



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y
ORDENACIÓN DE LOS BOSQUES DE PINO
PIÑONERO DEL ESTADO DE SAN LUIS
POTOSÍ**

TESIS DE GRADO

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

Presenta:

JOAQUÍN PARRA ÁLVAREZ

Bajo la supervisión del:

DR. DIÓDORO GRANADOS SÁNCHEZ



APROBADA



Chapingo, Texcoco, Estado de México junio de 2021.

**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LOS BOSQUES
DE PINO PIÑONERO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ**

Tesis realizada por **JOAQUÍN PARRA ÁLVAREZ** 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:


M. C. RO LINX GRANADOS VICTORINO

ASESOR:


DR. ANTONIO VILLANUEVA MORALES

AGRADECIMIENTOS

- ✚ **A Dios** por permitirme culminar con gran éxito mis estudios de posgrado.
- ✚ **Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)**; por su impulso de la investigación científica en México y por la oportunidad de haber contado con una beca durante la realización de la Maestría.
- ✚ **A la Universidad Autónoma Chapingo** por el posgrado y por haberme permitido realizar la maestría en sus instalaciones, y en especial a la **División de Ciencias Forestales**.
- ✚ **Al Dr. Diódoro Granados Sánchez**; por haber aceptado ser mi director de investigación y por su gran apoyo incondicional durante la realización de la misma.
- ✚ **Al M. C. Ro Linx Granados Victorino**; por haber formado parte de mi comité tutorial y por el gran apoyo brindado en mi investigación y por sus precisas y certeras sugerencias y observaciones para mejorar la calidad de esta investigación.
- ✚ **Al Dr. Antonio Villanueva Morales**; por haber formado parte de mi comité tutorial y por sus acertadas observaciones para mejora de la misma.
- ✚ **A mis padres y hermanos**; por su apoyo incondicional durante todo el tiempo que conllevó esta investigación.

DEDICTORIA

- ✚ **A Dios;** por su presencia en cada puerta que se abre en la investigación científica.
- ✚ **A mis padres Hipólito y Yolanda;** por ser esos pilares fundamentales que me forjaron como la persona y profesionalista que soy en la actualidad.
- ✚ **A mis hermanos José Antonio, Silvia y Diana María;** por esos momentos de alegría y motivación; y que sin duda son y serán parte fundamental de este logro.
- ✚ **A mis grandes amigos de maestría;** Mayrita, Charly y Alejandra por ser como son y por formar parte de mis locuras y sobre todo por el apoyo y amistad incondicional que me brindaron en todo momento.
- ✚ **Y a todos los amantes de la naturaleza...**

DATOS BIOGRÁFICOS



Joaquín Parra Álvarez nació el 07 de marzo de 1991 en la localidad de Santiago, Zautla, Puebla. Vivió su infancia y parte de su juventud en el mismo municipio, realizando sus estudios de educación media superior en el Bachillerato Oficial Isabel Díaz de Bartlett generación 2009, perteneciente al municipio de Zautla, Puebla; posteriormente realizó sus estudios de licenciatura en la División de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Autónoma Chapingo, en la carrera de Ingeniería en Restauración Forestal generación 2010 – 2015, obteniendo el título de Ingeniero en Restauración Forestal el 21 de septiembre de 2015, con la tesis titulada “Evaluación de las Cargas de Combustible en Rodales de Pino – Encino del Municipio de Zautla, Puebla” y obteniendo su cédula profesional No. 9881093 en mayo de 2016. Del 2016 al 2018 laboró en el área de Desarrollo Rural del municipio de Zautla, Puebla y para el año 2019 ingreso al programa de posgrado Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales, que ofrece la División de Ciencias Forestales, en la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco de Mora, Estado de México.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE APÉNDICES.....	xii
RESUMEN GENERAL	xiii
GENERAL ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Particulares	8
1.5. Preguntas de investigación	9
1.6. Hipótesis.....	9
1.7. Literatura citada.....	10
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y DE REFERENCIA	13
2.1. El género <i>Pinus</i> en México	13
2.2. Los piños piñoneros.....	14
2.2.1. Generalidades	14

2.2.2.	Biogeografía.....	15
2.2.3.	Distribución en México	16
2.2.4.	Taxonomía	16
2.2.5.	Clima.....	19
2.2.6.	Suelo	20
2.2.7.	Dispersión	20
2.2.8.	Usos.....	21
2.2.8.1.	Semillas	21
2.2.8.2.	Recolección de conos y semillas	21
2.2.8.3.	Madera	23
2.2.8.4.	Ornato.....	23
2.2.8.5.	Otros usos	23
2.2.9.	Importancia ecológica.....	24
2.2.10.	Importancia económica.....	25
2.2.11.	Problemática	26
2.2.12.	Bosques piñoneros en el estado de San Luis potosí	26
2.3.	Clasificación.....	33
2.4.	Ordenación.....	34
2.5.	Antecedentes de los métodos de ordenación.....	35
2.6.	Uso de Técnicas multivariadas	37
2.7.	Marco de referencia.....	39
2.8.	Literatura citada.....	43
CAPITULO III: ARTÍCULO CIENTÍFICO.....		53
CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LOS BOSQUES PIÑONEROS DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.....		53
CHARACTERIZATION, CLASSIFICATION AND ORDINATION OF THE PINYON FORESTS OF THE STATE OF SAN LUIS POTOSÍ.....		53

Resumen	53
Abstract	54
Introducción	55
Materiales y métodos	56
Zona de estudio.....	56
Composición florística	57
Caracterización estructural de la vegetación.....	57
Composición edáfica	57
Análisis estadístico multivariado.....	58
Resultados y discusión.....	59
Estructura y composición florística	59
Clasificación y ordenación	70
Conclusiones	75
Agradecimientos.....	75
Conflicto de intereses	75
Contribución por autor.....	76
Literatura citada.....	76
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES GENERALES	82

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificaciones recientes de la sección Cembroides.....	18
Cuadro 1. Matriz de correlación de los factores ambientales. Donde Alt.: Altitud; Pen.: Pendiente; N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; MO: Materia Orgánica; Are: Arena; Lim: Limo; Arc; Arcilla.	72
Cuadro 2. Resultados del análisis de correspondencias canónicas para los tres primeros ejes.	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Actividad minera en bosques de <i>Pinus cembroides</i>	6
Figura 2. Bosque de <i>Pinus cembroides</i>	28
Figura 3. Ejemplar de <i>Pinus pinceana</i>	29
Figura 4. Ejemplar de <i>Pinus nelsonii</i>	30
Figura 5. Bosque de <i>Pinus discolor</i> en asociación con <i>Pinus cembroides</i>	31
Figura 6. Ejemplar de <i>Pinus johannis</i>	32
Figura 1. Localidades de estudio basadas en la distribución de bosques de Pino en el territorio mexicano (Datos obtenidos de INEGI, 2021).	56
Figura 2. Simbología para la descripción estructural de la comunidad propuestos por Dansereau, 1957 (modificado de Valenzuela y Granados, 2009).	58

Figura 3. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Guadalcázar. Especies: 1. *Brahea decumbens*; 2. *Agave lechuguilla*; 3. *Muhlenbergia gracilis*; 4. *Dermatophyllum secundiflorum*; 5. *Pinus pinceana*; 6. *Echinocactus platyacanthus*; 7. *Tecoma stans*; 8. *Yucca potosina*; 9. *Opuntia rastrera*; 10. *Rhus virens* y 11. *Agave striata*. 60

Figura 4. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de El Realejo. Especies: 1. *Pinus nelsonii*; 2. *Tecoma stans*; 3. *Jatropha dioica*; 4. *Quercus crassifolia*; 5. *Arbutus xalapensis*; 6. *Bouteloua scorpioides*; 7. *Sophora secundiflora*; 8. *Yucca potosina*; 9. *Agave salmiana*; 10. *Agave striata*; 11. *Brahea decumbens* y 12. *Juniperus monticola*. 62

Figura 5. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Salitrería. Especies: 1. *Arbutus xalapensis*; 2. *Pinus cembroides*; 3. *Agave lechuguilla*; 4. *Ferocactus histrix*; 5. *Quercus crassifolia*; 6. *Dasyllirion acrotrichum*; 7. *Juniperus flaccida*; 8. *Sophora secundiflora*; 9. *Muhlenbergia gracilis*; 10. *Echinocactus platyacanthus* y 11. *Opuntia rastrera*; 63

Figura 6. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de El Ranchito. Especies: 1. *Agave salmiana*; 2. *Myrtillocactus geometrizans*; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Notholaena candida*; 5. *Dasyllirion acrotrichum*; 6. *Juniperus flaccida*; 7. *Opuntia robusta*; 8. *Echeveria humilis*; 9. *Sophora secundiflora*; 10. *Agave lechuguilla*; 11. *Quercus rugosa*; 12. *Muhlenbergia microsperma* y 13. *Quercus deserticola*. 64

Figura 7. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de San José de Coronados. Especies: 1. *Agave lechuguilla*; 2. *Echinocactus platyacanthus*; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Yucca carnerosana*; 5. *Opuntia rastrera*; 6. *Ferocactus pilosus* y 7. *Dasyllirion acrotrichum*. 65

Figura 8. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Calderón. Especies: 1. *Agave lechuguilla*; 2. *Echinocactus platyacanthus*; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Muhlenbergia rigida*; 5. *Myrtillocactus geometrizans*; 6. *Dasyllirion cedrosanum*; 7. *Quercus deserticola*; 8. *Quercus mexicana*; 9. *Opuntia robusta*; 10. *Yucca carnerosana*; 11. *Sophora secundiflora*; 12. *Mammillaria* sp. y 13. *Quercus depressipes*. 67

Figura 9. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Picacho de Lajas. Especies: 1. *Pinus johannis*; 2. *Yucca decipiens*; 3. *Agave lechuguilla*; 4. *Bouteloua curtipendula*; 5. *Dasyllirion cedrosanum*; 6. *Stenocactus pentacanthus*; 7. *Agave schidigera*; 8. *Quercus depressipes* y 9. *Quercus cordifolia*. 68

Figura 10. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Guadalupe Victoria y la Cruz. Especies: 1. *Nolina cespitifera*; 2. *Pinus discolor*; 3. *Agave salmiana*; 4. *Yucca filifera*; 5. *Pinus cembroides*; 6. *Muhlenbergia rigida*; 7. *Agave lechuguilla*; 8. *Dasyllirion acrotrichum*; 9. *Mammillaria* sp.; 10. *Opuntia robusta*; 11. *Agave schidigera* y 12. *Quercus deserticola*. 69

Figura 11. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de La Amapola. Especies: 1. *Nolina cespitifera*; 2. *Agave lechuguilla*; 3. *Pinus johannis*; 4. *Muhlenbergia rigida*; 5. *Stenocactus pentacanthus*; 6. *Jatropha dioica*; 7. *Dasyllirion acrotrichum*; 8. *Opuntia robusta*; 9. *Pinus cembroides*; 10. *Quercus potosina*; 11. *Agave schidigera*; 12. *Yucca decipiens*; 13. *Agave salmiana* y 14. *Quercus grisea*..... 70

Figura 12. Dendrograma que muestra las relaciones jerárquicas de semejanza florística entre las localidades de muestreo. Donde SJC: San José de Coronados; PL: Picacho de Lajas; LA: La Amapola; S: Salitrería; ER: El Ranchito; G:

Guadalcázar; ERJ: El Realejo C: Calderón y GVYC: Guadalupe Victoria y la Cruz.	71
---	----

Figura 13. Análisis de correspondencias canónicas de 9 sitios de muestreo con 597 especies de plantas y 12 variables ambientales. Donde SJC: San José de Coronados; PL: Picacho de Lajas; G: Guadalcázar; S: Salitrería; ER: El Ranchito; C: Calderón; GVYC: Guadalupe Victoria y la Cruz y LA: La Amapola.	74
---	----

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Composición florística de los bosques piñoneros de San Luis Potosí. G: Guadalcázar; ERJ: El Realejo; S: Salitrería; ER: El Ranchito; SJC: San José de Coronados; C. Calderón; PCL: Picacho de Lajas; GVYC: Guadalupe Victoria y la Cruz y LA: La Amapola.	84
---	----

CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LOS BOSQUES DE PINO PIÑONERO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ¹

RESUMEN GENERAL

Las comunidades dominadas por los pinos piñoneros albergan una gran riqueza florística con una fisonomía única y compleja, debido a que forman un ecotono entre las zonas áridas y templadas del centro y norte de México. El presente estudio se llevó a cabo en nueve localidades con el objetivo de describir los atributos florístico-estructurales que distinguen las comunidades dominadas por pinos piñoneros del estado de San Luis Potosí y determinar la influencia de los factores ambientales sobre las diferentes asociaciones; para lo cual se registró la flora de cada localidad. La vegetación arbórea se analizó cuantitativamente mediante el método de cuadrantes centrados en un punto. Se hicieron perfiles semirrealistas y danserogramas para cada localidad. Los grupos resultantes de un análisis de agrupamiento se ordenaron con los factores ambientales mediante un análisis de correspondencia canónica. La riqueza florística fue de 597 especies con presencia de *P. cembroides* Zucc., *P. pinceana* Gordon & Glend., *P. nelsonii* Shaw., *P. discolor* D.K. Bailey & Hawksw. y *P. johannis* Rob.-Pase., mismos que junto a *Juniperus flaccida* Schltld., *Yucca* spp. L. y *Quercus* spp. L. forman diferentes asociaciones, cada uno con diferente grado de similitud florística. La ordenación, indica que las variables que influyen sobre la composición florística son de origen multifactorial; los más relevantes son la altitud, pendiente, así como pH, materia orgánica y Ca del suelo.

Palabras clave: Análisis multivariado, asociaciones vegetales, composición florística, estructura fisonómica, factores ambientales.

Tesista: Joaquín Parra Álvarez

Director: Dr. Diódoro Granados Sánchez

¹Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo

CHARACTERIZATION, CLASSIFICATION AND ORDINATION OF THE PINYON PINE FORESTS OF THE STATE OF SAN LUIS POTOSÍ¹

GENERAL ABSTRACT

The communities dominated by the pinyon pines harbor a great floristic richness with a unique and complex physiognomy, this because they form an ecotone between the arid and temperate zones of central and northern Mexico. The present study was carried out in nine localities of the state of San Luis Potosí, Mexico, with the objective of describe floristic-structural attributes that distinguish the communities dominated by pinyon pines and determine the influence of the environmental factors on the different associations; for which the flora of each locality was recorded. The arboreal vegetation was quantitatively analyzed using the point-centered quadrants method. Semi-realistic profiles and danserograms were constructed for each locality. The resulting groups from a clustering analysis were ordered with the environmental factors through a canonical correspondence analysis. The floristic richness consisted of 597 species with the presence of *P. cembroides* Zucc., *P. pincheana* Gordon & Glend., *P. nelsonii* Shaw., *P. discolor* D.K. Bailey & Hawksw. and *P. johannis* Rob.-Pase., which in conjunction *Juniperus flaccida* Schltdl., *Yucca* spp. L. and *Quercus* spp. L. form different associations, each with a different degree of floristic similarity. The ordination indicates that the variables that influence the floristic composition are of a multifactorial origin; the most relevant are the altitude, slope, as well as the pH, organic matter, and Ca of the soil.

Keywords: Multivariate analysis, plant associations, floristic composition, physiognomic structure, environmental factors.

¹Thesis Master's Degree in Forestry Sciences. Universidad Autónoma Chapingo
Author: Joaquín Parra Álvarez
Advisor: Dr. Dióodoro Granados Sánchez

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. Antecedentes

A lo largo de la historia el hombre ha tratado de interpretar a la naturaleza, en especial a la vegetación. Por lo que diversos autores han desarrollado distintos métodos que permitan ordenar, clasificar e interpretar la vegetación. Algunos métodos sobresalientes por su aceptación son los análisis fisonómicos, los cuales caracterizan a la vegetación exteriormente en relación a los estratos observados; por lo que resulta muy práctico observar a la flora dominante por medio de diagramas (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974a, 1974b), como los perfiles fisonómicos semirrealistas que han sido ampliamente utilizados debido a muestran la estructura de la vegetación de manera bidimensional (Richards, 1952).

Otros métodos como la clasificación se han basado en el análisis de conglomerados, es decir, a las especies compartidas entre sitios diferentes. Estos análisis se basan principalmente en la ausencia o presencia (cuantitativos) de las especies o bien en su abundancia (cualitativos). (Gauch & Whittaker, 1972). Existen otros métodos como la ordenación en base a gradientes, con la cual se busca analizar las relaciones existentes entre la vegetación y los factores abióticos (Ter Braak, 1986; Ter Braak & Verdonschot, 1995). Estos métodos corresponden a los análisis multivariados, los cuales tienen como objetivo principal simplificar y ordenar un conjunto de datos, de tal manera que en los resultados generados se tengan las relaciones entre especies, así como la variación de la vegetación de acuerdo a factores ambientales (Wildi, 2010).

Debido a la complejidad que existe entre la vegetación y el medio ambiente, utilizar métodos multivariados puede representar una gran ventaja al momento de caracterizar la vegetación, principalmente en sitios poco estudiados (Barrera-Zubiaga, Granados-Sánchez, Granados-Victorino, & Luna-Cavazos, 2018). En este sentido; México al ser uno de los países “megadiversos” en cuanto al número de especies, producto de la combinación de diversos factores bióticos y abióticos que presenta, lo convierte en un territorio perfecto para aplicar estas técnicas.

México es reconocido a nivel mundial por ostentar una gran diversidad y riqueza de especies del género *Pinus* Linneo., albergando alrededor del 42% de las especies reconocidas actualmente, convirtiéndolo de esta manera en el centro secundario de diversificación de este género, debido a que encontraron un ecosistema apacible donde se establecieron, dispersaron y evolucionaron. Esta riqueza de pinos es producto de las ultimas glaciaciones, ya que el territorio mexicano sirvió de abrigo para la flora Neártica durante las glaciaciones del periodo cuaternario (Farjon & Styles, 1997; Sánchez-González, 2008).

Dentro del género *Pinus* se encuentran las especies de pinos piñoneros, los cuales pertenecen al subgénero *Strobus* Lemn. (Haploxylon), sección *Parry*, subsección *Cembroides* Engelm., caracterizándose principalmente por tener verticilos de 1 a 5 agujas con una longitud variable de 2 a 9 cm, cabe subrayar que es el único grupo en mostrar ejemplares con una sola acícula dentro de toda la familia, además de presentar semillas sin ala, de 10 a 26 mm de largo y testa más o menos gruesa, por lo que su dispersión es por animales (Malusa, 1992; Zavarin, 1987).

Estos pinos también se refugiaron en el territorio mexicano, particularmente en el altiplano, constituyendo grandes extensiones de bosques. Sin embargo, al desaparecer las glaciaciones se dio paso a las zonas áridas, ocasionando que los pinos piñoneros quedaran restringidos a las serranías y faldas de las montañas, aislando así a sus poblaciones, lo cual trajo como consecuencia la formación de nuevas especies, subespecies y variedades (Gernandt & Pérez-De La Rosa, 2014; Richardson, 1998).

Las comunidades dominadas por pinos piñoneros son bosques templados que cubren gran parte de las zonas semi-secas del centro y norte de México, ya que estas especies están adaptadas a condiciones ambientales precarias. Generalmente estos bosques se localizan entre bosques templados y matorrales xerófilos formando ecotonos, siendo así los pinos piñoneros las especies dominantes en su comunidad vegetal. Esta condición hace que estos bosques

alberguen una gran diversidad de flora, con una fisonomía única, además de una gran complejidad estructural (Barrera-Zubiaga et al., 2018; Passini, 1993).

Estos árboles generalmente son de porte bajo, de 2 a 10 m de altura, aunque rara vez llegan a sobrepasar los 15 m de altura. Se desarrollan en zonas de baja precipitación (300 a 600 mm anuales) y actualmente se encuentran distribuidos en 18 estados del norte y centro del territorio mexicano (Granados, Granados, & Sánchez-González, 2016; Perry, 1991). Su principal característica radica en la producción de semillas sin ala mejor conocida como “piñón”, aunque su producción varía en periodos de tiempo que van de los tres a los cuatro años, en los llamados años semilleros, esta semilla es de gran importancia ya que es fuente de alimento para la fauna y los humanos, resaltando su gran aprecio en la gastronomía, principalmente en la repostería (Hernández, Islas, & Guerra, 2011; Lanner, 1981).

1.2. Planteamiento del problema

Es bien sabido que a nivel mundial México es un país “megadiverso”, debido al gran número de especies que alberga como producto de la privilegiada geografía con la que cuenta. Posee desde ecosistemas acuáticos hasta ecosistemas desérticos, sin embargo, las diversas actividades antropogénicas han ido perturbando estos ecosistemas, ocasionando la extinción de especies (García-Aguilar, Luévano-Esparza, & De la Cueva, 2017).

Aunado a lo anterior cabe mencionar que muchas de las especies de pinos piñoneros actualmente se encuentran bajo algún estatus de protección en base a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059); *P. johannis* M. F. Robert., *P. cembroides* subsp. *lagunae* (Passini) D. K. Bailey, *P. monophylla* Torrey & Frémont., *P. quadrifolia* Parl. ex Sudw., *P. remota* (Little) D.K. Bailey & Hawksw., están sujetos a protección especial. Sin embargo, *P. culminicola* Andresen & Beaman., *P. maximartinezii* Rzed., *P. nelsonii* Shaw., *P. pinceana* Gordon., están catalogados como especies en peligro de extinción (SEMARNAT, 2010).

