



"Enseñar la Explotación de la
Tierra No la del Hombre"

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

**"CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LAS
COMUNIDADES DE PINOS PIÑONEROS DE ZACATECAS"**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES

Presenta:

EZRA JORGE ELEAZAR BARRERA ZUBIAGA



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
SECRETARÍA DE EXAMENES PROFESIONALES

Bajo la supervisión de: **DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ**

Chapingo, Estado de México a 01 de Diciembre de 2016



“CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE PINOS PIÑONEROS DE ZACATECAS”

Tesis realizada por Ezra Jorge Eleazar Barrera Zubiaga bajo la supervisión del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES


DIRECTOR: DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ.


ASESOR: DR. FRANCISCO ALBERTO DOMÍNGUEZ ÁLVAREZ.


ASESOR: M. C. RO LINX GRANADOS VICTORINO.

CONTENIDO

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPITULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 LOS PINOS PIÑONEROS	4
2.2 CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN	6
2.3 TRABAJOS RELACIONADOS	8
CAPITULO 3. ARTICULO CIENTÍFICO	12
RESUMEN	12
ABSTRACT	12
3.1 INTRODUCCIÓN	14
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.2.1 ÁREA DE ESTUDIO	16
3.2.2 MUESTREO	17
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.5 CONCLUSIÓN	33
LITERATURA CITADA	35
APÉNDICE 1 LISTADO FLORÍSTICO	41

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. VALORES ESTRUCTURALES Y VARIABLES AMBIENTALES PROMEDIO DE LAS LOCALIDADES MUESTREADAS	23
CUADRO 2. PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO PROMEDIADAS DE CADA LOCALIDAD.	24
CUADRO 3. VALORES ESTRUCTURALES DE LA VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y ARBÓREA EN LAS DISTINTAS LOCALIDADES.	29
CUADRO 4. MATRIZ DE PROXIMIDADES DE LA CORRELACIÓN JERÁRQUICA.	31
CUADRO 5. RESULTADOS ACC	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. EJEMPLIFICA LA TECNICA DE PUNTO CUADRANTE CENTRADO	18
FIGURA 2. PERFIL SEMIRREALISTA DE LA LOCALIDAD DE SAN JUAN DE HORNILLOS, FRESNILLO	25
FIGURA 3. PERFIL SEMIRREALISTA DE LA LOCALIDAD DE SIERRA DE ÓRGANOS, SOMBRERETE	26
FIGURA 4. PERFIL SEMIRREALISTA DE LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN DEL ORO	27
FIGURA 5. PERFIL SEMIRREALISTA DE LA LOCALIDAD DE CERRO DE PIÑONES, JUCHIPILA	28
FIGURA 6. DENDROGRAMA JERÁRQUICO QUE MUESTRA LAS AFINIDADES FLORÍSTICAS	31
FIGURA 7. TRIPLLOT DE ORDENACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE PINOS PIÑONEROS ESTUDIADAS	33

DEDICATORIA

A MI MADRE POR SIEMPRE IMPULSARME A LO MEJOR.

A LAS DOS BELEM'S.

A MI FAMILIA Y AMIGOS.

“...Lo malo es – ahora puedo decirlo – que los más débiles son los que se proponen las empresas más difíciles, los más cobardes las más temerarias, y el que tiene el pecho estrecho y las piernas cortas, las carreras más largas. ¿Por qué? Hay más de una razón: el amor del contraste que se encuentra en todas las cosas humanas, la necesidad de exaltarse y aturdirse con alardes de fuerza y borracheras de grandeza. Así, con la apariencia de querer hacer más que los otros, se hace menos que todos y se prepara para una bella y gloriosa derrota...”

GIOVANNI PAPINI

AGRADECIMIENTOS

EN ESPECIAL AL DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ, QUIEN SIEMPRE TUVO TIEMPO PARA MI, QUE ME GUIO Y APOYO PERSONAL Y ACADÉMICAMENTE DURANTE TODO ESTE TRAYECTO.

AL DR. MARIO LUNA CAVAZOS QUIEN ME BRINDO SU AYUDA, TIEMPO Y CONOCIMIENTO DESINTERESADAMENTE.

AL DR. FRANCISCO ALBERTO DOMÍNGUEZ ÁLVAREZ POR ACEPTAR SER PARTE DE MI COMITÉ ASESOR Y POR SUS ACERTADAS CORRECCIONES AL TRABAJO.

AL M. C. RO LINX GRANADOS VICTORINO POR SU AYUDA EN EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y LAS REVISIONES DE LOS DOCUMENTOS.

A MIS VIEJOS AMIGOS QUE AUN DESPUÉS DE AÑOS ME APOYARON EN LOS MUESTREOS Y ME COMPARTIERON PARTE DE SU CONOCIMIENTO.

A LOS NUEVOS AMIGOS QUE HICIERON AMENA Y LIGERA MI BREVE ESTANCIA EN LA MAESTRÍA.

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA POR LA BECA BRINDADA DURANTE ESTOS DOS AÑOS, SIN LA CUAL TODO ESTO NO HUBIERA SIDO POSIBLE.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, POR EL APOYO BRINDADO EN FORMA DE PROYECTO CONVENCIONAL CON EL NUMERO 169101002, CON EL CUAL FUE POSIBLE ESTE TRABAJO.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Ezra Jorge Eleazar Barrera Zubiaga.

Fecha de nacimiento: 13 de diciembre de 1988.

Lugar de nacimiento: México, Distrito Federal (actualmente Ciudad de México).

Número de Cartilla Militar: 0171570

CURP: BAZE881213HDFRBZ00

Profesión: Biólogo.

Cedula profesional: 08812600

Desarrollo académico

Bachillerato: Tuve la fortuna de ser aceptado en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan. En este lugar encontré mi vocación, así como una ideología acorde al plantel.

Licenciatura: Curse la carrera de biología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, donde me titule mediante tesis bajo el tutorado del Dr. Héctor Godínez Álvarez.

RESUMEN GENERAL

Caracterización, clasificación y ordenación de las comunidades de pinos piñoneros de zacatecas

México es centro secundario de diversificación del género *Pinus* y de los llamados pinos piñoneros. Estas comunidades vegetales habitan en 18 estados de México en forma de relictos en las zonas altas de los cerros, formando un ecotono entre zonas áridas y templadas. Estos boques son de gran importancia ecológica, económica y cultural. En este trabajo se estudiaron 4 localidades de pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. El muestreo consistió en un barrido florístico para la vegetación herbácea y en la técnica de punto – cuadrante para la vegetación arbórea y arbustiva. Se realizaron perfiles fisonómicos semirrealistas para cada localidad, un análisis de conglomerados (clúster) y una ordenación directa con la técnica de análisis de correspondencias canónicas (ACC). Nuestros resultados muestran que la mayor semejanza entre las localidades fue entre Fresnillo y Sombrerete con un 25 % de semejanza y la menor de 8 % de similitud entre Fresnillo y Juchipila. Se cree que las afinidades florísticas están dadas por la distancia. Las variables edáficas más importantes para la ordenación fueron el pH, la conductividad eléctrica y el potasio. El bajo parecido florístico entre localidades, incluso en el mismo estado, sugiere que cada bosque es una entidad única que debería de estar sujeta a conservación.

Palabras clave

Piñón, Análisis de Correspondencias Canónicas, Sørensen, Estructura Fisonómica.

ABSTRACT

Characterization, classification and ordination of the pinyon pines communities of Zacatecas

Mexico is a secondary center of diversification of the genus *Pinus* and so-called pinyon pines. They live in the form of relicts in high hill areas, forming an ecotone between arid and temperate ecosystems. These forests have a great ecological and cultural importance. In this study, four pinyon pine forests in Zacatecas state were studied. Sampling consisted of a floristic sweep for herbaceous strata and the point-centered quarter technique for arboreal and shrub vegetation. Semi-realistic physiognomic profiles for each locality, a cluster analysis and a direct ordination (CCA) were performed. Our results show that the highest similarity between localities was 25 % and the lowest 8 %. The most important edaphic variables for the ordination were pH, electrical conductivity and potassium. The low floristic

resemblance between localities, especially considering that they were in the same state, suggests unique entities that should be conserved.

Key words

Pynion, Canonical Correspondence Analysis, Sørensen, Fisonomic Structure

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

El hombre siempre ha tenido curiosidad por el medio que lo rodea, con una atención especial por la vegetación. Por lo mismo a lo largo de la historia se han desarrollado muchos métodos para clasificar la vegetación y tratar de entenderla. Algunos métodos muy utilizados y de gran aceptación son los análisis fisonómicos, que se concentran en caracterizar exteriormente a la vegetación con base a los distintos estratos observados en los sitios (Mueller-Dumbois & Ellenberg, 1974a). De modo que en un diagrama se puede observar, de manera sencilla, una abstracción de la flora dominante del sitio, como su acomodo horizontal y vertical. Los perfiles fisonómicos semirrealistas han sido ampliamente utilizados y son de gran valor en lugares donde la vegetación posee una estructura compleja.

Otros métodos como la clasificación (análisis de conglomerados) intentan analizar las relaciones entre las vegetaciones de lugares distintos, con base a las especies compartidas entre diferentes sitios (Rocha Ramirez, Chavez Rojas, Ramírez Rojas, & Cházaro Olver, 2012). Estos estudios pueden basarse en presencias y ausencias o en la abundancia de cada especie considerada. Por último, métodos como la ordenación en base a gradientes (también llamada ordenación directa) buscan encontrar la relación entre la vegetación con uno o varios factores ambientales (Ter Braak & Prentice, 1988).

Tanto la clasificación como la ordenación, corresponden a los análisis multivariados y son ampliamente utilizados. El objetivo de los análisis multivariados de la vegetación es el de simplificar y ordenar un conjunto complejo de datos, de tal forma que el resultado muestre las relaciones existentes entre las especies, así como entre la variación de la vegetación y el ambiente (Rocha Ramirez et al., 2012; Wildi, 2010)

Debido a las complejas interacciones entre la vegetación y el ambiente, una caracterización externa de la vegetación aunada a la utilización de métodos multivariados puede contribuir mucho al conocimiento de sitios poco estudiados o

complejos. En este sentido, el territorio mexicano se presenta como un sitio ideal para aplicar estas técnicas, ya que México es uno de los países denominados “megadiversos” en el mundo, debido al gran número de especies que alberga. Esta gran diversidad es ocasionada por su compleja orografía, ya que se encuentra entre la zona neártica y neotropical (Rzedowski, 2006)

La riqueza florística de México se calculó un total de 23, 424 plantas, divididas en 2, 804 géneros y 304 familias (Jose Luis Villaseñor, 2004). Una de las familias, que tiene gran importancia es la Pinaceae, cuyo origen es boreal, pero se considera a México como centro secundario de diversificación (Sánchez-González, 2008). La familia cuenta a nivel mundial con 10 géneros y alrededor de 250 especies. En México la familia Pinaceae cuenta con 88 especies divididas en 4 géneros (Villaseñor, 2004). Uno de los géneros de esta familia que tiene una gran importancia es el género *Pinus* que cuenta con 47 especies en el territorio mexicano y 26 de éstas son endémicas (Sánchez-González, 2008). Dentro de este género se encuentran 16 especies que son comúnmente llamadas “pinos piñoneros”, 12 de las cuales se encuentran en México y 10 de éstas son consideradas endémicas, por lo cual México es considerado como centro de diversificación de los pinos piñoneros (Sánchez-González, 2008).

Los pinos piñoneros son arboles bajos, de 2 – 10 metros de altura (rara vez sobrepasan los 15 m de altura). Los bosques de estos árboles se encuentran restringidos a montañas con climas secos (en las zonas áridas y semiáridas del país) y por tanto de baja precipitación (entre 300 y 600 mm anuales de lluvia). Comúnmente conforman ecotonos entre las zonas templadas y las áridas. Se encuentran distribuidos en 18 estados del norte y centro de la república mexicana, desde Chihuahua hasta Puebla. Su principal característica es la producción de una semilla no alada la cual se conoce como “piñón”, aunque solo se produce cada tres o cuatro años (algunos autores reportan hasta 14 años), en los llamados años semilleros. La semilla es de gran importancia ya que es ingerida por las aves y recolectada y consumida por los humanos, además de que es ampliamente

apreciada en la industria alimenticia, especialmente en la repostería (Hernandez, Islas, & Guerra, 2011).

Sin embargo, estos bosques se encuentran amenazados, debido a las condiciones ambientales y a disturbios frecuentes como incendios, plagas, enfermedades, tala y extracción de leña, ramoneo por el ganado, entre otras (Hernandez *et al.*, 2011; Romero, Luna, & García, 2014). Aun a pesar de su importancia económica y su amplia distribución en México, existe un gran desconocimiento en cuanto a su manejo y su ecología (Hernandez *et al.*, 2011). Al margen de esta información, el estado de Zacatecas se presenta como un estado ideal para caracterizar, clasificar y ordenar los bosques de pino piñonero, debido a la presencia de piñonares en diversos municipios y a que se desconoce mucho de su ecología o la información es vieja y hace falta actualizarla, por lo que es necesario realizar investigaciones en esta dirección para contar con información vigente que permita futuros objetivos de conservación y manejo sustentable.

Por todo lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue realizar una caracterización, clasificación y ordenación de las comunidades de pino piñonero en el estado de Zacatecas a través de un análisis estructural vegetación y análisis multivariados. Para poder conseguir este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos particulares: 1) Elaborar un listado florístico de la zona de estudio; 2) Medir las características físicas y químicas del suelo donde crecen los piñonares; 3) Realizar una caracterización de la vegetación en base a perfiles fisonómicos semirrealistas; 4) realizar una clasificación con base al análisis jerárquico de conglomerados y 5) Ordenar la vegetación con base a las propiedades físico – químicas del suelo.

CAPITULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Los pinos piñoneros

En México los pinos piñoneros son de una gran importancia económica, ecológica y cultural. En algunas ocasiones se encuentran en forma de relictos en las zonas más altas de los cerros, mientras que en otras forman masas boscosas relativamente grandes. Como cualquier otro bosque, los piñonares brindan servicios ambientales al favorecer la infiltración del agua, secuestrar carbono, retener el suelo etc. (Villareal, Mares, Cornejo, & Capo, 2009). Es común que los pinos piñoneros formen ecotonos entre la vegetación de zonas templadas y de zonas áridas, ya que son altamente resistentes a condiciones estresantes (Chavoya, Granados, Granados, & Esparza, 2015). En el territorio mexicano, los pinos piñoneros se distribuyen en 18 estados, desde Baja California y Chihuahua en la región norte del país, hasta Tlaxcala y Puebla en la región central (Granados Victorino, 2013).

Si bien los pinos piñoneros se encuentran rodeados de inexactitudes taxonómicas, a nivel mundial se reportan 16 especies. México se reconoce como el centro de diversificación de los pinos piñoneros porque alberga a 12 especies, de las cuales diez son endémicas. Las especies presentes en México son: *Pinus cembroides* (con tres subespecies: *cembroides*, *lagunae* y *orizabensis*), *P. maximartinezii*, *P. discolor*, *P. johannis*, *P. pinceana*, *P. culminicola*, *P. edulis*, *P. juarezensis*, *P. monophylla*, *P. quadrifolia*, *P. remota* y *P. nelsonii* (Granados Victorino, 2013; Sánchez-González, 2008).

La diversificación en nuestro territorio tiene motivos más bien históricos. Hace miles de años, durante las glaciaciones, los pinos de latitudes norteadas migraron hacia el sur en busca de condiciones menos agrestes, cubriendo el territorio nacional de estas plantas. Posteriormente cuando el frío comenzó a disminuir los pinos se desplazaron de nuevo hacia el norte, sin embargo, en esa transición hubo especiación, la cual dio como resultado que nuevas especies se adaptaran a nuevos hábitats. Es por ello que a México se le reconoce como centro secundario de diversificación del género *Pinus* y también es por ello que surgieron los llamados

pinos piñoneros. Por fortuna, la accidentada orografía del país permitió que los pinos piñoneros encontraran un refugio en las zonas más altas de los cerros, por ser zonas frías y con la mayor altitud, donde hoy día es posible hallarlos (Sánchez-González, 2008).

Las condiciones ambientales a las que los pinos piñoneros se adaptan son muy contrastantes. Los límites altitudinales de los piñoneros van desde ~ 1300 hasta ~ 3000 m. s. n. m., los rangos de lluvia varían entre los 200 mm hasta los 800 mm. También es posible encontrarlos en todas las orientaciones, aunque algunos autores mencionan afinidades por ciertas orientaciones, otros las desestiman. Son capaces de establecerse en zonas con suelos someros, bajas en nutrientes, con una pendiente muy marcada y de alta radiación solar (Granados Victorino, Granados Sánchez, & Sánchez-González, 2015; Romero et al., 2014; Romero-Manzanares, Flores-Flores, Luna-Cavazos, & García-Moya, 2016).

La semilla de los pinos piñoneros son apreciados desde épocas prehispánicas. Comúnmente se le conoce como piñón y es una semilla carnosa de una gran calidad organoléptica, por lo que es altamente apreciada en la gastronomía. Además, tiene un valor muy elevado en el mercado en comparación con otras semillas. El costo tan elevado de la semilla tiene varias razones: 1) la semilla solo se da cada 3 o 4, en los llamados años semilleros; 2) una vez que se recolecta la piña (estróbilos) es necesario realizar una extracción de la semilla y romper la cascara, lo que lleva mucho tiempo y esfuerzo; 3) en la comercialización se usan múltiples intermediarios y con cada uno aumenta el precio y 4) la escasez del producto aumenta el precio de oferta (Hernandez *et al.*, 2011; Sánchez, Mendizábal, & Rebolledo-camacho, 2002).

Debido al alto aprecio de las semillas, las comunidades extraen todos los estróbilos todavía verdes. Esto conlleva un serio problema ecológico, porque al no estar presente la semilla del piñón en el banco de semillas del suelo, no es posible la regeneración y expansión de los bosques de piñoneros. A nivel ecológico, la extracción excesiva de la semilla resulta perjudicial, ya que existen diversas aves y roedores que se alimentan de ella, con lo que se reduce una importante fuente de

alimento. Sin embargo, estos no son los únicos problemas que aquejan a los piñoneros, también se tiene la tala, el corte de ramas para leña, los incendios, el ramoneo por el ganado, las infecciones y plagas naturales, entre otros (Flores Flores & Morales Quiñones, n.d.; Mueller, Wade, Gehring, & Whitham, 2005; Villareal *et al.*, 2009; Wheeler & Rakitov, 2009).

2.2 Caracterización, clasificación y ordenación

Villalobos-Valencia en 1994, realiza una revisión sobre la historia de la clasificación fisonómico – estructural a través de la bibliografía, en esta revisión menciona que la clasificación vegetal empezó su desarrollo como tal cuando Linneo y otros sistemáticos en la segunda mitad del siglo XVIII designaron los límites y extensiones de las especies de plantas que estudiaron. En 1807 el naturalista Von Humboldt, presento planteamientos interesantes sobre la interpretación de las relaciones entre el clima y la geografía de las plantas, reconociendo la existencia de unidades fisonómico – estructurales y de grupos de especies asociadas, llamando asociación a las comunidades caracterizadas por especies dominantes. Posteriormente Grisebach en 1838 introdujo el término formación y la designo como un grupo de plantas que tienen carácter fisonómico dado. En 1855, Decandolle publico estudios dando mayor énfasis a la temperatura. Drude en 1890 publicó su libro sobre geografía de plantas, pero poco tiempo después salieron dos libros que han tenido gran influencia en todos los estudios subsiguientes de la vegetación del mundo: Oecología de plantas (Warming, 1907) y Geografía vegetal sobre una base fisiológica (Shimper – Warming, 1907). Este último distinguió entre los términos asociación y formación, además este autor reconoció la gran importancia del clima sobre la fisonomía de la vegetación. Por su parte Clements (1928), considero a la formación como la comunidad estable controlada por el clima, en este sentido la formación podría incluir un conjunto de fisonomías distintas. (tomado de Villalobos Valencia, 1994).

Basándose en la fisonomía, las regiones escandinavas y bálticas, dividen la vegetación por estratos, clasificando la vegetación en base a las especies dominantes de los diferentes estratos, utilizando a la asociación como unidades

estable y delimitada, presentando una composición florística uniforme. Por su lado, la escuela estonio – americana clasifico la vegetación en base al principio de la independencia de los estratos de la vegetación. La escuela danesa, por otro lado, representada por Raunkier y Bocher, propone una clasificación basada en la posición de los meristemas vegetativos con respecto al suelo, este sistema permite obtener el porcentaje de cada una de las formas de vida que integran el paisaje de la comunidad estudiada, asumiendo que cada forma de vida depende de adaptaciones estructurales y fisiológicas que les permiten sobrevivir bajo condiciones desfavorables. Por su parte, la escuela inglesa, representada por Richards (1952), trabajó sobre sistemas fisonómicos diseñados especialmente para clasificar la vegetación de los bosques tropicales lluviosos. El sistema de Richards clasifica a la vegetación a través de diagramas de perfil, los cuales muestran bidimensionalmente la estructura de la vegetación, mediante ilustraciones con el diseño real de las formas de vida dominantes. Por último, en 1957 Danserau, un botánico canadiense, desarrollo un sistema que toma seis características de la vegetación (forma de vida, estrato, cobertura, función forma y textura de las hojas), las cuales son representadas por una serie de símbolos (letras y dibujos) que a su vez sirven para construir diagramas que muestren la estructura de una asociación en particular, estos diagramas fueron llamados danserogramas. En diversos trabajos se han utilizado los perfiles fisonómicos semirrealistas de Richards en conjunto con los danserogramas (tomado de Villalobos – Valencia, 1994). Todas las clasificaciones anteriores son cualitativas, sin embargo, también existen clasificaciones cuantitativas o numéricas, en las cuales se debe de realizar una serie de mediciones. Con los parámetros obtenidos se pueden realizar medidas de similitud de la distribución relativa (Rocha Ramirez *et al.*, 2012). Formalmente la utilización de la clasificación numérica fue usada en la década de los sesentas. Si bien antiguamente la clasificación numérica no fue de las más utilizadas, actualmente cuentan con una gran aceptación.

En México una de las primeras clasificaciones de la vegetación fue la realizada por Leopold en 1950, quien a partir de estudios faunísticos, diseño una clasificación fisonómica. Este autor distingue doce formaciones vegetales para el país.

Posteriormente Miranda y Hernández en 1963, hicieron una clasificación fisonómica de la vegetación de México, donde distinguieron 32 tipos de vegetación (Instituto Nacional de Ecología, 2007). Flores (1977) clasifica la vegetación del país utilizando los siguientes criterios: composición florística, estacionalidad, extensión geográfica, factores climáticos y el medio físico. Por último, en 1978 Rzedowski publica su libro la vegetación de México, en el que se identifican 10 asociaciones vegetales (González Medrano, 2004).

Aunado a la clasificación cualitativa o numérica de la vegetación, en un tema de gran relevancia ecológica, se he intentado relacionar la presencia o la abundancia de las especies con gradientes ambientales, como por ejemplo la temperatura, la precipitación, humedad, altitud, características físico químicas del suelo entre muchas otras más. Una de las técnicas más utilizadas para ello es el análisis de correspondencias, el cual realiza una ordenación indirecta (Rocha Ramirez *et al.*, 2012). Sin embargo, Braak en 1986 publico una técnica en la cual se asume que las variables escogidas tienen relación con la vegetación y se procede a una combinación lineal de variables que dan como resultado los ejes de ordenación. Esta técnica es llamada Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) y es una ordenación directa de la vegetación. El ACC es ideal para analizar comunidades, sobre todo si las especies tienen una distribución normal en relación con las variables ambientales, además es sustancialmente mejor que el análisis de correspondencias (Ter Braak, 1986, 1987).

En México, la ordenación en base a gradientes directos e indirectos no es muy habitual, aunque cada vez estas técnicas gozan de mayor aceptación. De forma superficial se puede decir que han sido utilizados tanto en sistemas acuáticos como terrestres.

2.3 Trabajos relacionados

A continuación, se mencionan algunos trabajos donde se abordan los pinos piñoneros, o las técnicas de clasificación, de ordenación o ambas han sido empleadas:

Sánchez *et al.* en 2002 realizaron un estudio para conocer la variación entre los árboles piñoneros y el número, longitud y ancho de las semillas que producen. De acuerdo a los resultados que presenta se puede observar que existen diferencias significativas entre el diámetro, la longitud y el peso de las semillas en los distintos árboles. Este estudio es importante para los cultivos de piñón, así como para el manejo silvícola (Sánchez *et al.*, 2002).

Enríquez *et al.* (2003) trabajaron en el occidente del estado de Zacatecas y realizaron una identificación de la flora asociada al estrato arbustivo. Cabe mencionar que en este artículo se utilizó un enfoque fisonómico y florístico, además de que se realizó una clasificación numérica. El trabajo reportó 406 especies divididas en 254 géneros y 75 familias. Dentro de las asociaciones florísticas que encontró se encuentran algunas dominadas por pinos piñoneros (Enríquez, Koch, & Gonzalez, 2003). El parque nacional de Sierra de órganos es bastante grande, por lo que este trabajo cobra una gran importancia.

Sánchez y López (2003) realizaron una clasificación y ordenación de la Sierra Nevada a través de un gradiente altitudinal en el estado de México. En este estudio utilizaron la técnica de clasificación de análisis de correspondencia rectificado (DCA) y para la ordenación el ACC. Para los análisis seleccionaron el índice de valor de importancia (IVI) como atributo. Reportaron seis tipos de vegetación entre las cuales se hallaban bosques de pinos.

Sánchez (2008) realizó un estado del arte sobre los pinos de México, en este estudio reportó el número total de especies para el país, el número de endemismos, el número de especies de piñoneros y las especies que según la NOM 059 están en peligro de extinción. Este artículo es de vital importancia por la información tan amplia que brinda (Sánchez-González, 2008).

Villarreal *et al.* (2009) realizaron un estudio florístico de los piñonares de la Sierra Madre Oriental. En este estudio realizaron un análisis de similitud florística entre las localidades estudiadas. Reportaron 446 especies en 247 géneros y 78 familias, lo que nos habla de la gran riqueza de especies de los piñonares. De acuerdo a la

clasificación se separó la vegetación en dos conjuntos: el norte que corresponde a Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí, y el sur que incluye a los piñonares de Hidalgo y Querétaro (Villareal *et al.*, 2009).

Hernández *et al.* (2011), realizaron un estudio sobre los márgenes de comercialización del piñón en el estado de Tlaxcala. En este estudio evidenciaron las pobres condiciones de manejo de los piñonares, así como toda la problemática que envuelve la compra – venta de la semilla de los piñonares. Este artículo es particularmente interesante porque es uno de los pocos que ahondan en temas no convencionales de los piñoneros, por lo que resalta su gran importancia. Se reportó que los intermediarios se quedan con el 77.8% del precio que paga el consumidor final. Artículos como este hacen falta en otros lugares donde la comercialización de los piñoneros es un recurso fundamental para las comunidades (Hernandez *et al.*, 2011).

