad de materia orgánica, Capacidad de Intercambio Catiónico Total (C.I.C.T.), Ca^{+2} y Mg^{+2} intercambiables están en una calidad regular a desfavorable en algunas partes del sitio de estudio.

Palabras clave: Comunidad, atributos, bosque templado y pino-encino.

Introducción

Las comunidades se componen por organismos de varias especies que habitan e interactúan en un lugar y tiempo determinados (Campbell y Recce, 2005). Estas poseen una serie de propiedades o atributos que se les pueden caracterizar o comparar y son su composición o riqueza taxonómica, su fisionomía o estructura, su fenología, entre otros (Begon *et. al*, 2006).

Un tipo de comunidad que tiene dichas propiedades son los bosques de pino-encino, en estos hay una dominancia de árboles altos, estos están acompañados generalmente por otras especies (cerca de 7000). En México, esta comunidad forestal se distribuye en zonas montañosas con clima frío a una altitud entre 2000 y 3400 m s.n.m. (CONABIO, 2012¹).

La importancia de este tipo de sistemas está vinculado con la función y los servicios que estos proporcionan, ya que estos dos aspectos están estrechamente vinculados. Algunos son: regulación de gases (captación de CO₂), regulación climática (precipitación), regulación de la perturbación, regulación del agua (retención e infiltración del agua de lluvia), control de la erosión, entre otros (Constanza *et al.*, 1997).

Otro servicio que estas comunidades brindan es el de materias primas y que a partir de este se ha conllevado a la sobreexplotación de la masa forestal de manera ilegal por parte de los aserraderos clandestinos ya que esto les aporta grandes cantidades de dinero. Otros aspectos que provocan el deterioro, fragmentación y pérdida de estas son la elaboración de grandes extensiones para agricultura y pastoreo extensivo para la alimentación del ganado, así como los incendios provocados (Biodiversidad Mexicana, 2012). Esto provoca entre otras cosas, un aumento en las concentraciones de CO₂ atmosférico, pérdida de la variedad de especies y del hábitat, entre otras (Rentería, 1997).

Existen varias alternativas para disminuir la pérdida de estas comunidades, tales como: el estudio de las comunidades, desde el aspecto de los atributos, así como

el estudio de las especies de importancia maderable, cálculo del área basal, biomasa en pie, evaluaciones fitosanitarias, etc. (Llueca y Udias, 2004).

Marco Teórico

Biodiversidad

La biodiversidad se conoce como toda aquella variabilidad de seres vivos que habitan en el planeta, y está dividida en tres niveles: genes, poblaciones y ecosistemas (CONABIO, 2008). Para entender esta variedad de especies, se recurre a la biogeografía que es una rama encargada de entender los patrones de distribución de los organismos a través de los continentes y océanos. Cada especie se distribuye en un biotopo o hábitat que conlleva al desarrollo de las especies que dan paso a la formación de comunidades o biocenosis (Begon *et al.*, 2006).

Comunidades

La definición de una comunidad o biocenosis varía según el autor, pero de manera general se conocen a estas como el conjunto de dos o más poblaciones u organismos de distintas especies que coexisten y por tanto interactúan en un lugar y tiempo determinados (Campbell y Recce, 2005), dichas interacciones conllevan a la formación de patrones de distribución espacial y temporal en las poblaciones que conformen a alguna comunidad tanto animal o vegetal, como es el caso de las asociaciones vegetales y ensambles animales (Jaksic y Marone, 2007).

Propiedades emergentes o atributos de las Comunidades

A partir de la definición de las Comunidades, estas poseen una serie de atributos o propiedades emergentes que permiten caracterizarlas y compararlas en tiempo y espacio con otras comunidades. Estas propiedades describen la presencia de una o varias características que pueden ser medidas de manera cualitativa o cuantitativa (Begon *et al.*, 2006), algunas de estas son:

- a) **Riqueza:** La riqueza de especies (S) se refiere al número total de especies que hay en una comunidad, así como sus variaciones con respecto a su altura o en talla entre ellas (Moreno y Rivas, 2009; Campbell y Recce, 2005). Para determinar el valor de la riqueza de especies se lleva a cabo de

dos maneras: Mediante la realización de un muestreo por observación, que consiste en la elaboración de cuadros o rectángulos para delimitar la zona, posteriormente se observan y contabilizan el número de especies que se encuentren dentro de los mismos y finalmente se grafica el número de áreas vs el número de especies, hasta que la gráfica se pueda estandarizar o bien llegue a un número mínimo de especies. El otro método para determinar el valor de riqueza y que por tanto sea óptimo, es necesario la estandarización del tamaño de la muestra mediante el uso de algún método como el de rarefacción, el cual consiste en estandarizar todas las muestras obtenidas a un solo tamaño o se usa para comparar el número de especies entre comunidades; otros métodos utilizados son las funciones de acumulación de especies o por métodos no paramétricos (FCNyM, 2016). Para la interpretación adecuada de la riqueza, se utilizan alguno de los siguientes índices o métodos para la obtención cuantitativa de la riqueza de especies o bien para estandarizar los valores obtenidos de la S: Índice de Margalef, Menhinick, rarefacción, Coleman y Michaelis-Menten. Cabe destacar que estos son sensibles a los cambios de abundancia de las especies (Villareal *et al.*, 2004).

b) Composición o riqueza taxonómica: Es un listado de especies ordenadas taxonómicamente, dicho orden en el que se realiza se basa una o varias categorías de mayor a menor jerarquía, tal es el caso de especies identificadas hasta su nombre científico o con su género, familia, etc. (Valverde *et al.*, 2005).

c) Fisionomía: Es un aspecto visual de las comunidades, haciendo referencia a las comunidades vegetales y coralinas, ya que éstas al ser “aparentemente” sésiles, es más fácil poder observar si ocurren cambios en éstas, por mínimos que lleguen a ocurrir; haciendo alusión a las características morfológicas de los organismos que conformen una comunidad, tal es el caso de la forma de vida y de crecimiento, así como la

densidad de individuos por unidad de terreno (Valverde *et al.*, 2005). En el caso de las comunidades vegetales, la forma de vida hace mención que si es epífita, herbácea, liana, arbustiva o arbórea, esto de acuerdo a los criterios de Dansereau y la forma de crecimiento, que está dada por los criterios de Raunkjær: Fanerófito, Caméfito, Hemicriptófito, Criptófito, Geófito, Helófito, Hidrófito y Terófito (Pombo, 2015).

d) Estructura: Es la forma en que está organizada la comunidad, dicha organización se puede analizar de dos formas: cualitativa mediante la observación de la distribución de las especies en los estratos y se puede representar mediante perfiles con base en la forma de vida y de crecimiento (estructura espacial) y de manera cuantitativa, para obtener las especies dominantes o que tengan una mayor representatividad en la comunidad o las que tienen un estatus de rareza alto o que son escasas (Valverde *et al.*, 2005).

e) Fenología: Se conoce a este atributo como los cambios de manera estacional que ocurren a lo largo de un año, dichos cambios se deben a factores ambientales (luz, temperatura y humedad), biológicos (brotación, floración, fructificación y senescencia) y distribución (altitud, latitud y longitud). Se conocen en las comunidades vegetales tres tipos de función: caducifolia (las que tiran las hojas en una determinada época del año), perennifolia (las que no tiran sus hojas) y subcaducifolia (las que tiran la mitad de sus hojas) (Flórez *et al.*, 2012).

Tipos de Vegetación

A partir de los atributos de las comunidades han dado paso a un dinamismo por parte de las comunidades, particularmente en los distintos tipos de vegetación que en conjunto con los patrones biogeográficos, centros de origen, factores altitudinales, climáticos, etc. han permitido una diversificación de este tipo de ecosistemas (CONABIO, 2012²). Estas cuestiones climáticas y altitudinales han

influido de manera considerable para la formación de varios tipos, como lo son: los de clima seco (matorrales y desiertos), templado (bosques de pino, bosques de encino, etc.), húmeda (bosque tropical o selvas, manglares, bosque espinoso, dunas costeras, etc.), entre otros (Rzedowsky, 2006). En el caso de nuestro país, se encuentran la mayoría de estos, debido a que posee todas las características anteriormente mencionadas, de ahí que este es considerado un país “megadiverso” (Valverde *et al.*, 2005). Uno de los tipos de vegetación más conocidos es el sistema de Bosque templado, de pino-encino.

Bosque de Pino-encino

En México este tipo de comunidades, que forman parte de los bosques templados, se caracterizan por tener una dominancia de árboles altos, particularmente albergan cerca de 35 especies de pinos y cerca de 200 especies de encinos (Rzedowski, 2006; CONABIO, 2012). En México, esta comunidad forestal se distribuye en zonas montañosas con clima frío (temperaturas entre los 12 y 23°C y una precipitación anual entre los 600 y 1000 mm y a una altitud entre 1500 y los 3000 m s.n.m (Rzedowski, 2006).

Importancia y fragmentación de los Bosques de Pino-encino

A partir de la amplia gama de formas biológicas (árboles, arbustos y hierbas) se derivan una serie de bienes y servicios, tales como: regulación de gases (captación de CO₂), regulación climática (precipitación), regulación de la perturbación, regulación del agua (retención e infiltración del agua de lluvia), control de la erosión y retención sedimentaria (formación de suelos), formación de los ciclos de nutrientes o ciclos biogeoquímicos, polinización, tratamiento de desechos (control de y eliminación de agentes contaminantes), hábitat, control biológico (herbívora y parasitismo), producción alimenticia, recursos genéticos, recreación, cultural y materias primas (Granados-Sánchez *et al.*, 2007; Constanza *et al.*, 1997). Con respecto a este último ha provocado mucho interés económico y por tanto de manera ilegal, en su mayoría, la sobreexplotación de la masa forestal de manera desmedida lo que provoca una pérdida de 195 mil hectáreas al año

(Biodiversidad Mexicana, 2012; Domínguez-Hernández *et al.*, 2012). Otros aspectos que provocan el deterioro, fragmentación y pérdida de estas son la formación de grandes extensiones de tierra para la agricultura y el pastoreo extensivo para la alimentación del ganado, así como los incendios provocados y la contaminación que provoca la muerte de las especies arbóreas (Biodiversidad Mexicana, 2012; Machorro, 2015).

Además de los procesos antropocéntricos que conllevan a la fragmentación de las comunidades, hay dos procesos fundamentales que ocurren de manera natural, los de tipo abiótico, tales como: erupciones volcánicas, inundaciones, incendios (de manera natural), poca cantidad de nutrientes en el suelo, variaciones en la humedad y/o luz, etc., y los procesos bióticos, por ejemplo la presencia de algún tipo de plagas (entomológicas, fúngicas, bacterianas o viroides), alguna enfermedad que acabe con las poblaciones naturales, factores genéticos como mutaciones, la introducción de especies exóticas y el calentamiento global (Fraume, 2006).

Consecuencias en la fragmentación de los Bosques de Pino-encino

Al haber una pérdida de las especies arbóreas y por tanto un cambio de uso de suelo hay un aumento considerable de las concentraciones de CO₂ atmosférico que da paso a una liberación de carbono del suelo a la atmosfera en forma de CO₂, lo que conlleva al aumento en sus concentraciones, siendo esto un factor clave en el aumento en la temperatura de la Tierra (Rentería, 1997). Otras consecuencias son el la pérdida y disminución de la variabilidad genética y poblacional, disminución en la cantidad en algunos parámetros ambientales, tales como: humedad, luz, temperatura y velocidad del viento y la invasión de especies oportunistas, como las malezas (CONABIO, 2012¹; Bustamante y Grez, 1995).

Soluciones a la fragmentación en los Bosques de pino-encino

Para poder analizar, interpretar y solucionar los problemas que han estado fragmentando a este tipo de vegetación, es necesario obtener la información necesaria para la proporción de una gestión sustentable, esto se lleva a cabo en el

conocer, evaluar y utilizar (la triada de la biología sustentable), algunos ejemplos son el análisis de la biomasa en pie, densidad de especies de importancia económica y las evaluaciones fitosanitarias (Llueca y Udias, 2004; Domínguez-Hernández *et al.*, 2012; Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Biomasa forestal

Una alternativa para la evaluación de estrategias de conservación para conocer la importancia de las especies que predominan en la estructura de las comunidades forestales (arbóreas) es el análisis de la cantidad de biomasa forestal que es la cantidad de materia orgánica en términos de producción primaria presente en los árboles, principalmente las hojas, tronco, ramas y la corteza (Díaz, *et al.*, 2007).

Su determinación se lleva a cabo de dos maneras: de manera directa o comúnmente llamado destructivo (la menos recomendable, puesto que se busca conservar a las especies), consiste en como su nombre lo indica, fragmentar parte y/o todo el organismo para pesar (en seco y en fresco) directamente cada uno de sus componentes (hojas, ramas, tronco y/o raíz) (Rodríguez *et al.*, 2007; Fonseca *et al.*, 2009).

El otro tipo de estimación es indirecta y se puede considerar en sumar los volúmenes maderables y se toma un poco de muestra de la especie para obtener su peso seco y así convertir este a unidades de volumen y finalmente representarlos en un análisis de regresión. Otro tipo de estimación consiste en la utilización de fórmulas matemáticas, tales como: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial (h_c) y total (h_t), el diámetro del tronco, área basal, volumen maderable, número de anillos y de cada especie de interés, estimación del follaje y la densidad específica de la madera (Fonseca *et al.*, 2009). Finalmente para cualquiera de los métodos, se lleva a cabo la graficación mediante el uso de una regresión no lineal de tipo exponencial denominada ecuación alométrica, esta ecuación es una relación entre el volumen (maderable o de todo el organismo) y la biomasa (Picard *et al.*, 2012; Schlegel, 2001).

Densidad de especies de importancia económica

Se conoce como densidad al número de individuos por unidad de área, particularmente las comunidades de coníferas abarcan un área de aproximadamente 30,5 millones de Ha, ya que estas especies son las que tienen un mayor interés económico debido a que representan el mayor potencial maderable de nuestro país (Vargas, 2003). Para la estimación de la densidad únicamente se contabilizan a los organismos por especie entre el área mínima (Zarco-Espinoza *et al.*, 2010)

Evaluaciones Fitosanitarias

Son un tipo de evaluación que se realiza para conocer el estado de deterioro de las especies vegetales de importancia en la comunidad o en el ecosistema. Dicho deterioro se puede deber a varios factores, como plagas (insectos, bacterias, nematodos, malezas, virus, etc.), contaminación, especies vegetales invasoras (exóticas principalmente), cambio de uso de suelo, fito-patógenos, entre otros (Arrigada, 2011; Pérez, 2010). Su objetivo es tratar de disminuir el tránsito y por ende el paso de distintos tipos de plagas cuarentenarias y se lleva a cabo mediante el registro de los cambios más evidentes que impiden el desarrollo adecuado de las especies leñosas; este registro se lleva a cabo mediante la observación de las estructuras de las especies maderables (tronco y follaje) (Pérez, 2010; Claudio, 2008).

Antecedentes

Se han realizado trabajos acerca de algunos atributos o propiedades comunitarias en bosques templados, algunos de estos son:

Montañez (2016), quien realizó un diagnóstico ambiental en un bosque templado en un bosque templado en el municipio de Santa Ana Jilotzingo. Obtuvo una riqueza de 61 especies distribuidas en 23 familias siendo Rosaceae, Asteraceae y Fabaceae las más representativas. Además consideró algunos parámetros del suelo, tales como: color, textura, densidad aparente y real, porosidad, pH, Capacidad de Intercambio Catiónico Total, materia orgánica e iones intercambiables.

Soriano (2016) en una comunidad pino-encino en el municipio de Isidro Fabela encontró una riqueza de 50 especies distribuidas en 32 familias siendo Asteraceae, Lamiaceae y Rosaceae las familias más abundantes, una estructura herbácea, un origen Americano y un uso medicinal.