Actualmente los bosques piñoneros han sufrido grandes deterioros debido al acelerado cambio climático y a los disturbios naturales y antropogénicos como incendios forestales, cambio de uso de suelo, tala clandestina, sobre pastoreo, entre otros, esto sin pasar por alto la severa sobreexplotación de la semilla (piñón) (Calva-Soto & Pavón, 2018; Hernández et al., 2011). Al margen de esta información el estado de San Luis Potosí se presenta como un área ideal para ordenar y caracterizar los bosques de pino piñonero presentes en este estado, con la intención de generar información actualizada de la situación ecológica que guardas estos bosques, así como los factores ambientales que permiten el desarrollo de estas especies.

1.3. Justificación

Las constantes amenazas que enfrentan los diversos ecosistemas que se encuentran dentro del territorio mexicano son cada día mayores, lo cual ha provocado la modificación acelerada de las condiciones ambientales y por lo tanto que la riqueza de especies se vea disminuida (Urquiza-Haas, Cantú, Koleff, & Tobón, 2011). Y aún más cuando se trata de especies endémicas como es el caso del grupo de los pinos piñoneros, los cuales tienen una distribución específica o restringida; generalmente formando islas biogeográficas delimitadas por zonas áridas y semiáridas (Gernandt, Liston, & Piñero, 2003; Granados et al., 2016).

A lo largo de la historia el pino piñonero ha sido de suma importancia para el ser humano, ya que se obtienen grandes e importantes aprovechamientos por la comercialización de piñón (Hernández et al., 2011); además, de otros usos como leña y madera para cercas, ya que es de los pocos componentes arbóreos que se desarrollan en las zonas semi-áridas (Braasch, 2012). Desafortunadamente los bosques donde dominan estas especies se ven afectados por una serie de factores bióticos y abióticos que han perturbado sus poblaciones (Carrillo, 2009).

En este contexto, la caracterización de estos ecosistemas forestales resulta de gran ayuda para el diseño de planes de manejo y aprovechamiento de manera sustentable; de tal manera que se puedan analizar y entender los procesos de disturbio y de esta manera poder determinar acciones que permitan un mejor manejo; por lo que es necesario contar con metodologías cuantitativas que permitan un análisis estructural de los ecosistemas forestales, haciendo énfasis en la composición arbórea, a través del uso de índices estructurales y parámetros dendrométricos para su evaluación; esto sin dejar fuera los factores ambientales del sitio de estudio.

Las poblaciones de pinos piñoneros del estado de San Luis Potosí se ven amenazados fuertemente por diversos factores como: cambio de uso de suelo, sobrepastoreo, extracción masiva de semilla, la deforestación, extracción de leña, extracción de material pétreo, ataque de plagas y enfermedades, por el

consumo de semillas por diversas especies de fauna; así como la reducción de sus áreas por la actividad minera, principalmente a cielo abierto (Figura 1), este último factor con un gran impacto en la reducción de las áreas piñoneras, siendo sin duda alguna el factor que mayor amenaza representa para estas comunidades vegetales.



Figura 1. Actividad minera en bosques de *Pinus cembroides*.

Por lo tanto, con esta investigación se pretende caracterizar estos bosques; así como los factores ambientales que determinan la composición y estructura y de esta manera poder generar mayor conocimiento para poder elaborar planes de manejo y de restauración que permitan su conservación y continuidad, ya que estos pinos son considerados como especies pioneras y a su vez clímax en los ecosistemas donde se desarrollan.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Caracterizar estructuralmente y clasificar la vegetación de nueve bosques de pino piñonero del estado de San Luis Potosí y ordenarlos de acuerdo al gradiente ambiental.

1.4.2. Objetivos Particulares

- 1) Describir cuantitativamente y cualitativamente la estructura de la vegetación.
- 2) Clasificar cuantitativamente la vegetación de los bosques piñoneros.
- 3) Ordenar la vegetación con respecto a los factores ambientales

1.5. Preguntas de investigación

¿Cuál será la estructura y composición que guardan los boques piñoneros del estado de San Luis Potosí?

¿La trayectoria de la composición y estructura de los piñonares estará determinada por factores ambientales?

¿Existirá una modificación en la dominancia de las especies en base a un gradiente altitudinal?

¿Cuáles son los factores ambientales que más influyen en la composición florística de los bosques piñoneros?

1.6. Hipótesis

H1: Existen factores ambientales que más influyen en la estructura y composición vegetal de las comunidades de pinos piñoneros, así como en su distribución.

H2: Los bosques piñoneros forman diferentes asociaciones, cada una con diferente composición florística, estas asociaciones están determinadas por diferentes factores ambientales.

1.7. Literatura citada

- Barrera-Zubiaga, E. J. E., Granados-Sánchez, D., Granados-Victorino, R. L., & Luna-Cavazos, M. (2018). Caracterización de Cuatro Bosques de Pino Piñonero del Estado de Zacatecas, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 24(3), 275–296. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.03.018>
- Braasch, M. (2012). *Modelación de la Producción Primaria Neta en un bosque semiárido con disturbio antropogénico en San Luis Potosí, México*.
- Calva-Soto, K., & Pavón, N. P. (2018). La Restauración Ecológica en México: una Disciplina Emergente en un País Deteriorado. *Madera y Bosques*, 24(1), 1–11. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411135>
- Carrillo, F. J. A. (2009). *Estructura y Regeneración de Pinus cembroides subsp. rizophensis D. K. Bailey en Santa María las Cuevas, Tlaxcala*. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 64 p.
- Farjon, A., & Styles, B. T. (1997). *Pinus (Pinaceae). Flora Neotropica Monograph 75*. The New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York.
- García-Aguilar, M. C., Luévano-Esparza, J., & De la Cueva, H. (2017). La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están? *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 33(2), 188–198. <https://doi.org/10.21829/azm.2017.3321060>
- Gauch, H. G. J., & Whittaker, R. H. (1972). Comparison of Ordination Techniques. *Ecology*, 53(5), 868–875.
- Gernandt, D. S., Liston, A., & Piñero, D. (2003). Phylogenetics of Pinus Subsections Cembroides and Nelsoniae Inferred from cpDNA Sequences. *Systematic Botany*, 28(4), 657–673. <https://doi.org/10.1043/02-63.1>
- Gernandt, D. S., & Pérez-De La Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.). <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>

- Granados, V. R. L., Granados, S. D., & Sánchez-González, A. (2016). Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera y Bosques*, 21(2), 23–42. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.212443>
- Hernández, M. M. M., Islas, G. J., & Guerra, de la C. V. (2011). Márgenes de comercialización del piñón (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 265–279.
- Lanner, R. M. (1981). *The Pinyon Pine: A Natural and Cultural History*. University of Nevada Press, USA.
- Malusa, J. (1992). Phylogeny and Biogeography of the Pinyon Pines (*Pinus* Subsect. *Cembroides*). *Systematic Botany*, 17(1), 42. <https://doi.org/10.2307/2419064>
- Muller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974a). *Aims and Methods of Vegetation Ecology* (Primera ed). John Wiley and Sons, New York.
- Muller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974b). The Count-Plot Method and Plotless Sampling Techniques. In *Aims and methods of vegetation ecology* (pp. 93–135). Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0304374675900177>
- Passini, M. F. (1993). Les Pins Mexicains de la Sous-Section *Cembroides* Engelm.: Distribution, Cycle et Phénologie, Pollen. *Actes Du Colloque International de Phytogéographie Tropicale*, 244–249.
- Perry, J. P. (1991). *The Pines of Mexico and Central American* (T. P. Portland, Ed.). Oregon. 231 p.
- Richards, P. W. (1952). *The Tropical Rain Forest. An Ecological study*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Richardson, D. M. (1998). *Ecology and biogeography of Pinus* (Cambridge). Cambridge University Press, USA.

- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos en México. *Madera Bosques*, 14(1), 107–120. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>
- SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana (NOM-059-2010), Protección ambiente-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especie en riesgo. *Diario Oficial de La Federación*, 1–77. Retrieved from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- Ter Braak, C. J. F., & Verdonschot, P. F. M. (1995). Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*, 57(3), 255–289. <https://doi.org/10.1007/BF00877430>
- Urquiza-Haas, T., Cantú, C., Koleff, P., & Tobón, W. (2011). Caracterización de las Ecorregiones Terrestres: Diversidad Biológica, Amenazas y Conservación. In P. Koleff & T. Urquiza-Haas (Eds.), *Planeación para la Conservación de la Biodiversidad Terrestre en México: retos en un país megadiverso* (p. 251). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Wildi, O. (2010). Data Analysis in Vegetation Ecology. In *Data Analysis in Vegetation Ecology*. <https://doi.org/10.1002/9780470664971>
- Zavarín, E. (1987). Taxonomy of pinyon pines. In *II simposion Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 29–40). Aug. 6-8, 1987, eds, M. F. Passini, D. C. Tovar, and T. E. Piedra. México City, México.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y DE REFERENCIA

2.1. El género *Pinus* en México

México ha sido reconocido como uno de los cinco países con mayor diversidad vegetal a nivel mundial. Esta diversidad es producto de la presencia de una gran variedad de ecosistemas que se encuentran dentro de sus límites territoriales, debido a su localización geográfica, orografía y al intercambio de especies entre las diferentes regiones biogeográficas.

El género *Pinus* es el más grande dentro de la familia Pinaceae, con más de cien especies y muchas subespecies y variedades, casi todas ellas distribuidas en el hemisferio norte; dando como consecuencia que Norteamérica cuente con un gran número de especies y por ende México sea reconocido como un centro secundario de diversificación de este género, en conjunto con California y el sureste de los Estados Unidos de América. El 42% de especies de pinos habitan en nuestro país; además de que 26 de son endémicas, esto sin considerar las especies y subespecies existentes con una distribución restringida a una o pocas poblaciones (Farjon, 1996; Gernandt, Liston, & Piñero, 2003). Dentro de la especiación del género *Pinus* en México destacan las especies del grupo de los piñoneros.

Esta gran diversidad es producto de los periodos glaciares del pleistoceno, en donde las especies boreales se vieron obligadas a dispersarse mediante los corredores geográficos, de esta manera las cordilleras del territorio mexicano sirvieron como refugios al proporcionarles condiciones ambientales propicias para su establecimiento y a su vez la diversificación de los pinos en zonas tropicales (Farjon, 1996, 1999).

Durante las migraciones los pinos del este y el oeste de los Estados Unidos volvieron a juntar sus poblaciones, debido a que su dispersión se llevó a cabo mediante la Sierra Madre Oriental y Occidental, las cuales confluyen en el Eje Neovolcánico Transversal. En todo el proceso de dispersión y migración las poblaciones sufrieron hibridaciones e introgresiones genéticas, lo cual originó variedades y subespecies, e incluso nuevas especies; que se establecieron y

adaptaron ágilmente a los diversos escenarios ambientales de México (Richardson, 1998).

Este género tiene su importancia debido a la producción de madera en México y en muchos países; esto sin dejar de mencionar a las especies que producen semillas y resinas, ya sea como un recurso natural o como plantaciones forestales, aprovechando la gran diversidad de especies que se encuentran en nuestro territorio. Debido a las grandes poblaciones de árboles que crecen en las zonas templadas representan una gran importancia económica y ecológica (Farjon, 1999; Sánchez-González, 2008).

2.2. Los piños piñoneros

2.2.1. Generalidades

En México las zonas áridas son el ecosistema que cubre la mayor parte del territorio nacional. Algunas de las principales características de estas zonas son las condiciones extremas de insolación y sequía a las que se encuentran expuestas en gran parte del tiempo, por lo que la mayoría de especies de flora y fauna deben desarrollar características particulares que les permitan adaptarse y sobrevivir a estas condiciones; como es el caso de los pinos piñoneros, ya que dentro de toda la familia Pinaceae, estos pinos son los que pueden sobrevivir a las condiciones más secas (Richardson, 1998; Sánchez-González, 2008). Los pinos piñoneros (subsección *Cembroides*) formaron grandes extensiones en el altiplano mexicano, los cuales se establecieron durante las glaciaciones del periodo cuaternario (Farjon & Styles, 1997).

Estos árboles son normalmente de porte bajo 2-10 m de alto, aunque rara vez llegan a sobre pasar los 15 m de altura. Sus semillas son de un color café negruzco y de testa considerablemente dura y áptera. Son subcilíndricas, muy ligeramente toman una forma triangular; con un abultamiento en su parte superior y delgadas en su parte inferior, con una longitud de aproximadamente 10 mm. Maduran de septiembre a noviembre y cada cono tiene de 5 a 20 semillas. La almendra es de un color rosado con un sabor agradable y con alto contenido de

nutrientes (Eguiluz, Niembro, & Pérez, 1985; Martínez, 1948). Son semillas grandes como especialización para ser dispersada por animales.

Generalmente las poblaciones de los bosques de pinos piñoneros se distribuyen en las serranías donde los climas son secos y la precipitación es baja (300 a 600 mm), por lo tanto, los bosques piñoneros delimitan la zona templada y la zona árida. En base a su distribución puede confirmarse que estos bosques forman ecotonos (zonas de transición) con otras comunidades vegetales, entre las que destacan matorrales, pinares, encinares y vegetación propia de las zonas áridas (Barrera-Zubiaga, Granados-Sánchez, Granados-Victorino, & Luna-Cavazos, 2018; Granados, Granados, Sánchez, & Sánchez-González, 2015; Passini, 1993).

2.2.2. Biogeografía

Es difícil precisar la era y el sitio del origen de los primeros piñoneros. Eguiluz (1987), menciona la aparición del género *Pinus* en el periodo triásico, hace aproximadamente unos 190 millones de años; y su diferenciación durante el periodo cretácico temprano y como muestra de ello el cono fosilizado más antiguo de *Pinus belgica* (Richardson, 1998).

La diversificación de los pinos piñoneros en el territorio mexicano es atribuida a las ultimas glaciaciones, ya que estas modificaron las condiciones ambientales donde se desarrollaba este género, provocando que los pinos de latitudes más al norte emigraran hacia el sur en busca de condiciones más confortables, logrando que sus poblaciones cubrieran gran parte del norte del territorio mexicano. No obstante, al disminuir los fríos de las glaciaciones los pinos nuevamente se desplazaron al norte, sin embargo, en este nuevo desplazamiento, los bosques de pino piñonero fueron restringidos a las serranías debido a las presiones ecológicas de flora más agresivas compuestas por especies de latifoliadas y xerófilas. Este evento provocó un alto número de endemismos y especiaciones alopátricas (Granados et al., 2015; Sánchez-González, 2008).

Los pinos piñoneros son endémicos de Norteamérica, donde presentan una amplia distribución desde el suroeste de los Estados Unidos, hasta el centro de México, más específico en el sur del estado de Puebla; estos pinos se caracterizan porque pueden habitar zonas altas como *Pinus edulis* en las rocallosas o tierras bajas muy calurosas como *Pinus cembroides*, siendo este último el que mayor distribución presenta en el territorio mexicano (Granados et al., 2015; Malusa, 1992; Richardson, 1998).

Los piñoneros han estado muy ligados a la historia de los hombres desde tiempo remotos. Según Perry (1991), menciona que fue Bernal Díaz del Castillo quien señaló que los primeros Europeos en observar los bosques de pino en México fueron Hernán Cortés y sus tripulantes, en el año de 1519. Alvar Núñez Cabeza de Vaca, en su obra titulada “Naufragios y Comentarios” menciona de algunos usos que los nativos del altiplano y las zonas bajas de las serranías les daban a los piñones, así como de sus cualidades paliativas.

2.2.3. Distribución en México

En México los bosques piñoneros se distribuyen en 18 estados, abarcando desde la región norte (Baja California y Chihuahua), hasta la región central (Tlaxcala y Puebla); ocupando casi siempre las zonas de transición (ecotonos) entre la vegetación xerófila y los bosques templados de las montañas (Granados et al., 2015; Perry, 1991). A nivel mundial existen 16 taxa de pinos piñoneros, de los cuales México alberga a 12 especies, 10 endémicas y dos compartidas con los Estados Unidos (Bailey & Hawksworth, 1992). Las especies presentes en México son: *P. maximartinezii*, *P. discolor*, *P. johannis*, *P. pinceana*, *P. culminicola*, *P. edulis*, *P. juarezensis*, *P. monophylla*, *P. quadrifolia*, *P. remota*, *P. nelsonii* y *Pinus cembroides* (con tres subespecies: *cembroides*, *lagunae* y *orizabensis*) (Granados et al., 2015; Sánchez-González, 2008).

2.2.4. Taxonomía

De los primeros investigadores en México en estudiar la taxonomía de las coníferas es Maximino Martínez; con su obra publicada en el año de 1948 sobre

los pinos mexicanos, en la cual ubica a los pinos piñoneros en la sección *Cembroides*. Aunque otros autores manejan clasificaciones distintas, como es el caso de Shaw (1909) y Perry (1991).

Se pueden diferenciar claramente dos grupos entre los piñoneros: uno con una distribución restringida y endémica de México (subsección *Pinceana*) y el otro que engloba especies con particularidades afines denominado como *Cembroides* (subsección *Cembroides*). El primero contiene las especies de *Pinus nelsonii*, *Pinus pinceana* y *Pinus maximartinezii*; y el segundo agrupa el resto de los piñoneros, los cuales son diferenciados por la afinidad en su distribución. Mientras que la sección *Parrya* comprende tres subsecciones: *Cembroides* Engelm., *Gerardianae* Loud., y *Balfourianae* Engelm.; siendo las primeras dos subsecciones las que agrupan a los pinos piñoneros (Bailey & Hawksworth, 1987; Lanner, 1990; Passini, 1993).

Por otra parte, Zavarin (1987) en base a un estudio realizado de la química de la madera de todos los piñoneros, distingue tres grupos: el primero grupo es *Nelsoniae*, y sólo incluye a la especie de *Pinus nelsonii*; el segundo grupo es *Pinceanae*, el cual incluye a *P. pinceana* y *P. maximartinezii* y el tercero y más amplio grupo, denominado *Cembroidae* conformado por *P. cembroides* (con 3 subespecies: *cembroides*, *lagunae* y *orizabensis*), *P. culminicola*, *P. discolor*, *P. edulis*, *P. johannis*, *P. monophylla* (con 3 subespecies: *monophylla*, *fallax* y *californiarum*) y *P. remota*.

Sánchez-González (2008) en un estudio del estado del arte sobre los pinos de México; da a conocer un panorama reciente de la diversidad y distribución que guardan los pinos en México. Dicho estudio resalta ya que, en el cual se destacan como resultados valiosos el número total de especies, subespecies y variedades que están presentes en México; de las cuales también se reportan el número de especies endémicas y el número de especies piñoneras (*P. cembroides* Zucc. subsp. *cembroides*, *P. cembroides* subsp. *lagunae* (Rob. -Pass.) D.K. Bailey, *P. cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey, *P. discolor* D.K. Bailey & Hawksw., *P. culminicola* Andresen & Beaman, *P. johannis* Rob. -Pass., *P. edulis* Engelm.,

P. maximartinezii Rzed., *P. monophylla* Torr. & Frém., *P. pinceana* Gordon & Glend., *P. remota* (Little) D.K. Bailey & Hawksw., *P. quadrifolia* Parl. ex Sudw., *P. rzedowskii* Madrigal & Caballero. y *P. nelsonii* Shaw.); así también se hace mención de las especies que se encuentran en peligro de extinción según la NOM-059.

Cuadro 1. Clasificaciones recientes de la sección *Cembroides*.

Perry, 991	Styles, 1993	Farjon & Styles, 1997	Price, 1998	Tropicos, 2021
Subgénero <i>Strobus</i> Sección <i>Paracembra</i>	Subgénero <i>Strobus</i> <i>Sección Parrya</i>	Subgénero <i>Strobus</i> <i>Sección Parrya</i> <i>Pinus maximartinezii</i> <i>Pinus rzedowskii</i>	Subgénero <i>Strobus</i> <i>Sección Parrya</i>	Subgénero <i>Strobus</i> <i>Sección Parrya</i>
Subsección <i>Cembroides</i>	Subsección <i>Cembroides</i>	Subsección <i>Cembroides</i>	Subsección <i>Cembroides</i>	Subsección <i>Cembroides</i>
<i>P. culminicola</i>	<i>P. culminicola</i>	<i>P. culminicola</i>	<i>P. culminicola</i>	<i>P. culminicola</i>
<i>P. catarinae</i>	<i>P. catarinae</i>	<i>P. remota</i>		<i>P. catarinae</i>
<i>P. cembroides</i>	<i>P. cembroides</i>	<i>P. cembroides</i>	<i>P. cembroides</i>	<i>P. cembroides</i>
<i>P. cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i>		<i>P. cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i>
<i>P. lagunae</i>	<i>P. lagunae</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>lagunae</i>		<i>P. cembroides</i> subsp. <i>lagunae</i>
<i>P. discolor</i>	<i>P. discolor</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>cembroides</i> var. <i>bicolor</i>	<i>P. discolor</i>	<i>P. cembroides</i> var. <i>discolor</i>
<i>P. johannis</i>	<i>P. johannis</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>cembroides</i> var. <i>johannis</i>	<i>P. johannis</i>	<i>P. culminicola</i> var. <i>johannis</i>

<i>P. juarezensiss</i>	<i>P. juarezensiss</i>		<i>P. juarezensiss</i>	<i>P. cembroides</i> var. <i>juarezensiss</i>
<i>P. monophylla</i>	<i>P. monophylla</i>	<i>P. monophylla</i>	<i>P. monophylla</i>	<i>P. cembroides</i> subsp. <i>monophylla</i>
<i>P. quadrifolia</i>	<i>P. quadrifolia</i>	<i>P. quadrifolia</i>		<i>P. cembroides</i> var. <i>quadrifolia</i>
<i>P. remota</i>	<i>P. remota</i>	<i>P. remota</i>	<i>P. remota</i>	<i>P. cembroides</i> var. <i>remota</i>
				<i>P. edulis</i>
Subsección <i>Pinceana</i>		Subsección <i>Nelsoniae</i>		Subsección <i>Nelsoniae</i>
<i>P. nelsonii</i>	<i>P. nelsonii</i>	<i>P. nelsonii</i>	<i>P. nelsonii</i>	<i>P. nelsonii</i>
<i>P. maximartinezii</i>	<i>P. maximartinezii</i>		<i>P. maximartinezii</i>	Subsección <i>Pinceana</i>
<i>P. rzedowskii</i>				<i>P. maximartinezii</i>
<i>P. pinceana</i>				<i>P. rzedowskii</i>
	<i>P. pinceana</i>	<i>P. pinceana</i>	<i>P. pinceana</i>	<i>P. pinceana</i>

Modificado de Favela (2004), anexando la clasificación de Tropicos (2021).