González *et al.* (2011), reportaron al comúnmente llamado pino azul en una localidad de Durango, este constituye el primer registro para el estado y la segunda localidad para la especie. Este artículo demuestra el poco estudio realizado en los estados donde potencialmente puede haber *Pinus maximartinezii* (pino azul), ya que antiguamente solo se consideraba que existía en Juchipila, Zacatecas. Esto demuestra que falta mucho por investigar y los alcances de este trabajo son muy amplios, sobre todo en las puertas que deja abiertas para más trabajos posteriores (González-Elizondo, González-Elizondo, Ruacho-González, & Molina-Olvera, 2011).

Arres *et al.* (2012) realizaron un seguimiento de una plantación de pino piñonero a los 18 años, demostraron que los piñoneros influyen positivamente en el aporte de materia orgánica y otros elementos esenciales, aunque algunas otras variables disminuyeron, el efecto global es positivo (Arres Morales, Márquez Ramírez, & Ramírez-García, 2012).

Romero *et al.* (2014) analizaron la importancia de diversas variables en los piñonares de San Luis Potosí. En este estudio realizaron un análisis de

correspondencias canónicas (ACC) para correlacionar las variables abióticas con la vegetación en los 40 sitios examinados. Las variables que más aporte tuvieron para explicar la composición de las especies fueron la pendiente y la orientación. Este artículo es importante porque trata aspectos claves a veces ignorados como la pendiente y la orientación del bosque, aunado a que realiza el ACC (Romero *et al.*, 2014).

López *et al.* en 2013 realizaron una cuantificación de hojarasca en los suelos donde crecían los piñonares como una medida de la productividad primaria neta. La cantidad de hojarasca fue determinada por la diferencia de densidades entre los dos pinos. Como parte de sus resultados nos menciona que *P. cembroides* tuvo una baja correlación con las variables ambientales en comparación con *P. halapensis*, lo que resalta su alta resistencia a factores adversos. Este estudio resulta interesante desde el punto de vista que a los piñoneros también se les puede medir la productividad primaria, aunque pocas veces se ha realizado (López-López *et al.*, 2013).

Hulet *et al.*, en 2014 realizaron una comparación entre la biomasa de un bosque de piñón – enebro y su imagen satelital. En este estudio encontraron que las imágenes procesadas o estimadas a través de dos programas podían estimar la biomasa de una manera muy cercana a la estimada a nivel de campo con una similitud de 89 %. Este tipo de estudios son nuevos y aportan mucha información sobre todo en el área de nuevas metodologías (Hulet *et al.*, 2014).

Algunos trabajos han realizado una caracterización, clasificación y ordenación de la vegetación en diferentes localidades. En general se ha trabajado con variables ambientales y edáficas. Uno de esos trabajos es el de Granados *et al.* en 2015, quien analiza la vegetación de la cuenca oriental (Tlaxcala, Puebla y Veracruz). En este estudio encontró a la altura y el calcio como factores de gran importancia (Granados Victorino *et al.*, 2015). Por otra parte, Chavoya, 2015, encontró que las variables más importantes para los piñonares de Querétaro fueron la materia orgánica, la pendiente y de nuevo la altitud (Chavoya *et al.*, 2015).

CAPITULO 3. ARTICULO CIENTÍFICO

CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE BOSQUES DE PINO PIÑONERO EN EL ESTADO DE ZACATECAS, MÉXICO

RESUMEN

México es un centro secundario de diversificación del género *Pinus* y de los llamados pinos piñoneros. Estos habitan en relictos en las zonas más altas de los cerros, formando un ecotono entre zonas áridas y templadas. Estos bosques son de gran importancia ecológica y cultural. En este trabajo se estudiaron 4 localidades de pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. El muestreo consistió en una exploración florística general para la vegetación herbácea y en la técnica de punto – cuadrante para la vegetación arbórea y arbustiva. Se realizaron perfiles fisonómicos semirrealistas para cada localidad, un análisis de conglomerados (clúster) y una ordenación mediante análisis de correspondencias canónico (ACC). Nuestros resultados muestran que la mayor semejanza entre las localidades fue de un 25 % y la menor de 8 %. Las variables edáficas más importantes para la ordenación fueron el pH, la conductividad eléctrica y el potasio. La baja semejanza florística entre localidades incluso en el mismo estado sugiere que existen entidades únicas que deberían de estar sujetas a conservación.

PALABRAS CLAVE

Piñón, Análisis de Correspondencias Canónicas, Sørensen, Estructura Fisonómica.

ABSTRACT

Mexico is a secondary center of diversification of the genus *Pinus* and so-called pinyon pines. They live in the form of relicts in high hill areas, forming an ecotone between arid and temperate ecosystems. These forests have a great ecological and

cultural importance. In this study, four pinyon pine forests in Zacatecas state were studied. Sampling consisted of a floristic sweep for herbaceous strata and the point-centered quarter technique for arboreal and shrub vegetation. Semi-realistic physiognomic profiles for each locality, a cluster analysis and a direct ordination (CCA) were performed. Our results show that the highest similarity between localities was 25 % and the lowest 8 %. The most important edaphic variables for the ordination were pH, electrical conductivity and potassium. The low floristic resemblance between localities, especially considering that they were in the same state, suggests unique entities that should be conserved.

KEY WORDS

Pynion, Canonical Correspondence Analysis, Sørensen, Fisonomic Structure.

3.1 INTRODUCCIÓN

México es un país con una alta diversidad florística que se calculó en 23, 424 especies, divididas en 2, 804 géneros y 304 familias. Una de las familias con una gran relevancia ecológica y económica es la Pinaceae, esta familia tiene un origen boreal, pero se considera a México como centro secundario de diversificación. En México Pinaceae cuenta con 88 especies divididas en cuatro géneros, la mayor riqueza de especies se concentra en el género *Pinus* que cuenta con 47 especies en el territorio mexicano, de las cuales 26 son endémicas (Gernandt & Pérez-De La Rosa, 2014; Richardson, 1998). *Pinus* incluye a las especies comúnmente llamadas “pinos piñoneros”, de las cuales 16 especies; 12 de estas se encuentran en México y 10 son consideradas endémicas (Farjon & Styles, 1997; Sánchez-González, 2008).

Los pinos piñoneros son árboles bajos, de 2 – 10 metros de altura que rara vez sobrepasan los 15 metros. En México los bosques dominados por estos árboles se encuentran restringidos a montañas con climas secos en las zonas áridas y semiáridas del país y por tanto de baja precipitación (entre 300 y 600 mm anuales). Se encuentran distribuidos en 18 estados del norte y centro de la República Mexicana donde comúnmente conforman ecotonos entre las zonas templadas y las áridas. Su principal característica es la producción de una semilla carnosa no alada la cual se conoce como “piñón”, aunque solo se produce cada tres o cuatro años en los llamados años semilleros (algunos autores reportan hasta 14 años). Las semillas producidas por estos pinos son de gran importancia ya que son ingeridas por aves y mamíferos, incluyendo los humanos, pues es ampliamente apreciada en la industria alimenticia, especialmente en la repostería (Hernandez et al., 2011).

Los piñonares se han estudiado en diversos trabajos en diferentes regiones del país. Para entender la compleja estructura de estos bosques, se han utilizado tanto caracterizaciones florísticas y fisonómicas, así como análisis multivariados. Los más usados son la clasificación, en los que se compara las afinidades florísticas entre distintas localidades de piñonares; y la ordenación, la cual relaciona las especies

con factores abióticos (típicamente edáficos y/o ambientales). La utilización de estos métodos ha permitido detectar las variables que determinan la composición y estructura de los bosques de pino piñonero son de origen multifactorial, destacando variables como a la altitud, pendiente y pH (Chavoya et al., 2015; Granados Victorino et al., 2015; Romero et al., 2014).

Sin embargo, los piñonares se encuentran amenazados, debido a las condiciones ambientales y a disturbios frecuentes como incendios, plagas, enfermedades, extracción de leña, presiones antropogénicas, ramoneo por el ganado, entre otras. Lo que afecta no solo a los bosques sino también a las comunidades que dependen de ellos (Hernandez et al., 2011). A pesar de su importancia económica y su amplia distribución en México, existe un gran desconocimiento en cuanto a su manejo y su ecología en distintas zonas del país.

En el estado de Zacatecas se han reportado diversas localidades donde la abundancia de pinos piñoneros es grande, sin embargo, no existe mucha información cuantitativa sobre la riqueza y ecología de la zona o la información es antigua. Por lo anterior, los objetivos de este trabajo fueron realizar una caracterización, clasificación y ordenación en cuatro comunidades de pino piñonero en el estado de Zacatecas para contar con información vigente que permita desarrollar futuros programas de conservación y manejo sustentable de los piñonares.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1 Área de estudio

El área de estudio incluyó cuatro localidades en cuatro municipios en el estado de Zacatecas, los fueron: Fresnillo, Sombrerete, Concepción del Oro y Juchipila. A continuación se describe cada localidad.

Fresnillo. El trabajo se realizó en la localidad de San Juan de los Hornillos, que se ubica entre las coordenadas 23° 36' y 22° 49' latitud norte, y 102°, 29' y 103° 31' longitud oeste. El municipio de Fresnillo se localiza en el centro del Estado de Zacatecas. Predomina el clima templado regular (Cwo), semiseco (Bs), y templado sub-húmedo con lluvias en verano. La temperatura promedio en el municipio es de 15° C (“Fresnillo - Presidencia Municipal de Fresnillo 2013-2016,” n.d.).

Sombrerete. El área de estudio se encuentra en el Parque Nacional Sierra de Órganos, ubicada en el noroeste del Estado de Zacatecas. La altitud varía entre los 2120 y los 2650 m. s. n. m. Las coordenadas extremas son: Este 23° 44' 58" - 23° 48' 06.39" latitud Norte y 103° 46' 37" - 103° 48' 57.93" longitud Oeste. El clima predominante en la región es seco BS1 kw y en las partes altas el clima es templado C(w0). La temperatura media anual 16.6° C y la precipitación media anual 613 mm. Los tipos de vegetación dominantes son los bosques de pino, pino – encino, encino, vegetación de peñascos y arroyos, pastizal y matorral de *Mimosa* – *Opuntia* (Enríquez et al., 2003; INTA, 2013).

Concepción del Oro. El Municipio de Concepción del Oro, Zacatecas, se localiza al Noreste del Estado, el área de estudio se encuentra en la localidad del mismo

nombre, que se ubica en los 24°37' latitud Norte y 101° 25' longitud Oeste; con una altitud media de 2070 m. s. n. m. La configuración orográfica es montañosa y las llanuras son generalmente áridas. La precipitación media anual es de aproximada de 400 mm. El clima predominante en la mayor del municipio es seco o estepario, semicálido, BS o BW, la temperatura media anual es de 16° C. Presenta algunas heladas esporádicas. La vegetación corresponde a matorral rosetófilo y vegetación típica del semidesierto (INAFED, 2016a).

Juchipila. El área de estudio en la parte alta del Cerro de Piñones, municipio de Juchipila, que pertenece a la sub provincia fisiográfica Sierras y Valles Zacatecanos, de la provincia Sierra Madre Occidental. Las coordenadas extremas son 21° 20' – 21° 23' latitud Norte y 103° 12' – 103° 15' longitud Oeste. La altura oscila entre los 1110 y los 2500 m. s. n. m. El clima está considerado como subtropical (Cw), el cual varía de acuerdo con las estaciones del año. La temperatura anual promedio es de 22° C y una precipitación anual promedio de 713 mm. Los principales tipos de vegetación son el bosque tropical caducifolio, bosque de Quercus y el bosque de coníferas. Algunos sitios son ocupados por pastizal inducido, matorral espinoso y matorral inerme parvifolio (Balleza Cadengo & Villaseñor Rios, 2001; INAFED, 2016b; Lara, 1997).

3.2.2 Muestreo

Composición florística: El listado florístico se realizó con base en la identificación de especies colectadas en muestreos estacionales durante los años 2015 y 2016, en los que se llevó a cabo un barrido de vegetación fue realizado. Las colectas comprendieron los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos. La validez de los nombres fue corroborada con la base de datos de “Catalogue of life” (“Catalogue of Life - 2016 Annual Checklist : Búsqueda completa,” 2016).

Caracterización estructural de la vegetación: Para la caracterización de la vegetación se empleó el método de punto cuadrante centrado (Mueller-Dumbois & Ellenberg, 1974b). Este método no depende de un área, consiste en seleccionar un punto al azar y los puntos subsecuentes pueden ser al azar o sistemáticos. En cada uno de los puntos se marca una cruz, con lo que se forman cuatro cuadrantes por punto (Figura 1). En cada uno de los cuadrantes se tomó la distancia del centro al árbol más cercano, se identificó la especie y el diámetro a la altura del pecho (DAP). A partir de esas medidas se calculó la densidad, frecuencia y área basal del bosque. Este método es ágil, fácil, rápido de implementar, da información comparable con muestreos de área, y además, es ideal para zonas áridas (Abelleira Martínez & Colón González, 2008; Mitchell, 2010).