Del Bosque (2015) en una comunidad de encinar en el municipio de Chapa de Mota realizó un diagnóstico ambiental encontró una riqueza de 105 especies distribuidas en 27 familias, siendo las familias Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Solanaceae y Fagaceae tuvieron una mayor representatividad. Así pues obtuvo una estructura herbáceo-arbustiva, un uso medicinal, una densidad de Ind/Ha alta de *Quercus mexicana*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes* y *Crataegus pubescens*, una relación edad-cantidad de biomasa meramente proporcional, un mayor número de plántulas de *Quercus mexicana* y de *Q. rugosa*, un estado sanitario regular de los encinos y un análisis del suelo, considerando la textura, pH, C.I.C.T. y la cantidad de M.O.

Ochoa (2013) quien en el municipio de Valle de Bravo reporta una riqueza de 235 especies distribuidas en 77 familias por las cuestiones climáticas y fisiográficas, siendo las familias Asteraceae, Solanaceae, Lamiaceae y Orchidiaceae las más abundantes. La diversidad vegetal exhibe una estructura herbácea y una categoría

de plántula a juvenil en las edades de los pinos y encinos lo que demuestra un reclutamiento.

Rubio-Liconá *et al.* (2011) quienes en un bosque de *Quercus* y *Pinus-Quercus* del municipio de Villa del Carbón obtuvieron una riqueza de 71 especies distribuidas en 28 familias, siendo las familias Asteraceae, Fabaceae, Fagaceae y Poaceae las más abundantes, una estructura arbórea y un uso maderable de las especies arbóreas y un uso medicinal en las herbáceas y arbustivas.

Valenzuela y Granados (2009) evaluaron la estructura y fenología de acuerdo a la función en 8 sitios de una región del estado de Durango, encontrando una estructura arbórea y una función perenne, encontrando en dichos sitios una dominancia de *Pinus chihuahuana*, *Quercus microphylla*, *Pinus engelmannii*, *Quercus arizonica*, *Quercus durifolia*, *Juniperus deppeana*, *Pinus durangensis*, *Quercus eduardii*, *Pinus cooperi* var. *ornelassii*, *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera*, *Arbutus xalapensis*, *Pinus leiophylla*, *Pinus cooperi* var. *cooperi* y *Quercus rugosa*.

Castañeda (2008) quien en bosques de *Abies*, *Quercus* y *Pinus* ubicados en la localidad del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, encontró una riqueza de 58 especies distribuidas en 15 familias, siendo las familias Asteraceae, Fagaceae, Fabaceae y Pinaceae las más representativas.

Cruz (2007) quien reporta el origen, afinidad climática y su uso potencial de la flora de bosques templados del Estado de Puebla, este autor encontró en 9 comunidades, una riqueza de 186 especies distribuidas en 57 familias siendo Asteraceae y Lamiaceae las más representativas. Las cualidades indirectas que predominaron en su trabajo fueron un origen americano, un clima templado y un uso medicinal.

Con respecto a las cuestiones poblacionales en bosques templados existen trabajos, tales como:

Trigueros *et al.* (2014) quienes estudiaron la densidad total y la tasa de reclutamiento de Pináceas, Fagáceas y Ericáceas durante un periodo de 8 años

(2002-2010) en un bosque templado ubicado en Nuevo León. Los autores encontraron la densidad total inicial (574 Ind/Ha) de *Pinus lumholtzii*, *Quercus coccolobifolia* Trel. y *Arbutus xalapensis* HBK que la del resto de los individuos de otras especies y disminuyó en 5% en dicho periodo. Mientras que la tasa de reclutamiento de *Quercus resinosa*, *Pinus devoniana* y *P. douglasiana* fue mayor.

La Comisión Nacional Forestal o CONAFOR (2014) encontró en Aguascalientes daños en especies de pinos por insectos descortezadores del género *Dendroctonus*, por un barrenador del género *Synanthedon* que provoca un escurrimiento en la resina, hongos y muérdagos.

Aguirre (2013), en Nuevo León, abordó además de la densidad de arbolado de pinos el volumen maderable en pie y su uso en tablas. Las estimaciones se realizaron en sitios circulares de 500 m² y en diversas categorías de edad (intervalo de 11-90 años). El volumen de las categorías adultas fue 350 m³ mientras que la edad joven tuvo un volumen de 6 m³ solamente.

Domínguez-Hernández *et al.* (2012), estudiaron la densidad de *Pinus-Quercus* en un bosque templado de Puebla, obtuvieron una mayor densidad en *Pinus pseudostrobus* y *Quercus* sp con 78 Ind/Ha, y 275 Ind/Ha respectivamente. Además estimaron las edades en los pinos y encinos en intervalos de 10 cm, observando que la mayoría de pinos tenían 30 cm y los encinos 20 cm. Asimismo obtuvieron una cantidad de biomasa en pie de 338 m³/Ha promedio para pinos y encinos.

Navár-Cháidez y González-Elizondo (2009) quienes estimaron mediante el uso de modelos matemáticos, la cantidad de biomasa en pinos y encinos siendo *Pinus cooperi*, *P. teocote*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite*, *Arbutus* spp, *Alnus* spp, *Juniperus* spp, *Pseudotsuga menziesii* y *Quercus sideroxylla* las especies con una mayor biomasa.

Vázquez *et al.* (2006) encontraron en Michoacán una gran cantidad de hongos parásitos (*Fusarium* spp y *Cronartium* spp), insectos descortezadores (principalmente los géneros *Dendroctonus* spp y *Conophthorus* spp), así como plantas parásitas de los géneros *Arceuthobium* spp y *Psittacanthus* spp (parásitas de follaje).

Baca (2000) en Nuevo León comparó la densidad de arbolado de para dos sitios mostrando un predominio de *Quercus rysophylla*, *Q. canbyi* y *Pinus pseudostrobus* (densidad de 348, 319 y 24 Ind/h respectivamente), caso contrario a *Arbutus xalapensis* que solo obtuvo 6 individuos y un estrato arbóreo predominado por *Pinus pseudostrobus* y *P. teocote* por las condiciones de los sitios de estudio.

Sobre caracterizaciones edafológicas en bosques templados existen trabajos como el realizado por Lillo *et al.* (2011) quienes en la precordillera de los Andes, Chile estimaron el pH, materia orgánica, Ca⁺² y Mg⁺² y la CICT.

Justificación

Se han realizado distintos trabajos en los bosques de pino-encino en el país, pero para la localidad de Chichicaxtla hay escasos trabajos, a excepción del realizado por Cruz (2007), pero solamente este autor hace referencia a cuestiones etnobotánicas. A pesar de lo que reporta CONABIO (2012²) que este tipo de vegetación aporta una gran cantidad de bienes y servicios, se llevan a cabo acciones de manera irracional que ha provocado una disminución en el número de hectáreas en esta comunidad. Es por esto que a partir la realización de este tipo de trabajos acerca de la evaluación y conocimiento de algunas propiedades emergentes de la comunidad, así como sus cualidades indirectas, las cuestiones poblacionales y aspectos edafológicos que puedan permitir el enriquecimiento en el conocimiento de este tipo de vegetación para que más adelante se puedan elaborar distintas estrategias de conservación.

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar los atributos poblacionales y comunitarios del bosque de pino-encino ubicado en la localidad de Chichicaxtla, municipio de Aquixtla, Puebla.

Objetivos Particulares:

- Caracterizar a la comunidad con base en la riqueza de especies, composición, estructura y fenología.
- Conocer las cualidades indirectas (origen, afinidad climática y uso potencial) de la comunidad.
- Determinar algunos atributos poblacionales (clases diamétricas, densidad del arbolado de importancia económica, cantidad de biomasa en pie y la calidad fitosanitaria).
- Caracterizar los aspectos edáficos del bosque de pino-encino.

Descripción del Área o Sitio de estudio

El bosque de pino-encino se ubica en la localidad de Chichicaxtla, esta pertenece al municipio de Aquixtla y se encuentra al noroeste del Estado de Puebla, forma parte de la región I de la Sierra Norte de Puebla con coordenadas $97^{\circ}58'17''$ Long. W y $19^{\circ}44'07''$ Lat. N. y a una altitud de 2,620 m s.n.m. Colinda al norte con los municipios de Zacatlán y Chignahuapan; al sur con el municipio de Ixtacamaxitlán y al oeste con Tetela de Ocampo (Arredondo, 2016; Cruz, 2007) (Fig. 1).

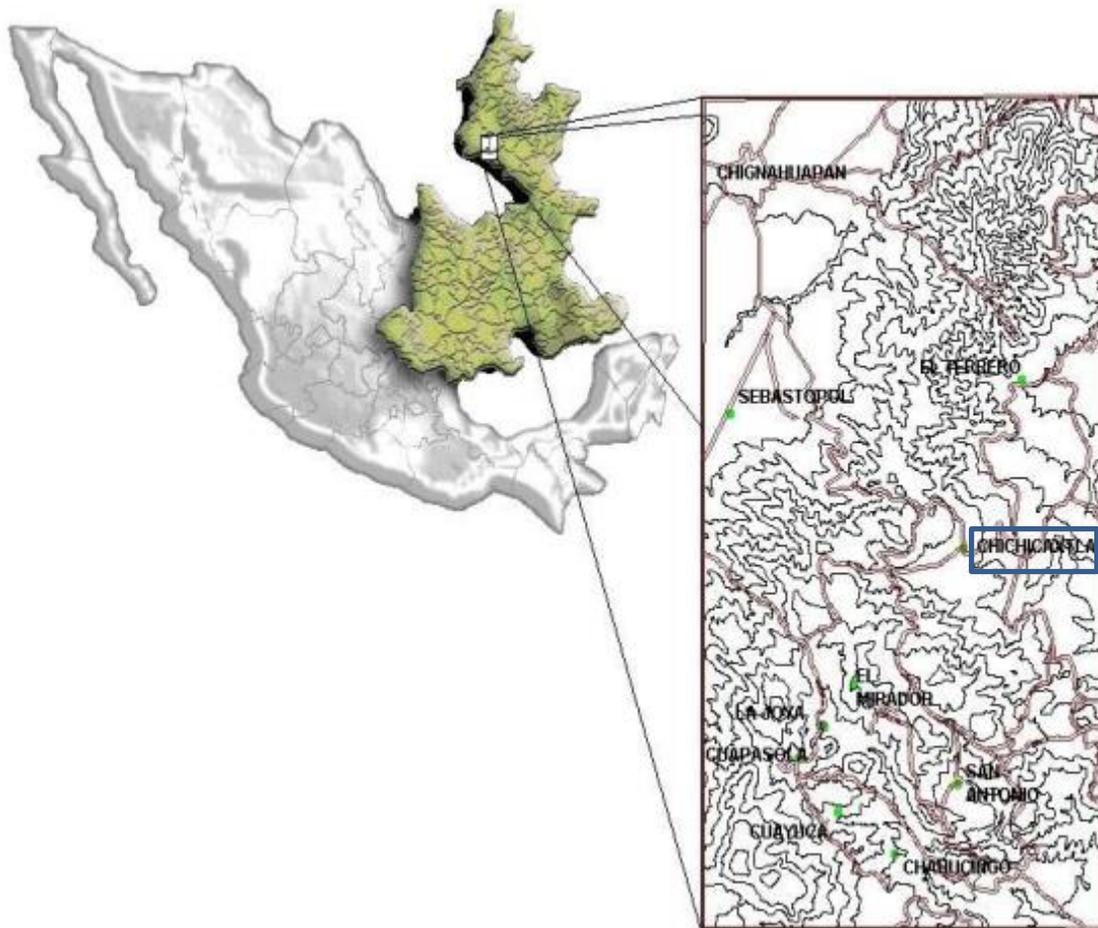


Figura 1. Ubicación de la Localidad de Chichicaxtla (Cruz, 2007).

Fisiografía

La localidad pertenece a la provincia de la Sierra Madre Oriental y a la subprovincia de los Lagos y volcanes del Anáhuac. Además forma parte de un

conjunto sistema de topoformas de sierras volcánicas de laderas escarpadas (INEGI, 2009).

Geología

La geología en la localidad es de rocas de origen ígneo extrusivo de tipo andesita del periodo del Neógeno (INEGI, 2009).

Tipo de Suelo

El tipo de suelo que se encuentra en la localidad es el Andosol que se forma a partir de cenizas volcánicas y tiene una alta captación de agua y nutrientes, pero es susceptible a la erosión (INEGI, 2009).

Clima

El clima que predomina es el templado subhúmedo C (w), con lluvias en verano y de humedad media con temperaturas medias anuales que van desde los 12 hasta los 18 °C, la temperatura del mes más frío oscila entre los 3 y 18 °C y la precipitación media se encuentra entre los 600 a los 1000 mm anuales y las lluvias ocurren durante el verano en los meses de junio a octubre (INEGI, 2009).

Hidrografía

La zona pertenece a la Región Hidrológica Tuxpan-Nautla, particularmente a la Cuenca del Río Tecolutla y a la subcuenca del Río Tecuatepec (INEGI, 2009).

Vegetación

La localidad se caracteriza por una marcada dominancia de especies arbóreas como pinos y encinos. Dichas especies se encuentran en una constante perturbación debido a las cuestiones agrícolas y la introducción de algunas especies de pastizales para el ganado (INEGI, 2009; Arredondo, 2016).

Materiales y métodos

Se realizó un muestreo de manera mensual durante los meses de septiembre de 2016 a enero de 2017 y en marzo del mismo año, dichos muestreos se llevaron a cabo de manera aleatoria y dirigida, ya que Valenzuela y Granados (2009) reportan que para bosques templados se realizan con base en la presencia de las especies típicas, en este caso la presencia de pinos y encinos.

Atributos comunitarios

- **Riqueza de Especies**

Para estimarla se llevó a cabo el método de cuadrantes anidados, este consiste en a partir de un área muy extensa dividir en rectángulos o cuadrados pequeños (área mínima o el área más pequeña para localizar cuando menos el 95% de las especies típicas de la comunidad). Este tipo de muestreo es recomendable para obtener la mayoría de especies herbáceas (Viedma *et al.*, 2010). En este trabajo se consideró a partir de un área mínima de 20 x 30 m y de forma rectangular = 600 m² registrar 5 áreas en el sitio (Fig. 2).

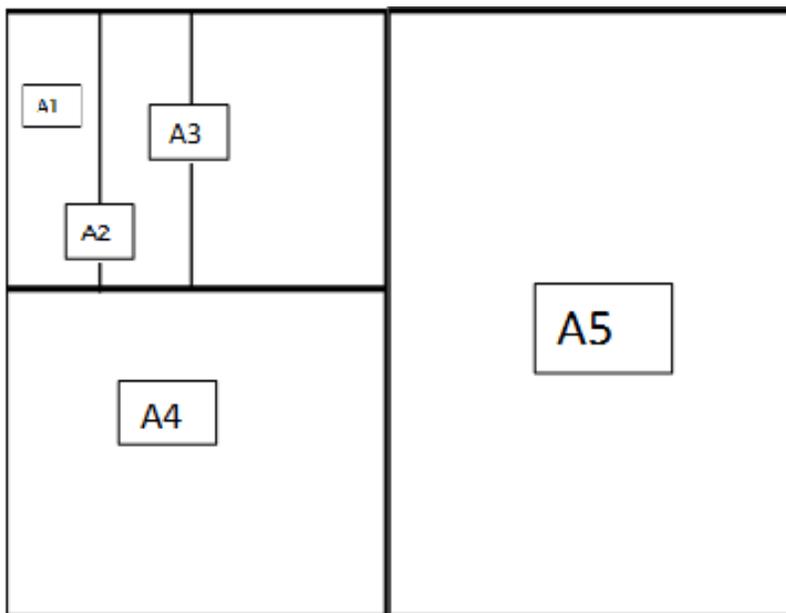


Figura 2. Método de Cuadrantes anidados o de área mínima (Donde A=Área).

Ya establecidas las áreas se realizaron recorridos y se recolectaron los organismos pertenecientes al grupo de plantas superiores, estas son las plantas sin semilla (coníferas) y plantas con flor esto porque son especies que tienen una dominancia en la comunidad, se registró cada especie y se les tomaron datos para su identificación taxonómica (presencia de látex, tipo de inflorescencia, forma biológica y fruto), y se les herborizó. Para los organismos de forma de vida herbácea se tomó todo el organismo y en el caso de los de forma de vida arbórea o arbustiva, se obtuvo una parte de estos con las características más apropiadas (hojas, flores o en caso de que no tenga flor, su fruto y en el caso de las coníferas, se tomó lo que se denomina “piña o estróbilo”) y fueron transportadas al laboratorio donde fueron reconocidas posteriormente (Quiñonez y Mendoza, 2009).