2.2.5. Clima

Las condiciones ambientales en las que se desarrolla el pino piñonero son muy variadas. Generalmente se les puede encontrar en una elevación que va de los 1,300 hasta los 3,000 msnm, con precipitaciones que van de los 200 a los 800 mm; así también se les puede encontrar en todas las orientaciones, sin embargo, existe discrepancia entre autores, ya que algunos mencionan ciertas afinidades por orientaciones específicas (Granados et al., 2015; Luna-cavazos, Romero-Manzanarez, & García-Moya, 2008). Las temperaturas en las cuales se desarrollan los piñoneros oscila entre los 7 °C y los 40 °C; aunque Granados et al. (2015) reporta algunas poblaciones de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* que se pueden desarrollar de -3°C hasta los 40 °C.

2.2.6. Suelo

Son especies típicas de zonas con suelos someros, secos o pedregosos; regularmente bajos en nutrientes, con pendiente pronunciada y alta radiación solar. Con un rango de pH que va desde los 4 a los 8 (Ríos, De Hoogh, & Návar, 2008; Rzedowski, 1978).

2.2.7. Dispersión

Una de las principales características de las semillas de los pinos piñoneros es la ausencia de ala, por lo que la principal dispersión se da por la estrecha asociación que existe con algunas especies de fauna que se alimentan del piñón, como es el caso de algunas ardillas y aves; de manera general la literatura reporta la dispersión de piñones por aves como el cascanueces americano (*Nucifraga columbiana*) en Estados Unidos, el cual la mayor parte de su dieta consiste en semillas de pino, las cuales las cosecha a finales del verano y otoño para almacenarlas en pendientes expuestas; en México se encuentran aves como la chara californiana (*Aphelocoma californica*) la cual basa su alimentación en bellotas y semillas de pinos piñoneros desde el otoño hasta el invierno; En México se encuentran aves como el pájaro carpintero (*Picoides scalaris*), que dentro de su dieta alimenticia incluye el piñón (Ugalde-Lezama, Tarango-Arámbula, Ramírez-Valverde, Equihua-Martínez, & Valdez-Hernández, 2011). Así como la chara piñonera (*Gymnorhinus cyanocphalus*), la cual basa su alimentación en prácticamente semillas de piñón (Fonseca, 2003; Tomback, 1998; Wiggins, 2005). Romero-Manzanares, García-Moya, & Marie-Françoise (1996) mencionan que en los bosque piñoneros de la Amapola, San Luis Potosí existe una interacción mutualista entre aves-piñoneros; así como una relación estrecha espacio-tiempo entre semilla-dispersor-depredador. Algunas especies destacadas de roedores son el *Peromyscus maniculatus* Osgood, *Neotoma mexicana* Goldman, *Sciurus oculatus* Peters y *Spermophyllus variegatus* Bennett; también destacan especies de aves como el *Aphelocoma coerolenses*, *Aphelocoma ultramarina*, cuervos negros (*Corvus corax* y *Corvus cryptoleucus*), *Piranga flava*, *Zenaida asiatica* y *Zenaida macroura*.

2.2.8. Usos

2.2.8.1. Semillas

A lo largo de la historia los pinos piñoneros han sido de mucha importancia debido a la recolecta de su semilla (piñón), representando una gran importancia económica (Hernández, Islas, & Guerra, 2011). Las semillas son altamente apreciadas en la gastronomía desde la época prehispánica debido a su gran calidad organoléptica. Su costo en el mercado es considerablemente elevado; esto se debe principalmente a la variación en los años semilleros y al proceso que conlleva la extracción de las semillas (Hernández et al., 2011; Sánchez-Tamayo, Mendizábal-Hernández, & Robolledo-Camacho, 2002; Sánchez-Tamayo, Nieto, & Mendizábal-Hernández, 2005).

Fonseca (2003) señala que la semillas de piñón llegan a contener hasta un 48.2% de proteínas, es un valor muy alto si se hace una comparación con la soya, la cual contiene un 49.8% en condiciones iguales. Así también ha sido agrupada dentro de las oleaginosas, pues tan sólo 100 g de piñón crudo (*Pinus edulis*), contienen el 61.3 g de grasas, 16.8 g de hidratos de carbono, 1.1 g de fibra, 3.1% de humedad y 15.3 g de proteína.

2.2.8.2. Recolección de conos y semillas

La recolección de la semilla de piñón ha constituido una fuente importante de alimento; y principalmente económica para los diversos asentamientos humanos que se encuentran dentro o aledaños a estos bosques (Fonseca, 2003). De tal manera que la recolección la llevan a cabo cuando los conos empiezan a madurar; generalmente cambian de una coloración verde a café rojiza; esta actividad la llevan a cabo mediante la técnica de “barrido” o de manera manual escalando los árboles y apoyándose de garrochas especiales. La época de recolección generalmente inicia en los meses de octubre y noviembre y puede durar varias semanas (Granados et al., 2015; Hernández et al., 2011). Se conoce que la cosecha es bastante irregular debido a que los años semilleros son variables.

Los conos son colocados en costales durante aproximadamente ocho días, tiempo en que tardan en deshidratarse parcialmente, o a lo que comúnmente se le conoce como “agriar”. Posteriormente se exponen al sol para que se sequen y abran, haciendo más fácil la extracción del piñón (Hernández et al., 2011). Así mismo existen algunos estudios relacionados a la recolección y el análisis de algunas características de los conos y/o semillas, con los cuales se puede establecer una adecuada recolección (Hernández et al., 2011; Sánchez-Tamayo et al., 2002).

Sánchez-Tamayo et al. (2002) analizaron la variación existente de la longitud, diámetro y peso de las semillas producidas en 15 árboles de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, tomando 10 conos por árbol, en Santa María las Cuevas, Alzayanca, Tlaxcala. De acuerdo a los resultados obtenidos concluyen que si existen diferencias significativas de diámetro, longitud y peso de las semillas; lo cual puede relacionarse con el patrón de producción que exhibe cada árbol a lo largo de su vida y a la vigorosidad que presenta cada uno de ellos. Esta investigación destaca en importancia, ya que se puede utilizar en el manejo del cultivo de piñón.

En otro estudio realizado por Sánchez-Tamayo et al. (2005), analizaron el potencial de semillas producidas por distintos árboles de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, en Santa María las Cuevas, Alzayanca, Tlaxcala. Encontrando como resultados que el potencial de producción fue de 29 semillas por cono; con un 11% de semillas abortadas para el primer año y un 16.5% para el segundo año, la eficacia entre semillas llenas y potenciales fue de 28.36%. Con base en los análisis realizados se encontró que existe una variación entre y dentro de los árboles, lo cual quiere decir que las diferencias entre árboles son de carácter multifactorial, ya que árboles más vigorosos con copa amplia tienen una mayor producción. Sin embargo, esta producción puede variar debido a las condiciones ambientales. De esta manera tenemos un panorama acerca de la producción de semillas de piñón y su importancia que puede implicar en el manejo silvícola.

Otra aportación importante fue realizada por González-Ávalos et al. (2006), quienes realizaron una evaluación de la producción y el análisis de los conos y semillas producidos en una plantación joven (15 años) de *Pinus cembroides* en el municipio de Huimilca, Querétaro, en tres años diferentes; con un clima templado subhúmedo y una temperatura media de 15 °C, además de que dicha plantación se ubica en un suelo poco desarrollado. En base al análisis realizado se obtuvo que conforme pasan más años los árboles que producen conos son más, teniendo un aumento de 5% hasta 30%. Y en cuanto a las variables medidas a las semillas sólo existe diferencia en la longitud. De esta manera tenemos una visión de la producción de semillas en plantaciones de piñoneros, como una alternativa a la recolección en bosques naturales.

2.2.8.3. Madera

La madera de estas especies no ha tenido un papel importante en la industria maderera debido a su baja calidad. Sin embargo, han aportado diversos productos como postes, leña, servicios ambientales, entre otros, que sin duda hay tenido un impacto positivo y económico en la supervivencia de los poblados rurales (Villarreal-Quintanilla, Mares-Arreola, Cornejo-Oviedo, & Capó-Arteaga, 2009).

2.2.8.4. Ornato

Los pinos piñoneros también han sido empleados como arboles de ornato, formando parte de los programas de dasonomía urbana y arboricultura. Flores et al. (2018) reportan el uso de *Pinus cembroides* en las zonas urbanas de la ciudad de México. Este tipo de especies arbóreas se utilizan con el objetivo de que las áreas verdes perduren por más tiempo y a su vez se generen beneficios ecológicos.

2.2.8.5. Otros usos

En los últimos años se ha empleado la especie de *Pinus cembroides* en la producción de árboles de navidad, debido a la forma cónica que adquiere su copa conforme van creciendo: son especies específicamente recomendadas para su cultivo en las zonas áridas y semiáridas. Esto en base a sus requerimientos

ambientales que necesitan para desarrollarse mejor (CONAFOR, 2011; Zamora, 2015).

Otro de los usos es la extracción de oleorresinas, principalmente extraídas de los tocones restantes de las talas; como ejemplo, las especies de piñoneros que producen en gran parte limoneno *Pinus maximartinezii*, *P. pinceana*, estos componentes son utilizados como base para la elaboración de aceite de pino, insecticidas, perfumes, entre otros productos (Zavarín & Snajberk, 1980).

2.2.9. Importancia ecológica

Las características adaptativas de estas especies hacen que sean consideradas de manera muy apropiada y oportuna para la estabilización de zonas que han sido fuertemente degradadas por varios factores, principalmente el sobrepastoreo (Mohedano-Caballero, Cetina-Alcalá, Vera-Castillo, & Ferrera-Ferrato, 1999).

En un estudio realizado por Ríos Carrasco, De Hoogh, & Návar Cháidez (2008) evaluaron la adaptabilidad de tres especies de piñoneros (*P. cembroides*, *P. nelsonii* y *P. pinceana*) a 19 años de su plantación en las laderas de la Sierra Madre Oriental del municipio de Iturbide, Nuevo León, México; a diferente altitud (1,250 y 1,680 m). *P. pinceana* mostró mayor sobrevivencia en ambos sitios y *P. cembroides* presente mejor incremento en diámetro en el sitio con menor elevación. Ambas especies con una sobrevivencia mayor al 50%. Por lo tanto, estas especies son una opción recomendada en trabajos de reforestación, por lo menos para las áreas degradadas de las laderas de la Sierra Madre Oriental.

Reyes-Carrera, Méndez-González, Nájera-Luna, & Cerano-Paredes (2013) evaluaron la producción de hojarasca en un rodal de 1 ha de *Pinus cembroides* Zucc. en la sierra de Arteaga, Coahuila en relación con algunas variables climáticas (precipitación, temperatura, viento). Encontraron que la cantidad de hojarasca fue poco más de 1, 000 kg/ha/año, la cual depende de la temperatura y el viento. Este estudio resulta interesante desde el punto de vista de la producción primaria de los piñonares, en este caso la hojarasca la cual es

importante para generar materia orgánica y por ende consolidar la formación de suelo fértil.

Un estudio similar al anterior fue realizado por Arres, Márquez, & Ramírez-García (2012), en donde analizaron las modificaciones físicas y químicas del suelo a los 18 años del establecimiento de una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en un sitio de uso agrícola del ejido los Molino, Perote, Veracruz; los resultados fueron un aumento del 0.55% en materia orgánica; el pH disminuyó de 6.66 a 6.1; en diferencia al N, K, Punto de Marchites Permanente, Agua Aprovechable y Capacidad de Campo aumentaron sus valores en diferentes proporciones. Lo cual, nos muestra que si se tiene un equilibrio entre los espacios forestales y los agrícolas se podría disminuir el uso de los fertilizantes.

De manera general, podemos decir que los ecosistemas conformados por diversas especies de pinos son fundamentales ecológicamente, ya que intervienen en diferentes procesos ecosistémicos (ciclos hidrológicos, biogeoquímicos), además de conformar el hábitat de diversas especies de fauna.

2.2.10. Importancia económica

El piñón es catalogado como un producto forestal no maderable ampliamente distribuido en las zonas áridas de nuestro país y con un gran aprecio en la dieta alimenticia. Por lo tanto, representa una fuente de ingresos temporal para los poseedores de este recurso; ya que su costo es elevado en comparación con otras semillas por cuatro razones: 1) sólo se da en los llamados años semilleros (cada 3 a 4 años); 2) una obtenidos los conos (estróbilos) es necesario hacer la extracción de la semilla, lo cual implica tiempo y esfuerzo; 3) durante la comercialización se ven involucrados varios intermediarios y 4) la escasez aumenta el precio (Granados et al., 2015; Hernández et al., 2011).

En un estudio realizado por Hernández et al. (2011) sobre el potencial de producción y comercialización de semilla de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* procedente el ejido de Santa María las Cuevas, Altzayanca, Tlaxcala menciona que la mayor parte del precio que paga el consumidor final, es

apropiada hasta en un 77.88% por los intermediarios, por lo que el productor sólo recibe 22.12%.

2.2.11. Problemática

A nivel social los bosques piñoneros se ven afectados debido a la gran demanda de las semillas, donde las comunidades extraen los conos (estróbilos) verdes, con el anhelo de poder obtener mayor cantidad de semillas (Hernández et al., 2011). Esto conlleva a la escasa regeneración y expansión de los bosques piñoneros debido a que el banco de semillas del suelo está limitado; y a esto se le suma la fauna que dentro de su dieta alimenticia está el piñón.

Los incendios forestales representan un factor de alteración y destrucción muy importante, pues debido al porte bajo de los árboles piñoneros los daños que reciben son de mayor proporción, aumenta su mortalidad por las mismas quemaduras o por la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Aunado a lo anterior los bosques piñoneros enfrentan otras dificultades que los han dañado gravemente, como son el cambio de uso de suelo, sobrepastoreo, entre otros (Granados et al., 2015; Mueller, Wade, Gehring, & Whitham, 2005; Villarreal-Quintanilla et al., 2009; Wheeler & Rakitov, 2009).

2.2.12. Bosques piñoneros en el estado de San Luis potosí

En el estado de San Luis Potosí se encuentran poblaciones de pinos piñoneros ubicadas principalmente en las serranías meridionales y el altiplano potosino. Ávila, García-Moya, & Larque (1985) realizaron una caracterización de los piñoneros de las serranías meridionales potosinas, donde registraron la presencia de *Pinus cembroides* y *Pinus discolor*. Hernández-Reyna & García-Moya (1985) realizaron un análisis estructural en 5 localidades piñoneras (La Amapola, Zaragoza, San Antonio Coronados, Guadalcázar y Núñez), en el que registraron la presencia de cuatro especies de pinos piñoneros, destacando: *Pinus cembroides*, la de mayor distribución y desarrollo en México, *Pinus nelsonii*; *Pinus pinceana* y *Pinus discolor*; todos ellos son el principal componente del

estrato arbóreo. Por otra parte Luna-cavazos et al. (2008) mencionan el registro de *Pinus johannis*, encontrada en la localidad de la Amapola y relacionada con poblaciones de *P. cembroides* a una altitud de 1950 a 2800 m.

Villarreal-Quintanilla et al. (2009) en su estudio florístico de *Pinus pinceana*, registraron la presencia de esta especie e Matehualilla y La Trinidad, localidades pertenecientes al estado de San Luis Potosí. En otro estudio realizado por Luna-cavazos et al. (2008) sobre las afinidades de la flora genérica de los piñonares del norte y centro de México, registra la presencia de *Pinus nelsonii* para el estado de San Luis Potosí, en particular dentro del municipio de Guadalcázar.

***Pinus cembroides* Zucc.**

Los bosques de *P. cembroides* (Figura 2) son los de mayor distribución, se les puede encontrar desde el suroeste de Nuevo México hasta sureste de Arizona, en los Estados Unidos; y en México, ocupan una extensión en el norte que va desde Coahuila a Nuevo León y de Sonora a Chihuahua, además de ser encontrados en Baja California; en México se puede encontrar en un rango altitudinal que va de los 1,800 a los 2,650 m (Price, Liston, & Straus, 1998).

Pinus cembroides es descrito como un árbol de 6-12 m de altura, rara vez llega a medir 15 m; cuenta con un diámetro de 30 a 60 cm y a veces hasta 70 cm, copa con forma redondeada o piramidal. El fuste suele ser corto y en ocasiones presenta bifurcaciones desde los 1.30 m, ramas ascendentes de forma irregular y follaje ralo, sobre todo en zonas muy secas, corteza de 1-9 cm de grosor. Hojas agrupadas en 3 y rara vez en 2 y 4, con 4-7 cm de longitud, rígidas. Sus conos son globulosos de 5-6 cm de diámetro; sus semillas son ligeramente triangulares y ápteras (Farjon, Perez de la Rosa, & Styles, 1997; Perry, 1991).



Figura 2. Bosque de *Pinus cembroides*.

***Pinus pinceana* Gordon & Glend.**

Es un árbol con un porte pequeño (Figura 3) que va de 4-12 m de alto, con un diámetro normal de 20-30 cm. Tronco corto y frecuentemente ramificado desde cerca del suelo y con ramas delgadas y flexibles de color verde grisáceo; hojas agrupadas en 3 y rara vez 4, con una longitud de 5-13 cm. Conos ovoide-oblongos de 5-10 cm de color rojo-café. Sus semillas son de color café rojizo de 11-14 mm. (Farjon et al., 1997; Perry, 1991). Normalmente se desarrolla en cañadas y en declives de la Meseta Central del Norte y Centro Este de México, particularmente en los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Coahuila, Zacatecas y Querétaro; a una altitud de 1,400 a 2,300 m y se le puede encontrar conformando asociaciones con *P. cembroides* (Perry, 1991).



Figura 3. Ejemplar de *Pinus pinceana*.

***Pinus nelsonii* Shaw.**

Árbol pequeño (Figura 4) de 5-10 m de altura y de 10-30 cm de diámetro normal. Fuste recto y en raras ocasiones con ramas desde abajo, Las ramas son casi erectas, flexibles y muy duras. Sus hojas están agrupadas en 3 y rara vez 4, con una longitud de 4-8 cm y no se separan hasta poco antes de caer. En árboles

adultos la copa es baja, redonda dando una apariencia arbustiva; su corteza es de color gris. Yemas cubiertas de resina. Sus conos son de color café-rojizo oscuro cuando abren y sus semillas miden de 12-15 mm (Farjon et al., 1997; Perry, 1991). Se le puede encontrar naturalmente a una altitud de 1,600 a 2,300 en los estados de Nuevo León, Tamaulipas y de manera muy particular en San Luis Potosí, formando relictos (Passini, 1993).



Figura 4. Ejemplar de *Pinus nelsonii*.

***Pinus discolor* D. K. Bailey & Hawksworth.**

Es un árbol de porte bajo regularmente mide menos de 5-12 m y un diámetro de 20-60 cm. Fuste ramificado, rara vez es uno sólo, con copa baja, densa y redondeada. Su corteza es lisa grisácea en árboles jóvenes y en adultos se torna un poco áspera. Hojas agrupadas en 2-3 o hasta 4 con una longitud de 3-6 cm. Sus conos son de color marrón al inicio, individuales o en pares. Los conos en su madurez se tornan de color marrón anaranjado, resinosos, semillas de color marrón anaranjado oscuro de 5 a 12 mm (Bailey & Hawksworth, 1979). Se le puede encontrar en Sonora, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí. Existe discrepancia en la descripción de la esta especie ya que diferentes estudios manifiestan cierta variación conforme a lo citado en la literatura para la misma especie (Figura 5) (Ávila-Naranjo, García-Moya, & Reyes-Agüero, 1992).



Figura 5. Bosque de *Pinus discolor* en asociación con *Pinus cembroides*.

***Pinus johannis* M. -F. Robert.**

Árbol o arbusto (Figura 6) de porte pequeño de máximo 4 m de altura, fuste ramificado desde la base (múltiples tallos). Copa baja densa y redondeada y ramas que se extienden hacia afuera. Corteza de color grisácea. Hojas agrupadas en 3 (raramente en 2 o 4), de 3-5 cm de largas. Estomas presentes solo en la superficie ventral, 2 canales resiníferos dorsales, externos. Las vainas de los fascículos son de color marrón anaranjado de 3 mm de longitud. Conos oblongos con pedúnculo corto, maduros son de color castaño y resinosos, de 3-5 cm de largos, con escamas cónicas, delgadas y rígidas. La semilla tiene testa dura y de color blanquecino con una longitud de 11-14 mm. Se distribuyen en los rangos más altos de Coahuila y Nuevo León; las poblaciones tipo se encuentran en Concepción del Oro y Mazapil, Zacatecas (Robert, 1978). Y al norte y suroeste de San Luis Potosí (Passini, 1994).