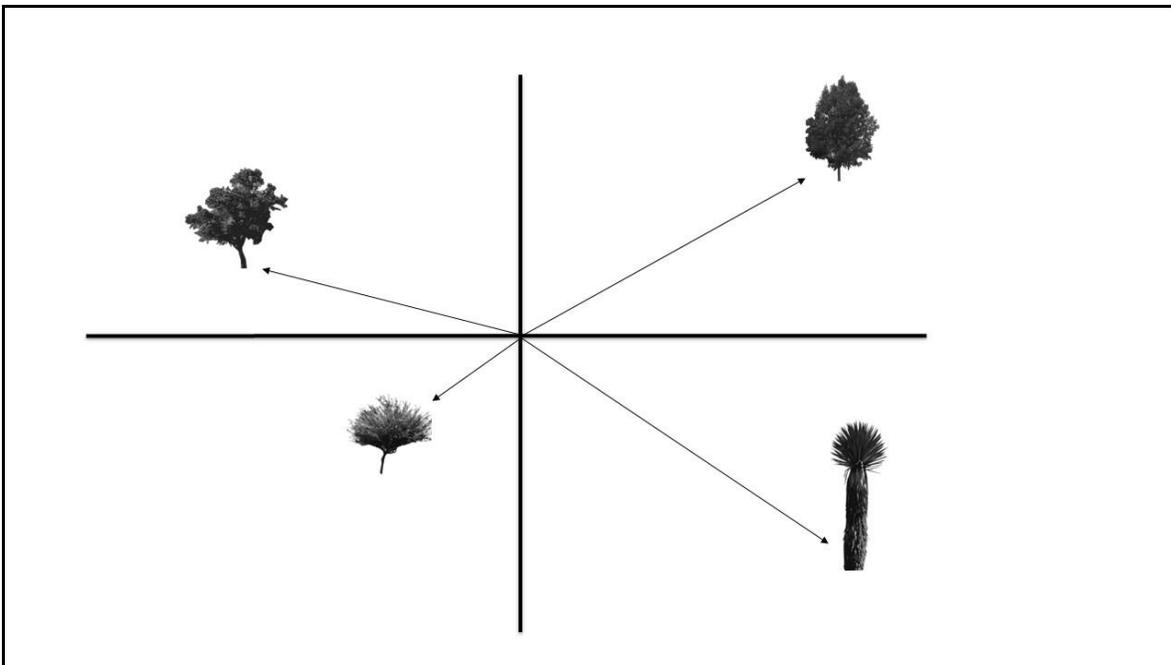


Figura 1. Ejemplifica la técnica de punto cuadrante centrado, las flechas indican la distancia desde el centro hasta el árbol.

Con esta técnica, se realizaron al menos 5 puntos de muestreo para completar una línea. La distancia entre un punto y el otro fue de al menos 20 m. El número de líneas por localidad fue variable, pero en todos los casos se completaron al menos

25 puntos de muestreo por localidad. Solo fueron considerados los árboles y arbustos con una altura mayor a un metro. Con los datos obtenidos con la técnica mencionada se calculó la frecuencia, área basal, dominancia, número de individuos por hectárea y el valor de importancia relativa (VIR), que es una medida ponderada de las dominancias, frecuencias y densidad relativas.

Con base en los valores estructurales obtenidos se realizaron perfiles fisonómicos semirrealistas (Richards, 1952), y de esta manera poder analizar el acomodo horizontal y vertical de la vegetación.

Composición edáfica: En cada línea de muestreo se recolectó una muestra compuesta de suelo de primeros 10 cm tras remover la hojarasca. Las muestras de aproximadamente un kilogramo fueron llevadas al laboratorio central de la UACH para su análisis. A cada muestra se le realizaron las pruebas de pH, conductividad eléctrica (C. E.), materia orgánica (M. O.), nitrógeno (N), fosforo asimilable (P), contenido de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Con los resultados, se obtuvo una matriz de datos que se ocupó para realizar la ordenación.

Análisis estadístico multivariado: Los análisis que se realizaron fueron la clasificación y la ordenación. Para ambos métodos se utilizó el programa PC ORD 6 (McCune & Mefford, 2011).

La clasificación se realizó a través de un análisis jerárquico de conglomerados (cluster), utilizando la técnica de ligamiento de promedio entre grupos y el coeficiente de Sørensen como medida de distancia. Este análisis permitió conocer la similitud florística entre las diferentes localidades muestreadas. Los datos de entrada fueron en base a la presencia o ausencia de las especies en cada localidad. El resultado grafico de este método fue un dendrograma.

Por otra parte, la ordenación se realizó con un análisis de correspondencias canónicas (ACC). Este tipo de análisis permite relacionar las especies con los factores ambientales y la importancia de cada uno de ellos sobre un conjunto de datos. El resultado gráfico de estas pruebas es un triplot, en donde la longitud de cada eje representa la importancia relativa de las variables ambientales y los sitios se agrupan cerca de la variable que mayor influencia tiene sobre ellos.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los bosques estudiados en el estado de Zacatecas, se registraron 244 especies, pertenecientes a 58 familias y 167 Géneros (Apéndice 1). Las familias mejor representadas en número de especies fueron la Asteraceae (49), Poaceae (24), Fabaceae (19), Asparagaceae (15) y Cactaceae (13). Estas familias coinciden con lo reportado en otros trabajos para los piñonares; en términos generales, la riqueza de especies en los bosques estudiados fue similar a otros bosques de pinos piñoneros en México (Chavoya et al., 2015; Granados Victorino et al., 2015; Villareal et al., 2009).

La mayor diversidad de la familia Asteraceae y Poaceae, puede deberse a que son dos de los grupos taxonómicos que cuentan con una gran cantidad de especies a nivel mundial, además son de un hábito anual, tienen una ampliamente distribución y se encuentran comúnmente asociadas a suelos perturbados y a sitios con un alto estrés como lo son las zonas áridas (García-Sánchez, Sánchez-González, & Villaseñor, 2014). Del mismo modo, las familias Fabaceae, Asparagaceae y Cactaceae son muy comunes en las zonas áridas debido a que poseen una serie de adaptaciones que les permite resistir condiciones muy estresantes como pendiente, radiación solar y suelos pobres (Anderson, 2001; José Luis Villaseñor, Maeda, Rosell, & Ortiz, 2007).

La altura, el DAP y las distancias promedio variaron en función del número de árboles juveniles. De este modo, los bosques maduros presentaron pocos arboles juveniles, lo que se ve reflejado en densidades menores y un DAP mayor. Los arboles juveniles fueron medidos porque a pesar de su bajo DAP tenían una altura de aproximadamente 2 m. De forma general, en un bosque en crecimiento existe un gran número de árboles juveniles, por efecto de repoblación. Después los con el desarrollo del bosque se establece competencia por espacio y recursos, de modo que los individuos menos adaptados son eliminados, lo que genera un espaciamiento en el bosque (van der Maarel & Franklin, 2013). Lo anterior posiblemente explica el hecho de que en Sombrerete y Concepción del Oro se

registró un menor número de árboles por hectárea, a la vez que distancias, alturas y diámetros más grandes. Contrario a los sitios Fresnillo y Juchipila, que, al tener un gran número de individuos juveniles se promedió una baja altura del dosel y un bajo DAP.

Todas las localidades se desarrollaron a más de 2000 m.s.n.m., lo cual es algo común en los piñonares, dado que la altitud se encuentra relacionada con la humedad (no medida en este estudio) y la temperatura, y que comúnmente se acepta que por cada 100 m de elevación la temperatura disminuye un grado centígrado, por lo que en los piñonares se encuentran restringidos a las zonas más templadas de las zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 2006). Acorde con lo anterior, las temperaturas de las localidades de estudio oscilaron entre los 15 y los 17 ° C. La altitud concuerda con trabajos previos, en los que se ha relacionado positivamente a los piñonares con la altura, siendo casi en todos los casos mayor a 1800 m.s.n.m (Chavoya et al., 2015; Romero et al., 2014).

También se observó que la pendiente fue muy acentuada, debido a la orografía de los sitios, sin embargo, estas pendientes son algo normal en los piñonares por encontrarse en las zonas más altas de los cerros, además, algunos estudios han estimado como poco importante a la pendiente (Romero-Manzanares et al., 2016).

Las zonas áridas y semiáridas tienen rangos de precipitación desde los 200 mm hasta los 600 mm (Rzedowski, 2006). En este sentido, tres de las 4 localidades estudiadas se consideran como zonas semiáridas y solo Juchipila excede los 600 mm, característica de las zonas templadas. Sin embargo, esto no se debería de considerar como un valor anormal, porque los piñonares conforman un ecotono entre las zonas áridas y las templadas (Romero et al., 2014). En el cuadro 1 presentan los valores estructurales y ambientales de los bosques.

Las variables físico – químicas del suelo también variaron entre los sitios, en algunos casos las variaciones fueron grandes. Estas variaciones pueden ser debidas a la historia natural de los sitios y al material parental. El pH fue ácido en tres de los cuatro sitios, estos valores de pH son comúnmente encontrados en los

bosques de pinos. En Concepción del Oro el pH fue casi neutro, probablemente debido a la gran cantidad de calcio encontrada en el sitio. El calcio es un ion positivo (catión) que no solo aumenta el pH en la muestra, también lo hace con la conductividad eléctrica (C. E.). Lo anterior podría explicar los altos valores tanto de pH como de C. E. en las muestras de Concepción del Oro. La C. E. en todos los sitios puede considerarse baja, lo que, de manera general es bueno, ya que una alta C. E. se relaciona con una alta salinidad (Osman, 2013). La textura de los suelos también varió entre los sitios, sin embargo, la mayoría se caracteriza por ser franca a franca arenosa. Este tipo de texturas permiten una buena infiltración y drenaje, así como retención de agua y nutrientes. El contenido de materia orgánica se considera alto en todos los sitios, el cual fue mayor en Fresnillo y Concepción del Oro, lo que no concuerda con su estado de conservación, sin embargo, los valores altos de M. O. son comunes en bosques de pinos y algunas veces en zonas áridas, debido en parte a la acumulación de hojarasca y al bajo reciclamiento de la misma. El resumen de las propiedades físico – químicas se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 1. Valores estructurales y variables ambientales promedio de las localidades muestreadas

Sitio	Altura (m)	Distancia (m)	DAP (cm)	Área basal (cm)	Arboles por ha	Pendiente (grados)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Altitud (m.s.n.m.)
Fresnillo	2.9	2.9	14.7	169	1187	> 45	457	15	2293
Sombrerete	5.5	7.1	25.5	512	197	> 45	522	15	2279
Concepción del Oro	3.8	4.3	23.6	436	535	> 45	442	17	2711
Juchipila	3.9	2.9	13.7	148	1170	> 45	684	16	2053

Cuadro 2. Propiedades físico - químicas del suelo promediadas de cada localidad.

Sitio	pH	C. E.	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Arenas	Limos %	Arcillas %	Textura %
Propiedad		dSm ⁻¹	%	mgKg ⁻¹									
		1		1	1	1	1	1	1				
Fresnillo	5.305	0.06	9.565	10.225	4.63	448.5	1969	394.7	59.69	75.7	14.8	9.5	Franco - Arenoso
Sombrerete	5.81	0.045	2.825	18.75	13.76	391	1492.5	239	46.95	71.1	17.6	11.3	Franco - Arenoso
Concepción del Oro	7.114	0.136	6.548	9.68	17.40	126	4589	173.2	25.364	65.68	26.36	7.96	Varias
Juchipila	5.595	0.05	3.425	10.15	2.66	340	1418.5	551	47.49	47.2	42.3	10.5	Franca

A continuación, se describe detalladamente las características florísticas y fisonómicas de las distintas localidades analizadas:

Fresnillo:

El estrato arbóreo es dominado por *Pinus cembroides*, caracterizado por ser un estrato bajo de 4.5 m de altura en promedio, con árboles emergentes de no más de 10 m, con de *Quercus laeta* y *Yucca filifera* como especies dominadas. En el estrato arbustivo las especies más relevantes son *Dasyllirion cedrosanum* y *Dodonaea viscosa*, especies con gran cobertura y abundancia respectivamente (Figura 1; Cuadro 3).

Este sitio fue el más perturbado, probablemente debido a su facilidad de acceso. Lo anterior se refleja en una riqueza florística, que fue la más baja de todas las localidades. En este sitio se registraron 60 especies, 47 géneros y 22 familias. La familia Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae fueron las mejor representadas.

El elevado reclutamiento en este sitio, observado por el gran número de árboles juveniles, puede deberse a una extracción parcial y no total de la semilla. Esta

extracción limitada puede deberse a fenómenos sociales y no tanto a un manejo sustentable del bosque.