Posteriormente en el laboratorio ubicado en la cabecera del módulo de Laboratorio de Investigación Científica IV se llevó a cabo la identificación taxonómica hasta especie mediante el uso de las claves botánicas especializadas (Rzedowski y Calderón, 2010, Sánchez, 1979 y Herrera y Pámanes, 2010). Finalmente, se elaboró un listado taxonómico de cada una de las especies identificadas (ANEXO 1). En el caso de los encinos fueron identificados taxonómicamente en el laboratorio de árboles y arbustos ubicado en el edificio L-4 dentro de la misma Facultad.

Para corroborar la identificación taxonómica se recurrió al herbario virtual del INECOL y al herbario-IZTA, ubicado en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

- **Estructura y Fenología**

Para la estructura se utilizaron los criterios de Dansereau (Fig. 3) para la realización de los danserogramas, estos criterios consisten en la utilización de símbolos y letras para la realización de un perfil de vegetación, esto con el fin de representar a la comunidad, a partir de un transecto de 200 m²

aproximadamente, ya que Quiñonez y Mendoza (2009) mencionan que son los metros necesarios para la realización de perfiles de vegetación.

Para la fenología se observó la función, si era perenne o caducifolia, ya que Dansereau considera a la fenología como la función.

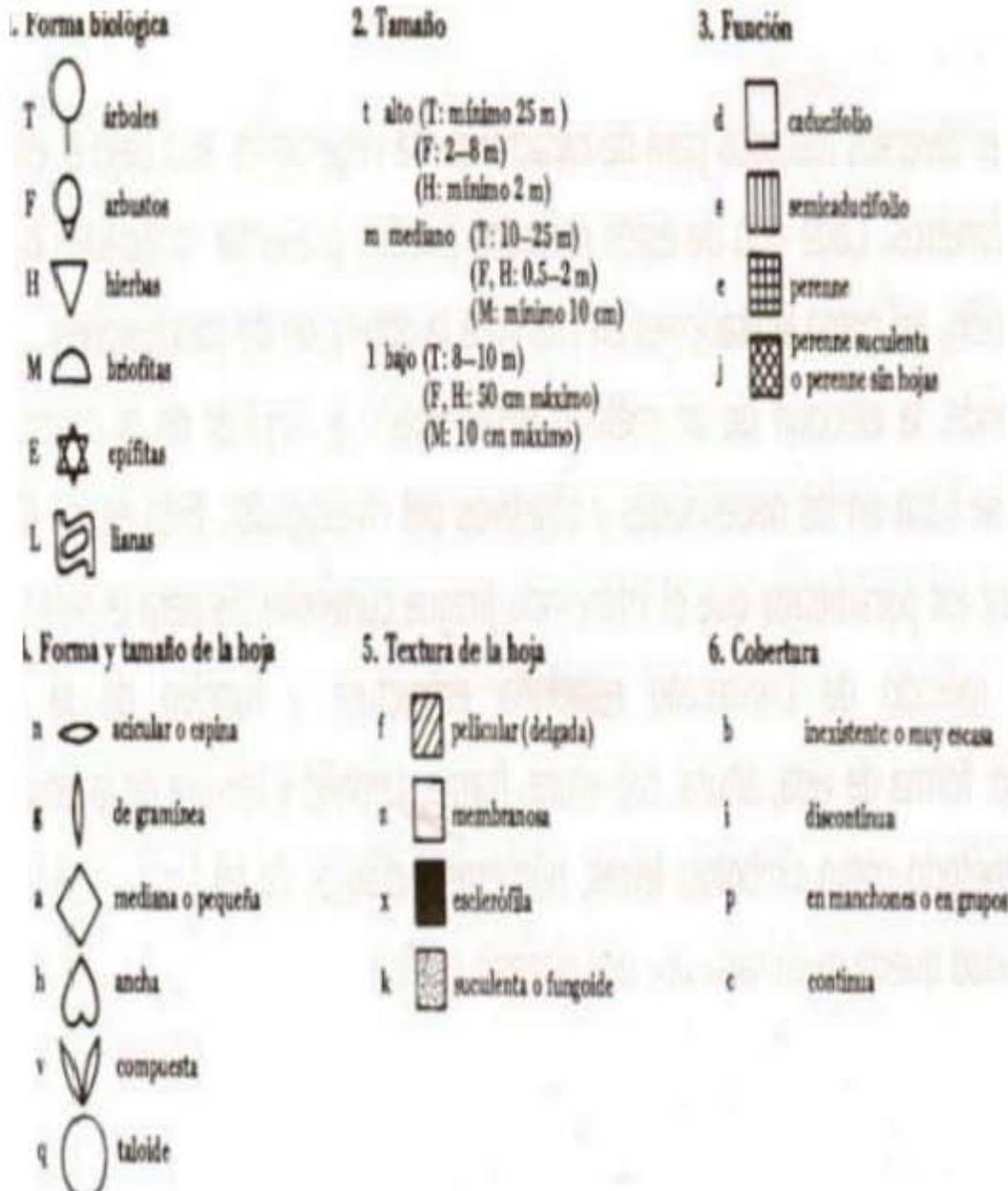


Figura 3. Criterios de Dansereau (Quiñonez y Mendoza, 2009).

Cualidades indirectas

Para caracterizar las cualidades indirectas, a partir de cada una de las especies que fueron identificadas taxonómicamente se utilizó la información proporcionada por CONABIO (2009), Rzedowski y Calderón (2010), Sánchez (1979) y Herrera y Pámanes (2010). A partir de estas fuentes literarias se obtuvo la información acerca del origen, afinidad climática y uso potencial (ANEXO 1).

Atributos poblacionales

- **Clases diamétricas**

Para considerar el número adecuado para muestrear a los organismos se consideraron solamente 30 coníferas y 30 encinos por especie que se encontraran dentro de los rectángulos, ya que representan al menos el 10% de la población (FAO, 2004).

Posteriormente se les midió el diámetro con el uso de una cinta métrica a aproximadamente 1.3 mts y se realizaron rangos de acuerdo al diámetro de cada una de ellas, siguiendo lo propuesto por Domínguez-Hernández, 2012 (Tabla 1) y Del Bosque, 2015 (Tabla 2). En el caso de los organismos con una altura menor se les tomó el diámetro aproximadamente a la mitad del tronco.

Categorías	Diámetro (cm)
1	<10
2	10.1-20
3	20.1-30
4	30.1-40
5	>40.1

Tabla 1. Categorías diamétricas de las coníferas (Domínguez-Hernández *et al.*, 2012).

Categorías	Diámetro (cm)
1	<7
2	7-16.9
3	17-26.9
4	27-36.9
5	>37

Tabla 2. Categorías diamétricas de los encinos (Del Bosque, 2015).

- **Densidad del arbolado de importancia económica (Ind/Ha)**

Para la estimación de la densidad se contabilizaron las especies arbóreas. Ya contabilizadas, se procedió con la estimación del número de individuos/hectárea con base en la siguiente fórmula (Zarco-Espinoza *et al.*, 2010):

$$\text{Densidad} = \frac{(\# \text{ de individuos})}{\text{Area mínima o unidad de área}}$$

- **Biomasa Forestal en pie**

Para obtener la biomasa forestal se siguió el método de tipo indirecto (biomasa en pie) propuesto por García (2014), que consiste en la toma de algunos datos, tales como: la altura (H) y el diámetro del tronco.

Se tomaron en cuenta las mismas 30 coníferas y los 30 encinos considerados en la realización de las categorías diamétricas. Ya en el laboratorio se calculó la biomasa de cada especie con base en las siguientes fórmulas:

$$B = N * V$$

Donde:

B es la biomasa forestal.

N es el número de individuos por especie.

V es el volumen individual.

Para poder obtener el volumen de los pinos y encinos se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = e^{(-9.5376 + 1.9649 * \ln D + 0.8905 * \ln H)}$$

Donde:

V es el volumen individual promedio (m^3).

H es la altura (m^2).

D es el diámetro (cm).

Finalmente se realizaron regresiones no lineales y se ajustaron por el método de mínimos cuadrados (ecuaciones alométricas) para tener una linealización de estas con base en la clase diamétrica o edades (eje X) y la cantidad de biomasa en pie (eje Y).

- **Evaluación Fitosanitaria**

Para la evaluación fitosanitaria se observaron los organismos considerados anteriormente de coníferas y encinos, ya que son las que predominan y conforman la estructura de la comunidad vegetal y se registraron algunos datos con base en lo propuesto por Benavides y Segura (1996), estos fueron: estado del follaje y tronco, tanto físico como sanitario (plagas, daños y/o enfermedades y el tipo), de acuerdo a los siguientes criterios (Tablas 3-6):

Valor	Categoría	Descripción
1	Pésimo	Individuos con daños irreversibles. Síntomas: El tronco presenta daños severos por daño mecánico, ocoteo, alambres, clavos, etc., con presencia de huecos, desprendimiento de corteza.
2	Malo	Individuos con daños mecánicos considerables que pueden afectar su futuro desarrollo. Síntomas: Tronco con pocas cavidades o ranuras, con algunos daños por golpes o daño mecánico.
3	Regular	Individuos con daños intermedios que pueden afectarlos pero existe la capacidad de recuperación. Síntomas: Tronco con pocas o nulas cavidades, daños muy leves en el interior.
4	Bueno	Individuos con daños mínimos que no afectarían su futuro desarrollo. Síntomas: Tronco con apariencia normal.

Tabla 3. Categorías para considerar el estado físico del tronco (Benavides y Segura, 1996).

Valor	Categoría	Descripción
1	Pésimo	Individuos con daños irreversibles. Síntomas: Tronco con partes podridas, plagado de hongos o cualquier tipo de insectos (barrenadores, descortezadores y ambrosías).
2	Malo	Individuos con daños biológicos considerables que pueden afectar su futuro desarrollo. Síntomas: Presencia inicial de plagas, sin podredumbre.
3	Regular	Individuos con daños intermedios que pueden afectarlos pero existe la capacidad de recuperación. Síntomas: Tronco con evidente ataque de algún tipo de plaga.
4	Bueno	Individuos con daños mínimos que no afectarían su futuro desarrollo. Síntomas: Tronco completamente sano.

Tabla 4. Categorías para considerar el estado sanitario del tronco (Benavides y Segura, 1996).

Valor	Categoría	Descripción
1	Pésimo	Individuos con daños irreversibles. Síntomas: Poco follaje (menor al 50%) y muchas ramas secas, muertas.
2	Malo	Individuos con daños mecánicos considerables que pueden afectar su futuro desarrollo. Síntomas: 50 al 70% del follaje con espacios dentro del follaje.
3	Regular	Individuos con daños intermedios que pueden afectarlos pero existe la capacidad de recuperación. Síntomas: Follaje moderado con pocas ramas secas, follaje balanceado.
4	Bueno	Individuos con daños mínimos que no afectarían su futuro desarrollo. Síntomas: Follaje denso (90% o más), color homogéneo, sin ramas secas.

Tabla 5. Categorías para considerar el estado físico del follaje (Benavides y Segura, 1996).

Valor	Categoría	Descripción
1	Pésimo	Individuos con daños irreversibles. Síntomas: Follaje con clorosis avanzada (50% con manchas café-rojizas o amarillentas, presencia notora de plagas (defoliadores, carpófagos y cogolleros).
2	Malo	Individuos con daños biológicos considerables que pueden afectar su futuro desarrollo. Síntomas: Clorosis en un 25-50%, algunas manchas, evidente presencia de plagas.
3	Regular	Individuos con daños intermedios que pueden afectarlos pero existe la capacidad de recuperación. Síntomas: Plaga insipiente y aislada, clorosis o necrosamiento menor al 25%.
4	Bueno	Individuos con daños mínimos que no afectarían su futuro desarrollo. Síntomas: Follaje de color uniforme, sin plaga, clorosis aparentemente ausente.

Tabla 6. Categorías para considerar el estado sanitario del follaje (Benavides y Segura, 1996).

Para llevar a cabo la evaluación se diseñó un formato que se puede consultar en el ANEXO 2.

Caracterizaciones edáficas del sitio

Para las caracterizaciones se tomaron 3 muestras de suelo con su respectiva repetición (una por cada sitio). Esto se llevó siguiendo lo propuesto por Sosa (2012), que consiste en la realización de un muestreo sistemático cuadrulado (obtención de las muestras en distintos puntos paralelos entre si y de forma cuadrulada), esto fue a una profundidad de 30 a 40 cm y que a partir de esto se obtuvo una submuestra de aproximadamente 500 gr., dichas submuestras se guardaron en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio.

Posteriormente se dejaron secando sobre papel aluminio, se tamizaron y se trasladaron al Laboratorio de Edafología de la F.E.S-Iztacala. En el laboratorio se determinaron algunos parámetros: el color, la cantidad de materia orgánica (M.O.), pH, Capacidad de Intercambio Catiónico Total (CICT), Calcio (Ca^{+2}) y Magnesio (Mg^{+2}) intercambiables (Tabla 7). Los métodos empleados para su determinación y las categorías de cada uno de estos parámetros fueron los propuestos por Muñoz *et al.* (2013).

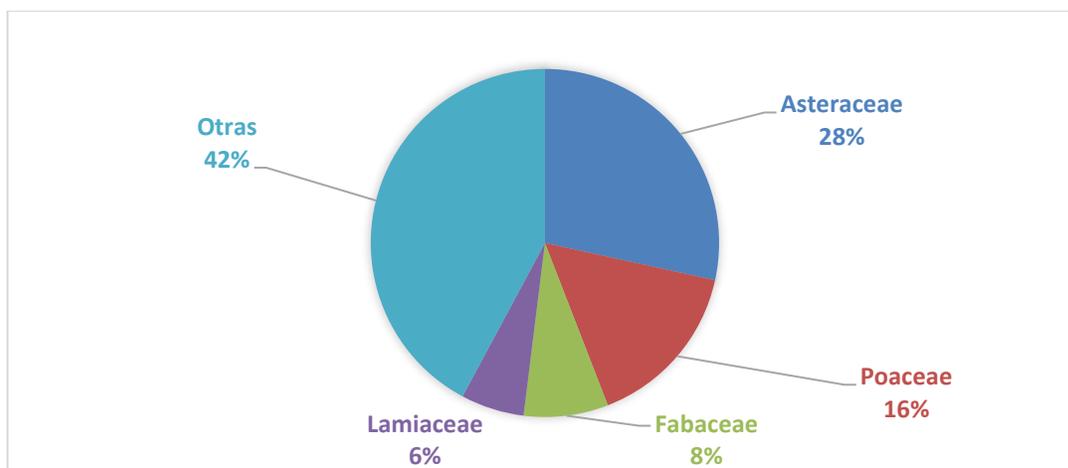
Resultados

Atributos comunitarios

- **Riqueza de especies**

Se registró una riqueza de 102 especies. La misma fue reconocida hasta nivel específico a excepción de *Salvia* sp. y *Arctostaphylos* sp. (ANEXO 1).

La riqueza está distribuida en 31 familias, donde las más representativas fueron Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Lamiaceae que agrupan más de la mitad del total (Gráfica 1).



Gráfica 1. Familias predominantes del bosque de Pino-encino.