Figura 6. Ejemplar de *Pinus johannis*.

2.3. Clasificación

La clasificación es definida en una forma general como la asignación o el ordenamiento de las entidades a clases o grupos, tomando en cuenta las relaciones entre sus atributos (Boesch, 1977; Goodall, 1954); es decir, el agrupamiento de particularidades similares asignadas en clases (Pielou, 1984). Esta división, parece ser la correcta para hacer referencia a dos acciones estrechamente relacionadas: la clasificación, en el sentido de ordenar o clasificar y con ordenación; y la identificación en el sentido de examinar tiene las mismas características o al menos una gran similitud.

Existen numeroso textos en donde emplean el termino clasificación para denominar la ubicación de los individuos en categorías preestablecidas, lo cual usualmente lleva el nombre de asignación o identificación (Rencher, 2002), teniendo de esta manera a la clasificación empleada para los métodos de construir grupos. Sin embargo; las propiedades de la clasificación de una comunidad, responden a un reflejo parcial de estructura y al patrón de pensamiento del ecólogo (Gauch, 1982).

La clasificación puede realizarse de manera cuantitativa (algoritmos), o sólo puede tratarse a las especies como presentes o ausentes. Los métodos de clasificación no deben ser confundidos con otros métodos (métodos de ordenación), ya que en los métodos de ordenación el objetivo principal expresar las relaciones entre entidades (Gauch, 1982; Gauch & Whittaker, 1972).

Richards (1952) clasifica a la vegetación por medio de diagramas de perfil, los cuales sobresalen debido a que muestran la estructura de la vegetación de manera bidimensional, mediante ilustraciones con el diseño real de las formas de vida; estos diagramas fueron llamados perfiles fisonómicos semirrealistas.

Para el año de 1957 sobresale el sistema desarrollado por un botánico canadiense conocido como Dansereau, dicho sistema toma en cuenta seis características de la vegetación (estrato, forma, función, cobertura, forma de vida y textura de las hojas), dichas características son representadas por símbolos (letras y dibujos) que sirven para construir diagramas que muestran la estructura

asociativa en particular, estos diagramas fueron llamados danceroграмas (Dansereau, 1957).

2.4. Ordenación

El termino ordenación se deriva de los primeros intentos de ordenar un grupo de objetos, por ejemplo, en el tiempo o a lo largo de un gradiente ambiental. Posteriormente, se emplea de manera más general y hace referencia a las técnicas multivariadas que organiza una serie de sitios a lo largo de ejes sobre una base de datos, sobre la composición de especies. Como resultado se obtiene un diagrama en el que los sitios están representados por un punto en un espacio bidimensional. El principal objetivo de la ordenación es disponer los puntos de tal modo que los más cercanos correspondan a sitios que son más similares en la composición de especies y los puntos más lejanos corresponden a sitios diferentes en su composición de especies. Esta técnica es de gran utilidad para analizar los componentes abióticos y bióticos que interactúan en los ecosistemas (Pielou, 1984; Ter Braak, 1987).

La ordenación es de gran utilidad para analizar los componentes abióticos y bióticos que interactúan en los ecosistemas, mediante la toma de datos de una comunidad ecológica produciendo un espacio de bajas dimensiones, en el que las especies y las muestras similares estén unidas, el resultado el acomodo de especies y/o muestras (Gauch, 1982).

Uno de los aspectos sobresalientes al momento de utilizar las técnicas de ordenación en los estudios sin ecológicos, es que permiten percatar los factores ambientales con mayor importancia que están influyendo en la modificación o cambio de la estructura, composición y distribución de la vegetación (Austin, 1968; Palmer, 1993).

En México, es poco habitual la ordenación en base a gradientes; sin embargo, cada vez son más empleadas estas técnicas de ordenación, las cuales han tenido una gran aceptación dentro de la ecología (Barrera-Zubiaga et al., 2018).

2.5. Antecedentes de los métodos de ordenación

La ecología de comunidades es considerada como una ciencia relativamente moderna; sin embargo; cabe mencionar que la aplicación de los métodos cuantitativos se han empezado a aplicar desde un tiempo relativamente temprano (McIntosh, 1985).

Desde toda la historia del estudio de la vegetación, han surgido diversos métodos que tratan de explicar la ordenación de las comunidades vegetales. Las primeras técnicas de ordenación de la vegetación fueron utilizadas por Ramensky (1930), dichas técnicas eran empleadas de manera informal. Sin embargo; la utilización de los métodos informales y subjetivos fueron tomando gran importancia a lo largo del tiempo, a tal grado que se generalizaron en la década 1950 (Whittaker, 1967).

Curtis y McIntosh (1951) basados en los trabajos de Anderson (1941) desarrollaron el “índice de continuidad”, el cual más tarde trasfiere a las relaciones conceptuales entre las respuestas de las especies a los gradientes y métodos multivariados. Para el año de 1954, Goodall David William introdujo una propuesta de clasificación de la vegetación mediante análisis estadísticos factoriales, para describir las variaciones en la composición de las comunidades vegetales (Goodall, 1954).

La primera técnica ampliamente utilizada en los métodos de ordenación fue desarrollada por John Roger Bray y J. T. Curtis en el año de 1957 conocida como la ordenación polar (Bray & Curtis, 1957). Orloci (1966) utiliza una ordenación simple para analizar las entidades ecológicas mediante puntos de referencia y mediante técnicas aritméticas, con lo cual se consideran a las técnicas multivariantes como posibles métodos para estudiar problemas ecológicos.

Austin (1968) emplea para evaluar las relaciones entre plantas y su entorno a la correlación canónica, lo cual pudo haber sido el primer ejemplo en donde se emplean los análisis multivariados aplicados directamente a la ecología.

Gauch y Whittaker (1972) realizaron una comparación estadística simulada de ocho técnicas de ordenación; obteniendo como resultados que la técnica de

ordenación de Bray-Curtis, la cual utiliza el coeficiente de comunidad de Sørensen en general es la mas eficiente, caso cntrario con el análisis de componentes principales el cual resulta ser poco eficiente. Con estos resultados se discuten las causas que puedan mejorar las técnicas de ordenación.

En 1973 Hill presento el Análisis de Correspondencias para analizar datos multivariados, su particular fortaleza es que ordena simultáneamente las especies y los rodales. Hill y Gauch (1980) corrigieron algunos detalles encontrados en el Análisis de Correspondencias; dando origen a un nuevo método al cual llamaron análisis de correspondencias sin tendencia; siendo este el más utilizado como técnica indirecta de análisis de gradiente. El software para realizar el análisis de correspondencia sin tendencia es el DECORANA, el cual fue pieza clave para muchos paquetes de software.

En 1975 F. Glenn Goff utiliza los índices alternativos de asociación interespecífica; demostrando de esta manera que las especies más comunes pueden ocupar posiciones más periféricas en una ordenación en comparación con especies raras.

Gauch (1982) escribió su libro Análisis Multivariado en Ecología de Poblaciones, el cual destaca en importancia debido a que describió la ordenación ecológica en términos no técnicos, lo que generó gran prospecto para el profesional no especializado en el tema.

En 1986 fue presentada la teoría de conjuntos difusos por David W. Roberts, la cual es una extensión de la teoría de conjuntos clásica; sin embargo; la teoría de conjuntos difusos establece una base teórica para la ordenación; es decir, se requiere que el investigador plantee una hipótesis de relación ecológica entre la vegetación y el medio ambiente (Roberts, 1986).

Ter Braak (1986) marcó el parteaguas con la mayor evolución en cuanto a los métodos de ordenación con el Análisis de Correspondencia Canónica, el cual es un método multivariado para interpretar las relaciones entre los ensamblajes

biológicos de especies y su entorno. Este método está diseñado para extraer gradientes ambientales resumidos de un conjunto de datos ecológicos.

2.6. Uso de Técnicas multivariadas

Velázquez y Cleef (1993) realizaron una clasificación de la vegetación empleando un análisis de especies de dos vías; teniendo como principal objetivo estudiar las similitudes y diferencias entre las comunidades vegetales de los volcanes Tláloc y pelado y las zonas aledañas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Los resultados obtenidos, es que la composición y distribución de las comunidades vegetales de estas regiones difieren sustancialmente en base a las condiciones ambientales (p. ej. Altitud, tipo de suelo).

Velázquez (1994) empleo la técnica de ordenación mediante el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) y el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA), para estudiar la relación existente entre los factores ambientales y la vegetación de los volcanes Tláloc y Pelado. Dentro de los resultados sobresalientes indican que la altitud y la humedad del suelo son las variables más relevantes.

Vetaas y Chaudhary (1998) evaluaron las relaciones entre las variables ambientales y la composición de especies a diferentes escalas, en un estudio de gradiente cuantitativo en un bosque mixto de *Quercus* sp. del Himalaya central, mediante un Análisis de Correspondencia Canónica; y como resultados principales encontraron que la elevación fue el gradiente que mayor diferencias impuso (2, 000 – 3, 000 msnm), con pérdida por ignición, nitrógeno total y radiación relativa. Como demás resultados, encontraron que los factores como fósforo disponible y cobertura del dosel, fueron más importantes independientemente a la elevación; mientras que el pH y nitrógeno tuvieron menor influencia. Además, contabilizaron una mayor correlación de especies-ambiente en parcelas con mayor tamaño.

González y Sosa (2003) analizaron la composición botánica a lo largo de un gradiente altitudinal (600-2,400 m), en el cañón de santa Elena, perteneciente al desierto Chihuahuense; mediante el agrupamiento de tipos de vegetación y

posteriormente analizarlos mediante técnicas multivariantes, para lo cual se concluye que el principal factor que determina las asociaciones vegetales es el gradiente altitudinal, lo cual resulta de gran utilidad para conocer la distribución espacial y la estructura de la vegetación.

Sánchez-González y López-Mata (2003) realizaron un análisis de la clasificación y ordenación de la vegetación de la sierra nevada del estado de México a través de un gradiente altitudinal, para este estudio se utilizó la técnica de clasificación para el análisis de agrupamiento y para la ordenación de la vegetación se emplearon los análisis de correspondencia rectificado (DCA) y análisis de correspondencia canónica (CCA). Como base del análisis utilizaron el índice de valor de importancia (IVI) como atributo. Como resultados obtenidos reportan seis tipos de vegetación.

Teneb, Cavieres, Parra, y Marticorena (2004) aplicaron técnicas cuantitativas para el análisis de los patrones biogeográficos de la distribución de árboles y arbustos en Chile, definiendo 24 grupos de especies, de los cuales 18 respondieron significativamente a con alguna variable ambiental. Variables como la temperatura media anual, media invernal y media de verano explican mejor el patrón de distribución de estos grupos de especies. Dando como resultados que los grupos de especies de la cordillera de los Andes se correlacionan con la temperatura de invierno.

En Sosa, Galarza, Lebgue, Soto, & Puga (2006) realizaron un estudio en las comunidades vegetales de las áridas del estado de Chihuahua, mediante un análisis multivariado de conglomerados; encontrando como resultados una gran semejanza entre sitios de $r^2=80.93\%$, por lo tanto el grado de confiabilidad fue bueno. Se identificaron 3 grupos compuestos por 2 conglomerados cada uno de ellos. El primer grupo estuvo compuesto por 23 sitios y 9 especies dominantes, mientras que el segundo grupo se integró por 28 sitios y 2 especies dominantes y el tercer grupo estuvo integrado por 58 sitios y 7 especies dominantes.

Mejía Giraldo & Quintero Estrada (2007) emplearon un Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples y un Análisis Multivariado de Varianza para estudiar

la calidad de sitio de los bosques de pino (*Pinus patula*), en dos sitios, el Recreo y la Palma, Colombia. Mediante el análisis de las múltiples variables (perímetro a la altura de la rodilla, ingle, pecho y cabeza); la altura al pecho, es la de mayor importancia, ya que es la altura a la que se encuentra la primera ramificación, recordando la importancia para la comercialización de las trozas.

Acosta, Martínez, Plasencia, Godínez, & Enríquez (2008) realizaron una caracterización de la vegetación presente en la llanura ultramáfica de la Reserva Natural de Maraguán en Camagüey, Cuba. Para dicho trabajo emplearon la técnica multivariante de Componentes Principales (ACP). Encontrando como resultados importantes, que el factor suelo (retención de agua, profundidad) aporta mayor peso en las variaciones de la vegetación. Esta información resulto de gran utilidad para poder diseñar la restauración de esta zona de estudio.

Díaz-Reyes, Granados-Sánchez, Uribe-Gómez, Rodríguez-Trejo, & Granados (2020) ordenaron la vegetación de las sierras y llanuras occidentales del municipio de Catorce, estado de San Luis Potosí; empleando un Análisis de Correspondencia Canónica, para determinar las posibles relaciones en la composición de especies con respecto a gradientes ambientales. Dentro de los principales resultados, encontraron la existencia de diferentes tipos de vegetación (matorral desértico rosetófilo, micrófilo y bosque espinoso) con factores ambientales (porosidad del suelo, pH, K, Ca, Fe y altitud) que mejor explican su distribución.

2.7. Marco de referencia

A continuación de presentan algunos trabajos donde se abordan técnicas de clasificación y ordenación, o ambas; de igual manera estos trabajos abordan los bosques de pinos piñoneros.

Romero-Manzanares & García-Moya (2002) analizaron la estabilidad y elasticidad de la composición florística de los piñonares (*P. cembroides* y *P. johannis*) de las serranías meridionales (Mexquitic, San Luis Potosí, Villa de Arriaga y Villa de Flores) y de la Amapola, San Luis Potosí mediante un análisis florístico apoyado de seis listados e inventarios florísticos regionales y locales.

Encontrando como resultado que los bosques de piñón presentan una estabilidad dentro del intervalo analizado (seis años a nivel regional y doce años a nivel local).

Enríquez, Koch, & González (2003) realizaron una identificación de la vegetación dentro del Parque Nacional Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. Cabe aludir que la importancia de este estudio radica en el uso del enfoque fisonómico y florístico, además de que se hizo una clasificación numérica. Esta investigación reporta una buena lista florística que incluye 406 especies, todas ellas agrupadas en 254 géneros y 75 familias. Aunado a lo anterior cabe incidir que dentro de las asociaciones florísticas agrupadas hay algunas que están dominadas por pinos piñoneros (*P. cembroides*).

En un análisis fenético de la flora de los piñonares del norte y centro de México realizado por Luna-cavazos et al. (2008), dividieron a las comunidades piñoneras en un total de 32; destacaron especies piñoneras como *Pinus cembroides*, *P. johannis*, *P. monophylla*, *P. maximartinezii*, *P. quadrifolia*, *P. culminicola*, *P. lagunae* y *P. nelsonii*; este análisis se realizó mediante índices de semejanza para lo cual se basó en un registro de 438 géneros de plantas vasculares. En este estudio se concluyó que los piñonares se relacionan, en general, por cercanía geográfica y por su localización en una equivalente provincia fisiográfica.

Ríos Carrasco, De Hoogh, & Návar Cháidez (2008) probaron la adaptabilidad de tres especies de piñoneros (*P. cembroides*, *P. nelsonii* y *P. pinceana*) en laderas de la Sierra Madre Oriental en una plantación a 19 años de su establecimiento. Obteniendo una supervivencia del de 50%. Este estudio representa una gran importancia para trabajos de reforestación o restauración de sitios degradados, donde los piñoneros son especies adaptadas a este tipo de ambientes.

Villarreal, Mares, Cornejo, & Capó (2009) realizaron un análisis de similitud florística entre las localidades dominadas por *Pinus pinceana* de la Sierra Madre Oriental. Como resultados encontrados destacan 446 especies distribuidas en 247 géneros y 78 familias, con esto se habla de la gran riqueza florística de los

piñonares. Con base a la clasificación se separó la vegetación en dos subconjuntos: el norte que corresponde a Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí; y el sur que incluye los bosques de piñón presentes en los estados de Hidalgo y Querétaro.

En una evaluación de los cambios en las propiedades del suelo en una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* a 18 años de su establecimiento, Arres et al. (2012) encontraron que los piñoneros generan efectos positivos principalmente en el aporte de materia orgánica y otros elementos esenciales. Este estudio tiene una importancia particular ya que se puede incidir en el establecimiento de otras especies que se ven favorecidas con estos cambios en el suelo.

Romero-Manzanares, Flores-Flores, Luna-Cavazos, & García-Moya (2012) analizaron el efecto de la pendiente y orientación en la flora asociada de pinos piñoneros (*P. cembroides* y *P. johannis*) del centro de México mediante un análisis de correspondencias canónicas (CCA) para relacionar estas variables abióticas con la vegetación de los 40 sitios que se estudiaron. Como resultado se obtuvo que si existen efectos significativos de las variable pendiente y orientación en la composición de especies.

Romero, Luna, & García (2014) estudiaron los factores físicos que influyen en las relaciones florísticas de los piñonares (*P. cembroides* y *P. johannis*) en la Sierra de San Miguelito-Carranco, perteneciente a la Provincia Biogeográfica del Altiplano Sur Zacatecano-Potosino, mediante un análisis de conglomerados entre las 40 unidades de muestreo estudiadas, con el propósito de analizar la semejanza en cuanto a la composición florística. Dando como concusión que las variables abióticas de altitud, temperatura y exposición son las que más influyen en la composición florísticas de los piñonares.

Granados et al., (2015) realizaron una caracterización y ordenación de los bosques piñoneros (*P. cembroides* subsp. *orizabensis*) dentro de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz) empleando un análisis de agrupamiento y uno de correspondencias canónicas para analizar la relación existente entre

factores ambientales y la composición y distribución de especies. Los resultados obtenidos indican que esta especie de piñón se desarrollan en sustratos volcánicos con pH neutro a ligeramente ácido (7-8) y a un intervalo altitudinal de 2 300 a 2 700 m. Los factores edáficos que más influyen en la composición florística son el Ca y N. Cabe destacar que en esta zona *P. cembroides* subsp. *orizabensis* es la especie dominante en todas las asociaciones florísticas.

Rosas, Granados, Granados, & Esparza (2017) hicieron una clasificación y ordenación de los piñonares de Querétaro, México, utilizando un análisis de correspondencias canónicas para relacionar las variables abióticas con la vegetación de las 14 localidades estudiadas; obteniendo como resultados tres especies de piñoneros (*P. cembroides* var. *bicolor* y *P. pincheana*); además concluyen que la composición de la vegetación y los grupos ecológicos son de origen multifactorial, donde la materia orgánica, la pendiente y la altitud son más relevantes en la determinación de su estructura y composición.

Barrera-Zubiaga et al. (2018) caracterizaron cuatro bosques de pino piñonero (*P. cembroides*, *P. cembroides* var. *bicolor* y *P. maximartinezii*) del estado de Zacatecas; mediante un análisis de correspondencia canónica para correlacionar variables ambientales con la distribución florística. Obtuvieron 244 especies con un intervalo de 60 a 80 especies por comunidad. Las variables que más influyen sobre la estructura y composición florística de las comunidades son el pH, la conductividad eléctrica y la textura del suelo.

2.8. Literatura citada

- Acosta, G. Z. G., Martínez, Q. E., Plasencia, F. J., Godínez, C. D., & Enríquez, S. N. (2008). Análisis Multivariado para Diseñar la Restauración de la Llanura Ultramáfica de la Reserva Natural de Maraguán en Camagüey, Cuba. *Polibotánica*, (25), 91–100.
- Anderson, E. (1941). The Technique and Use of Mass Collections in Plant Taxonomy. *Missouri Botanical Garden*, 28(3), 287–292.
- Arres, M. C., Márquez, R. 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: Recursos Genéticos Forestales Unidad Veracruzana*, 14, 29–34.
- Austin, M. P. (1968). An Ordination Study of a Chalk Grassland Community. *The Journal of Ecology*, 56(3), 739. <https://doi.org/10.2307/2258104>
- Ávila-Naranjo, J. A., García-Moya, E., & Reyes-Agüero, J. A. (1992). Registro de *Pinus discolor* Bailey et Hawksworth en la Sierra de Monte Grande, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana*, (20), 9. <https://doi.org/10.21829/abm20.1992.652>
- Ávila, N. J. A., García-Moya, E., & Larque, S. M. U. (1985). Caracterización de los piñoneros (*Pinus* spp) en las seranías meridionales del estado de San Luis Potosí, México. In J. E. F. Lara (Ed.), *Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 160–173). Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Bailey, D. K., & Hawksworth, F. G. (1979). Pinyons of the Chihuahuan Desert Region. *Phytologia*, 44, 129–133.
- Bailey, D. K., & Hawksworth, F. G. (1987). Phytogeography and Taxonomy of Pinyon Pines (subsect. *Cembroides*). In *Memorias del II simposion Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 41–64). Compiladores: Passini, M., Cibrián, T. D. y Eguiluz, T. Universidad Autónoma Cha pingo. Texcoco, Edo. México.