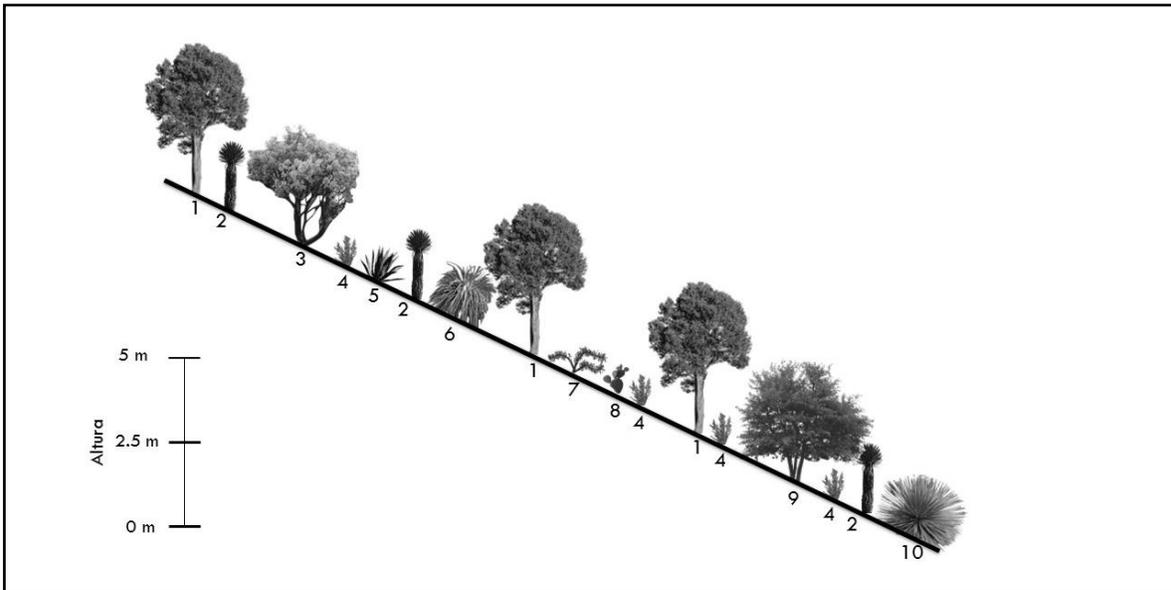


Figura 2. Perfil semirrealista de la localidad de San Juan de Hornillos, Fresnillo. 1. *Pinus cembroides*, 2. *Yucca filifera*, 3. *Arctostaphylos pungens*, 4. *Dodonaea viscosa*, 5. *Agave* sp., 6. *Nolina parviflora*, 7. *Jatropha dioica*, 8. *Opuntia* sp., 9. *Quercus laeta*, 10. *Dasyllirion cedrosanum*.

En este sitio el suelo fue somero, debido en parte a su probable extracción por parte de los habitantes (como sucede en otros sitios), ya que la zona es de fácil acceso y en parte por la pendiente. La textura del suelo en todas las líneas analizadas fue Franco – Arenosas.

Sombrerete:

Esta localidad presenta una consociación similar a la de Fresnillo, es decir dominada por una sola especie, *Pinus cembroides*, sin embargo, con una densidad mucho menor (Cuadro 1; Cuadro 3), otras especies asociadas al estrato arbóreo son con presencia de *Juniperus depeana*, *Quercus grisea*, *Vachellia schaffneri* y *Yucca filifera*, las cuales en conjunto forman un dosel abierto de 7 m de altura (Figura 2; Cuadro 3). En el estrato arbustivo se encuentran especies como *Ziziphus obtusifolia*, *Arctostaphylos pungens*, *Dasyllirion wheeleri* y *Condalia fasciculata*. La especie

Buddleja cordata fue comúnmente observada pero no fue registrada en los puntos de muestreo.

Este sitio se encuentra relativamente conservado debido a que esta denominado como parque nacional. Las especies asociadas a los piñonares fueron 82, divididas en 70 géneros y 30 familias. Las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae fueron las mejor representadas. La textura del suelo fue Franco – Arenosa en los sitios de muestreo.

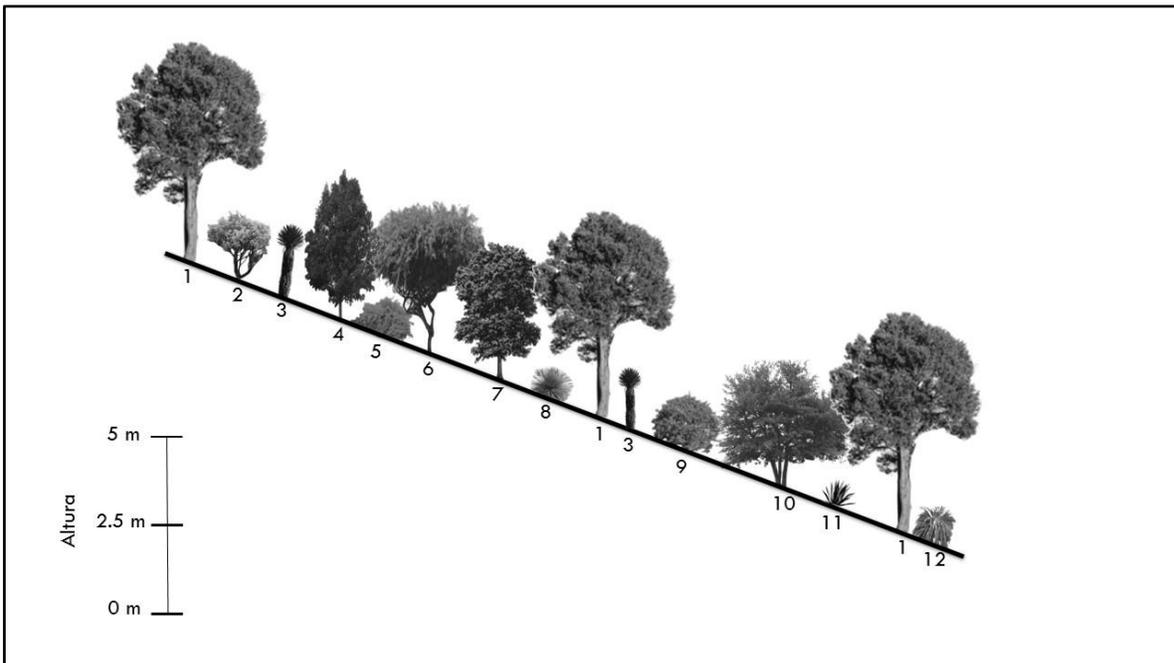


Figura 3. Perfil semirrealista de la localidad de Sierra de Órganos, Sombrerete. 1. *P. cembroides*; 2. *Arctostaphylos pungens*; 3. *Yucca filifera*; 4. *Juniperus depeana*; 5. *Ziziphus obtusifolia*; 6. *Vachellia schaffneri*; 7. *Quercus eduardi*; 8. *Dasyllirion wheeleri*; 9. *Condalia fasciculata*; 10. *Quercus grisea*; 11. *Agave* sp. y 12. *Nolina* sp.

Concepción del Oro:

La comunidad vegetal que se desarrolla en esta localidad presento una codominancia de dos especies de pino piñonero, *P. cembrpoides* y *P. discolor*, sin embargo, un poco más inclinada hacia la segunda especie, debido a que se presenta una alta densidad densidades (Cuadro 3). El estrato arbóreo es en promedio bajo (5 m), compuesto por *Yucca carnerosana*, *Nolina parviflora* y *Juniperus pinchotii*. En dicho estrato la especie emergente es *P. cembroides*,

alcanzando alturas de 10 m. El estrato arbustivo es pobre, siendo la especie más frecuente *Dasyllirion cedrosanum* (Figura 3; Cuadro 3). Este sitio mostro fuertes evidencias de perturbación. La flora incluye 70 especies, 54 géneros y 22 familias. Las familias Asteraceae Poaceae y Cactaceae fueron las mejor representadas

En esta localidad se encuentran reportados otras dos especies de pinos piñoneros: *P. pinceana* y *P. johannis*. Sin embargo, no fueron encontrados en los sitios de muestreo, por lo que es necesario un mayor esfuerzo de muestreo en esta localidad.

Este sitio presentó un suelo muy somero, debido a que se extrae en costales para la venta. Además, presentó la mayor variabilidad con respecto al tipo de suelo, siendo la mayoría Franco -Arenoso, aunque también se presentaron las texturas Areno – Francosa y Franco - Arcillo – Arenosa. Esa variabilidad puede explicarse por la amplia distancia entre las unidades de muestreo (líneas) o a una posible diferencia en el material parental.

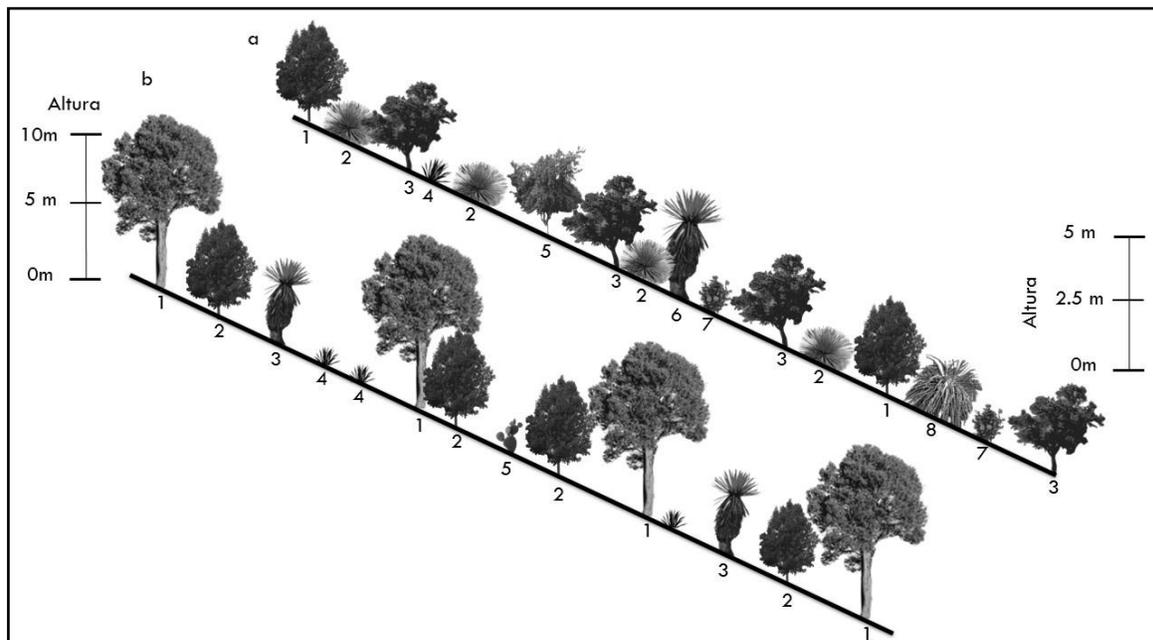


Figura 4. Perfil semirrealista de la localidad de Concepción del Oro. a) vegetación dominada por *P. discolor*. 1. *Juniperus pinchotii*, 2. *Dasyllirion cedrosanum*, 3. *P. discolor*, 4. *Agave sp.*, 5. *Celtis pallida*, 6. *Yucca carnerosana*, 7. *Purshia plicata*, 8. *Nolina parviflora*. b) vegetación dominada por *Pinus cembroides*. 1. *P. cembroides*, 2. *Juniperus pinchotii*, 3. *Yucca carnerosana*, 4. *Agave sp.*, 5. *Opuntia sp.*

Juchipila:

La vegetación de esta localidad se encuentra dominada por una sola especie, *P. maximartinezii*, que tuvo el mayor VIR, debido a que es la especie con mayor densidad y más frecuente. Esta especie forma un dosel bajo de 4 m en promedio, acompañado de especies como *Quercus eduardi*, *Quercus resinosa*, *Prosopis laevigata*, *Juniperus pinchotii* y *Parkinsonia praecox*, siendo esta la localidad con mayor diversidad en este estrato. Por otra parte, el estrato arbustivo está representado por *Arctostaphylos pungens*, un arbusto de gran altura, *Dodonaea viscosa* y *Jatropha dioica* (Figura 4; Cuadro 3).

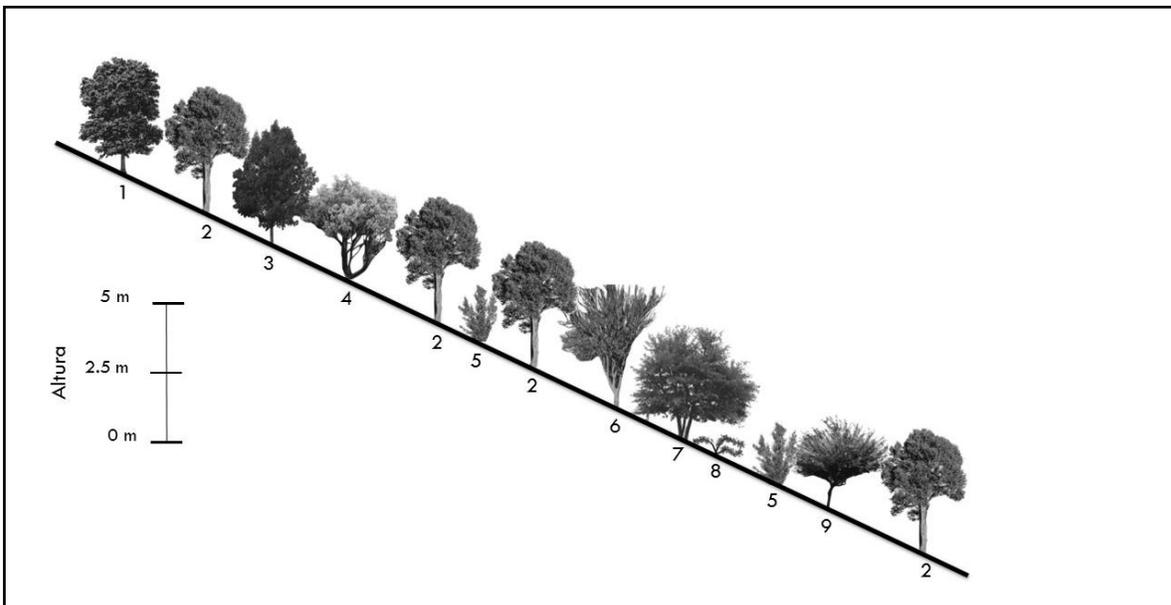


Figura 5. Perfil semirrealista de la localidad de Cerro de piñones, Juchipila. 1. *Quercus resinosa*, 2. *Pinus maximartinezii*, 3. *Juniperus pinchotii*, 4. *Arctostaphylos pungens*, 5. *Dodonaea viscosa*, 6. *Parkinsonia praecox*, 7. *Quercus eduardi*, 8. *Jatropha dioica*, 9. *Prosopis laevigata*.