- Estructura y función de la comunidad

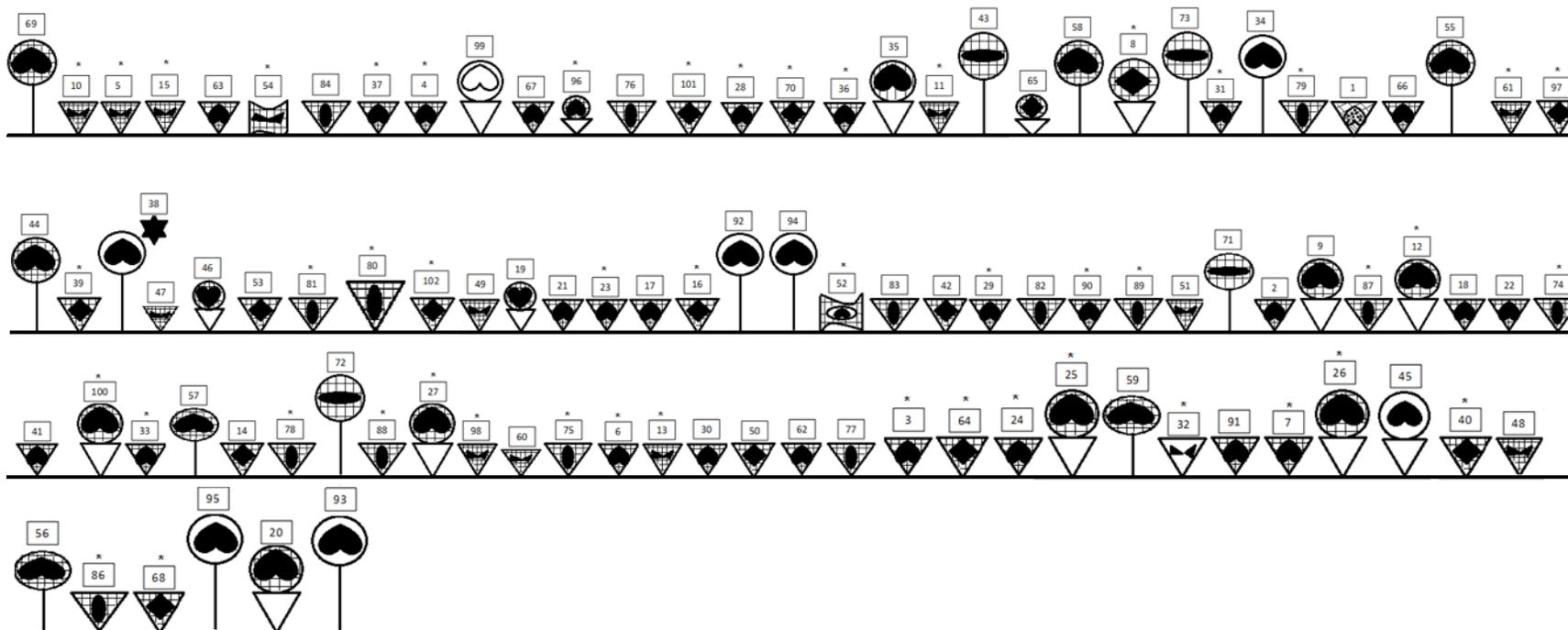


Figura 4. Perfil de vegetación que representa la estructura y función del bosque de Pino-encino. Las especies marcadas con un (*) son consideradas “malezas”.

Estructura y función de la comunidad

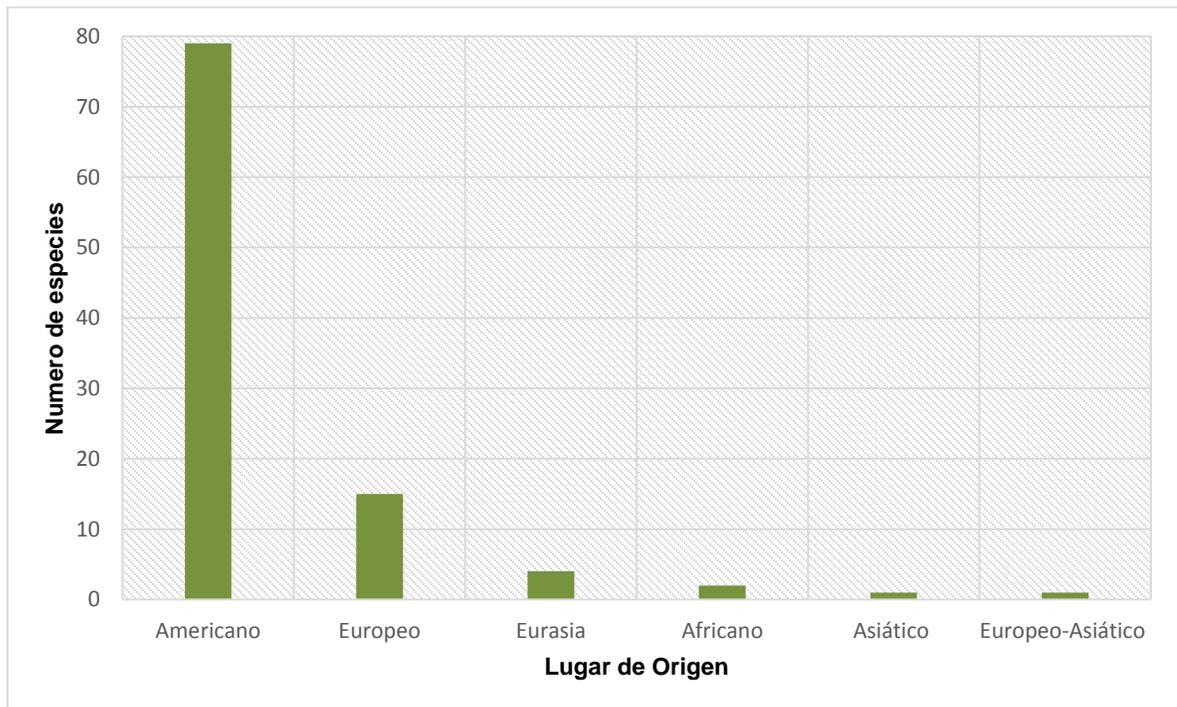
La estructura que se obtuvo de la comunidad de pino-encino es de un estrato arbustivo-herbáceo (Fig. 4).

La fenología en su mayoría fue de tipo perenne.

Cualidades indirectas de la comunidad

- **Origen**

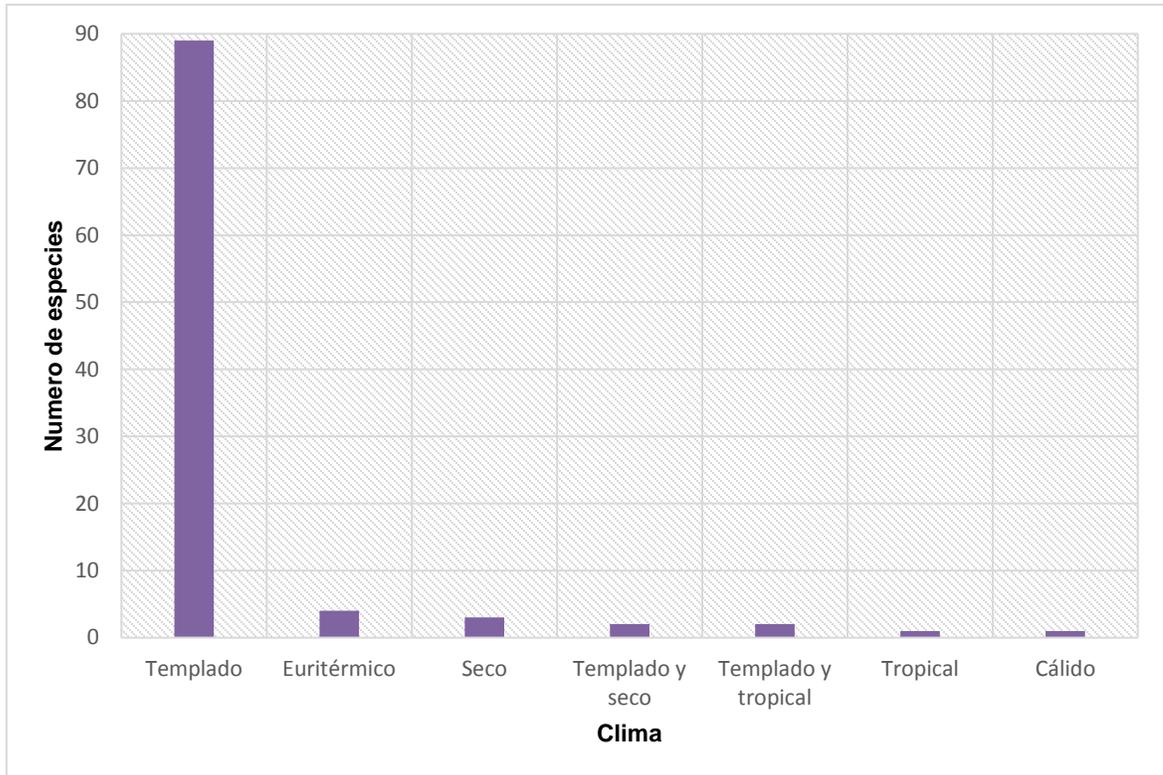
La mayoría de los organismos de la comunidad, de acuerdo con la literatura son de origen Americano.



Gráfica 2. Origen de las especies que conforman la comunidad.

- **Afinidad climática**

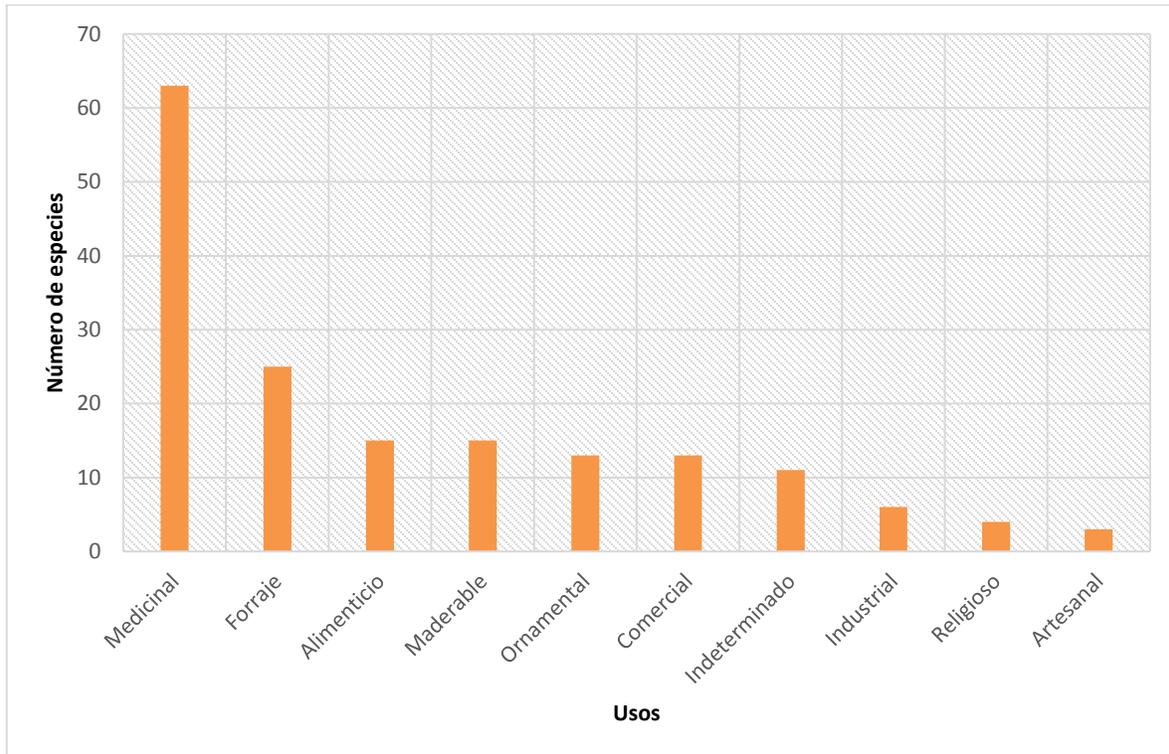
De igual manera que en el origen, la gran mayoría de las especies al consultar la literatura, tienen una afinidad climática de tipo templado.



Gráfica 3. Afinidad climática de las especies que conforman la comunidad.

- **Usos potenciales**

Las especies de la comunidad tienen diversos usos, particularmente el medicinal es el que tuvo una mayor relevancia en más de la mitad de las especies.

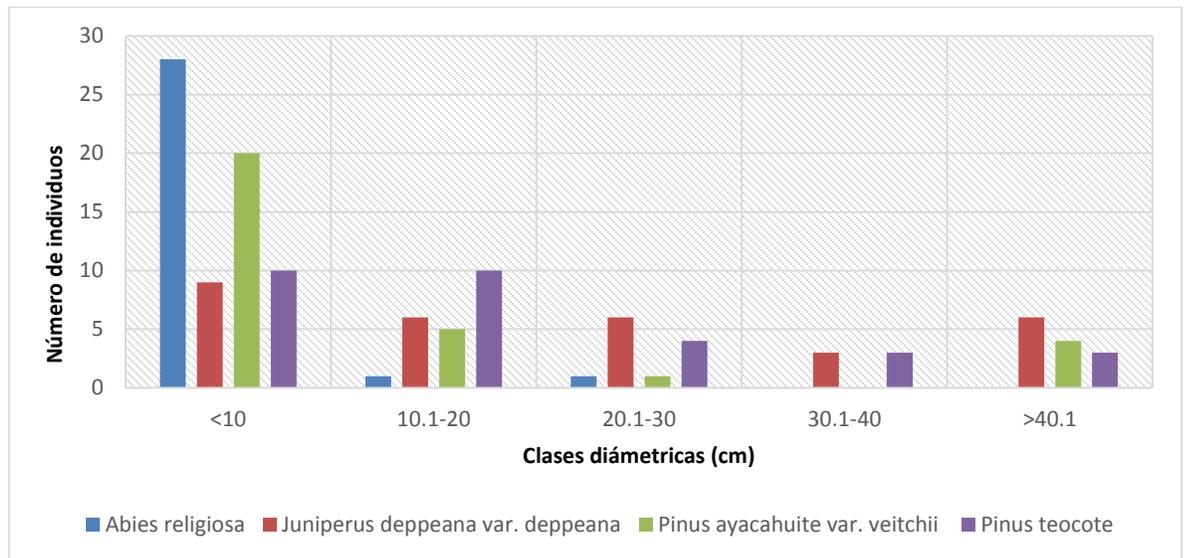


Gráfica 4. Uso potencial de las especies que conforman la comunidad.

Atributos Poblacionales

- **Clases diamétricas de las coníferas y encinos**
 - **Coníferas**

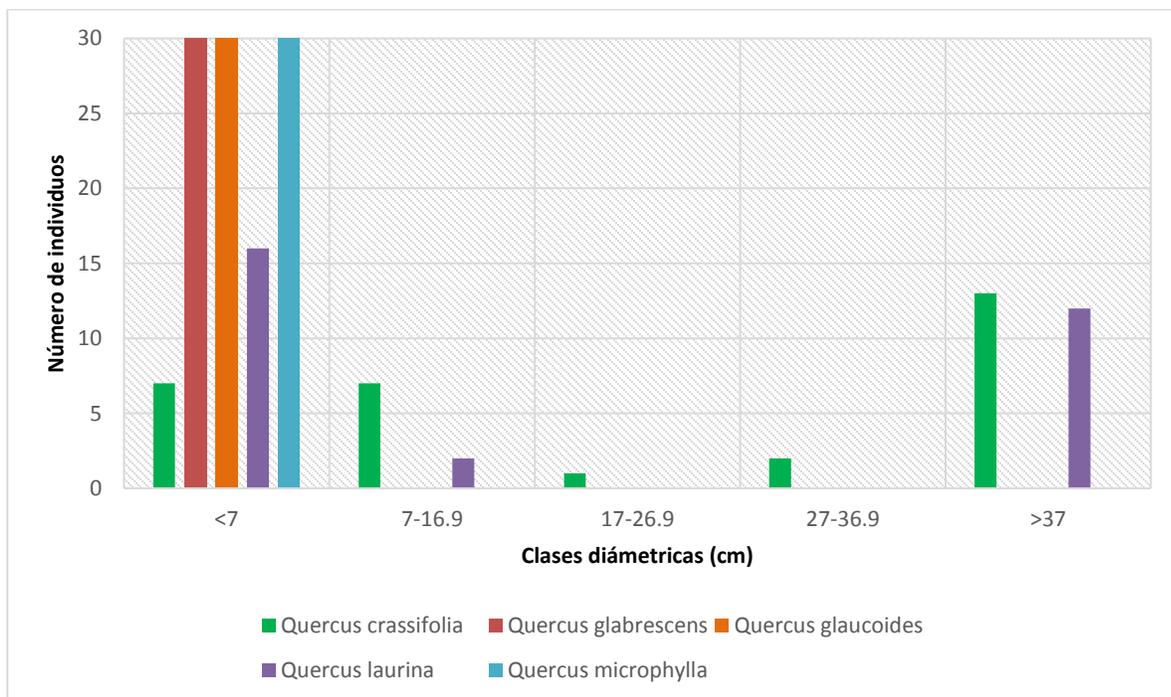
Se observa que todas las especies de coníferas tienen en su mayoría organismos con un diámetro <10 cm. De igual manera se puede ver que hubo muy pocos organismos con un diámetro mayor a 20 cm.