- Bailey, D. K., & Hawksworth, F. G. (1992). Change in Status of *Pinus cembroides* Subsp. *orizabensis* (Pinaceae) from Central Mexico. *Novon*, 2(4), 306–307. <https://doi.org/10.2307/3391483>
- Barrera-Zubiaga, E. J. E., Granados-Sánchez, D., Granados-Victorino, R. L., & Luna-Cavazos, M. (2018). Caracterización de Cuatro Bosques de Pino Piñonero del Estado de Zacatecas, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 24(3), 275–296. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.03.018>
- Boesch, D. F. (1977). Application of numerical classification in ecological investigations of water pollution. *Ecological Res. Ser*, 3-77-033,115.
- Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325–349. <https://doi.org/10.2307/1942268>
- CONAFOR. (2011). *Manual para la producción de árboles de Navidad*. Zapopan, Jalisco. México. 48 p.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. <https://doi.org/10.2307/1931725>
- Dansereau, P. (1957). *Biogeography. An Ecological Perspective*. The Ronald Press, Company New York. 394 p.
- Díaz-Reyes, C., Granados-Sánchez, D., Uribe-Gómez, M., Rodríguez-Trejo, D. A., & Granados, V. R. L. (2020). Ordenación de la vegetación de las sierras y llanuras occidentales municipio de Catorce, San Luis Potosí. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(4), 713–725. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2459>
- Eguiluz, P. T. (1987). Evolución de los Pinos Piñoneros Mexicanos. In *Memorias del II Simposion Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 83–93). Compiladores: Passini, M., Cibrián, T. D. y Eguiluz, T. Universidad Autónoma Cha pingo.

Texcoco, Edo. México.

- Eguiluz, P. T., Niembro, R. A., & Pérez, R. P. . (1985). Estudio Morfológico de Siete Especies de Piñoneros Mexicano. In J. E. L. F. Lara (Ed.), *Memorias del I Simposio Nacional Sobre Pinos PiñonerosI Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 53–68). Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Enríquez, E. E. D., Koch, S. D., & González, E. M. S. (2003). Flora y vegetación de la sierra de órganos, municipio de sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botanica Mexicana*, (64), 45–89.
- Farjon, A. (1996). Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: speciation and palaeo-endemism. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 121(4), 365–384. <https://doi.org/10.1006/bojl.1996.0041>
- Farjon, A. (1999). *Introduction to the conifers*. Blackwel Publishers. Oxford. USA. 172 p.
- Farjon, A., Perez de la Rosa, J. A., & Styles, B. T. (1997). Guía de campo de los Pinos de México y América Central. In *The Royal Botanic Gardens*. Instituto Forestal de Oxford, Universidad de Orford. 159 p.
- Farjon, A., & Styles, B. T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica Monograph* 75. The New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York.
- Favela, L. S. (2004). *Taxonomy and genetic variation of pinyon pines (Pinus subsection Cembroides) in the Northeast of Mexico*. Tesis (Dr.). University of Edinburgh. Reino Unido.
- Flores, A., Velasco-García, M. V., Muñoz-Gutiérrez, L., Martínez-Trinidad, T., Gómez-Cárdenas, M., & Román-Castillo, C. (2018). ESPECIES ARBÓREAS PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD EN ZONAS URBANAS. *Mitigación Del Daño Ambiental Agroalimentario y Forestal de México*, 4(5), 136–151.
- Fonseca, J. R. M. (2003). *De piñas y piñones*. Facultad de Ciencias. Universidad

Nacional Autónoma de México.

- Gauch, H. G. J. (1982). *Multivariate Analysis and Community Structure*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gauch, H. G. J., & Whittaker, R. H. (1972). Comparison of Ordination Techniques. *Ecology*, 53(5), 868–875.
- Gernandt, D. S., Liston, A., & Piñero, D. (2003). Phylogenetics of Pinus Subsections Cembroides and Nelsoniae Inferred from cpDNA Sequences. *Systematic Botany*, 28(4), 657–673. <https://doi.org/10.1043/02-63.1>
- González-Ávalos, J., García-Moya, E., Vargas-Hernández, J. J., Trinidad-Santos, A., Romero-Manzanarez, A., & Cetina-Alcalá, V. M. (2006). Evaluación de la Producción y Análisis de Conos y Semillas de Pinus cembroides Zucc. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 12(2), 133–138.
- González, P. A., & Sosa, C. M. (2003). Análisis de la vegetación del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena (desierto chihuahuense, México) utilizado Modelos Digitales de Elevación. *Ecosistemas*, 12(2), 1–6.
- Goodall, D. W. (1954). Objective methods for the classification of vegetation. *Australian Journal of Botany*, 2(3), 304–324. <https://doi.org/10.1071/BT9530039>
- Granados, V. 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 y Bosques*, 21(2), 23–42. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.212443>
- Hernández-Reyna, A., & García-Moya, E. (1985). Análisis estructural de los piñonares del altiplano potosino. *Agrociencia*, (62), 7–20.
- Hernández, M. M. M., Islas, G. J., & Guerra, de la C. V. (2011). Márgenes de comercialización del piñón (Pinus cembroides subsp. orizabensis) en

- Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 265–279.
- Hill, M. O., & Gauch, H. G. J. (1980). Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. *Vegetatio*, 42, 47–58. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9197-2_7
- Lanner, R. M. (1990). Biology, Taxonomy, Evolution, and Geography of Stone Pines of the World. In *Proceedings-Symposium on Whitebark Pine Ecosystems: Ecology and Management of a High-Mountain Resource* (pp. 14–24). Compiladores: Schmidt, W. C. , Leader, McDonald, K. J.
- Luna-cavazos, M., Romero-Manzanarez, A., & García-Moya, E. (2008). Afinidades en la flora genérica de piñonares del norte y centro de México : un análisis fenético. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 79(January 2014), 449–458. <https://doi.org/10.7550/rmb.5447>
- Malusa, J. (1992). Phylogeny and Biogeography of the Pinyon Pines (Pinus Subsect. Cembroides). *Systematic Botany*, 17(1), 42. <https://doi.org/10.2307/2419064>
- Martínez, M. (1948). *Los Pinos Mexicanos* (2nd ed.). Ediciones Botas. México, D. F. 368 p.
- McIntosh, R. P. (1985). The background of ecology: concept and theory. *Journal of Ecology*, 75(1), 281–283. <https://doi.org/10.2307/2260555>
- Mejía Giraldo, L. M., & Quintero Estrada, L. G. (2007). Aplicación de Análisis Multivariado pra el Estudio de Calidad de Sitio de los Bosques de Pino Pátula (Pinus patula) en las Fincas del Recreo y la Palma en el Departamento de Caldas. *Sophia*, (3), 69–80.
- Mohedano-Caballero, L., Cetina-Alcalá, V. M., Vera-Castillo, G., & Ferrera-Ferrato, R. (1999). Micorrización y poda aérea en la calidad de planta de pino piñonero en invernadero. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 5(2), 141–148.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0029-0>
- Orloci, L. (1966). Geometric Models in Ecology: I. The Theory and Application of Some Ordination Methods. *Journal of Ecology*, 54(1), 193–215.
- Palmer, M. W. (1993). Putting Things in even Better Order: the Advantages of Canonical Correspondence Analysis. *Ecology*, 74(8), 2215–2230.
- Passini, M. F. (1993). Les Pins Mexicains de la Sous-Section Cembroides Engelm.: Distribution, Cycle et Phénologie, Pollen. *Actes Du Colloque International de Phytogéographie Tropicale*, 244–249.
- Passini, M. F. (1994). Synonymie entre *Pinus discolor* Bailey & Hawksworth et *Pinus johannis* M.-F. Robert. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, 141(3), 387–388. <https://doi.org/10.1080/12538078.1994.10515172>
- Perry, J. P. (1991). *The Pines of Mexico and Central American* (T. P. Portland, Ed.). Oregon. 231 p.
- Pielou, E. C. (1984). *The Interpretation of Ecological Data: A Primer on Classification and Ordination*. John Wiley & Sons. New York. 261 p.
- Price, R. A., Liston, A., & Straus, S. H. (1998). Phylogeny and systematics of *Pinus*. In D. M. Richardson (Ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus* (pp. 49–69). Cambridge University Press, USA.
- Ramensky, L. G. (1930). Zur Methodik der vergleichenden Bearbeitung und Ordnung von Pflanzenlisten und anderen Objekten, die durch mehrere, verschiedenartig wirkende Faktoren bestimmt werden. *Beitr. Biol. Pl*, 18, 269–304.
- Rencher, A. C. (2002). Methods of Multivariate Analysis. In *ohn Wiley & Sons, Inc.* (Second Edi). <https://doi.org/10.1080/07408170500232784>
- Reyes-Carrera, S. A., Méndez-González, J., Nájera-Luna, J. A., & Cerano-

- Paredes, J. (2013). PRODUCCIÓN DE HOJARASCA EN UN RODAL DE *Pinus cembroides* Zucc. EN ARTEAGA, COAHUILA, MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES CLIMÁTICAS. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XIX(1), 147–155. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.01.006>
- Richards, P. W. (1952). *The Tropical Rain Forest. An Ecological Study*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Richardson, D. M. (1998). *Ecology and biogeography of Pinus* (Cambridge). Cambridge University Press, USA.
- Ríos, C. E. D. L., De Hoogh, R., & Návar, C. J. J. (2008). Ensayos de especies con pinos piñoneros en el nordeste de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 14(2), 97–104.
- Robert, M.-F. (1978). Un nouveau pin pignon Mexicain: *Pinus johanni* M.-F. Robert. *Andansoniana*, 18(3), 365–373.
- Roberts, D. W. (1986). Ordination on the basis of fuzzy set theory. *Vegetatio*, 66, 123–131. <https://doi.org/10.1007/BF00039905>
- Romero-Manzanares, A., Flores-Flores, J. L., Luna-Cavazos, M., & García-Moya, E. (2012). Effect of slope and aspect on the associated flora of pinyon pines in central Mexico. *Southwestern Naturalist*, 57(4), 452–456. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-57.4.452>
- Romero-Manzanares, A., & García-Moya, E. (2002). Estabilidad y elasticidad de la composición florística de los piñonares de san luis potosi, México. *Agrocencia*, 36(2), 243–254.
- Romero-Manzanares, A., García-Moya, E., & Marie-Françoise, P. (1996). *Pinus cembroides* s. l. y *Pinus johannis* del Altiplano Mexicano: una síntesis. *Acta Botanica Gallica*, 143(7), 681–693. <https://doi.org/10.1080/12538078.1996.10515368>
- 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. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i2.10506>
- Rosas, C. M., Granados, S. D., Granados, V. R. L., & Esparza, G. S. (2017). Clasificación y ordenación de bosques de pino piñonero del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(33), 52–73. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i33.90>
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. D. F. 432 p.
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos en México. *Madera Bosques*, 14(1), 107–120. <https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>
- Sánchez-González, A., & López-Mata, L. (2003). Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales Del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74(1):, 74(1), 47–71.
- Sánchez-Tamayo, V., Mendizábal-Hernández, L. del C., & Robolledo-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-Tamayo, V., Nieto, P. M. de L., & Mendizábal-Hernández, L. del C. (2005). Producción de semillas de *pinus cembroides* subsp. *orizabensis* d.k. Bailey de Altzayanca, Tlaxcala, México. *Foresta Veracruzana*, 7(1), 15–20.
- Shaw, G. R. (1909). *The Pines of Mexico*. Publications of the Arnold Arboretum No. 1. 30p.
- Sosa, M., Galarza, J. L., Lebgue, T., Soto, R., & Puga, S. (2006). Clasificación De Las Comunidades Vegetales En La Región Árida Del Estado De Chihuahua, Mexico. *Ecología Aplicada*, 5(1–2), 53. <https://doi.org/10.21704/rea.v5i1-2.317>

- Teneb, E. A., Cavieres, L. A., Parra, M. J., & Marticorena, A. (2004). Patrones geográficos de distribución de árboles y arbustos en la zona de transición climática mediterráneo- templada de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 51–71. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2004000100006>
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- Ter Braak, C. J. F. (1987). Ordination. In R. H. G. Jongman, C. J. F. Ter Braak, & O. F. R. Van Tongeren (Eds.), *Data Analysis in Community and Landscape Ecology* (pp. 91–173). Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Tomback, D. F. (1998). Clark's Nutcracker (*Nucifraga columbiana*). In A. F. Poole & F. B. Gill (Eds.), *The Birds of North America* (pp. 1–24). <https://doi.org/10.2173/bow.clanut.01>
- Tropicos. (2021). Missouri Botanical Garden. Retrieved March 11, 2021, from <http://www.tropicos.org>
- Ugalde-Lezama, S., Tarango-Arámbula, L. A., Ramírez-Valverde, G., Equihua-Martínez, A., & Valdez-Hernández, J. I. (2011). COEXISTENCIA TRÓFICA DE AVES CARPINTERAS (Picidae) EN UN BOSQUE DE *Pinus cembroides* (Zucc.) DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA PEÑA ALTA, SAN DIEGO DE LA UNIÓN, GUANAJUATO. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVII(3), 361–377. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.128>
- Velázquez, A. (1994). Multivariate analysis of the vegetation of the volcanoes Tláloc and Pelado, México. *Journal of Vegetation Science*, 5, 263–270.
- Velázquez, A., & Cleef, A. M. (1993). The plant communities of the volcanoes “Tláloc” and “Pelado”, Mexico. *Phytocoenologia*, 22(2), 145–191. <https://doi.org/10.1127/phyto/22/1993/145>
- Vetaas, O. R., & Chaudhary, R. P. (1998). Scale and species-environment

- relationships in a central Himalayan oak forest, Nepal. *Plant Ecology*, 134(1), 67–76. <https://doi.org/10.1023/A:1009768122692>
- Villarreal-Quintanilla, J. Á., Mares-Arreola, O., Cornejo-Oviedo, E., & Capó-Arteaga, M. A. (2009). Estudio florístico de los piñonares de Pinus pincena Gordon. *Acta Botanica Mexicana*, 124(89), 87. <https://doi.org/10.21829/abm89.2009.308>
- Wheeler, A. G., & Rakitov, R. A. (2009). Pinyon pines as host plants of three proconiine leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 111(2), 515–526. <https://doi.org/10.4289/0013-8797-111.2.515>
- Whittaker, R. H. (1967). Gradient analysis of vegetation. *Biological Reviews*, 42(2), 207–264. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.1967.tb01419.x>
- Wiggins, D. A. (2005). *Pinyon Jay (Gymnorhinus cyanocephalus): A Technical Conservation Assessment*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region.
- Zamora, M. M. C. (2015). Producción de árboles de Navidad. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(32), 4–6.
- Zavarin, E. (1987). Taxonomy of pinyon pines. In *II simposion Nacional Sobre Pinos Piñoneros* (pp. 29–40). Aug. 6-8, 1987, eds, M. F. Passini, D. C. Tovar, and T. E. Piedra. México City, México.
- Zavarin, E., & Snajberk, K. (1980). Oleoresins of pinyons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(4), 829–834. <https://doi.org/10.1021/jf60230a050>

CAPÍTULO III: ARTÍCULO CIENTÍFICO

**CARACTERIZACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN DE LOS
BOSQUES PIÑONEROS DEL ESTADO DE SAN LUIS
POTOSÍ³**

**CHARACTERIZATION, CLASSIFICATION AND ORDINATION
OF THE PINYON FORESTS OF THE STATE OF SAN LUIS
POTOSÍ.**

Joaquín Parra-Álvarez¹, Diódoro Granados-Sánchez*¹, Ro Linx Granados-Victorino²,
Antonio Villanueva-Morales¹

Resumen

Las comunidades dominadas por los pinos piñoneros albergan una gran riqueza florística con una fisonomía única y compleja, debido a que forman un ecotono entre las zonas áridas y templadas del centro y norte de México. El presente estudio se llevó a cabo en nueve localidades con el objetivo de describir los atributos florístico-estructurales que distinguen las comunidades dominadas por pinos piñoneros del estado de San Luis Potosí y determinar la influencia de los factores ambientales sobre las diferentes asociaciones; para lo cual se registró la flora de cada localidad. La vegetación arbórea se analizó cuantitativamente mediante el método de cuadrantes centrados en un punto. Se hicieron perfiles semirrealistas y danserogramas para cada localidad. Los grupos resultantes de un análisis de agrupamiento se ordenaron con los factores ambientales mediante un análisis de correspondencia canónica. La riqueza florística fue de 597 especies con presencia de *P. cembroides* Zucc., *P. pinceana* Gordon & Glend., *P. nelsonii* Shaw., *P. discolor* D.K. Bailey & Hawksw. y *P. johannis* Rob.-Pase., mismos que junto a *Juniperus flaccida* Schltldl., *Yucca* spp. L. y *Quercus* spp. L. forman diferentes asociaciones, cada uno con diferente grado de similitud florística. La ordenación, indica que las variables que influyen sobre la composición florística son de origen multifactorial; los más relevantes son la altitud, pendiente, así como pH, materia orgánica y Ca del suelo.

Palabras clave: Análisis multivariado, asociaciones vegetales, composición florística, estructura fisonómica, factores ambientales, comunidad vegetal.

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, México. Km 38.5. carretera México- Texcoco. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Edo. México, México.

²Departamento de Preparatoria Agrícola, Área de Biología, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5. carretera México- Texcoco. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Edo. México, México.

*Autor para correspondencia; E-mail: didorog@hotmail.com

³ Artículo enviado a la Revista Mexicana de Ciencias Forestales

Abstract

The communities dominated by the pinyon pines harbor a great floristic richness with a unique and complex physiognomy, this because they form an ecotone between the arid and temperate zones of central and northern Mexico. The present study was carried out in nine localities of the state of San Luis Potosí, Mexico, with the objective of describing the floristic-structural attributes that distinguish the communities dominated by pinyon pines and determine the influence of the environmental factors on the different associations; for which the flora of each locality was recorded. The arboreal vegetation was quantitatively analyzed using the point-centered quadrants method. Semi-realistic profiles and danserograms were constructed for each locality. The resulting groups from a clustering analysis were ordered with the environmental factors through a canonical correspondence analysis. The floristic richness consisted of 597 species with the presence of *P. cembroides* Zucc., *P. pinceana* Gordon & Glend., *P. nelsonii* Shaw., *P. discolor* D.K. Bailey & Hawksw. and *P. johannis* Rob.-Pase., which in conjunction *Juniperus flaccida* Schltdl., *Yucca* spp. L. and *Quercus* spp. L. form different associations, each with a different degree of floristic similarity. The ordination indicates that the variables that influence the floristic composition are of a multifactorial origin; the most relevant are the altitude, slope, as well as the pH, organic matter, and Ca of the soil.

Keywords: Multivariate analysis, plant associations, floristic composition, physiognomic structure, environmental factors, plant community.

Introducción

México es considerado como el centro secundario de diversificación del género *Pinus* L., del cual se estima que existen 46 especies distribuidas en todo el país y contiene la mayor riqueza de la subsección Cembroides, ya que alberga a 12 de las 16 especies de pinos piñoneros existentes, de los cuales 10 son considerados endémicos (Gernandt y Pérez-De La Rosa, 2014; Sánchez-González, 2008). Los bosques dominados por los pinos piñoneros, tienen una distribución aislada, esto se debe a que las zonas áridas funcionaron como un refugio para estas plantas en el periodo del pleistoceno, y al aumentar las condiciones de aridez, quedaron contenidas en islas virtuales generalmente en serranías y cañadas, y en particular en las llanuras intermontañas por arriba de los 2000 m de altitud (Lanner y Van Devender, 1981)

Estos bosques se han estudiado en diferentes regiones del país; y para entender su compleja estructura, se han utilizado caracterizaciones florísticas y fisonómicas, así como técnicas de análisis multivariados (Granados *et al.*, 2015; Hernández-Reyna y García-Moya, 1985; Romero *et al.*, 2014; Rosas *et al.*, 2017). El uso de estos métodos permite detectar las variables ambientales que mejor determinan la composición florística y estructura de los piñonares.

Los bosques piñoneros brindan gran variedad de servicios ambientales (Reyes-Carrera *et al.*, 2013) y son esenciales en la economía local mediante la producción piñón, leña, etc. Sin embargo, son ecosistemas poco estudiados por el ámbito forestal, ya que son considerados como recurso no maderable; lo que trae como consecuencia que sean altamente vulnerables (Hernández *et al.*, 2011). Esto resalta la necesidad de generar información que permita conocer los factores ambientales que influyen en la composición y estructura de la vegetación, que sirvan como base para elaborar planes de manejo para un aprovechamiento más sustentable (Romero *et al.*, 2014). Los diferentes taxa de plantas que componen un ecosistema específico, tienen dimensiones muy

diversas y habitualmente ocupan sitios determinados en respuesta a cambios ambientales o a perturbaciones inducidas por el hombre (Remmert, 1991). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo consistió en describir los atributos florístico-estructurales que distinguen las comunidades dominadas por pinos piñoneros del estado de San Luis Potosí y determinar la influencia de los factores ambientales sobre las diferentes asociaciones.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El área de estudio incluyó nueve localidades de bosque piñonero de distintos municipios del estado de San Luis Potosí; las cuales fueron: El Realejo y Guadalcázar, mpio. de Guadalcázar; Salitrería y el Ranchito, mpio. de Villa de Zaragoza; San José de Coronados, mpio. de Catorce; Calderón, mpio. de Villa de Reyes; Picacho de Lajas, mpio. de Charcas; ejido Guadalupe Victoria y la Cruz, mpio. de Mexquitic de Carmona y La Amapola, mpio. de San Luis Potosí (Figura 1).