Este sitio fue uno de los más conservados, debido probablemente a su dificultad de acceso. El total de especies fue de 79, divididas en 69 Géneros y 38 familias. Las familias Fabaceae y Asteraceae fueron las mejor representadas. Los bajos valores estructurales de este sitio (Cuadro 1) pueden ser debidos al reclutamiento que hay en esta zona. A su vez, este reclutamiento puede ser debido a que no se extrae toda la semilla del sitio, en parte por su relativa inaccesibilidad y en parte porque los

habitantes del lugar de cierto modo protegen el sitio. Las texturas de los suelos en este sitio fueron Francas.

Esta comunidad alberga a *P. maximartinezii*, un piñonero endémico y que hasta hace pocos años se creía que su distribución se restringía a unas 2,000 o 2,500 ha en esta única localidad. Las especies que tienen una distribución discontinua pueden tener marcadas diferencias genéticas, por lo que resulta importante establecer áreas de conservación (Ledig et al., 2001). Al respecto, López – Mata en 2013, resalta la necesidad de realizar estrategias de conservación para aumentar la supervivencia de los arboles juveniles, así como de proteger su hábitat (González-Elizondo et al., 2011; López-Mata, 2013).

Cuadro 3. Valores estructurales de la vegetación arbustiva y arbórea en las distintas localidades.

Especies	Altura	Área basal (cm)	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa	# individuos Por ha	VIR
San Juan de los Hornillos, Fresnillo.						
<i>Pinus cembroides</i>	4.25	174.88	52.44	46	759.68	54.15
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	2.00	894.62	25.15	12	71.22	14.38
<i>Dodonaea viscosa</i>	1.36	16.75	1.33	20	201.79	12.78
<i>Yucca filifera</i>	2.00	2643.98	7.42	12	71.22	8.47
<i>Arctostaphylos pungens</i>	5.00	2375.83	11.13	2	11.87	4.71
<i>Quercus laeta</i>	3.34	91.61	2.15	6	59.35	4.38
<i>Jatropha dioica</i>	1.10	78.54	0.37	2	11.87	1.12
Sierra de órganos, Sombrerete.						
<i>Pinus cembroides</i>	6.79	516.44	57.51	45.65	119.91	54.68
<i>Juniperus depeana</i>	4.28	280.22	5.02	13.04	19.27	9.28
<i>Quercus grisea</i>	4.06	457.11	7.27	8.70	17.13	8.22
<i>Vachellia schaffneri</i>	3.67	2318.58	13.83	2.17	6.42	6.42
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2.15	226.98	1.81	8.70	8.57	4.95
<i>Yucca filifera</i>	1.92	439.91	2.62	6.52	6.42	4.14
<i>Dasyllirion wheeleri</i>	0.75	804.25	3.20	4.35	4.28	3.24
<i>Arctostaphylos pungens</i>	1.90	254.47	0.51	2.17	2.14	1.26
<i>Condalia fasciculata</i>	1.19	19.63	0.04	2.17	2.14	1.10
Concepción del Oro.						
<i>Pinus discolor</i>	2.60	129.52	11.58	39.08	289.27	34.91

<i>Pinus cembroides</i>	11.37	1550.73	34.30	9.20	71.54	18.96
<i>Yucca carnerosana</i>	4.12	1009.81	20.39	18.39	65.32	17.00
<i>Dasyilirion cedrosanum</i>	1.49	1203.36	17.36	13.79	46.66	13.29
<i>Nolina parviflora</i>	1.76	2581.69	14.90	4.60	18.66	7.66
<i>Juniperus pinchotii</i>	3.40	157.63	0.91	6.90	18.66	3.76
<i>Granjeno</i>	1.55	52.38	0.30	5.75	18.66	3.18
<i>Purshia plicata</i>	0.75	132.73	0.26	2.30	6.22	1.24

Cerro de piñones, Juchipila.

<i>Pinus maximartinezii</i>	4.23	173.78	63.09	39.02	621.56	50.99
<i>Dodonaea viscosa</i>	2.28	26.73	3.71	19.51	237.66	14.47
<i>Arctostaphylos pungens</i>	2.84	176.71	11.32	14.63	109.69	11.64
<i>Quercus eduardi</i>	4.25	706.86	15.09	4.88	36.56	7.52
<i>Parkinsonia praecox</i>	3.50	268.80	5.74	4.88	36.56	4.51
<i>Prosopis laevigata</i>	2.23	46.16	1.48	7.32	54.84	4.48
<i>Juniperus pinchotii</i>	4.20	86.59	1.85	4.88	36.56	3.26
<i>Jatropha dioica</i>	1.70	50.27	0.54	2.44	18.28	1.51
<i>Quercus resinosa</i>	4.17	83.86	0.90	2.44	18.28	1.62

Clasificación

El análisis de conglomerados mostro dos grupos bien definidos a un 50 % de información remanente (Figura 5). El primero estuvo conformado por Concepción del Oro, Fresnillo y Sombrerete, mientras que Juchipila se mostró como un grupo aislado. La razón de este agrupamiento puede deberse a las distancias entre los sitios, ya que de acuerdo con la literatura los sitios más cercanos compartirán rangos parecidos en las variables ambientales y afinidades florísticas en comparación con los sitios lejanos (Tuomisto, 2010). Con base en lo anterior, Juchipila se encuentra bastante alejada con respecto a los otros tres sitios y comparte un porcentaje bajo de especies. Por esa misma razón, Fresnillo y Sombrerete mostraron la mayor similitud florística (Cuadro 4).

La mayor afinidad florística observada entre Sombrerete y Fresnillo corresponde a 25.2 % de similitud. Este valor es parecido al reportado en estudios previos para *Pinus pinceana* en sitios relativamente cercanos (Villareal et al., 2009). Es importante hacer notar que cada sitio comparte un porcentaje bajo de especies en

relación a los demás, por lo que cada uno de ellos parece ser único. Esto es relevante en términos de conservación.

Cuadro 4. Matriz de proximidades de la correlación jerárquica.

Sitios	Sitios			
	Fresnillo	Sombrerete	Concepción del Oro	Juchipila
Fresnillo	1	0.252	0.154	0.086
Sombrerete	0.252	1	0.131	0.099
Concepción del Oro	0.154	0.131	1	0.054
Juchipila	0.086	0.099	0.054	1

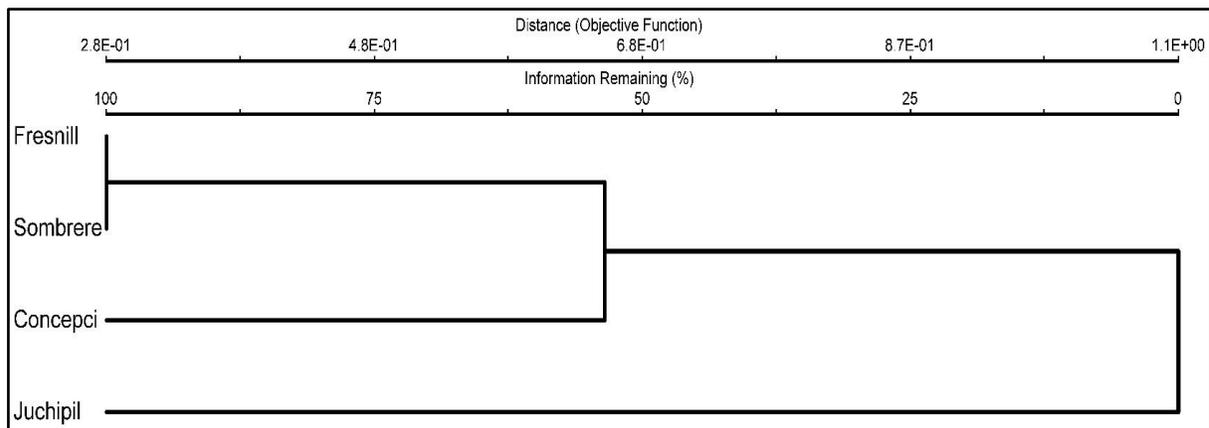


Figura 6. Dendrograma jerárquico que muestra las afinidades florísticas. Fresnill = Fresnillo; Sombrere = Sombrerete; Concepci = Concepción del Oro y Juchipil = Juchipila.

Ordenación

Previamente al CCA se realizó una correlación entre las variables edáficas, eliminando las que estuvieran altamente correlacionadas. El calcio fue la única variable que se eliminó ya que tenía una alta correlación con la C. E. (más del 90 %).

El análisis de correspondencia canónica que relaciono la comunidad vegetal con las variables edáficas, indica que los tres ejes de la ordenación explicaron el 65.5 % de

la variación total de las especies (Cuadro 5). El primer eje constituye un gradiente relacionado con el pH, la C. E. y el potasio. El resultado gráfico de la ordenación se muestra en la figura 5, donde se observa la relación de los sitios en con las variables edáficas. Se observa que la mayoría de los sitios de Concepción del Oro están más influidos por valores altos de las variables pH, C. E. y de limos. Mientras que el sitio más lejano de Concepción del Oro (en relación a los otros), los sitios de Sombrerete y la mayoría de los sitios de Fresnillo se relacionan más con el nitrógeno, el potasio y las arcillas. Por último, uno de los sitios de Fresnillo y los dos sitios de Juchipila presentan valores más altos de magnesio.

Cuadro 5. Resultados ACC

Puntajes de correlación			
Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
pH	-0.916	-0.065	-0.088
C. E.	-0.89	-0.088	-0.141
M. O.	-0.361	0.2	0.174
N	0.568	0.482	-0.181
P	-0.321	0.355	-0.542
K	0.84	0.187	0.062
Mg	0.7	-0.187	-0.046
Fe	0.316	-0.316	0.618
Arenas	-0.236	-0.073	0.318
Limos	-0.114	0.544	-0.537
Arcillas	0.746	-0.485	0.035
Varianza total			
Eigenvalor	0.880	0.818	0.374
Correlación especies – factores ambientales	1	1	0.988
Variación explicada	27.9	25.9	11.8
Varianza acumulada	27.9	53.8	65.6

En trabajos previos se ha identificado el pH, el calcio y la C. E. como variables edáficas importantes en la composición florística de los piñonares (Granados Victorino et al., 2015), lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo. Otros trabajos también han determinado como importantes el potasio, la M. O., la

altitud y la pendiente (Chavoya et al., 2015; Ecology & Sardinero, 2013; Sanchez-Gonzalez & Lopez-Mata, 2003). Sin embargo, en este trabajo la M. O. no parece ser una variable determinante.

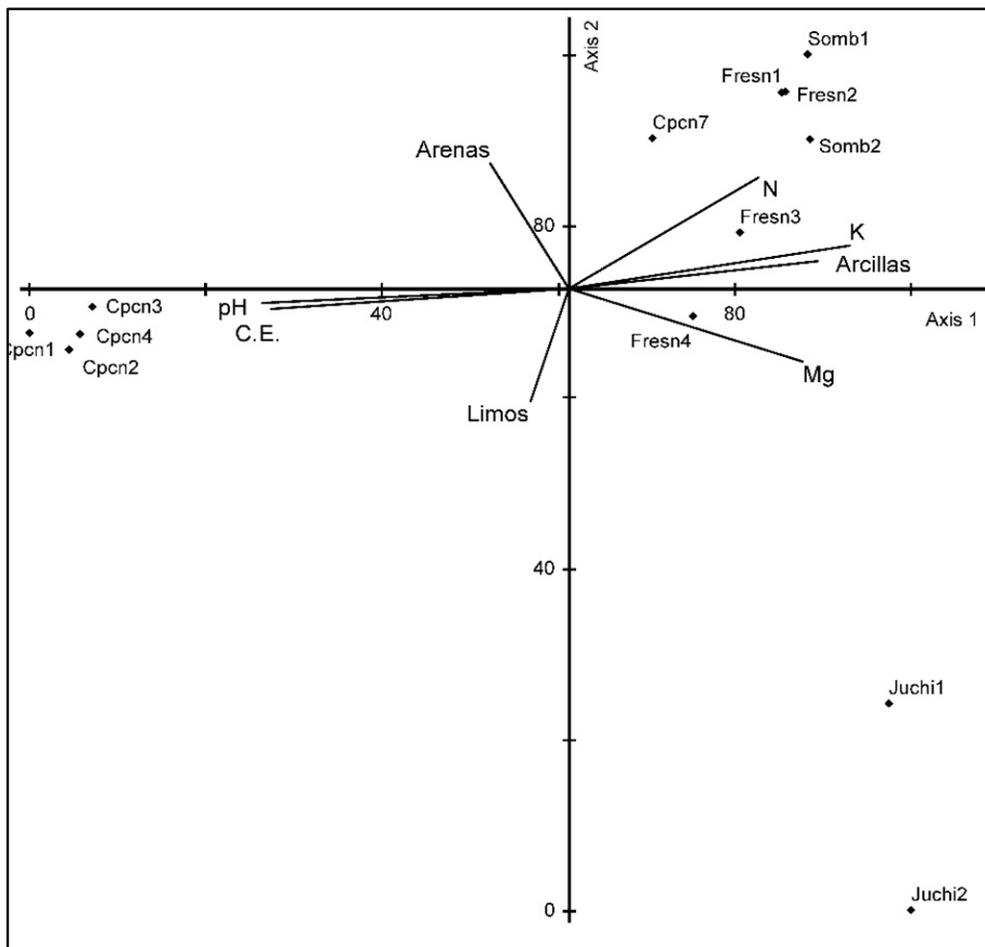


Figura 7. Triplot de ordenación de las comunidades de pinos piñoneros estudiadas. Cpcn = Concepción del Oro; Fresn = Fresnillo; Juchi = Juchipila; Somb = Sombrerete.