Gráfica 5. Clases diamétricas de las coníferas de la comunidad.

○ **Encinos**

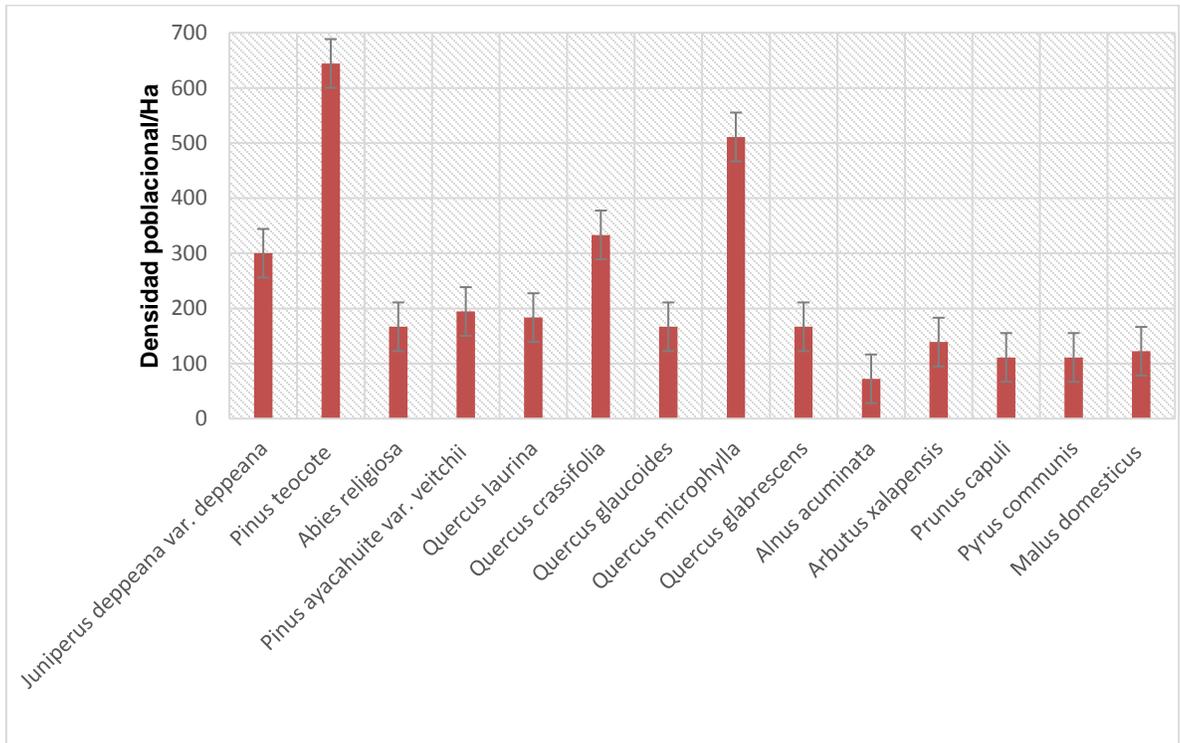
Se observa que en todas las especies de encinos se encuentran en su mayoría o totalmente en una categoría diamétrica <7 cm, pero en el caso de *Quercus crassifolia* la mayoría de organismos están dentro de la categoría diamétrica >37 cm.



Gráfica 6. Clases diamétricas de los encinos de la comunidad.

- **Densidad de especies arbóreas de importancia económica (individuos/Ha).**

Se consideraron un total de 14 especies arbóreas de importancia económica. Se observa que *Pinus teocote* tuvo la mayor densidad con 644.44 individuos aproximadamente. Caso contrario a *Alnus acuminata* que con aproximadamente 72.22 individuos tuvo una menor densidad poblacional.

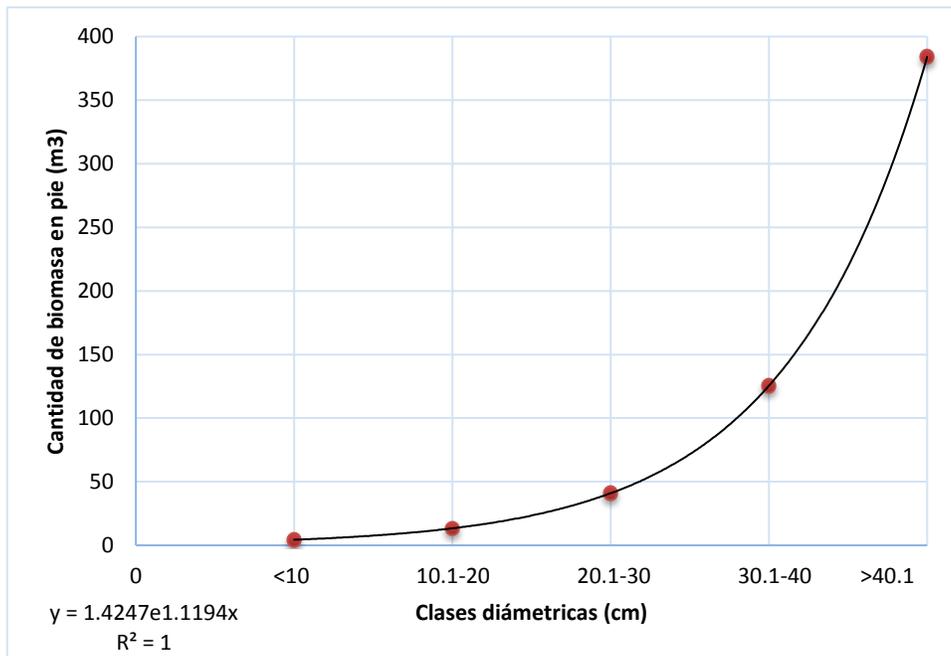


Gráfica 7. Densidad poblacional/Ha de las especies de arbóreas de importancia económica.

- **Biomasa Forestal en pie**

- **Coníferas**

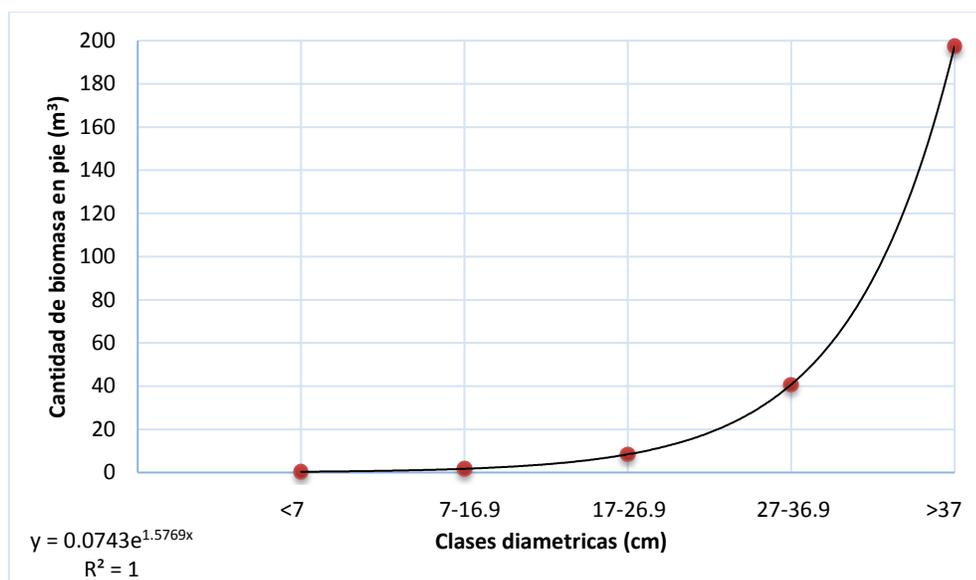
Se obtuvo que la cantidad de biomasa en pie de las coníferas aumenta conforme la edad.



Gráfica 8. Cantidad de biomasa en pie de las coníferas.

- **Encinos**

Igual que en las coníferas, la cantidad de biomasa en pie de los encinos aumenta conforme la edad.



Gráfica 9. Cantidad de biomasa en pie de los encinos.

- **Evaluación Fitosanitaria**

- **Coníferas.**

Con respecto al estado físico y sanitario del tronco de las cuatro especies de coníferas están dentro de la categoría bueno.

Especie	Físico	Sanitario
<i>Abies religiosa</i>	Bueno	Bueno
<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>deppeana</i>	Bueno	Bueno
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	Bueno	Bueno
<i>Pinus teocote</i>	Bueno	Bueno

Tabla 7. Estado físico y sanitario del tronco de las coníferas de la comunidad.

El estado físico y sanitario del follaje fue bueno para tres de las cuatro especies, ya que *Juniperus deppeana* var. *deppeana* está dentro de la categoría regular, esto porque tuvo un color café en parte de su follaje, además de que se encontraron algunos lugares sin hojas.

Especie	Físico	Sanitario
<i>Abies religiosa</i>	Bueno	Bueno
<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>deppeana</i>	Regular	Regular
<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i>	Bueno	Bueno
<i>Pinus teocote</i>	Bueno	Bueno

Tabla 8. Estado físico y sanitario del follaje de las coníferas de la comunidad.

- **Encinos**

El estado físico y sanitario del tronco fue bueno para tres especies, únicamente *Quercus laurina* y *Q. crassifolia* tuvieron una categoría regular al tener partes de corteza con leve daño.

Especie	Físico	Sanitario
<i>Quercus crassifolia</i>	Regular	Regular
<i>Quercus laurina</i>	Regular	Regular
<i>Quercus glabrescens</i>	Bueno	Bueno
<i>Quercus glaucooides</i>	Bueno	Bueno
<i>Quercus microphylla</i>	Bueno	Bueno

Tabla 9. Estado físico y sanitario del tronco de las coníferas de la comunidad.

El estado físico y sanitario fue regular de igual manera para *Q. laurina* y *Q. crassifolia* al observarse pequeños agujeros y agallas en estos. Además hubo pequeños espacios sin hojas.

Especie	Físico	Sanitario
<i>Quercus crassifolia</i>	Regular	Regular
<i>Quercus laurina</i>	Regular	Regular
<i>Quercus glabrescens</i>	Bueno	Bueno
<i>Quercus glaucooides</i>	Bueno	Bueno
<i>Quercus microphylla</i>	Bueno	Bueno

Tabla 10. Estado físico y sanitario del follaje de las coníferas de la comunidad.

Parámetros del suelo

En los parámetros físicos obtenidos se observa que el color sin humedecer fue de pardo a pardo fuerte y húmeda de pardo oscuro a pardo muy oscuro. La textura va de franco-arenoso a franco-arcillo-arenoso.

Los parámetros químicos muestran que la cantidad de Materia Orgánica va de moderadamente pobre a rica. El pH oscila de ligera a moderadamente ácido. La C.I.C.T. va de pobre a medio. El Ca^{+2} intercambiable es medio y el Mg^{+2} intercambiable es de medio a alto.

Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Color (seco)	Pardo	Pardo fuerte	Pardo fuerte
Color (húmedo)	Pardo oscuro	Pardo oscuro	Pardo muy oscuro
Textura	Franco arenoso	Franco arenoso-Franco arcilloso-arenoso	Franco arenoso
M.O. (%)	5.4±0.5	1.5±0.1	3.8±0.7
pH	6.5±0.05	6.3±0.2	6.0±0.03
C.I.C.T. (cmol (+) Kg ⁻¹)	25.6±1.4	19.7±0.3	28.3±0.2
Ca intercambiable (cmol (+) Kg ⁻¹)	8.9±0.8	9.9±0.2	9.7±0.6
Mg intercambiable (cmol (+) Kg ⁻¹)	7.7±0.1	6.8±0.7	4.7±0.3

Tabla 11. Parámetros del suelo de tres sitios del bosque de pino-encino.

Discusión

Atributos comunitarios

- **Riqueza de especies y Composición de la comunidad**

La riqueza de especies obtenida en este trabajo (102 especies) es bastante similar con la reportada por Del Bosque (2015), quien reportó un total de 105 especies. Esta similitud en ambos trabajos probablemente se atribuye a que son comunidades con condiciones climáticas similares (templado subhúmedo).

Sin embargo se obtuvo una riqueza de especies alta de acuerdo a reportado por autores como Soriano (2016), Montañez (2016), Rubio-Licona *et al.* (2011) y Castañeda (2008). Con respecto a lo reportado por Soriano (2016), quien registró un total de 50 especies. Dicha gran diferencia en la riqueza se puede deber a que esta autora solamente consideró especies con importancia medicinal.

Las probables diferencias con lo reportado por Montañez (2016) quien obtuvo un total de 61 especies y con Rubio-Licona *et al.* (2011) quienes registran un total de 71 especies es que el primer autor describe la comunidad vegetal de un bosque de *Abies religiosa*, mientras que los segundos describen una comunidad vegetal dominada por algunas especies como *Clethra mexicana* y *Ternstroemia lineata*. En el caso del trabajo realizado por Castañeda (2008), quien reporta una riqueza de 58 especies y que dichas diferencias se pueden atribuir a que hubo una marcada dominancia por organismos del género *Pinus* y *Quercus* en su sitio de estudio.

Sin embargo se tuvo una riqueza baja con lo reportado por Ochoa (2013), quien encontró un total de 236 especies. Dichas diferencias probablemente se dieron porque la mayoría de especies que reporta esta autora son endémicas del Estado de México y que de igual manera estas son típicas de sitios con una menor perturbación a la que está sometida la comunidad de pino-encino de la localidad de Chichicaxtla. También se difiere con lo realizado por Cruz (2007),

quien obtuvo una riqueza de 186 especies, dicha diferencia se dio porque en su trabajo se realizaron estudios en 9 zonas, que estas se encuentran aledañas al sitio de estudio.

Con respecto a las familias encontradas se coincide con todos los trabajos la presencia de Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Lamiaceae, ya que dichas familias se distribuyen fácilmente en casi todos los tipos de climas porque sus semillas tienen mayor facilidad de dispersión (Cruz, 2007). Particularmente la presencia de Asteraceae en todos los trabajos se debe al desarrollo de estrategias morfológicas o fisiológicas que le permiten tolerar bajas temperaturas (tales como se dan en este tipo de biomas), por la gran cantidad de metabolitos secundarios, como alcaloides que le permiten subsistir a estos factores (Cruz, 2007; Soriano, 2016).

- **Estructura y función**

La estructura fisionómica registrada, de acuerdo con el danserograma (Fig. 4) mostró una comunidad arbustiva-herbácea de altura media-baja. Estas observaciones son similares a lo reportado por otros autores en sistemas templados (Del Bosque, 2015; Valenzuela y Granados, 2009; Soriano, 2016). Sin embargo el mismo, es contrario a lo esperado, una estructura arbórea-arbustiva, esto se puede explicar ya que la zona tenía un estado de perturbación considerable.

El cambio y pérdida de la estructura original es muy probable que se deba a factores antrópicos. La perturbación de la comunidad por la tala, extensión de la frontera agrícola y la ganadería suelen reducir no solo la riqueza de especies sino también inducir a la pérdida de especies claves en la estructura de la comunidad (Challenger y Dirzo 2009). A mayor abundamiento al respecto, la tala es selectiva sobre especies arbóreas (cuestiones de madera y leña), obsérvese en las gráficas de clases diamétricas (véanse gráficas 5 y 6) que algunas especies arbóreas están representadas sólo por organismos con diámetros menores a 10 cm.