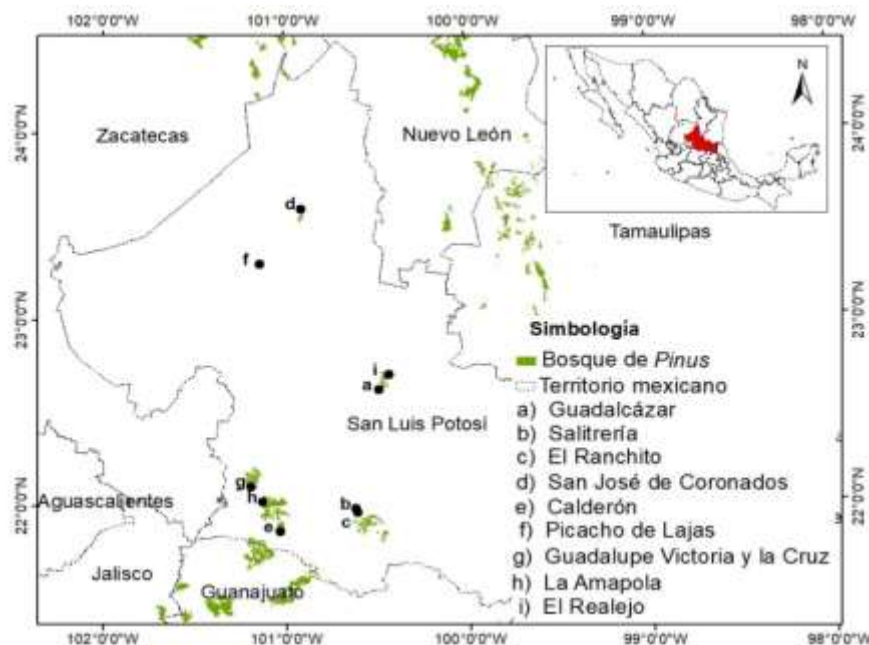


Figura 1. Localidades de estudio basadas en la distribución de bosques de Pino en el territorio mexicano (Datos obtenidos de INEGI, 2021).

Composición florística

El listado florístico se elaboró a partir de listados citados en los trabajos de Reyes-Agüero *et al.* (1996), Granados-Sánchez y Sánchez-González (2003), González *et al.* (2007), Villarreal-Quintanilla *et al.* (2009), Giménez y González (2011), Romero *et al.* (2014), Torres-Colín *et al.* (2017), De-Nova *et al.* (2018), Suzán y Galarza (1987) y Hernández-Reyna y García-Moya (1985); así como con recolectas estacionales de septiembre de 2019 a marzo de 2021 realizadas mediante el método de barrido. Los especímenes que no se pudieron identificar *in situ* se recolectaron y posteriormente se identificaron en el Herbario CHAP de la División de Ciencias Forestales y en el Herbario JES de Preparatoria Agrícola. La nomenclatura utilizada para las especies determinadas se basó en la sugerida por el sitio web del "Missouri Botanical Garden" (Tropicos, 2021).

Caracterización estructural de la vegetación

En cada localidad se tomaron 10 puntos seleccionados completamente al azar, con una distancia entre sí de por lo menos 20 m en cada punto se empleó el método de Cuadrantes Centrados en un Punto (Cottam y Curtis, 1956). Se tomaron en cuenta sólo especies con forma de vida arbórea con diámetro normal mayor a 10 cm y en algunos casos se midieron y sumaron tallos múltiples. Con los datos obtenidos se estimaron los valores relativos de frecuencia, dominancia y densidad de las especies arbóreas, estos valores se combinaron en el Valor de Importancia Relativa (VIR) (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974) y se definieron las especies más representativas y las asociaciones de cada localidad. El arreglo de cada comunidad, se representó mediante perfiles fisonómicos semirrealistas (Richards, 1952) y danserogramas (Dansereau, 1957) (Figura 2).

Composición edáfica

Se realizó un promedio de cinco muestras compuestas de suelo recolectadas en cada sitio de los primeros 10 cm tras remover la hojarasca. Las muestras de

aproximadamente un kilogramo fueron llevadas al Laboratorio Central Universitario del Departamento de Suelos de Universidad Autónoma Chapingo para su análisis. A cada una de ellas se le determinaron las siguientes variables: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K), Nitrógeno inorgánico (N), Fosforo (P), pH, Materia Orgánica (M. O.) y Textura.

1. Forma biológica		2. Tamaño	3. Función
T	 árboles	t alto (T: Mínimo 25 m) (F: 2-8 m) (H: mínimo 2 m)	d  caducifolio
F	 arbustos		s  semicaducifolio
H	 hierbas	m mediano (T: 10-25 m) (F, H: 0.5-2 m) (M: mínimo 10 cm)	e  perenne
M	 briofitas		j  perenne o suculenta o perenne sin hojas
E	 epífitas	I bajo (T: 8-10 m) (F, H: 50 cm máximo) (M: 10 cm máximo)	
L	 lianas		
4. Forma y tamaño de la hoja		5. Textura de la hoja	6. Cobertura
n	 acicular o espina	f  pelicular (delgada)	b inexistente o muy escasa
g	 de gramínea	z  membranosa	i discontinua
a	 mediana o pequeña	x  esclerófila	p manchones o en grupos
h	 ancha	k  suculenta o fungoide	c continua
v	 compuesta		
q	 taloide		

Figura 2. Simbología para la descripción estructural de la comunidad propuestos por Dansereau, 1957 (modificado de Valenzuela y Granados, 2009).

Análisis estadístico multivariado

La vegetación se clasificó mediante un análisis de agrupamiento, con atributos binarios (presencia-ausencia) de las especies que componen cada localidad. Los grupos se definieron utilizando el Índice de similitud de Jaccard como medida de

distancia y como algoritmo de unión el promedio entre grupos (UPGMA), con un nivel de corte del 0.30. La clasificación se realizó con el software PAST, versión 3.24 (Hammer *et al.*, 2001).

La ordenación de la vegetación se realizó mediante un Análisis de Correspondencias Canónicas (CCA), este tipo de análisis permite relacionar directamente la composición florística con el gradiente de las variables ambientales (Sánchez-González y López-Mata, 2003). Los componentes que se correlacionaron fueron: la riqueza florística, las localidades y las variables ambientales registradas para cada localidad (suelo, altitud y pendiente). Este análisis se realizó con el software CANOCO, versión 4.56 (Ter Braak y Smilauer, 1998).

Resultados y discusión

Estructura y composición florística

Las nueve localidades con bosque de pino piñonero analizadas, suman una riqueza florística total de 597 especies, agrupadas en 272 géneros y 82 familias (Apéndice 1); con un índice de diversidad de Simpson alto (0.99) en comparación al reportado por González *et. al*, 2017 en un estudio sobre la composición florística de un matorral desertícola. Las familias más representativas son Poaceae, Asteraceae, Cactaceae, Fabaceae, Asparagaceae, Fagaceae y Lamiaceae. A continuación, se describen las características generales de cada una de las localidades:

Guadalcázar: El bosque de pino piñonero de este municipio se localiza en las coordenadas 22°37'01.8" N y 100°29'20.8" O y a una altitud de 1600 m a 1774 m con exposición Noroeste; presenta en su gran mayoría suelos calcáreos, donde el contenido de materia orgánica es escaso. Este bosque presentó la mayor densidad de árboles con 902 individuos por hectárea, dado que se trata de un bosque relativamente joven. Se presentó una asociación de *Pinus pinceana* y *Yucca potosina* Rzed.; este pino está restringido principalmente a las partes bajas

de cañadas y en rodales muy pequeños como lo menciona Villarreal-Quintanilla *et al.* (2009), donde las condiciones de humedad son distintas. Estas especies junto con *Rhus virens* Lindh. ex A. Gray y *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth forman el estrato arbóreo bajo, con una altura promedio de 3.3 ± 1.8 m. en el estrato arbustivo las especies más representativas fueron *Agave striata* Zucc., *Dermatophyllum secundiflorum* (Ortega) Gandhi & Reveal y *Forestiera reticulata* Torr (Figura 3). Este sitio presentó la mayor riqueza florística con 363 especies de 205 géneros y 71 familias. González-Elizondo *et al.* (2011) mencionan que las especies que presentan una distribución restringida pueden contener diferencias genéticas marcadas que resultan significativas para su conservación; lo cual es sobresaliente para manejar la especie de *P. pinceana*.

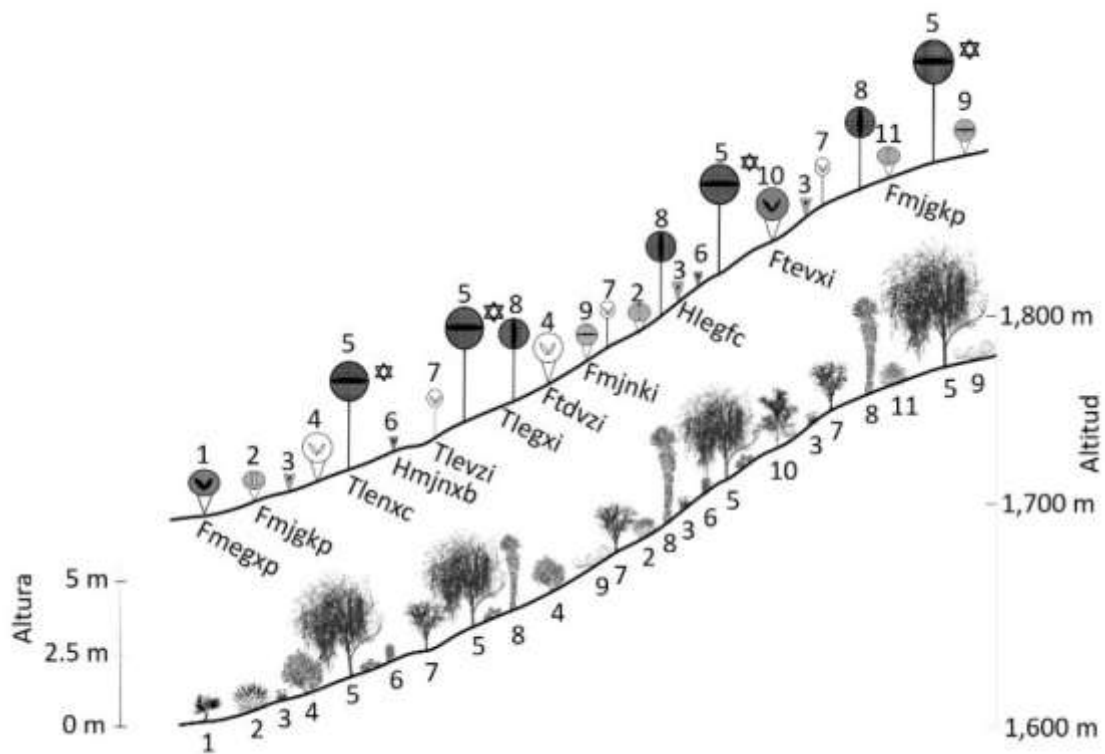


Figura 3. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Guadalcázar. Especies: 1. *Brahea decumbens*; 2. *Agave lechuguilla*; 3. *Muhlenbergia gracilis*; 4. *Dermatophyllum secundiflorum*; 5. *Pinus pinceana*; 6.

Echinocactus platyacanthus; 7. *Tecoma stans*; 8. *Yucca potosina*; 9. *Opuntia rastrera*; 10. *Rhus virens* y 11. *Agave striata*.

El Realejo: es una localidad perteneciente al municipio de Guadalcázar. En esta localidad se identificó una riqueza florística de 181 especies divididas en 119 géneros y 46 familias, con una densidad de 863 individuos·ha⁻¹. Sobre la serranía de esta localidad se desarrollan bosques dominados por *Pinus nelsonii* ubicados a 22°41'49" N y 100°25'43" O y a un rango altitudinal que va de los 2000 a 2158 m. *Pinus nelsonii* se desarrollan en cañadas, donde las condiciones de climatológicas le son más favorables; este pino piñonero tiene una gran importancia por su estatus de peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059 y por su restringida distribución (SEMARNAT, 2010; Suzán-Azpiri *et al.*, 2002). Este pino junto con *Yucca potosina* forma parte del estrato arbóreo, con una altura de 4 ± 1.8 m en promedio, en asociación con *Quercus crassifolia* Trel. y *Arbutus xalapensis* Kunth. Por otro lado, las especies más representativas del estrato arbustivo son *Tecoma stans* y *Rhus virens* son las especies más frecuentes (Figura 4). La comunidad presenta una regeneración casi nula como consecuencia de los constantes disturbios generados por la ganadería, a pesar de que se desarrolla en zonas de difícil acceso. Existen reportes de que *P. nelsonii* se distribuye además en algunos sitios de Tamaulipas y Nuevo León (Suzán-Azpiri *et al.*, 2002), por lo que resulta importante y necesario poder establecer áreas que permitan aumentar la supervivencia de los juveniles y por ende su conservación.

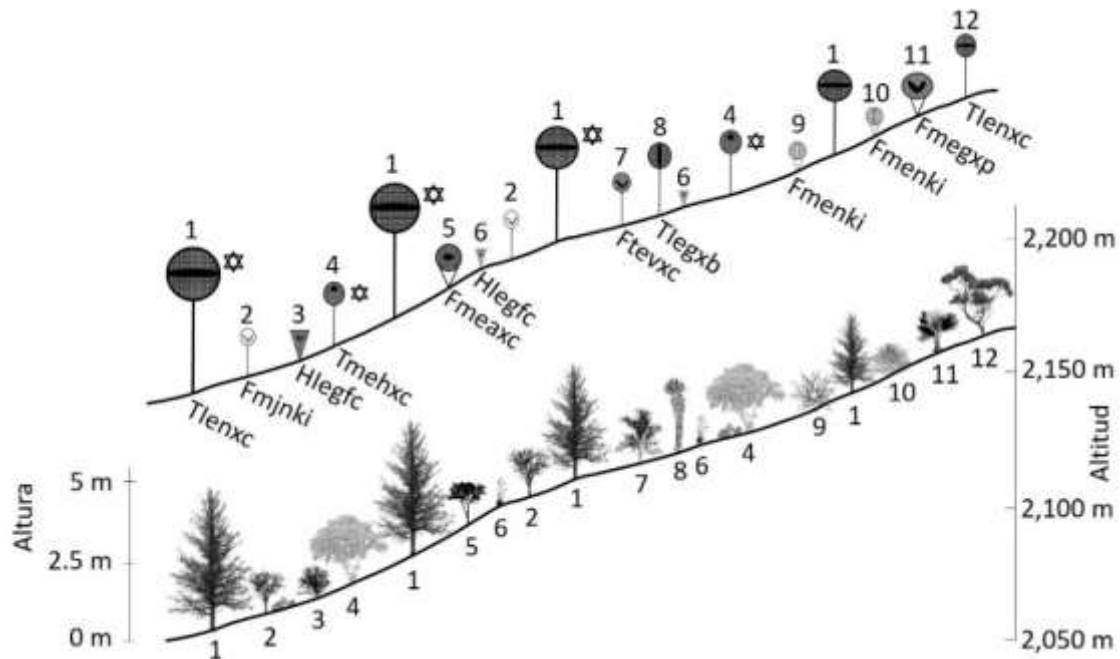


Figura 4. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de El Realejo. Especies: 1. *Pinus nelsonii*; 2. *Tecoma stans*; 3. *Jatropha dioica*; 4. *Quercus crassifolia*; 5. *Arbutus xalapensis*; 6. *Bouteloua scorpioides*; 7. *Sophora secundiflora*; 8. *Yucca potosina*; 9. *Agave salmiana*; 10. *Agave striata*; 11. *Brahea decumbens* y 12. *Juniperus monticola*.

Salitrería: En Salitrería, municipio de Zaragoza, la flora incluye 213 especies, 128 géneros y 48 familias; y una densidad de especies con hábito arbóreo de 402 individuos·ha⁻¹. Para el estrato arbóreo, la comunidad vegetal presentó una asociación de Piñón-Encino; siendo *P. cembroides* el que presentó mayor VIR debido a su densidad y área basal. El estrato arbóreo compuesto por *Juniperus flaccida* Schltdl. y *Quercus* spp. como especies acompañantes mide en promedio 5 ± 1.8 m; la especie emergente es *P. cembroides* alcanzando altura de hasta 7 m. Por otra parte, el estrato arbustivo lo conforma *Arbutus xalapensis* Kunth y *Sophora secundiflora* (Ortega) Lag. ex DC., que no sobrepasan los 3 m (Figura 5). Estos bosques piñoneros se localizan en las coordenadas geográficas 21°58'48.5" N y 100°37'09.4" O, con un rango altitudinal de 1987 m a 2038 m y una exposición Sureste.

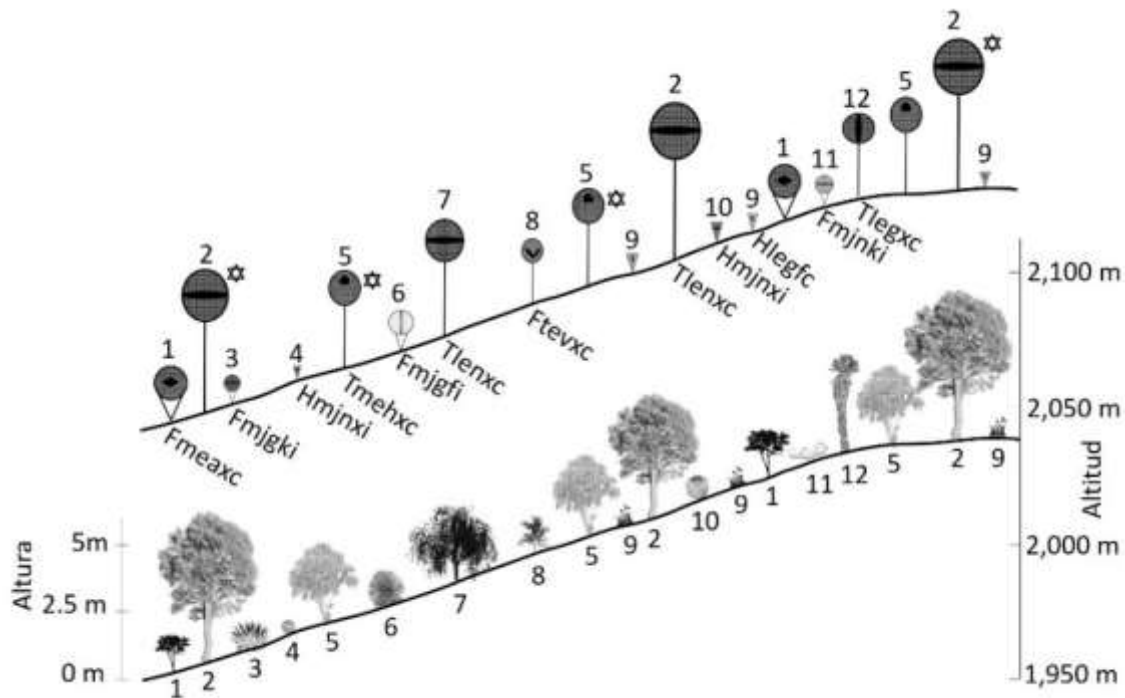


Figura 5. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Salitrería. Especies: 1. *Arbutus xalapensis*; 2. *Pinus cembroides*; 3. *Agave lechuguilla*; 4. *Ferocactus histrix*; 5. *Quercus crassifolia*; 6. *Dasyllirion acrotrichum*; 7. *Juniperus flaccida*; 8. *Sophora secundiflora*; 9. *Muhlenbergia gracilis*; 10. *Echinocactus platyacanthus* y 11. *Opuntia rastrera*.

El Ranchito: Los bosques piñoneros de la localidad de El Ranchito, Villa de Zaragoza se localizan en las coordenadas 21°57'27.6" N y 100°37'44.4" O, a un rango altitudinal de 2122 m a 2500 m. La vegetación arbórea se compone de *Juniperus flaccida*, *Quercus rugosa* Née y *P. cembroides*; siendo esta última la más importante para la comunidad. Estas especies en conjunto forman un dosel denso de 6 a 7 m de altura, mientras que el estrato arbustivo conformado por *Quercus depressipes* Trel., *Q. deserticola* Trel., *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dyck y *Dasyllirion cedrosanum* Trel., no sobrepasan los 3 m (Figura 6). Este sitio al ubicarse en una exposición Noroeste cuenta con una mayor humedad y mayor cantidad de materia orgánica debido a la presencia de varias especies de encinos ya que sus hojas tardan menos tiempo en degradarse en comparación con las

hojas del piñón (Rocha-Loredo y Ramírez-Marcial, 2009); es un sitio con alta presencia de rocas, en las cuales se desarrollan varias especies rupícolas (Guevara *et. al*, 2005) como producto de la alta humedad que se presenta. Por lo tanto, alberga diferentes especies de la familia Crassulaceae, de musgos, helechos y líquenes; así como una gran presencia de heno (*Tillandsia* spp.), el cual proporciona humedad al suelo reteniendo la humedad ambiental. Se trata de un bosque con tallos de mayor dimensión, lo cual indica la edad avanzada del bosque (Van der Maarel y Franklin, 2013), por lo que la densidad arbórea y arbustiva es relativamente baja con 440 individuos por hectárea; y una riqueza florística con 284 especies de 174 géneros y 68 familias. Sin embargo, el área del bosque piñonero está disminuyendo por la actividad minera.