3.5 CONCLUSIÓN

La riqueza florística de los bosques de pino piñonero estudiados en Zacatecas fue de 244 especies, 167 géneros y 58 familias. El porcentaje de especies compartidas

entre las localidades fue relativamente bajo y varió de acuerdo a la distancia entre los sitios. Las variables edáficas de mayor importancia en la composición florística de las comunidades vegetales de los pinos piñoneros fueron el pH, la conductividad eléctrica y el potasio. El calcio también apareció como una variable muy importante, pero fue discriminada por su alta correlación con la conductividad eléctrica. Los resultados de este estudio muestran que cada localidad tiene una composición florística única, por lo que se sugiere la conservación de estos bosques.

LITERATURA CITADA

- Abelleira Martínez, O. J., & Colón González, D. Y. (2008). Comparación de método de muestreo en bosques secundarios aluviales: parcela vs. punto-cuadrante. *Ecology*, 20, 63–66.
- Anderson, F. E. (2001). *The cactus family* (first edit). Portland, Oregon: Timber Press.
- Arres Morales, C., Márquez Ramírez, J., & Ramírez-García, E. (2012). Algunas modificaciones físicas y químicas del suelo al establecer una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey. *Foresta Veracruzana*, 14(1), 29–34.
- Balleza Cadengo, J. de J., & Villaseñor Rios, J. L. (2001). Flora del Cerro de Piñones, Juchipila, Zacatecas, México.
- Catalogue of Life - 2016 Annual Checklist : Búsqueda completa. (2016). Retrieved October 12, 2016, from <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2016/>
- Chavoya, M. R., Granados, S. D., Granados, V. L. R., & Esparza, G. S. (2015). Clasificación y ordenación de bosques de pino piñonero del estado de Querétaro Classification and ordination of pinyon pine forests of Querétaro State. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(33), 52–73.
- Ecology, S. P., & Sardinero, S. (2013). Classification and Ordination of Plant Communities along an Altitudinal Gradient on the Presidential Range , New Hampshire , USA Author (s): Santiago Sardinero Classification and ordination of plant communities along an altitudinal gradient on the Presi, 148(1), 81–103.
- Enríquez, E. E. D., Koch, S. D. ., & Gonzalez, E. M. S. (2003). Flora y vegetación de la sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México.

Mexicana, Acta Botanica, 64, 45–89.

Farjon, A., & Styles, B. (1997). *Pinus (Pinaceae)*. The New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York.: Flora Neotropica Monograph 75.

Flores Flores, J. D., & Morales Quiñones, L. (n.d.). Principales plagas de los pinos piñoneros en el sur de Coahuila., 423–427.

Fresnillo - Presidencia Municipal de Fresnillo 2013-2016. (n.d.). Retrieved from <http://www.fresnillo.gob.mx/?i=Fresnillo>

García-Sánchez, C. A., Sánchez-González, A., & Villaseñor, J. L. (2014). La familia asteraceae en el parque nacional los mármoles, hidalgo, México. *Acta Botanica Mexicana, 106*(1), 97–116.

Gernandt, D. S., & Pérez-De La Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, 85*(SUPPL.), 126–133. <http://doi.org/10.7550/rmb.32195>

González Medrano, F. (2004). *Las comunidades vegetales de México* (Segunda ed, Vol. 1). México, D. F.: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

González-Elizondo, M., González-Elizondo, M. S., Ruacho-González, L., & Molina-Olvera, M. (2011). *Pinus Maximartinezii* rzed. (Pinaceae), Primer registro para durango, Segunda localidad para la Especie. *Acta Botanica Mexicana, 96*(1), 33–48.

Granados Victorino, R. L. (2013). *Clasificación de los bosques de pino piñonero de la Cuenca Oriental (Tlaxcala-Puebla- Veracruz)*. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Granados Victorino, R. L., Granados Sánchez, D., & Sánchez-González, A. (2015). Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera Bosques, 21*(2), 23–42.

- Hernandez, M. M. M., Islas, G. J., & Guerra, de la C. V. (2011). Márgenes de comercialización del piñon (Pinus cembroides subesp. orizabensis) en Tlaxcala, México. *Revisa Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 265–279.
- Hulet, A., Roundy, B. a., Petersen, S. L., Bunting, S. C., Jensen, R. R., & Roundy, D. B. (2014). Utilizing National Agriculture Imagery Program Data to Estimate Tree Cover and Biomass of Piñon and Juniper Woodlands. *Rangeland Ecology & Management*, 67(5), 563–572. <http://doi.org/10.2111/REM-D-13-00044.1>
- INAFED. (2016a). Zacatecas - Concepción del Oro. Retrieved October 10, 2016, from <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32007a.html>
- INAFED. (2016b). Zacatecas - Juchipila. Retrieved October 13, 2016, from <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM32zacatecas/municipios/32023a.html>
- Instituto Nacional de Ecología. (2007). La clasificación de la vegetación de México. Retrieved November 20, 2016, from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/443/cap4.html>
- INTA. (2013). *Programa de Manejo Parque Nacional Sierra de Órganos*. México.
- Lara, R. E. A. (1997). Caracterización y evaluación del bosque natural del pino azul (Pinus maximartinezii Rzed) en el cerro de Piñones de Juchipila, Zacatecas. *Tesis de Licenciatura*, 52.
- Ledig, F. T., Capo-Arteaga, M. A., Hodgskiss, P. D., Sbay, H., Flores-López, C., Thompson Conkle, M., & Bermejo-Velázquez, B. (2001). Genetic diversity and the mating system of a rare Mexican piñon, Pinus pinceana, and a comparison with Pinus maximartinezii (Pinaceae). *American Journal of Botany*, 88(11), 1977–1987.

- López-López, J. D., Méndez González, J., Nájera-Luna, J. A., Cerano-Paredes, J., Flores-Flores, J. D., & Nájera-Castro, J. A. (2013). Producción de hojarasca en *Pinus halepensis* Mill. y *Pinus cembroides* Zucc. y su relación con algunos factores climáticos. *Agrociencia*, *47*(5), 497–510. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84881606681&partnerID=tZOtx3y1>
- López-Mata, L. (2013). The impact of seed extraction on the population dynamics of *Pinus maximartinezii*. *Acta Oecologica*, *49*, 39–44. <http://doi.org/10.1016/j.actao.2013.02.010>
- McCune, B., & Mefford, M. J. (2011). *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6 User's Booklet*. Gleneden Beach, Oregon, U. S. A. [http://doi.org/10.1890/0012-9623\(2005\)86\[6a:MAOEDU\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.1890/0012-9623(2005)86[6a:MAOEDU]2.0.CO;2)
- Mitchell, K. (2010). Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method. *Quantitative Methods*, 1–34. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1010.3303>
- Mueller, R. C., Wade, B. D., Gehring, C. a., & Whitham, T. G. (2005). Chronic herbivory negatively impacts cone and seed production, seed quality and seedling growth of susceptible pinyon pines. *Oecologia*, *143*(4), 558–565. <http://doi.org/10.1007/s00442-005-0029-0>
- Mueller-Dumbois, D., & Ellenberg, H. (1974a). *Aims and Methods of Vegetation Ecology* (Primera ed). Nueva York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Mueller-Dumbois, D., & Ellenberg, H. (1974b). The Count-Plot Method and Plotless Sampling Techniques. In *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Nueva York.
- Osman, K. T. (2013). *Forest Soils. Igarss 2014*. Cham: Springer International Publishing. <http://doi.org/10.1007/978-3-319-02541-4>
- Richardson, D. M. (Ed.). (1998). *Ecology and Biogeography of Pinus* (Primera ed). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Rocha Ramirez, A., Chavez Rojas, F., Ramírez Rojas, A., & Cházaro Olver, S. (2012). *Comunidades Métodos de estudio* (Primera ed). Distrito Federal, México: UNAM.
- Romero, A., Luna, M., & García, E. (2014). Factores físicos que influyen en las relaciones florísticas de los piñonares (Pinaceae) de San Luis Potosí, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 795–808.
- Romero-Manzanares, A., Flores-Flores, J. L., Luna-Cavazos, M., & García-Moya, E. (2016). Effect of slope and aspect on the associated flora of pinyon pines in central Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57(4), 452–456.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetacion de México* (1ra edició). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Sánchez, T. V., Mendizábal, H. C., & Rebolledo-camacho, V. (2002). Variación en conos y semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de las cuevas, Altzayanca, Tlaxcala. *Foresta Veracruzana*, 4(1), 25–30.
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera Y Bosques*, 14(1), 107–120.
- Sanchez-Gonzalez, A., & Lopez-Mata, L. (2003). Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Serie Botanica*, 74(1), 47–71.
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <http://doi.org/10.2307/1938672>
- Ter Braak, C. J. F. (1987). The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69(1–3), 69–77. <http://doi.org/10.1007/BF00038688>
- Ter Braak, C. J. F., & Prentice, I. C. (1988). A Theory of Gradient Analysis.

Advances in Ecological Research, 18(C), 271–317.

[http://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60183-X](http://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60183-X)

Tuomisto, H. (2010). Floristic Variation of Western Amazonian Forests. *Science*, 241(2003), 241–4. <http://doi.org/10.1126/science.1078037>

van der Maarel, E., & Franklin, J. (Eds.). (2013). *Vegetation Ecology*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <http://doi.org/10.1002/9781118452592>

Villalobos Valencia, M. (1994). *Estudio fisonómico ecológico de las comunidades de pinos piñoneros del estado de S. L. P.* Universidad Nacional Autónoma de México.

Villareal, Q. J. A., Mares, A. O., Cornejo, O. E., & Capo, A. M. A. (2009). Estudio florístico de los piñoneros de *Pinus pincheana* Gordon. *Acta*, 89, 87–124.

Villaseñor, J. L. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 75, 105–135. Retrieved from <http://94.23.146.173/ficheros/3cc04a6a8210b604afa3dcb73d5e8319.pdf>

Villaseñor, J. L., Maeda, P., Rosell, J. A., & Ortiz, E. (2007). Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions*, 13(6), 871–876. <http://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00385.x>

Wheeler, A. G., & Rakitov, R. A. (2009). Pinyon Pines as Host Plants of Three Proconine Leafhopper Species (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 111(2), 515–526. <http://doi.org/10.4289/0013-8797-111.2.515>

Wildi, O. (2010). *Data Analysis in Vegetation Ecology* (Segunda ed). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <http://doi.org/10.1002/9780470664971>

APÉNDICE 1 LISTADO FLORÍSTICO

Apéndice 1

Familia	Especie	Fresnillo	Sombrerete	Concepción del Oro	Juchipila
Amaranthaceae	<i>Chenopodium graveolens</i> Willd.		x		
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> L.		x		
Amaryllidaceae	<i>Sprekelia formosissima</i> (L.) Herb., 1821				x
Anacampserotaceae	<i>Grahamia frutescens</i> (A. Gray) G.D. Rowley	x			
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i> Nutt.		x		
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> A. Gray		x		
Apiaceae	<i>Cymopterus lemmonii</i> (J.M. Coult. & Rose) Dorn				x
Apocynaceae	<i>Funastrum pannosum</i> (Decne.) Schltr.				x
Apocynaceae	<i>Mandevilla hypoleuca</i> (Benth.) Pichon				x
Apocynaceae	<i>Mandevilla pringlei</i> J.K. Williams, 1998				x
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L., 1753				x
Asclepiadiaceae	<i>Asclepias linaria</i> Cav.			x	
Asparagaceae	<i>Nolina parviflora</i> (Kunth) Hemsl.	x		x	
Asparagaceae	<i>Agave applanata</i> K. Kotch			x	
Asparagaceae	<i>Agave bulliana</i> (Baker) Thiede & Egli				x
Asparagaceae	<i>Agave guadalajarana</i> Trel.				x
Asparagaceae	<i>Agave mapisaga</i> Trel.				x
Asparagaceae	<i>Agave maximiliana</i> Baker.	x			
Asparagaceae	<i>Agave parryi</i> Engelm.		x		
Asparagaceae	<i>Agave salmiana var. crassispina</i> (Trel.) Gentry	x		x	
Asparagaceae	<i>Agave schidigera</i> Lem., 1861	x			x
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.			x	

Asparagaceae	<i>Dasyilirion cedrosanum</i> Trel.	x		x
Asparagaceae	<i>Dasyilirion wheeleri</i> S. Wats. Ex Rothr.		x	
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey			x
Asparagaceae	<i>Yucca decipiens</i> Trel.		x	
Asparagaceae	<i>Agave filifera</i> Salm-Dyck	x		
Aspleniaceae	<i>Asplenium hallbergii</i> Mickel & Beitel, 1988			x
Asteraceae	<i>Ageratina calaminthaefolia</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.		x	x
Asteraceae	<i>Ageratina calophylla</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.			x
Asteraceae	<i>Ageratina espinosarum</i> (A.Gray) R.M.King & H.Rob.	x		
Asteraceae	<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.		x	
Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i> Speng	x		
Asteraceae	<i>Baccharis pteronioides</i> DC.		x	
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	x	x	
Asteraceae	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A.Gray	x		x
Asteraceae	<i>Calea palmeri</i> S. Watson ex A. Gray, 1887			x
Asteraceae	<i>Chaetopappa ericoides</i> (Torr.) G.L.Nesom			x
Asteraceae	<i>Chrysactinia mexicana</i> Gray			x
Asteraceae	<i>Chrysanthellum indicum</i> DC., 1836			x
Asteraceae	<i>Chrysopsis villosa</i> (Pursh) Nutt. ex DC.			x
Asteraceae	<i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Kunth		x	
Asteraceae	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.		x	
Asteraceae	<i>Erigeron subacaulis</i> (McVaugh) G.L. Nesom, 1982			x
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	x		
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.		x	x
Asteraceae	<i>Haplopappus</i> sp.			x