Otra evidencia del impacto en la estructura comunitaria es por la apertura de áreas agrícola-ganaderas, es la invasión de plantas oportunistas conocidas como malezas. En este estudio, se encontró que hasta un 46% de las especies registradas se comportan como malezas (véase ANEXO 1), e incluso la familia Asteraceae con sus especies arbustivas, principalmente en el lugar, tiene muchos miembros considerados como “indicadores de perturbación” (Aguirre y Aguirre, 2012). Las malezas son organismos que tienen la habilidad de colonizar sitios que tuvieron algún cambio en su estructura debido a procesos antrópicos debido a sus altas adaptaciones que llevan a cabo mediante su capacidad de dispersión y que conllevan a un potencial biótico elevado (Cruz, 2007). Parece entonces, que estas especies pueden provocar un reemplazo de las especies clave, dando paso a la nueva estructura del bosque templado de la localidad de Chichicaxtla, en el municipio de Aquixtla, Puebla.

Este trabajo difiere a lo reportado por Baca (2000) y Rubio-Licona *et al.* (2011), ya que en ambos estudios hubo una predominancia del estrato solamente arbóreo. Esto es explicable dado que las comunidades descritas por dichos autores parecen encontrarse con perturbación menor a la que existe en el bosque de la localidad de Chichicaxtla, municipio de Aquixtla, Puebla. Otro factor puede ser el tipo de muestreo, ya que estos autores establecieron un área menor (200 m²) a la realizada en este trabajo (600 m²).

Con respecto a la fenología de tipo perenne, tal como se esperaba, fue la que tuvo una mayor representatividad en la comunidad y que coincide con lo reportado por Valenzuela y Granados (2009) y Del Bosque (2015). Esto se podría atribuir a la presencia de formas biológicas que a pesar de la perturbación aún tienen dominancia en el sitio, tal es el caso de las coníferas e inclusive la presencia de formas herbáceas podría provocar la presencia de este tipo de fenología. La presencia de las formas herbáceas probablemente muestre que estas especies están sustituyendo (malezas) a las desplazadas (nativas) por el proceso de invasión (CONABIO, 2009; Rzedowski y Calderón; 2010). También muestra que la persistencia de la hoja tiene las adaptaciones

apropiadas (hoja coriácea y tejido fibroso. Rasgos observables en los aspectos del danserograma) para las condiciones climáticas del lugar.

Sin embargo difiere parcialmente a lo reportado por Rubio-Licona *et al.* (2011) ya que estos autores reportan una presencia considerable de la función caducifolia, esto puede deberse a que el sitio de estos autores era mayor a los 20 °C, en cambio para el bosque templado de la localidad de Chichicaxtla, la temperatura oscila entre los 3 y los 18 °C.

Cualidades Indirectas (Afinidad climática, origen y uso potencial)

La afinidad climática que predominó fue el templado, esto era algo esperado, y coincidente también con lo reportado por Cruz (2007). Estas similitudes se pueden atribuir a que la mayoría de organismos tienen adaptaciones para este tipo de clima, tales como: formas arbóreas con producción de resina (anticongelante celular), gruesas cortezas protegiendo las partes vivas y meristemas de crecimiento, hojas aciculares y/o plannifolias con mucha fibrosidad, formación de metabolitos secundarios e inclusive cuestiones fenológicas (etapas específicas de floración), así como formas de vida perennes pero enterradas (hemigeófitas) en los momentos de mayor rigor ambiental (Pitt y Wikeem, 1990; Cruz, 2007).

El origen fue en su mayoría americano, de igual manera que en la afinidad climática era lo esperado, esto coincide con los trabajos realizados por Cruz (2007) y Soriano (2016), dichas similitudes se pueden deber a que las especies son nativas de este continente. Sin embargo, hubo especies originarias de otros continentes, por ejemplo *Malus domestica* que es de origen asiático o *Pyrus communis* que tiene origen euroasiático, como se sabe estas especies son de importancia económica, lo que puede demostrar que se da una introducción de especies por cuestiones económicas, pudiendo dar paso a una pérdida en la pureza de la comunidad (Cruz, 2007).

Los usos potenciales que se les da a los organismos fue en su mayoría medicinal, esto coincide con lo reportado por Cruz (2007), Soriano (2016), Rubio-Licona *et al.* (2011) y Del Bosque (2015) ya que las especies tienen la presencia de metabolitos

secundarios (terpenos y alcaloides) cuyas propiedades pueden ser utilizadas como medicinales. Otras cuestiones que nos podrían indicar que este uso es de suma importancia en la comunidad es que como se sabe en las comunidades rurales no se satisfacen las necesidades esenciales de la gente, ya que en algunos casos no pueden acceder a algún hospital porque el más cercano está a kilómetros de distancia o ni siquiera hay alguno en su zona dando paso a que al momento de que sufran de alguna enfermedad, por ejemplo de tipo gastrointestinales y/o respiratorias, no puedan ser atendidas y por ende que puedan llegar a morir. Debido a lo anterior los pobladores buscan alternativas naturales, llevándoles a usar algunas plantas con propiedades medicinales, utilizando estructuras como las hojas, el tallo, estigmas, flores y frutos (las partes aéreas) ya que en el caso de las hojas y el tallo, es la parte que se encuentra en cualquier época del año, siempre y cuando sea de función perenne y que a partir de dichas estructuras se pueden preparar infusiones (Soriano, 2016).

Otros usos importantes que tienen algunas especies son los de forraje y alimenticio. Con respecto al uso forrajero tuvo un valor considerable, esto se debe a que, debido a la constante fragmentación de la comunidad ha provocado una disminución drástica de la flora nativa, dando paso a alternativas para disminuir el impacto de las especies pecuarias como la integración de especies vegetales que sirvan solamente para la alimentación del ganado. Además la alimentación de estas especies de manera natural da paso a la disminución en el consumo de productos de engorda que percuten en la salud de no solamente los animales, sino también en el hombre, también considerando el gran aporte de aminoácidos y proteínas necesarios para los animales rumiantes (Pinto-Ruiz *et al.*, 2010).

El uso alimenticio también tiene una relevancia en la comunidad, esto se debe a que las personas de la localidad de Chichicaxtla utilizan las especies para el consumo familiar y para la obtención de alguna fuente de ingresos económicos (para subsistir o bien para la elaboración de sus casas), ya que para algunas familias que no tengan animales de granja se les hace un gasto excesivo la carne o porque los mercados o locales donde venden carne les queda lejos o no son de

fácil acceso. Además la utilización de especies con importancia alimenticia puede ser una alternativa ante la utilización de monocultivos, que dan paso a una disminución de la variedad de especies ya que las industrias prefieren la agricultura extensiva que también provoca la contaminación de suelos. Estos usos ya mencionados tienen una importancia cultural, ya que aportan a la gente de la comunidad salud, alimento y vivienda (Pulido-Salas *et al.*, 2017).

Atributos poblacionales

- **Clases diamétricas**

Todas las especies a excepción de *Quercus crassifolia* tienen un mayor número de individuos en una clase diamétrica menor a 10 cm, lo que puede causar que haya una cantidad considerable de organismos en dicha clase se debe principalmente al reclutamiento.

En el caso de las coníferas, se observa que todos los organismos muestreados se encuentran en su mayoría dentro de una clase diamétrica menor a 10 cm, esto probablemente se deba que, de acuerdo con Trigueros *et al.* (2014), al darse el proceso de perturbación ocurra una apertura del sotobosque, lo que permite una mayor captación de luz, en particular los organismos con diámetros anteriormente mencionados y por tanto una mayor tasa de crecimiento (Trigueros *et al.*, 2014). Lo anterior se puede observar en *Juniperus deppeana* y *Abies religiosa*, ya que su crecimiento puede estar relacionado con zonas abiertas por estos procesos con presencia de especies herbáceas como las gramíneas y arbustos como *Helianthemum glomeratum* y especies del género *Senecio* (González-Elizondo *et al.*, 1993).

Sin embargo para *Pinus teocote* la mayoría se da un probable aumento en el número de brinzales porque las poblaciones con diámetros menores a 20 cm tiende a tener un mayor número de individuos (Aguirre, 2013).

Con respecto a *P. ayacahuite* que tuvo en su gran mayoría un diámetro menor a 10 cm, esto puede deberse a que es considerada una especie secundaria y

que su crecimiento está vinculado a organismos que son pioneros dentro de la comunidad (Navár-Cháidez y González-Elizondo, 2009).

Con respecto a los encinos se sabe que su crecimiento se relaciona a procesos de perturbación, por ejemplo los incendios, ya sean naturales o antropocéntricos o bien por el aumento en la temperatura que conlleva a una estimulación en la semilla para que pueda germinar sin ningún problema (Trigueros *et al.*, 2014).

Para *Q. glaucoides*, *Q. glabrescens* y *Q. microphylla* solamente se registran organismos con diámetros menores a 7 cm, esto puede explicarse a que son especies que pueden tolerar procesos antropocéntricos e inclusive el pastoreo intensivo (Trigueros *et al.*, 2014). Así mismo se observa que la mayoría de organismos muestreados pertenecientes a *Q. laurina* tenían un diámetro menor a 7 cm, esto probablemente fue porque crecimiento está relacionado con la presencia de *Q. crassifolia* (Figuroa-Rangel y Olvera-Vargas, 2000).

Como se había mencionado anteriormente, en *Q. crassifolia* hubo un mayor número de organismos en la categoría de adulto-senil, esto se puede explicar mediante la presencia de probables deficiencias fisiológicas (enfermedades y estrés) (Trigueros *et al.*, 2014).

Tanto en las coníferas como en los encinos se obtuvieron muy pocos organismos con diámetros superiores a los 20 cm, esto no era lo esperado, probablemente se deba a que los pinos y encinos con diámetros mayores a 20 cm son utilizados para la obtención de leña, carbón, postes, muebles, etc. (Domínguez-Hernández *et al.*, 2012). Otros factores son que en el caso de los encinos, los pobladores utilizan las bellotas y las hojas para alimentar al ganado, lo que puede ser un factor clave para la disminución de los organismos adultos y en un futuro la tasa de reclutamiento (Del Bosque, 2015).

- **Densidad del arbolado de importancia económica (Ind/Ha)**

La alta densidad de *Pinus teocote* de acuerdo a lo reportado por Aguirre (2013) puede deberse a que esta especie que tiene un mayor crecimiento a partir de que logran llegar a la edad adulta, esto se pudo observar en la zona, ya que la mayoría de organismos contabilizados en los rectángulos tenían una altura considerable (un promedio de 7 metros). No obstante *Pinus teocote* se caracteriza por ser una de las especies de pinos con una menor densidad poblacional, ya que lo realizado en este trabajo se obtuvo que en un área mínima de 600 m² se contabilizaron 644.44 Ind/Ha aproximadamente, datos similares con lo reportado por Aguirre (2013), quien en una área mínima de aproximadamente 500 m² contabilizó hasta 628 Ind/Ha. Probablemente ocurra una relación inversamente proporcional, ya que conforme hay un aumento en la edad ocurre una disminución en el número de individuos (Aguirre, 2013).

Sin embargo se difiere a lo reportado por Trigueños *et al.*, (2014), quienes obtuvieron una densidad alta de *Quercus crassifolia* y una densidad baja de *Arbutus xalapensis*, esto tal vez se deba a que estas especies tuvieron una mayor tasa de reclutamiento ya que su crecimiento poblacional tiende a aumentar cuando no hay un proceso de perturbación (Trigueros *et al.*, 2014).

Este trabajo coincide con lo reportado por Del Bosque (2015) y Baca (2000) en la presencia de *Arbutus xalapensis*, *Quercus crassifolia*, *Quercus laurina*, *Pinus teocote* y *Crataegus pubescens*, aunque se difiere con lo reportado por estos autores, ya que *C. pubescens* y los encinos tuvieron un número alto de individuos con respecto a este trabajo, esto se puede atribuir a la perturbación en la localidad, ya que en estos trabajos no se reporta una perturbación muy evidente.

De manera general, se coincide con los trabajos anteriormente mencionados con la presencia de *Arbutus xalapensis* lo que puede indicar que una amplia distribución en zonas con clima templado en el país.

En el caso de *Alnus acuminata* con base en lo reportado por Ospina *et al* (2005) la baja densidad se le puede atribuir a varios factores, algunos son: los usos potenciales, ya que se usa para fines maderables y medicinales, la probable presencia de plagas o su rápido crecimiento, ya que la germinación ocurre a los 12 días y en aproximadamente en 4 meses se tienen organismos juveniles y que los vientos pudieron tirarlos porque por lo mismo de que su crecimiento acelerado su fuste es frágil y puede romperse con mucha facilidad.

- **Biomasa Forestal**

En las dos graficas de biomasa se observa un crecimiento exponencial, lo que nos indica que conforme se dé un aumento en la edad o bien en el diámetro de las especies arbóreas, habrá una mayor cantidad de biomasa. A pesar de que casi todas las especies tienen individuos dentro de categorías juveniles, se observa un despunte de la categoría cuatro de adulto-maduro a la categoría cinco o bien a la de adulto-senil.

Se observa una mayor cantidad de biomasa en los pinos que en los encinos, esto ocurre al darse una mayor presencia de organismos juveniles por parte de los encinos. Otras causas que explican que los pinos tienen una mayor cantidad de biomasa que los encinos son que especies como *Pinus teocote* es una de las especies con una alta producción de biomasa a diferencia de otras especies de pinos. Dado que había más adultos por parte de los pinos muestra que en la zona hay una dominancia por parte de estos lo que puede conllevar a que las especies puedan crecer sin ningún problema (Aguirre, 2013).

También se puede considerar que tanto *P. ayacahuite* y *P. teocote* son consideradas especies secundarias que se establecen en un sitio (Navár-Cháidez y González-Elizondo, 2009), lo que podría explicar que tengan organismos adultos, mismos que aportan una alta cantidad de biomasa.

Al darse una mezcla tanto de pinos y encinos ocurre un incremento en la cantidad de volumen por parte de los pinos, porque los encinos como ya se ha mencionado son intolerantes a la luz solar, lo que conlleva que estén debajo de

los pinos y para mantenerse en esa situación no deben aumentar de tamaño, ya que si llegan a aumentar de tamaño en una proporción mayor a los pinos podrían estar en un estrés hídrico e inclusive morir, lo que también podría explicar su poca cantidad de biomasa (Navár-Cháidez y González-Elizondo, 2009).

Otro factor que podría considerarse que hubiera pocos organismos con una alta cantidad de biomasa por parte de los encinos debido a que estas especies son utilizadas medicinalmente, como carbón, de alimento, de forraje o bien para obtener la madera, ya que en las comunidades rurales la situación económica no es muy favorable, esto ha llevado a que las personas busquen alternativas para poder subsistir, tal es el caso de la venta de la madera (Del Bosque, 2015).

Todos estos factores biológicos o antropocéntricos pudieron provocar un decaimiento en el número de organismos adultos y por ende una baja cantidad de biomasa en pie e inclusive pudieron ocurrir incendios forestales, ya que algunas estructuras como el follaje, parte de la corteza y las ramas en época de secas son factor clave para que puedan ocurrir (Domínguez-Hernández *et al.*, 2012).

- **Evaluación Fitosanitaria**

El estado físico y sanitario del tronco de las cuatro especies de pinos se considera bueno, esto difiere a lo reportado por Vázquez *et al.* (2006), esto se debe a que los pinos que se muestrearon en el bosque mixto de Michoacán observaron daños en el tronco por especies consideradas plagas (fúngicas, entomológicas y vegetales como el muérdago). Dichas plagas no se encontraron en el bosque templado de Chichicaxtla.

El estado físico y sanitario del follaje de los pinos es bueno para tres especies de pinos (*P. teocote*, *P. ayacahuite* y *A. religiosa*) y regular para *J. deppeana*, esto puede deberse no necesariamente a alguna plaga, en este caso al momento de realizar los muestreos se observó que en *J. deppeana* tenía hojas

de color café y pérdida del follaje, lo que indica clorosis, esto puede provocar pérdidas en la capacidad fotosintéticas por la probable deficiencia de magnesio y nitrógeno, dando paso a probables daños por efectos toxicológicos en *J. deppeana* provocados por los nitratos (Natural Soluções Setoriais 2004).