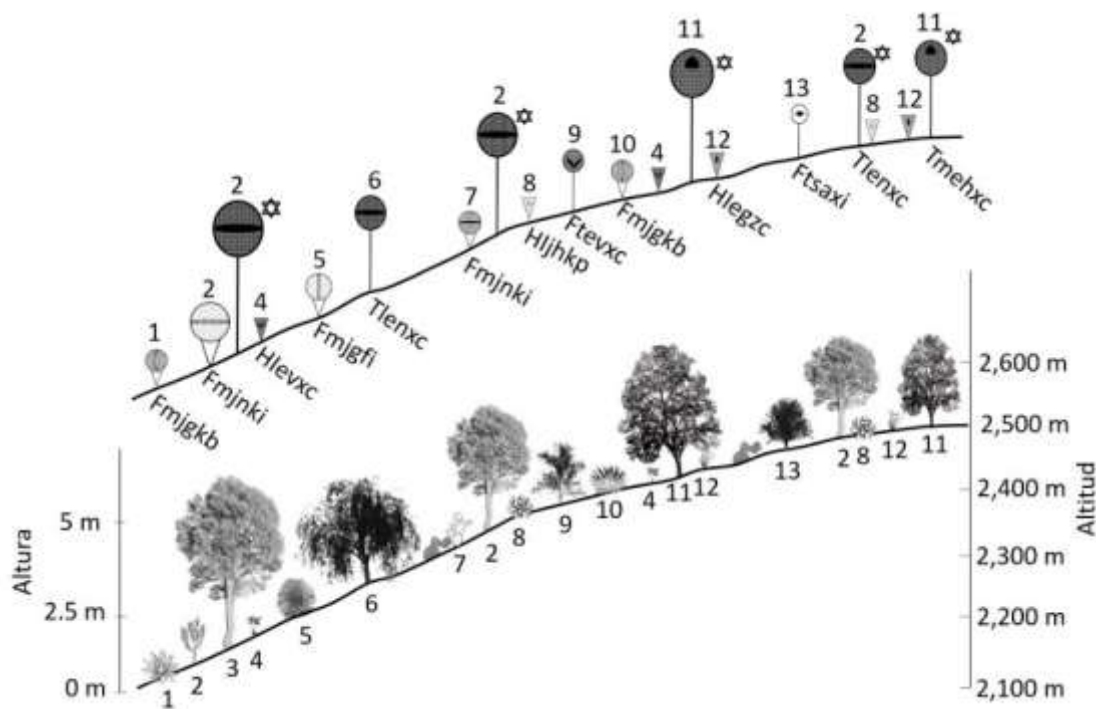


Figura 6. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de El Ranchito. Especies: 1. *Agave salmiana*; 2. *Myrtillocactus geometrizans*; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Notholaena candida*; 5. *Dasylirion acrotrichum*; 6. *Juniperus flaccida*; 7. *Opuntia robusta*; 8. *Echeveria humilis*; 9. *Sophora*

secundiflora; 10. *Agave lechuguilla*; 11. *Quercus rugosa*; 12. *Muhlenbergia microsperma* y 13. *Quercus deserticola*.

San José de Coronados: Esta localidad se encuentra dentro de la sierra de Catorce y sus boques piñoneros se localizan en las coordenadas 23°35'20.7" N y 100°54'30.5" O, con altitud de 1750 m a 2335 m y se desarrolla sobre una pendiente pronunciada con suelo pedregoso; sin embargo, la lenta descomposición de las acículas de pino hace que haya nutrientes a largo plazo. En esta comunidad se identificaron 296 especies, divididas en 176 géneros y 64 familias. El estrato arbóreo presenta una densidad de 394 individuos·ha⁻¹, siendo *P. cembroides* la especie más relevante ya que tuvo una mayor densidad y fue más frecuente. Esta especie forma parte del estrato arbóreo junto con *Yucca carnerosana* como especie acompañante; la altura promedio del dosel fue de 5.8 ± 2.2 m. En el estrato arbustivo sobresale *Dasyllirion cedrosanum* y especies típicas del matorral xerófilo como *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto y *Agave lechuguilla* Torr., este último cubre gran parte de la cobertura del suelo en todo el bosque (Figura 7). El impacto antropogénico es evidente, ya que el área de este bosque está siendo disminuida por el rápido avance de las mineras presentes en la zona.

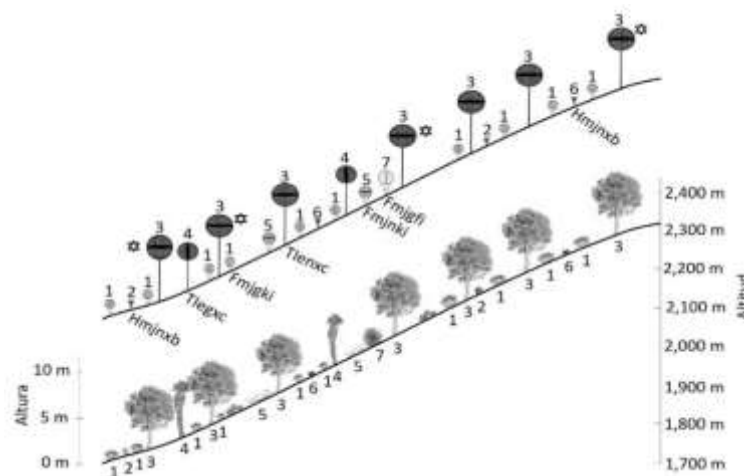


Figura 7. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de San José de Coronados. Especies: 1. *Agave lechuguilla*; 2. *Echinocactus*

platyacanthus; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Yucca carnerosana*; 5. *Opuntia rastrera*; 6. *Ferocactus pilosus* y 7. *Dasyllirion acrotrichum*.

Calderón: En la localidad de Calderón, Villa de Reyes los bosques piñoneros se encuentran en las coordenadas 21°51'27.9" N y 101°02'09.4" O y a una altitud entre 2073 m y 2154 m; y con exposición Este. El bosque se desarrolla en un sitio muy pedregoso y con poco suelo. En esta localidad se registraron 197 especies de plantas vasculares, agrupadas en 120 géneros y 43 familias. *P. cembroides* fue la especie más relevante y forma parte del estrato arbóreo junto con *Quercus* ssp. y *Yucca carnerosana* como especies acompañantes; la altura promedio del dosel fue de 3.6 ± 1.5 m. En el estrato arbustivo las especies más relevantes fueron *Agave lechuguilla* y *Dasyllirion cedrosanum* (Figura 8).

La comunidad presentó la menor densidad arbórea y arbustiva con 327 individuos·ha⁻¹, pues la región perimetral del bosque de pino piñonero es utilizada como zona de minería para la extracción de material pétreo y de forraje para el ganado; por lo cual el impacto antropogénico es evidente, ya que hay pérdida de suelo y en algunos casos incendios forestales provocados para el rebrote de vegetación que sirve de alimento para el ganado.

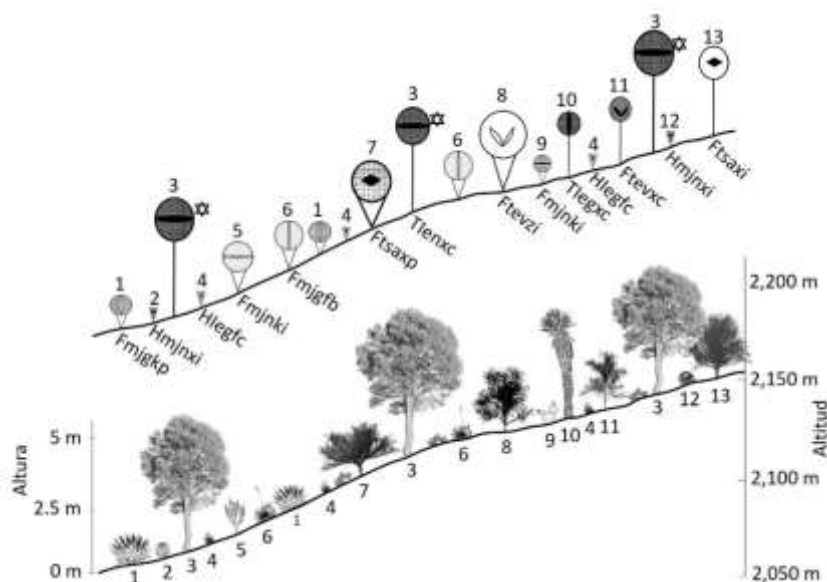


Figura 8. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Calderón. Especies: 1. *Agave lechuguilla*; 2. *Echinocactus platyacanthus*; 3. *Pinus cembroides*; 4. *Muhlenbergia rigida*; 5. *Myrtillocactus geometrizans*; 6. *Dasylirion cedrosanum*; 7. *Quercus deserticola*; 8. *Quercus mexicana*; 9. *Opuntia robusta*; 10. *Yucca carnerosana*; 11. *Sophora secundiflora*; 12. *Mammillaria* sp. y 13. *Quercus depressipes*.

Picacho de Lajas: Picacho de Lajas, municipio de Charcas. Los bosques piñoneros se desarrollan sobre un sitio altamente pedregoso, con escaso suelo. Este bosque registra el estrato arbóreo más bajo con 2.7 ± 0.8 m y está dominado por *P. johannis*; reportado para la zona por Luna-cavazos *et al.*, (2008); sin embargo Tropicos (2021) lo considera sinonimia de *P. cembroides*. *P. johannis* presentó ramificación desde la base; por lo tanto, se sumaron las medidas de todos los fustes; se acompaña por *Yucca decipiens* y *Quercus* ssp. Por otra parte, el estrato arbustivo es pobre, siendo *Dasylirion cedrosanum* y *Agave lechuguilla* las más frecuentes (Figura 9). Presenta la menor riqueza florística con 168 especies de 111 géneros y 49 familias; y una densidad arbórea y arbustiva de 417 individuos·ha⁻¹. Estos bosques se localizan a una altitud de 2200 a 2472 m y en las coordenadas geográficas 23°17'43" N y 101°07'6" O. Se observó el cambio de uso de suelo en las partes bajas del bosque, principalmente el establecimiento de plantaciones de *Agave lechuguilla*.

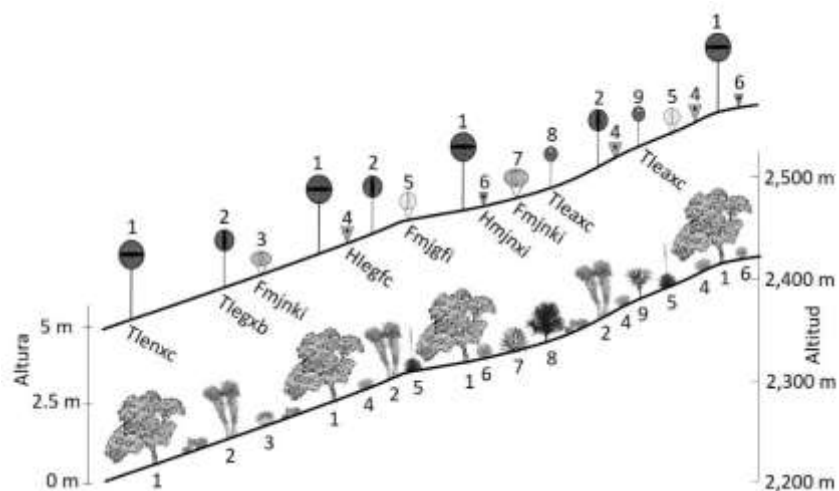


Figura 9. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Picacho de Lajas. Especies: 1. *Pinus johannis*; 2. *Yucca decipiens*; 3. *Agave lechuguilla*; 4. *Bouteloua curtipendula*; 5. *Dasyilirion cedrosanum*; 6. *Stenocactus pentacanthus*; 7. *Agave schidigera*; 8. *Quercus depressipes* y 9. *Quercus cordifolia*.

Guadalupe Victoria y la Cruz: La población de pino piñonero del ejido Guadalupe Victoria y la Cruz, del municipio de Mexquitic de Carmona se encuentra en las coordenadas 22°06'07.8" N y 101°11'33.8" O, en una altitud de 2300 m a 2400 m. La vegetación arbórea se compone de *Yucca filifera* Chabaud, *Quercus deserticola*, *P. cembroides* y *P. discolor* D.K. Bailey & Hawks., este último con mayor VIR. Estos bosques se desarrollan en un sitio muy pedregoso y con poco suelo, donde las especies arbóreas forman un dosel abierto de 5 ± 1.7 m. Por otra parte, el estrato arbustivo es pobre, siendo *Agave salmiana* y *Dasyilirion acrotrichum* los más frecuentes (Figura 10). Este sitio se observó un excesivo pastoreo, por lo que el estrato herbáceo y los renuevos de especies arbóreas son muy escasos, por tal motivo se obtuvo una baja riqueza florística con 196 especies de 127 géneros y 44 familias; con una densidad arbórea 511 individuos·ha⁻¹.

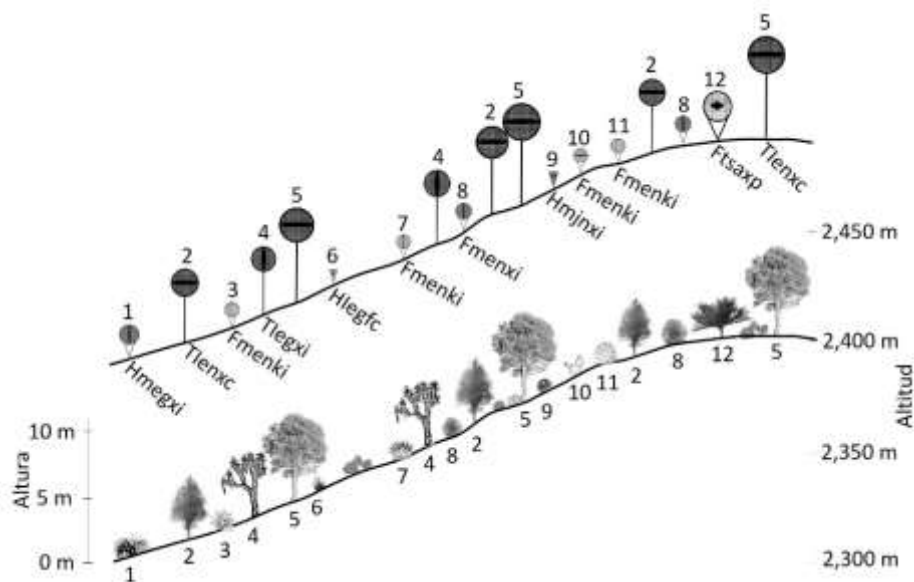


Figura 10. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de Guadalupe Victoria y la Cruz. Especies: 1. *Nolina cespitifera*; 2. *Pinus discolor*; 3. *Agave salmiana*; 4. *Yucca filifera*; 5. *Pinus cembroides*; 6. *Muhlenbergia rigida*; 7. *Agave lechuguilla*; 8. *Dasyllirion acrotrichum*; 9. *Mammillaria* sp.; 10. *Opuntia robusta*; 11. *Agave schidigera* y 12. *Quercus deserticola*.

La Amapola: Ubicada en la sierra Potosina perteneciente al municipio de San Luis Potosí; sus poblaciones piñoneras se ubican en las coordenadas geográficas 22°01'03" N y 10°07'41" O, con una exposición Suroeste y una altitud que abarca desde los 2350 hasta los 2474 m. La geografía es montañosa con diversas pendientes y un sustrato altamente pedregoso de material ígneo tipo riolítico, con poco suelo. Este sitio presenta una riqueza florística de apenas 187 especies agrupadas en 127 géneros y 50 familias; con una densidad arbórea de 775 individuos·ha⁻¹. El estrato arbóreo se compone principalmente de una asociación entre *P. johannis* con mayor VIR y *P. cembroides*; que en compañía de *Y. decipiens* forman un dosel abierto de 3.7 ± 1.5 m.; mientras que el estrato arbustivo es muy pobre, conformado por *Dasyllirion acrotrichum*, algunas especies del género *Opuntia* y *Quercus* (Figura 11). El estrato herbáceo es prácticamente escaso como producto del excesivo pastoreo observado, el cual también afecta los renuevos de las especies piñoneras.

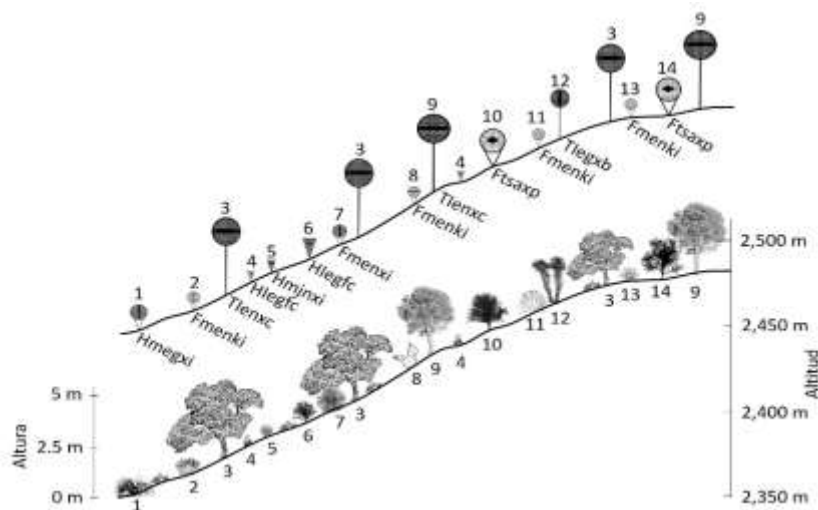


Figura 11. Danserograma y perfil semirrealista del bosque de pino piñonero de La Amapola. Especies: 1. *Nolina cespitifera*; 2. *Agave lechuguilla*; 3. *Pinus johannis*; 4. *Muhlenbergia rigida*; 5. *Stenocactus pentacanthus*; 6. *Jatropha dioica*; 7. *Dasylirion acrotrichum*; 8. *Opuntia robusta*; 9. *Pinus cembroides*; 10. *Quercus potosina*; 11. *Agave schidigera*; 12. *Yucca decipiens*; 13. *Agave salmiana* y 14. *Quercus grisea*.

Clasificación y ordenación

Con la composición florística se obtuvo un dendrograma mediante el análisis de agrupamiento con un nivel de corte del 0.30, en el que se distinguen tres grupos (Figura 12). Las localidades del primer grupo son las que se encuentran más al norte del estado y con una mayor cantidad de especies típicas del matorral xerófilo; están dominadas por *P. cembroides* y *P. johannis*. El segundo grupo está dominado por *P. cembroides* o *P. pinceana*, el segundo tiene una distribución restringida a cañadas, donde la fisiografía hace que la temperatura y humedad sean diferentes y existan otras especies como lo menciona Villarreal-Quintanilla *et al.* (2009), y para el tercer grupo *P. nelsonii*, *P. discolor* y *P. cembroides* son las especies dominantes en asociación con diferentes especies de encinos y de *Yucca potosina*. En general, la diferencia en la composición florística se debe principalmente a la fisiografía que presentan los sitios (Granados *et al.*, 2012).

De igual manera la composición edáfica también es uno de los factores más importantes para determinar las diferencias en la estructura de una comunidad vegetal (Barrera-Zubiaga *et al.*, 2018; Granados *et al.*, 2015; Rosas *et al.*, 2017; Villarreal-Quintanilla *et al.*, 2009).

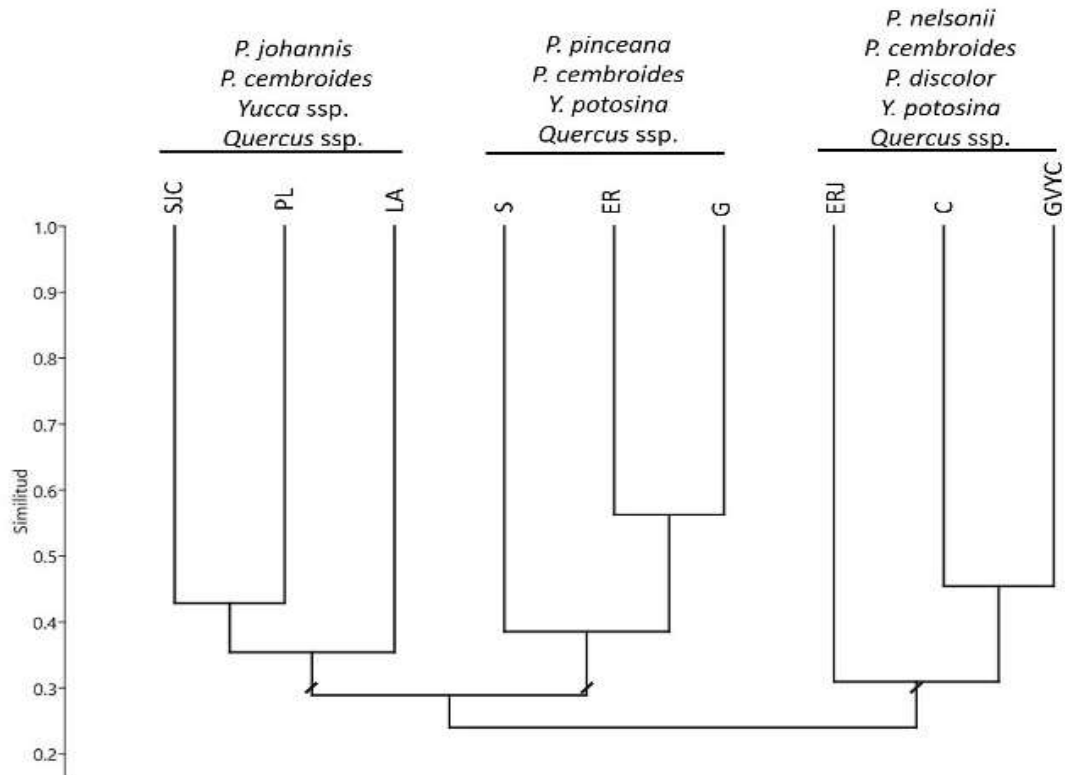


Figura 12. Dendrograma que muestra las relaciones jerárquicas de semejanza florística entre las localidades de muestreo. Donde SJC: San José de Coronados; PL: Picacho de Lajas; LA: La Amapola; S: Salitrería; ER: El Ranchito; G: Guadalcázar; ERJ: El Realejo C: Calderón y GVC: Guadalupe Victoria y la Cruz.