Asteraceae	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.			X	
Asteraceae	<i>Montanoa</i> sp. HBK	X			
Asteraceae	<i>Montanoa leucantha</i> (Lag & Segura) S. F. Blake			X	
Asteraceae	<i>Pectis prostrata</i> Cav.			X	
Asteraceae	<i>Perymenium mendezii</i> DC., 1836			X	X
Asteraceae	<i>Piqueria trinervia</i> Lag	X			
Asteraceae	<i>Porophyllum macrocephalum</i> DC., 1836				X
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.			X	
Asteraceae	<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze			X	
Asteraceae	<i>Sinclairia angustissima</i> (A. Gray) B.L. Turner, 1989				X
Asteraceae	<i>Solidago paniculata</i> Dc.				X
Asteraceae	<i>Stevia micrantha</i> Lag.			X	
Asteraceae	<i>Stevia ovata</i> var. <i>ovata</i> Ort	X			
Asteraceae	<i>Stevia salicifolia</i> Cav.			X	X
Asteraceae	<i>Stevia serrata</i> Cav	X			
Asteraceae	<i>Stevia viscida</i> Kunth	X			
Asteraceae	<i>Steviopsis vigintisetata</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.				X
Asteraceae	<i>Stylotrichium corymbosum</i> (DC.) Mattf.	X			
Asteraceae	<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	X		X	
Asteraceae	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.			X	
Asteraceae	<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.	X			
Asteraceae	<i>Thelesperma longipes</i> A. Gray				X
Asteraceae	<i>Tridax balbisioides</i> (Kunth) A. Gray			X	
Asteraceae	<i>Trixis angustifolia</i> Schultz Bip	X			
Asteraceae	<i>Verbesina longipes</i> Hemsl.	X			
Asteraceae	<i>Verbesina parviflora</i> (Kunth) Blake, 1926				X
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	X			
Asteraceae	<i>Zinnia angustifolia</i> Willd	X			

Asteraceae	<i>Zinnia grandiflora</i> Nutt.					x
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	x				
Boraginaceae	<i>Lithospermum distichum</i> Ortega	x				
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult. & Schult. f., 1830					x
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	x	x	x		x
Burseraceae	<i>Bursera penicillata</i> (Sesse & Moc.) Engl.					x
Cactaceae	<i>Coryphantha pseudonickelsae</i> Backeb.					x
Cactaceae	<i>Mammillaria bocasana</i> Proselg.	x				x
Cactaceae	<i>Opuntia durangensis</i> Britton & Rose	x	x			
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.					x
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> H.L. Wendl. ex Pfeiff.	x	x			
Cactaceae	<i>Stenocactus violaciflorus</i> (Quehl) A. Berger ex A.W. Hill	x				
Cactaceae	<i>Stenocereus queretanoensis</i> (F.A.C. Weber) Buxb.					x
Cactaceae	<i>Thelocactus krainzianus</i>					x
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto					x
Cactaceae	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose					x
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpf.	x	x			
Cactaceae	<i>Echinocereus pulchellus</i> (Mart.) Seitz	x	x			
Cactaceae	<i>Stenocactus multicostatus</i> (Hildm.) A. Berger	x	x			
Cactaceae	<i>Opuntia guilanchi</i> Griffiths	x	x			
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	x				
Celastraceae	<i>Wimmeria persicifolia</i> Radlk., 1878					x
Cistaceae	<i>Crocانthemum glomeratum</i> (Lag.) Janchen			x		
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f., 1768					x
Commelinaceae	<i>Gibasis linearis</i> (Benth.) Rohweder, 1956					x
Commelinaceae	<i>Tradescantia brachyphylla</i> Greenm.					x
Commelinaceae	<i>Commelina coelestis</i> Willd.					x

Commelinaceae	<i>Commelina scabra</i> Benth.			x	
Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		x		
Convolvulaceae	<i>Ipomoea elongata</i> Choisy, 1845				x
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth, 1787				x
Convolvulaceae	<i>Operculina pteripes</i> (G. Don) O'Donell, 1950				x
Cruciferae	<i>Lepidium montanum</i> Nutt.			x	
Cupressaceae	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.		x		
Cupressaceae	<i>Juniperus pinchotii</i> Sudw.			x	x
Cyperaceae	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth, 1815		x		x
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	x	x		x
Euphorbiaceae	<i>Acalypha neomexicana</i> Müll. Arg.		x		
Euphorbiaceae	<i>Acalypha ocymoides</i> Kunth, 1817				x
Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i> Cav.		x		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia eriantha</i> Benth., 1844				x
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia furcillata</i> H.B.K.			x	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.		x		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia indivisa</i> A. Gray	x			
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Sessé.	x		x	x
Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.		x		
Fabaceae	<i>Cologania angustifolia</i> Kunth		x		x
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn., 1838				x
Fabaceae	<i>Crotalaria pumila</i> Ortega, 1797				x
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i> Willd.	x			
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i> var. <i>bicolor</i>	x			
Fabaceae	<i>Dalea humilis</i> G. Don		x		
Fabaceae	<i>Desmodium neomexicanum</i> A. Gray		x		
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.		x		

Fabaceae	<i>Hesperalbizia occidentalis</i> (Brandege) Barneby & J.W. Grimes, 1996				x
Fabaceae	<i>Lysiloma microphylla</i> Benth., 1844				x
Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	x	x		x
Fabaceae	<i>Nissolia fruticosa</i> Jacq., 1760				x
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst., 1962				x
Fabaceae	<i>Tephrosia saxicola</i> C.E. Wood, 1949				x
Fabaceae	<i>Vachellia schaffneri</i> (S.Watson) Seigler & Ebinger	x	x		
Fabaceae	<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby, 1973				x
Fabaceae	<i>LuPinus splendens</i> Rose, 1905				x
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.)Hawkins				x
Fagaceae	<i>Mimosa dysocarpa</i> A.Gray	x	x		
Fagaceae	<i>Quercus eduardi</i> Trel., 1924			x	x
Fagaceae	<i>Quercus grisea</i> Liebm.			x	
Fagaceae	<i>Quercus intricata</i> Trel.				x
Fagaceae	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	x	x		
Fagaceae	<i>Quercus potosina</i> Trel.			x	
Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i> Liebm., 1854				x
Garryaceae	<i>Garrya wrightii</i> Torr.			x	
Iridaceae	<i>Nemastylis tenuis</i> (Herb.) S. Watson			x	x
Iridaceae	<i>Sisyrinchium tenuifolium</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.			x	
Lamiaceae	<i>Cantinoa mutabilis</i> (Rich.) Harley & J.F.B.Pastore				x
Lamiaceae	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze				x
Lamiaceae	<i>Poliomintha bicolor</i> S. Wats				x
Lamiaceae	<i>Poliomintha glabrescens</i> Gray				x
Lamiaceae	<i>Salvia axillaris</i> Moc. & Sessé ex Benth.			x	
Lamiaceae	<i>Salvia greggii</i> A. Gray			x	x

Lamiaceae	<i>Salvia lycioides</i> A. Gray			X	
Lamiaceae	<i>Salvia microphylla</i> Schultz Bip	X			
Lamiaceae	<i>Salvia rhyacophila</i> (Fernald) Epling, 1939				X
Lamiaceae	<i>Salvia tiliifolia</i> HBK	X			
Liliaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i> L.			X	
Lythraceae	<i>Cuphea paucipetala</i> S.A. Graham, 1968				X
Malpighiaceae	<i>Gaudichaudia hirtella</i> A. Gray		X		
Malpighiaceae	<i>Malpighia mexicana</i> A. Juss., 1840				X
Malvaceae	<i>Anoda crenatiflora</i> Orteg.				X
Malvaceae	<i>Sida abutifolia</i> Mill., 1768				X
Malvaceae	<i>Sida linearis</i> Cav.		X		
Montiaceae	<i>Phemeranthus humilis</i> (Greene) Kiger				X
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L., 1753				X
Olaceae	<i>Fraxinus pringlei</i> (Lam) Beaur	X			
Oleaceae	<i>Forestiera durangensis</i> Standl.		X		
Orchidaceae	<i>Bletia punctata</i> Lex., 1825				X
Orchidaceae	<i>Stenorrhynchos michuacanus</i> (Lex.) Lindl., 1840				X
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	X			
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	X	X	X	
Pinaceae	<i>Pinus discolor</i> Bailey & Hawksworth			X	
Pinaceae	<i>Pinus johannis</i> M.-F. Robert-Passini			X	
Pinaceae	<i>Pinus maximartinezii</i> Rzed.				X
Piperaceae	<i>Peperomia bracteata</i> A. W. Hill		X		
Plantaginaceae	<i>Plantago linearis</i> Kunth		X		
Plantaginaceae	<i>Russelia polyedra</i> Zucc., 1836				X
Plantaginaceae	<i>Hebe salicifolia</i> (Don) Endl	X			
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.		X		
Poaceae	<i>Aristida glauca</i> (Ness) Walp.			X	

Poaceae	<i>Aristida havardii</i> Vasey				x
Poaceae	<i>Aristida scribneriana</i> Hitchc., 1924				x
Poaceae	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter		x		
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.		x	x	
Poaceae	<i>Chondrosum gracile</i> Kunth		x	x	
Poaceae	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. Ex A. Rich.		x		
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	x	x		
Poaceae	<i>Hilaria cenchroides</i> Kunth		x		
Poaceae	<i>Lycurus phleoides</i> Kunth	x	x	x	
Poaceae	<i>Microchloa kunthii</i> Desv.		x		
Poaceae	<i>Muhlenbergia dubia</i> E.Fourn.			x	
Poaceae	<i>Muhlenbergia gigantea</i> (E. Fourn.) Hitchc., 1935				x
Poaceae	<i>Muhlenbergia implicata</i> (Kunth) Trin.			x	
Poaceae	<i>Muhlenbergia peruviana</i> (P.Beauv.) Steud.			x	
Poaceae	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (Kunth) Trin., 1824			x	x
Poaceae	<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth		x	x	
Poaceae	<i>Nassella leucotricha</i> (Trin. & Rupr.) R.W.Pohl			x	
Poaceae	<i>Nassella mexicana</i> (Hitchc.) R.W.Pohl			x	
Poaceae	<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth			x	
Poaceae	<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (H.B.K.) Hitch.			x	
Poaceae	<i>Setria parviflora</i> Lag.	x			
Poaceae	<i>Tridens muticus</i> (Torr.) Nash			x	
Poaceae	<i>Muhlenbergia macroura</i> (Kunth) Hitchc.			x	
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka			x	
Polemoniaceae	<i>Loeselia coerulea</i> (Cav.) G. Don		x		
Polemoniaceae	<i>Giliastrum stewartii</i> (I.M.Johnst.) J.M.Porter			x	
Pteridaceae	<i>Argyroschisma incana</i> (C. Presl) Windham			x	

Pteridaceae	<i>Myriopteris allosuroides</i> (Mett.) Gruss & Windham			x
Pteridaceae	<i>Myriopteris myriophylla</i> (Desv.) J. Sm.			x
Pteridaceae	<i>Pellaea ovata</i> (Desv.) Weath., 1936			x
Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D.M. Benham & Windham		x	
Pteridaceae	<i>Myriopteris aurea</i> (Poir.) Grusz & Windham		x	
Pteridaceae	<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A. R. Sm.		x	
Pteridaceae	<i>Pellaea sagittata</i> (Cav.) Link		x	
Rhamnaceae	<i>Ceanothus greggii</i> Gray		x	
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & Gray) Gray		x	
Rhamnaceae	<i>Condalia fasciculata</i> I. M. Johnst.		x	
Rosaceae	<i>Fallugia paradoxa</i> Humb, Bonplieix Willd	x		
Rosaceae	<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G. N. Jones		x	
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	x		
Rosaceae	<i>Purshia mexicana</i> (D. Don) S.L. Welsh		x	
Rosaceae	<i>Purshia plicata</i> (D. Don) J. Henrickson			x
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltldl.	x		x
Rubiaceae	<i>Bouvardia chrysantha</i> Mart., 1848			x
Rubiaceae	<i>Crusea diversifolia</i> (Kunth) W.R.Anderson		x	
Rubiaceae	<i>Machaonia</i> sp.			x
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i> L., 1753			x
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq., 1760	x		x
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth	x		
Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i> Kunth		x	
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.			x
Selaginellaceae	<i>Selaginella pallescens</i> (C. Presl) Spring, 1840			x
Solanaceae	<i>Physalis angulata</i> L.			x

Solanaceae	<i>Solanum jamaicense</i> Mill.			x
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal, 1813			x
Verbenaceae	<i>Citharexylum rosei</i> Greenm.		x	
Verbenaceae	<i>Lippia dulcis</i> Trevir., 1826			x
Verbenaceae	<i>Verbena menthifolia</i> Benth			x
Violaceae	<i>Viola sp.</i>	x		
Vitaceae	<i>Vitis bloodwothiana</i> Comeaux, 1991			x
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia rosei</i> Rydb., 1910			x