El estado físico y sanitario del tronco de los encinos fue regular para *Q. laurina* y para *Q. crassifolia*, esto se puede deber a que solamente se observaron pequeñas pérdidas en la corteza al momento de realizar los muestreos, esto coincide con lo reportado por CONAFOR (2014), ya que estos daños se les puede atribuir a la probable presencia de plagas pertenecientes a la orden Coleóptera.

El estado físico y sanitario del follaje fue de igual manera regular para *Q. laurina* y para *Q. crassifolia*, ya que al realizarse la evaluación se observaron agujeros de pequeño a mediano tamaño en todas las especies y en algunas hojas había formación de agallas, esto coincide con Del Bosque (2015), ya que estos daños se les puede atribuir a la probable presencia de plagas pertenecientes a las ordenes Lepidóptera, Coleóptera (agujeros) e Himenóptera (agallas).

Parámetros del suelo

Se sabe que el ambiente es de importancia para las comunidades vegetales, particularmente si se habla de interacciones bióticas es el suelo en la que existe una estrecha relación entre la biota de este y las especies vegetales (Lillo *et al.*, 2011).

El color pardo muy oscuro del suelo se puede deber a una alta cantidad de materia orgánica, que bien esto puede ser un buen indicador del crecimiento de las especies, pero los colores muy oscuros tienden a absorber una mayor cantidad de radiación, lo que puede provocar un aumento de temperatura y por tanto una disminución en la humedad, provocando que algunas especies entren en un estrés hídrico y que se puedan morir algunas especies (FertiLab, 2014).

La textura entre franco-arenosa y franco-arcillo-arenosa puede filtrar el agua de manera adecuada por la presencia de arenas, esto puede permitir que no haya mucha retención del agua, dando paso a que haya especies que no puedan absorber mucha agua y que eventualmente puedan desaparecer (SAP, 2017).

El pH muy ácido puede provocar la disminución de la actividad biológica de las especies vegetales, ya que al darse un lavado de moléculas como K, Ca y Mg, no se pueden llevar a cabo procesos como la fijación de nitrógeno y la fotosíntesis (Del Bosque, 2015).

La cantidad de materia orgánica puede indicar presencia de material vegetal, aunque en el sitio hubo partes en las que hubo una cantidad muy baja o pobre, lo que probablemente indica es que esta poca cantidad está relacionada con procesos antrópicos, ya que al talarse las especies arbóreas con el fin de obtener espacios para la agricultura o ganadería, se puede perder parte de ese material vegetal y puede conllevar a una menor cantidad de carbono en la biomasa microbiana y por tanto no se lleva a cabo lo que se denomina secuestro del carbono, dicho secuestro evita que sea liberado el carbono a la atmósfera y se forme el CO₂, misma que es considerada uno de los gases de efecto invernadero. Tanto la materia orgánica como la cantidad de carbono en la biomasa microbiana están estrechamente relacionados (Lillo *et al.*, 2011; Sedano, 2016). Además de esto, al haber poca cantidad de materia orgánica puede haber poca cantidad de nutrientes, esto puede provocar que las especies vegetales empiecen a desaparecer (FAO, 2003).

La C.I.C.T. en este trabajo es baja para algunas partes del sitio, esto nos indica que no hay una capacidad adecuada de retención de los nutrientes disponibles en el suelo, además de poca cantidad de arcillas, misma que ayuda a la retención del agua en el suelo por el tamaño de los poros (Sedano, 2016).

El ion Ca⁺² fue medio para los tres sitios, lo probablemente indica que hay concentraciones de nitratos en la zona, esto se puede deber a que al haber pocas cantidades de calcio, el hidrógeno interactúa con el nitrógeno formando nitratos,

que estos afectan a las plantas ya que son tóxicos para estas y que posiblemente afecten la calidad de vida de las plantas que habitan en la zona (Del Bosque, 2015; Porta, 2011).

El Ion Mg^{+2} estuvo en menor cantidad en algunas partes, probablemente se deba a que esta molécula es absorbida por las partículas de arcilla, provocando un “secuestro del magnesio”. Otros factores a considerar son que al darse un pH ácido en la zona y una mayor cantidad de calcio, provocan que ocurra un lavado y que no se pueda aprovechar. Dichos factores pueden provocar que no se pueda obtener la molécula de la clorofila (UAM, 2017; SMART Fertilizer Management, 2017).

Conclusiones

1. La riqueza de especies se vio relacionada con la perturbación en el sitio, principalmente por la presencia de las malezas. De igual manera, la estructura y fenología están relacionadas, ya que dicho proceso dio paso a la nueva estructura en la localidad y a una fenología perenne.
2. El origen americano y la afinidad climática templada son las cualidades más representativas, pero de igual manera que los atributos comunitarios, la perturbación provocó un cambio en estas cualidades, particularmente la introducción de especies. Los usos medicinal, forraje y alimenticio permiten un uso cultural en la comunidad, considerando las necesidades de salud, alimento y hogar.
3. El bosque templado es una comunidad que está en un proceso de regeneración, con un estado sanitario que no ha afectado su calidad de vida.
4. El estado del bosque templado con base en los parámetros del suelo mostraron que pueden afectar su viabilidad de las especies que habitan en la comunidad.

Recomendaciones

1. Realizar muestreos en un ciclo anual para obtener una mayor riqueza de especies.
2. Evaluar más parámetros del suelo para conocer más a detalle el estado de este.
3. Realizar trabajos de manera bimestral para evitar la posible proliferación de las plagas.
4. Se deben estudiar más a detalle a las especies de otro tipo de clima para saber si existe una relación entre estas y el cambio climático.
5. Evaluar la densidad de *Q. crassifolia* para evitar pérdidas en el número de individuos.

Bibliografía

Aguirre, C. O. A. 2013. Modelización del crecimiento en *Pinus teocote* Schltld. et. Cham en el Noroeste de México. Rev. Méx. Cien. For. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L. México. 17(4): 28-41 Pp.

Aguirre, M. Z. y Aguirre, M. C. 2012. Las plantas vasculares como indicadores de la calidad de los ecosistemas. Ecol. Forest. México. Consultado de: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/las-plantas-indicadores-de-la-calidad-de-los-ecosistemas-revista-ecologia-forestal1.pdf>.

Arredondo, G. R. S. 2016. Aquixtla. Puebla. México. Consultado en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21016a.htm>!

Arrigada, R. V. L. 2011. Manual de Inspección Fitosanitario. F.A.O. Universidad Católica de Santiago. Santiago. Chile. 131 Págs.

Baca, V. J. M. 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales. U.A.N.L. México. 117 Págs.

Báez, I. A., Istlas, T. B. y Trejo, V. A. 2011. Diagnóstico fitosanitario del arbolado del Parque Alameda Oriente. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F (PAOT). México. 31 Págs.

Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L. 2006. Ecology, from Individuals to Ecosystems. 4ta Ed. Blackwell Publishing. U.S.A. 469-471 Pp.

Benavides, M. H. M. y Segura, C. B. 1996. Situación del arbolado de alineación de la ciudad de México: delegaciones Iztacalco e Iztapalapa, Distrito Federal. Rev. Cienc. For. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 21(79): 121-124 Pp.

Bocco, G., Urquijo, S. P. y Vieyra, A. 2011. Geografía y Ambiente en América Latina. Instituto de Ecología y Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 358 Págs.

Bustamante, R. y Grez, A. A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Rev. Ambiente y Desarrollo. Departamento de Ciencias Ecológicas. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Chile. 2(9): 58-63 Pp.

Campbell, N. A. y Recce, J. B. 2005. Biología. 7ama Ed. Panamericana. España. 1159-1164 Pp.

Castañeda, R. J. 2008. Estudio florístico del Cerro Zempoala y zonas aledañas, municipio de Ocuilan, Edo. De Méx. Tesina de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 37 Págs.

Challenger, A. y Dirzo, R. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México. 37-73 Pp.

Claudio, G. L. E. 2008. Propuesta Metodológica para evaluaciones fitosanitarias en árboles. Avances en la Investigación Científica en el CUCBA. Departamento de Ciencias Ambientales. División de Ciencias Biológicas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales (CUCBA). Universidad de Guadalajara. Zapopan. Jalisco. México. 8 Págs.

CONABIO. 2008. Biodiversidad, riqueza viva de Michoacán. México. 27 Págs.

CONABIO. 2009. Malezas de México. México. Consultado de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>.

CONABIO. 2012². ¿Qué es un país megadiverso? México. Consultado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>.

CONABIO. 2012¹. Bosques templados. México. Consultado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueTemplado.html>.

CONAFOR. 2013. *Quercus laurina* Humb et Bonpl. México. Consultado de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/993Quercus%20laurina.pdf>.

CONAFOR. 2014. Diagnóstico Fitosanitario de la Vegetación en Ecosistemas Prioritarios del Estado de Aguascalientes. SEMARNAT. Aguascalientes. México. 84 Págs.

Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. y Van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature. Center for Environmental and Estuarine Studies. Zoology Department. University of Maryland. Maryland. USA. 1 (378): 253-260 Pp.

Cruz, G. R. A. 2007. Plantas medicinales de nueve comunidades en la frontera entre Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán y Aquixtla, Puebla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. Edo. De Méx. México. 351 Págs.

Del Bosque, De La B. F. J. 2015. Diagnóstico ambiental de un sistema agro-silvo-pastoral en Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 83 Págs.

Díaz, F. R., Acosta, M. M., Carrillo, A. F., Buendía, R. E., Flores, A. E. y Etchevers, D. J. 2007. Determinación de Ecuaciones Alométricas para estimar Biomasa y Carbono en *Pinus patula* Schl. Et Cham. Madera y Bosques, primavera. Instituto de Ecología A.C. Xalapa. Veracruz. México. 1(13): 25-34 Pp.

Domínguez-Hernández, F., Huerta-Ortega, F., Barrios-Díaz, B. y Posadas-García, M. A. 2012. Análisis dasométrico y propuesta de ordenamiento agroforestal del bosque en Tetela de Ocampo, Puebla. Rev. Avances en Investigación Agropecuaria. Programa de Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ingeniería Agrohidráulica. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Tetela de Ocampo. Puebla. México. 16(3): 75-82 Pp.

FAO. 2003. Materia orgánica y actividad biológica. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. U.S.A. Consultado de: http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/ba/organic_matter.pdf.

FAO. 2014. Manual de Campo. Inventario Forestal Nacional. Departamento de Montes. Guatemala. 89 Págs.

FCNyM. 2016. Estimación de la Diversidad específica. Manual de prácticas escolares. Universidad de la Plata. Mar de Plata. Argentina. Consultado de: <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/>.

FertiLab. 2014. El color del suelo como indicador de su fertilidad. Celaya. Guanajuato. México. Consultado de: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/El-Color-del-Suelo-como-Indicador-de-su-Fertilidad.php>.

Figueroa-Rangel, B. L. y Olvera-Vargas, M. 2000. Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oak forests in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico. *Ecol. Resch. Mexico*. 3(15): 249-261 Pp.

Flórez, L. M., Pérez, L. V. y Melgarejo, L. M. 2012. Manual calendario fenológico y fisiología de crecimiento del fruto de Gulupa (*Passiflora edulis* Sims) de tres localidades del departamento de Cundinamarca. *Ecofisiología del cultivo de Gulupa*. Cap. 2. Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 33-51 Pp.

Fraume, R. N. J. 2006. Manual Abecedario Ecológico: La más completa guía de términos ambientales. Ed. San Pablo. San Pablo. Bogotá. Colombia. 318 Págs.

Fonseca, G. W., Alice, G. F. y Rey, B. J. M. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *BOSQUE*. Universidad Nacional Autónoma de Costa Rica. Costa Rica. 30(1): 36-47 Pp.

Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F. y Hernández-García, M. A. 2007. Ecología y silvicultura en bosques templados. *Rev. C. For. y del Ambte*. Facultad de Ciencias forestales. Universidad Autónoma De Chapingo. Texcoco. Edo. de Méx. México. 13(1): 67-83 Pp.

García, M. A. 2014. Estimación de Biomasa Aérea de *Pinus Cembroides* Zucc. Usando un Método Indirecto, en una plantación en Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Departamento Forestal. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo. Coahuila. México. 55 Págs.

González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M. y Cortés-Ortiz, A. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera "La Michilla", Durango, México. Rev. Resch. INEGI. Aguascalientes. México. 22(1): 1-104 Pp.

Herrera, A. Y. y Pámanes, G. D. S. 2010. Guía de pastos de Zacatecas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. I.P.N. México. 149 Págs.

INEGI. 2014. Diccionario de Datos de Uso de Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000. Versión 3. Diccionario de Cartografía. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). México. 215 Págs.

INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Aquixtla, Puebla. Clave Geostadística. México. Consultado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/21/21016.pdf>.

INEGI. 2016. Climas de Puebla. México. Consultado de: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/territorio/clima.aspx?tema=me&e=21>.

Jaksic, A. F. M. y Marone, B. L. 2007. Ecología de Comunidades. 2nda Ed. Ediciones Universidad Católica de Chile. Chile. 338 Págs.

Lillo, A., Ramírez, H., Reyes, F., Ojeda, N. y Alvear, M. 2011. Actividad biológica del suelo de bosque templado en un transecto altitudinal, Parque Nacional Conguillío (38° S), Chile. Rev. Bosque. Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. 32(1): 46-56 Pp.

Llueca, C. F. y Udias, S. L. 2004. Estudio de las comunidades vegetales del Valle de Mijares (Teruel). Departamento de Medio Ambiente. Servicio de Conservación de la Biodiversidad. Aragón. España. 3-26 Pp.

Machorro, J. C. 2015. Mata contaminación bosques del Valle de México. México. Consultado de: <http://www.miambiente.com.mx/comunitarias/mata-contaminacion-bosques-del-valle-de-mexico>.

Montañez, L. I. H. Diagnóstico ambiental de la Localidad El Tular Peña de Lobos, municipio de Santa Ana Jilotzingo, Estado de México. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 205 Págs.

Moreno, R. G. y Rivas, M. J. 2009. Importancia de los humedales y la diversidad vegetal para la riqueza específica de aves en una zona esteparia del sudeste de España. Zool. Baetica. Departamento de Biología Animal. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Granada. España. 20(1): 21-34 Pp.

Mostacedo, B. y Fredericksen, S. T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sustentable. Santa Cruz. Bolivia. 83 Pág.

Muñoz, I. D. J., Soler, A. A., López, G. F. y Hernández, M. M. M. 2013. Edafología, Manual de métodos de análisis de suelos. F.E.S. Iztacala. UNAM. México. 139 Pág.

Natural Soluções Setoriais. 2004. Deficiencias de nutrientes. Omissao florestal. Brasil. 10 Págs.

Navár-Cháidez, J. de J. y González-Elizondo, M. S. 2009. Diversidad, estructura y productividad de bosques templados de Durango, México. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. IPN Unidad Durango. IPN. Durango. México. 27(1): 71-87 Pp.

Ochoa, K. K. Y. 2013. Flora y estructura de los bosques de en “Rancho Cerro Gordo” municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 71 Págs.

Ospina, P. C. M., Hernández, R. R. J., Gómez, D. D. E., Godoy, B. J. A., Aristizábal, V. F. A., Patiño, C. J. N. y Medina, O. J. Á. 2005. El aliso o Cerezo. Guía Silvicultural. Centro Nacional de Investigación del Café. Colombia. 37 Págs.

Pérez, H. A. 2010. Inventario arbóreo y evaluación fitosanitaria en 3 áreas verdes de la Delegación Azcapotzalco, en un contexto de Justicia Ambiental. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 260 Págs.

Picard, N., Saint A. L. y Henry, N. 2012. Manual de construcción de Ecuaciones Alométricas. Para estimar el volumen y biomasa de los árboles. Ed. Cirad. F.A.O. Roma. Italia. 213 Págs.

Pinto-Ruiz, R., Hernández, D., Gómez, H., Cobos, M. A., Quiroga, R. y Pezo, D. 2010. Árboles forrajeros de tres categorías ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. Rev. Universidad y Ciencia. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores. Chiapas. México. 26(1): 19-31 Pp.

Pitt, M. D. y Wikeem, B. M. 1990. Phenological patterns and adaptation in *Artemisia/Agropyron* plant community. Journal of Range Management. Department of Plant Science. University of British Columbia. Vancouver. Canada. 34(3): 350-358 Pp.

Pombo, S. M. 2015. Río Gafos: Invasoras más peligrosas y como erradicar *Tradescantia fluminensis*. Proyecto para recuperar el Río Gafos. Pontevedra. Galicia. España. 40 Págs.

Porta, M. P. 2011. El Ca⁺² en el suelo. Departamento de agricultura, ganadería, pesca y alimentación. Francia. Consultado de: https://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=ee26c806-8537-4efc-82ae-3078698f41bd&groupId=10136.

Pulido-Salas, M. T., Ordoñez-Díaz, M. de J. y Cáliz de D., H. 2017. Flora, usos y algunas causales de cambio en quince huertos familiares en el municipio de José María Morelos, Quintana Roo, México. Rev. Península. Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales. U.N.A.M. México. 1(10): 119-145 Pp.

Quiñonez, M. M. y Mendoza, C. G. 2009. Manual de prácticas de ecología de comunidades. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. México. 19-30 pp.

Rentería, R. L. Y. 1997. Biomasa y almacenes de Carbono Radical en tres comunidades vegetales en la costa de Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 46 Págs.

Rodríguez L. R., Jiménez P. J., Aguirre C. J. y Jurado I. E. 2007. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea en especies de encino y pino en Iturbide, N. L. Rev. Ciencia Forestal en México. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León. México. 101(32): 39-56 Pp.

Rojas, G. F. 2008. Consideraciones para el balance de Carbono: Evaluación del movimiento de biomasa en el Parque Nacional Malinche. Tesis de Maestría (Biología Ambiental). Instituto de Geología. Posgrado en Ciencias Biológicas. U.N.A.M. México. 83 Págs.

Rubio-Licon, L. E., Romero-Rangel, S. y Rojas-Zenteno, C. 2011. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. Rev. RCHSCFA. Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. U.N.A.M. Tlalnepantla de Baz. Estado de México. México. 17(1): 1-14 Pp.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación en México. Edición digital. CONABIO. México. 504 Págs.

Rzedowski, J. y Calderón, G. de R. 2010. La flora fanerogámica del Valle de México. Edición digital. CONABIO. México. 1406 Págs.

Sánchez, S. O. 1979. La flora del Valle de México. Edit. EH. 5ta Edic. México. 513 Págs.

SAP. 2017. Textura del suelo. Chile. Consultado de: <http://www.sap.uchile.cl/>.

Schlegel, B. 2001. Estimación de la Biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Universidad Austreal de Chile. Chile. 13 Págs.

Sedano, L. C. A. 2016. Diagnóstico ambiental del poblado de Nautla, municipio de Nautla, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 80 Págs.

SEMARNAT. 2012. Suelos. México. 1(1): 123-125 Pp.

SMART Fertilizer. Management. 2017. El Magnesio en el suelo y en las plantas. Software de fertilización. U.S.A. Consultado de: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/magnesium>.

Soriano, A. D. F. 2016. Elaboración de un catálogo sobre conocimiento e importancia de las plantas medicinales, para su revalorización por parte de la comunidad de Tlazala, Municipio de Isidro Fabela, Estado de México. Tesis de Licenciatura. F.E.S. Iztacala. U.N.A.M. México. 116 Págs.

Sosa, A. D. 2012. Técnicas de toma y revisión de muestras de suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Consultado de: <http://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos>.

Trigueros, B. A. G., Villavicencio, G. R. y Santiago, P. A. L. 2014. Mortalidad y reclutamiento de árboles de un bosque templado de pino-encino en Jalisco. Rev. Méx. Cien. For. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jalisco. México. 24(5): 160-183 Pp.

U.A.M. 2017. Magnesio. Madrid. España. Consultado de: <https://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/magnesio.htm>.

Valenzuela, N. L. M. y Granados, S. D. 2009. Caracterización fisonómica y ordenación de la vegetación en el área de influencia de El Salto, Durango, México. Rev. CSCFyA. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. Edo. De Méx. México. 15(1): 29-41 Pp.

Valverde, V. T., Meave del C., J. A., Carabias, L. J. y Cano-S., Z. 2005. Ecología y Medio Ambiente. Ed. Pearson Educación. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 90 Págs.

Vargas, H. J. J. 2003. Estado de la diversidad genética de los árboles y bosques del Norte de México. Taller Regional sobre los Recursos Genéticos Forestales de Centroamérica, Cuba y México. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 42 Págs.

Vázquez, C. I., Madrigal, H. S., García, Z. J., Pérez, M. A. L. y Villa, R. A. 2006. Diagnóstico sanitario forestal en el estado de Michoacán. Campo Experimental Uruapan. CIRPAC. INIFAP. Publicación Técnica Núm.1. Uruapan. Michoacán. México. 123 Págs.

Viedma, O., Torres, I. y Moreno, J. M. 2010. Estimación de la Riqueza total de especies de una zona quemada un año después del fuego mediante quickbird. Rev. Ser. Geogr. Departamento de Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias del Medio Ambiente. Universidad de Castillo-La Mancha. Toledo. España. 16(1): 71-80 Pp.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A. M. 2004. Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá. Colombia. 236 Págs.

Zarco-Espinoza, V. M., Valdez-Hernández, J. I., Ángeles-Pérez, G. y Castillo-Acosta, O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Rev. Univ. y Cienc. Programa Forestal de Postgraduados. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco. Edo. de Méx. 26(1): 1-17 Pp.

Anexos

Riqueza de especies	Familia	Especie	Cualidades indirectas		
			Origen	Afinidad Climática	Uso potencial
1	Agavaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm.	Americano	Templado	Comercial, alimenticio, forraje y medicinal
2	Amaryllidaceae	<i>Agapanthus prebloom</i> L.	Africano	Templado y tropical	Ornamental
3	Apiaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L. (*)	Europeo	Templado	Forraje, alimenticio y medicinal
4	Apocynaceae	<i>Vinca major</i> L. (*)	Europeo	Templado	Medicinal y ornamental
5	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L. (*)	Americano	Templado	Medicinal y ornamental
6		<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC. (*)	Americano	Templado	Medicinal
7		<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt. (*)	Americano	Templado	Medicinal e industrial
8		<i>Baccharis conferta</i> H.B.K. (*)	Americano	Templado	Medicinal
9		<i>Baccharis salicifolia chilca</i> (Ruiz & Pavón) Pers. (*)	Americano	Templado y tropical	Medicinal
10		<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray. (*)	Americano	Templado	Indeterminado
11		<i>Bidens triplinervia</i> Kunth. (*)	Americano	Templado	Forraje y ornamental
12		<i>Brickellia secundiflora</i> (Lag.) A. Gray. (*)	Americano	Templado	Medicinal
13		<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	Americano	Templado	Medicinal
14		<i>Conyza filaginoides</i> (DC.) Hieron.	Americano	Templado	Medicinal
15		<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. (*)	Americano	Templado	Medicinal, ornamental y religioso
16		<i>Erigeron karvinskianus</i> DC. (*)	Americano	Templado	Medicinal y ornamental
17		<i>Eupatorium coelestinum</i> (L.) DC.	Americano	Seco	Medicinal
18		<i>Eupatorium glabratum</i> Kunth.	Americano	Templado	Medicinal
19		<i>Eupatorium lucidum</i> Ort.	Americano	Templado	Medicinal
20		<i>Eupatorium scorodonioides</i> A. Gray.	Americano	Templado	Medicinal
21		<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> var. <i>natalia</i> F.J. Espinosa.	Americano	Templado	Medicinal
22		<i>Gnaphalium roseum</i> Kunth.	Americano	Templado	Medicinal
23		<i>Heterotheca inuloides</i> Cass. (*)	Americano	Templado	Medicinal
24		<i>Piqueria trinervia</i> Cav. (*)	Americano	Templado	Medicinal y ornamental
25	<i>Senecio angulifolius</i> DC. (*)	Americano	Templado	Medicinal, ornamental e industrial	

26		<i>Senecio salignus</i> DC. (*)	Americano	Templado	Medicinal e industrial
27		<i>Senecio sinuatus</i> Kunth. (*)	Americano	Templado	Medicinal
28		<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers. (*)	Americano	Templado	Medicinal y forraje
29		<i>Sonchus oleraceus</i> L. (*)	Europeo	Templado	Alimenticio, industrial, medicinal y forraje
30		<i>Stevia eupatoria</i> Willd.	Americano	Templado	Alimenticio
31		<i>Stevia jorullensis</i> Kunth. (*)	Americano	Templado	Indeterminado
32		<i>Tagetes coronopifolia</i> Willd. (*)	Americano	Templado	Medicinal
33		<i>Tagetes foetidissima</i> DC. (*)	Americano	Templado	Medicinal y forraje
34	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Americano	Templado	Maderable y medicinal
35		<i>Alnus acuminata</i> ssp. <i>glabrata</i> Fern.	Americano	Templado	Maderable y medicinal
36	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L. (*)	Americano	Templado	Alimenticio y comercial
37		<i>Raphanus raphanistrum</i> L. (*)	Europeo	Templado	Forraje
38	Bromeliaceae	<i>Tillandsia prodigiosa</i> Lem.	Americano	Templado	Ornamental
39	Caryophyllaceae	<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karst. (*)	Europeo	Templado	Indeterminado
40		<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex Schldl. (*)	Americano	Templado	Indeterminado
41	Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.	Americano	Templado	Medicinal
42	Clusiaceae	<i>Hypericum silenoides</i> Juss.	Americano	Templado	Medicinal
43	Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> var. <i>deppeana</i> Steud.	Americano	Templado	Medicinal y comercial
44	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	Americano	Templado	Maderable y medicinal
45		<i>Arctostaphylos</i> sp Adans.	Americano	Templado	Medicinal
46		<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Barton.	Europeo-asiático	Templado	Medicinal y comercial
47	Fabaceae	<i>Dalea aenigma</i> Barneby.	Americano	Templado	Forraje
48		<i>Dalea versicolor</i> Zucc.	Americano	Templado y seco	Medicinal
49		<i>Desmodium incanum</i> J. F. Gmel.	Americano	Tropical	Medicinal y forraje
50		<i>Lathyrus sativus</i> L.	Americano	Templado	Comercial
51		<i>Lupinus splendens</i> Rose.	Americano	Templado	Indeterminado
52		<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (*)	Americano	Cálido	Alimenticio
53		<i>Rhynchosia diversifolia</i> var. <i>prostrata</i> Burk.	Americano	Templado	Forraje
54		<i>Vicia sativa</i> L. (*)	Europeo	Templado	Forraje
55	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	Americano	Templado	Maderable, medicinal, alimenticio e industrial
56		<i>Quercus glabrescens</i> Benth.	Americano	Templado	Medicinal, forraje y maderable
57		<i>Quercus glaucoides</i> Mart. & Gal.	Americano	Templado	Medicinal, alimenticio,

					forraje y maderable
58		<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.	Americano	Templado	Maderable, medicinal, forraje y artesanal
59		<i>Quercus microphylla</i> Née.	Americano	Templado	Medicinal, forraje, maderable y artesanal
60	Geraniaceae	<i>Geranium potentillifolia</i> DC.	Americano	Templado	Medicinal
61		<i>Geranium seemannii</i> Peyr. (*)	Americano	Templado	Medicinal y forraje
62	Lamiaceae	<i>Cunila lythrifolia</i> Benth.	Americano	Templado	Medicinal
63		<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling.	Americano	Euritémico	Medicinal
64		<i>Marrubium vulgare</i> L. (*)	Europeo	Templado	Religioso, alimenticio y medicinal
65		<i>Salvia elegans</i> Vahl.	Americano	Templado	Medicinal
66		<i>Salvia</i> sp L.	Europeo	Templado	Medicinal
67		<i>Salvia stricta</i> Sessé & Moc.	Americano	Templado	Alimenticio
68	Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L. (*)	Europeo	Euritémico	Ornamental
69	Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i> H.B.K.	Americano	Templado	Medicinal
70	Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i> Cav. (*)	Americano	Templado	Medicinal y forraje
71	Pinaceae	<i>Abies religiosa</i> (HBK) Schlecht. et Cham.	Americano	Templado	Maderable y comercial
72		<i>Pinus ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> (Roez) Shaw.	Americano	Templado	Maderable y religioso
73		<i>Pinus teocote</i> Schlecht. & Cham.	Americano	Templado	Maderable y religioso
74	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L. (*)	Europeo	Templado	Indeterminado
75		<i>Aristida adscensionis</i> L. (*)	Europeo	Templado	Indeterminado
76		<i>Avena sativa</i> L.	Eurasia	Templado	Medicinal
77		<i>Bouteloua dactyloides</i> (Nutt.) Engelm.	Americano	Templado	Forraje
78		<i>Bouteloua repens</i> (Kunth) Scribn. & Merr. (*)	Americano	Euritémico	Indeterminado
79		<i>Bromus diandrus</i> Roth. (*)	Europeo	Templado	Indeterminado
80		<i>Cortaderia selloana</i> (J. A. Schultes & J. H. Schultes) Aschers. & Graebn. (*)	Americano	Euritémico	Ornamental
81		<i>Dactylis glomerata</i> L. (*)	Eurasia	Templado	Forraje
82		<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	Americano	Seco	Forraje
83		<i>Hordeum nativa</i> L.	Africano	Templado	Comercial
84		<i>Hordeum vulgare</i> L.	Eurasia	Templado	Comercial
85		<i>Lycurus phleoides</i> Kunth.	Europeo	Templado	Comercial
86		<i>Poa annua</i> L. (*)	Europeo	Templado y seco	Forraje
87		<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. (*)	Americano	Templado	Forraje
88		<i>Urochloa meziana</i> (Hitchc.) Morrone & Zuloaga (*)	Americano	Templado	Indeterminado

89		<i>Urochloa texana</i> (Buckley) R. Webster.	Americano	Seco	Forraje
90	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i> L. (*)	Europeo	Templado	Alimenticio, forraje y medicinal
91	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	Americano	Templado	Medicinal
92	Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i> (Kunth) Steud.	Americano	Templado	Maderable, forraje, medicinal, comercial y alimenticio
93		<i>Malus domestica</i> L.	Asiático	Templado	Ornamental, maderable, comercial, alimenticio y artesanal
94		<i>Prunus capuli</i> Cav.	Americano	Templado	Maderable, industrial, medicinal, comercial y alimenticio
95		<i>Pyrus communis</i> L.	Eurasia	Templado	Comercial, alimenticio y maderable
96	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schldl. (*)	Americano	Templado	Medicinal
97	Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth. (*)	Americano	Templado	Medicinal y ornamental
98		<i>Lamourouxia rhinanthifolia</i> H.B. & K. (*)	Americano	Templado	Indeterminado
99	Solanaceae	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	Americano	Templado	Medicinal
100		<i>Solanum lanceolatum</i> Cav. (*)	Americano	Templado	Medicinal
101	Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L. (*)	Americano	Templado	Medicinal
102		<i>Verbena menthifolia</i> Benth. (*)	Americano	Templado	Medicinal

ANEXO 1. Composición y Cualidades indirectas de cada una de las especies identificadas taxonómicamente.

Las especies con un (*) son consideradas malezas.

Nombre científico:_____

Nombre Común:_____

No. Colecta:_____

No. Fotografía:_____

Etapas de Desarrollo:

ESTADO SANITARIO DEL FOLLAJE:_____

ESTADO FISICO DEL FOLLAJE:_____

TIPO DE DAÑO:_____

SI ES POR PLAGA, QUE TIPO Y ESPECIE ES:_____

FOTOGRAFIA No._____

ESTADO SANITARIO DEL TRONCO:_____

ESTADO FISICO DEL TRONCO:_____

TIPO DE DAÑO:_____

SI ES POR PLAGA, QUE TIPO Y ESPECIE ES:_____

FOTOGRAFIA No._____

POSIBLE DAÑO:_____

ANEXO 2. Formato para la evaluación fitosanitaria.