La correlación de las variables ambientales más importantes para la ordenación de los datos; cabe destacar que a medida que aumenta la altitud y la pendiente, el valor del pH (-0.52) y la MO (-0.36) disminuirán, mientras que a mayor pH el contenido de calcio (0.73) y fósforo (0.71) aumenta; por otro lado, a mayor pendiente aumenta la concentración de limo (0.77), ya que su peso es mayor en comparación a los demás factores edáficos. De tal manera que la concentración de nutrientes se concentra en las zonas bajas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de correlación de los factores ambientales. Donde Alt.: Altitud; Pen.: Pendiente; N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; MO: Materia Orgánica; Are: Arena; Lim: Limo; Arc: Arcilla.

	Alt.	Pen.	pH	N	P	K	Ca	Mg	MO	Are	Lim	Arc
Alt.	1											
Pen.	0.44	1										
pH	-0.52	0.40	1									
N	-0.07	0.37	0.10	1								
P	-0.54	-0.08	0.71	-0.15	1							
K	-0.37	-0.52	-0.22	-0.19	-0.16	1						
Ca	-0.54	0.27	0.73	0.62	0.66	-0.20	1					
Mg	-0.43	-0.08	0.16	0.50	-0.11	0.66	0.37	1				
MO	-0.36	-0.07	0.10	0.70	0.29	-0.17	0.71	0.23	1			
Are	-0.09	-0.28	-0.39	0.02	-0.63	0.54	-0.41	0.46	-0.26	1		
Lim	0.30	0.78	0.49	0.12	0.22	-0.63	0.26	-0.37	-0.17	-0.65	1	
Arc	0.26	-0.32	-0.49	-0.07	-0.11	-0.18	-0.31	-0.36	-0.08	0.14	-0.14	1

El análisis de correspondencia canónica determinó que los factores que mayor influencia presentan en la composición florística de las comunidades de pino piñonero de San Luis Potosí son la materia orgánica, Ca, K, la altitud, la pendiente y la textura, en especial el limo (Cuadro 2; Figura 13). Los valores estadísticos para los tres primeros ejes se muestran en el Cuadro 2, a través de estos ejes es posible estudiar la correlación entre los factores ambientales y la flora asociada a estos bosques, pues estos ejes pueden explicar más del 53% de los cambios en las localidades.

Los bosques piñoneros de San José de Coronados, La Amapola y Picacho de Lajas se desarrollan sobre una pendiente ligera (23 %) con pH ligeramente ácido (5), y baja concentración de Ca, pero ricos en K y N. los valores ácidos de pH son comunes en bosques de pino, debido a la descomposición de los residuos

orgánicos (Granados-Sánchez *et al.*, 2007). Por otro lado, los bosques de Guadalcázar, Salitrería y El Ranchito presentan un pH ligeramente ácido a neutro (6-7), con bajas concentraciones de MO y Ca; pero ricos en K, el cual forma parte de los macronutrientes indispensables para la nutrición de las plantas (Osman, 2013).

Cuadro 2. Resultados del análisis de correspondencias canónicas para los tres primeros ejes.

Variables ambientales	Eje 1	Eje 2	Eje 3	
Altitud msnm	0.778	0.441	-0.036	
Pendiente %	-0.042	0.819	-0.248	
pH	-0.746	0.486	0.080	
N	-0.428	-0.083	-0.454	
P	-0.514	0.227	-0.074	
K	-0.015	-0.541	0.470	
Ca	-0.825	0.173	-0.327	
Mg	-0.514	-0.327	0.351	
MO %	-0.527	-0.235	-0.636	
Arena %	-0.006	-0.479	0.382	
Limo %	0.074	0.693	-0.280	
Arcilla %	0.449	-0.362	-0.146	
Varianza total				
				Inercia
Valores propios	0.332	0.255	0.208	total
Correlación especies-factores				
ambientales	1	1	1	1.496
Varianza explicada (%)	22.2	39.3	53.2	
Varianza acumulada (%)	22.2	39.3	53.2	

En el caso del bosque de Calderón, El Realejo y Guadalupe Victoria y La Cruz; Los suelos presentan un pH ligeramente básico (7-8), a pesar de presentar un alto contenido de MO; sin embargo los bosques de El Realejo se desarrollan en cañada, de tal manera que la mayor acumulación de nutrientes se presenta en las partes bajas; los valores altos de pH se debe a la alta concentración de Ca (Osman, 2013); ya que se trata de suelos calcáreos; por lo que las especies de estas localidades presentan una mayor resistencia a suelos salinos, donde la conductividad eléctrica es más alta y los nutrimentos son mejor aprovechados (Närhi *et al.*, 2011).

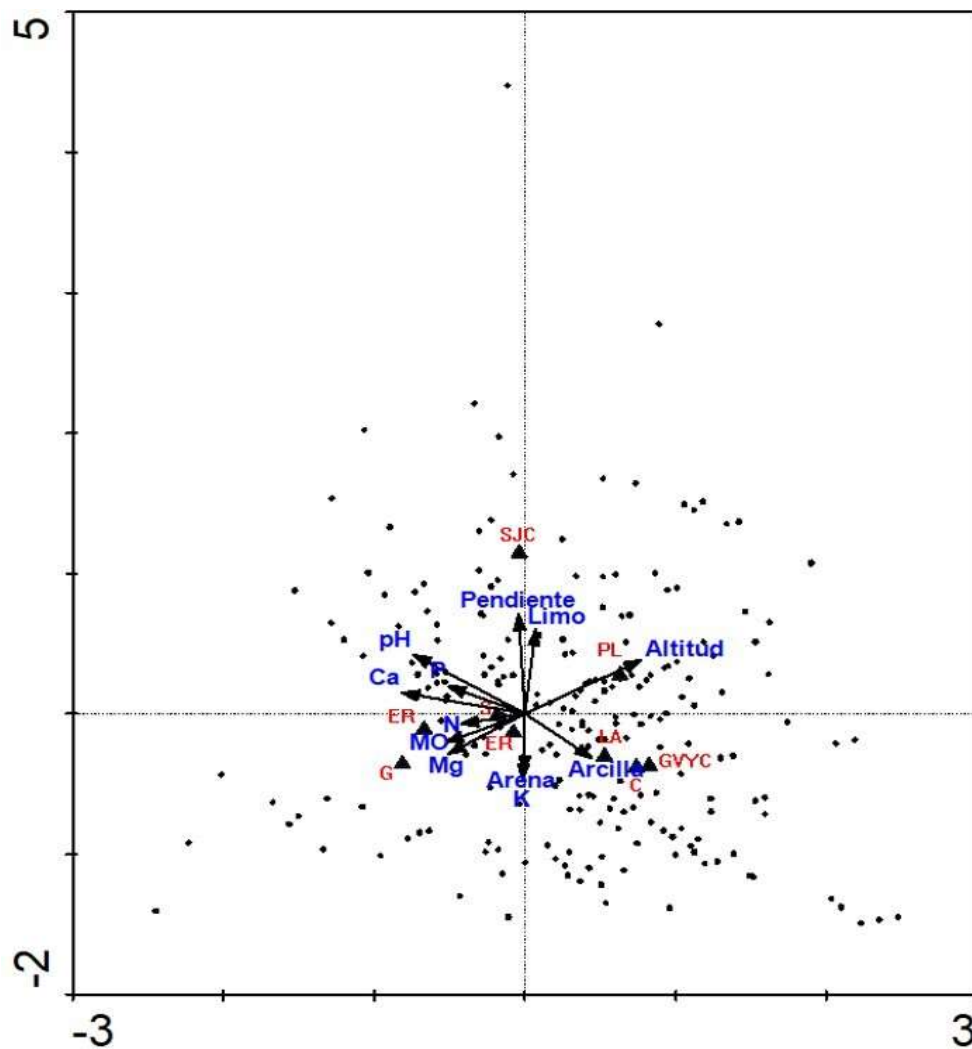


Figura 13. Análisis de correspondencias canónicas de 9 sitios de muestreo con 597 especies de plantas y 12 variables ambientales. Donde SJC: San José de

Coronados; PL: Picacho de Lajas; G: Guadalcázar; S: Salitrería; ER: El Ranchito; C: Calderón; GVYC: Guadalupe Victoria y la Cruz y LA: La Amapola.

Conclusiones

Los pinos piñoneros son especies con una amplia gama ambiental, que pueden resistir con gran éxito condiciones precarias de suelos someros, secos y pedregosos; regularmente bajos en nutrientes, con un ambiente donde las temperaturas son extremas y la humedad es escasa; estos y más atributos debe de propiciar su uso como especies sombrilla, ya que la riqueza florística que albergan los boques estudiados en San Luis Potosí fue de 597 especies con un índice de diversidad de Simpson del 0.99.

Sin embargo, los atributos de los pinos piñoneros no los exenta de las excesivas actividades humanas como lo es el pastoreo excesivo en Guadalupe Victoria y la Cruz y La Amapola, el cambio de uso de suelo para monocultivos en Picacho de Lajas; además de la deforestación, la excesiva recolección de la semilla (piñón) y principalmente la afectación a la región perimetral por la minería en Salitrería y El Ranchito, la de mayor impacto es a cielo abierto; todos estos factores han provocado que las poblaciones de pinos piñoneros se vean disminuidas.

Finalmente, las diversas asociaciones vegetales son el resultado de la interacción multifactorial de los factores ambientales y edáficos con las especies, así como la diversidad en la fisiografía de a comunidades, que en conjunto hace que cada localidad presente una composición florística diferente.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada y al Ing. Darío Cagal Carbajal e Ing. Melanie Espinosa Ramírez por el apoyo brindado en el muestreo de campo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución por autor

Joaquín Parra Álvarez: análisis fisonómico, elaboración de perfiles semirrealistas y danserogramas y del primer manuscrito. Diódoro Granados Sánchez y Ro Linx Granados Victorino: trabajo de campo, análisis de la vegetación y revisión del manuscrito. Antonio Villanueva Morales: análisis estadístico y revisión del manuscrito.

Literatura citada

- Barrera-Zubiaga, E. J. E., Granados-Sánchez, D., Granados-Victorino, R. L., & Luna-Cavazos, M. (2018). Caracterización de Cuatro Bosques de Pino Piñonero del Estado de Zacatecas, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 24(3), 275–296. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.03.018>
- Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37(3), 451–460.
- Dansereau, P. (1957). *Biogeography. An Ecological Perspective*. The Ronald Press, Company New York. 394 p.
- De-Nova, J. A., Castillo-Lara, P., Gudiño-Cano, A. K., & García-Pérez, J. (2018). Flora endémica del Estado de San Luis Potosí y regiones adyacentes en México. *Árido-Ciencia*, 3(1), 21–41.
- Gernandt, D. S., & Pérez-De La Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.). <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- Giménez, de A. J., & González, C. O. (2011). Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes (San Luis Potosí, México). *Acta Botanica Mexicana*, 94, 91–123. <https://doi.org/10.21829/abm94.2011.272>
- 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. <https://doi.org/10.21829/abm96.2011.257>
- González, C. O., Giménez, de A. J., García, P. J., & Aguirre, R. J. R. (2007). Flórula vascular de la Sierra De Catorce y territorios adyacentes, San Luis Potosí, México. *Acta Botanica Mexicana*, 38(78), 1. <https://doi.org/10.21829/abm78.2007.1027>
- González, D. M., Foroughbakhch, P. R., Rocha, D. L., Guzmán, L. M. A., & González, R. H. (2017). Composición florística y caracterización estructural del matorral desértico micrófilo en Galeana, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(39), 83–98. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i39.45>
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F., & Hernández-García, M. A. (2007). Ecología y Silvicultura en Bosques Templados. *Revista Chapingo: Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 13(1), 63–87.
- Granados-Sánchez, D., & Sánchez-González, A. (2003). Clasificación fisonómica de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Terra Latinoamericana*, 21(3), 321–332.
- Granados, S. D., Hernández, G. M. A., & López, R. F. G. (2012). *Ecología de los Desiertos del Mundo*. ED. Universidad Autónoma Chapingo. México. 553 p.
- Granados, V. 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 y Bosques*, 21(2), 23–42. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.212443>
- Guevara, R., Rosales, J., & Sanoja, E. (2005). Vegetación pionera sobre rocas, un potencial biológico para la revegetación de áreas degradadas por la minería de hierro. *INTERCIENCIA*, 30(10), 644–652.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. ., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Hernández-Reyna, A., & García-Moya, E. (1985). Analisis estructural de los piñonares del altiplano potosino. *Agrociencia*, (62), 7–20.
- Hernández, M. M. M., Islas, G. J., & Guerra, de la C. V. (2011). Márgenes de comercialización del piñón (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 265–279.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2021). Uso de Suelo y Vegetación Serie VI. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/>
- Lanner, R. M., & Van Devender, T. R. (1981). Late Pleistocene Piñon Pines in the Chihuahuan Desert. *Quaternary Research*, 15(3), 278–290. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(81\)90031-4](https://doi.org/10.1016/0033-5894(81)90031-4)
- Luna-cavazos, M., Romero-Manzanarez, A., & García-Moya, E. (2008). Afinidades en la flora genérica de piñonares del norte y centro de México : un análisis fenético. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 79(January 2014), 449–458. <https://doi.org/10.7550/rmb.5447>
- Muller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology* (Primera ed). John Wiley and Sons, New York. 574 p.
- Närhi, P., Middleton, M., Gustavsson, N., Hyvönen, E., Sutinen, M.-L., & Sutinen, R. (2011). Importance of soil calcium for composition of understory vegetation in boreal forests of Finnish Lapland. *Biogeochemistry*, 102, 239–249. <https://doi.org/10.1007/s10533-010-9437-2>
- Osman, K. T. (2013). *Forest soils: Properties and Management*. Springer Cham. Department of Soil Science. University of Chittagong. Chittagong, Bangladesh. 222 p. doi: 10.3406/bagf.2001.2210.

- Remmert, H. (1991). The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems: An Overview. In *The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems* (pp. 1–21). Springer-Verlag. Berlin, Germany.
- Reyes-Agüero, J. A., González-Medrano, F., & García-Pérez, J. D. (1996). Flora vascular de la Sierra Monte Grande, municipio de Charcas, San Luis Potosí, México. *Boletín de La Sociedad de México*, 58, 31–42. <https://doi.org/10.17129/botsci.1485>
- Reyes-Carrera, S. A., Méndez-González, J., Nájera-Luna, J. A., & Cerano-Paredes, J. (2013). Producción de hojarasca en un rodal de *Pinus cembroides* Zucc. en Arteaga, Coahuila, México y su relación con las variables climáticas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XIX(1), 147–155. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.01.006>
- Richards, P. W. (1952). *The Tropical Rain Forest. An Ecological Study*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Rocha-Loredo, A. G., & Ramírez-Marcial, N. (2009). Producción y descomposición de hojarasca en diferentes condiciones sucesionales del bosque de pino-encino en Chiapas, México. *Boletín de La Sociedad Botánica de México*, 84, 1–12. <https://doi.org/10.17129/botsci.2287>
- 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. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i2.10506>
- Rosas, C. M., Granados, S. D., Granados, V. R. L., & Esparza, G. S. (2017). Clasificación y ordenación de bosques de pino piñonero del estado de Querétaro. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(33), 52–73. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i33.90>
- Sánchez-González, A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución

de los pinos en México. *Madera Bosques*, 14(1), 107–120.
<https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>

Sánchez-González, A., & López-Mata, L. (2003). Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales Del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 74(1):, 74(1), 47–71.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana (NOM-059-2010), Protección ambiente-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especie en riesgo. *Diario Oficial de La Federación*, 1–77.

Suzán-Aspiri, H., & Galarza, J. A. (1987). Manejo Ecológico de un Bosque de Pinos Piñoneros en Tamaulipas. In E. F. Aldon, V. C. E. González, & W. H. Moir (Eds.), *Strategies for classification and management of native vegetation for food production in arid zones* (pp. 164–168). Tucson, Arizona.

Suzán-Azpiri, H., Sánchez-Rámos, G., Martínez-Avalos, J. G., Villa-Melgarejo, S., & Franco, M. (2002). Population structure of *Pinus nelsoni* Shaw, an endemic pinyon pine in Tamaulipas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 165(1–3), 193–203. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00617-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00617-X)

Ter Braak, C. J. F., & Smilauer, P. (1998). *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows: software for canonical community ordination*. (v. 4.56) Microcomputer Power. New York, NY, USA.500 p.

Torres-Colín, R., Parra, J. G., de la Cruz, L. A., Ramírez, M. P., Gómez-Hinostrosa, C., Bárcenas, R. T., & Hernández, H. M. (2017). Flora vascular del municipio de Guadalcázar y zonas adyacentes, San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(3), 524–554.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.07.003>

Tropicos. (2021). Missouri Botanical Garden. Retrieved March 11, 2021, from

<http://www.tropicos.org>

- Valenzuela, N. L. M., & Granados, S. D. (2009). Caracterización fisonómica y ordenación de la vegetación en el área de influencia de el Salto, Durango, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 15(1), 29–41.
- Van der Maarel, E., & Franklin, J. (2013). Vegetation Ecology. In A. N. Gillison (Ed.), *Plant Functional Types and Traits at the Community, Ecosystem and World Level* (segunda ed, pp. 347–386). Wiley-Blackwell (John Wiley & Sons, Ltd.) Chichester, United Kingdom, Australia.
- Villarreal-Quintanilla, J. Á., Mares-Arreola, O., Cornejo-Oviedo, E., & Capó-Arteaga, M. A. (2009). Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pincana* Gordon. *Acta Botanica Mexicana*, 124(89), 87.
<https://doi.org/10.21829/abm89.2009.308>

CAPITULO IV: CONCLUSIONES GENERALES

Los pinos piñoneros son especies que se caracterizan por su fácil adaptación en ambientes precarios donde la disponibilidad de humedad es escasa y las temperaturas son extremas, por lo cual resultan ser una especie arborea con un gran potencial para el aprovechamiento no maderable para las poblaciones rurales aledañas.

Para las localidades estudiadas se registraron tres grupos diferentes, que corresponden a tres asociaciones florísticas distintas: bosque dominado por *Pinus pinceana* y *Pinus cembroides*-*Yucca potosina*-*Quercus* ssp.; bosque dominado en el dosel por *Pinus nelsonii*, *cembroides* y *discolor*-*Yucca potosina*-*Quercus* ssp. y bosque de *Pinus johannis* y *cembroides*-*yucca* ssp.-*Quercus* ssp. De igual manera se encontró que *Pinus* ssp. y *Quercus* ssp., son las especies más frecuentes, abundantes y dominantes. Las diferentes asociaciones encontradas y la composición florística son producto de una interacción multifactorial, en donde las variables ambientales que más influencia tienen son la altitud, la pendiente, el pH, la materia orgánica (M. O) y el calcio. Cabe destacar que las especies de *Pinus* son las dominantes del dosel en todas las localidades estudiadas.

De acuerdo con la NOM-059 existen nueve especies de pinos piñoneros catalogados en alguna categoría de riesgo; por lo que, de los cinco taxa registrados para el estado de San Luis Potosí, *Pinus johannis* esta sujeta a protección especial, mientras que *Pinus pinceana* y *Pinus nelsonii* estan catalogadas en peligro de extinción; y en la zona de estudio estos dos últimos tienen una distribución restringida principalmente a cañadas de difícil acceso; lo cual no ha impedido la presencia de actividades humanas, principalmente el sobre pastoreo que afecta directamente la regeneración natural.

A pesar de todos estos atributos de los pinos piñoneros no estan exentos de las perturbaciones de origen antropogénico, las cuales han ocasionado que sus poblaciones se vean afectadas y disminuidas; como es el caso del cambio de uso de suelo en el ejido de Guadalupe Victoria y La Cruz y el intenso pastoreo que

presentan las localidades de La Amapola y El Realejo, esta ultima localidad destaca en importancia por contener a *Pinus nelsonii*; especie en peligro de extención de acuerdo a la NOM-059.

Uno de los factores que genera una gran presión sobre las poblaciones de pinos piñoneros es la actividad minera presente en casi todas las localidades estudiadas, en particular en la localidad de Villa de Zaragoza, donde esta actividad esta reduciendo las poblaciones de *Pinus cembroides*.

Muchas veces los bosques piñoneros son el único ingreso económico que tienen los pobladores; por lo tanto los resultados obtenidos en el presente estudio son la base para la elaboración de planes de manejo que puedan ofrecer una alternativa para el aprovechamiento sustentable de estos bosques a partir de la composición florística y el análisis estructural y de esta manera ayudar a la protección de la biodiversidad que albergan. En cuanto a la ordenación, es de utilidad para conocer los sitios más indicados para desarrollar actividades de reforestación.

Finalmente los pinos piñoneros pueden ser considerados como una especie sombrilla que permita la conservación de los diferentes biomas asociados en cada localidad de estudio y de esta manera poder disminuir la degradación de las áreas donde se desarrollan estas especies de pino.

Apéndice 1. Composición florística de los bosques piñoneros de San Luis Potosí. G: Guadalcázar; ERJ: El Realejo; S: Salitrería; ER: El Ranchito; SJC: San José de Coronados; C. Calderón; PCL: Picacho de Lajas; GVCY: Guadalupe Victoria y la Cruz y LA: La Amapola.

Familia	Especie	G	ERJ	S	ER	SJC	C	PL	GVCY	LA
Acanthaceae	<i>Carlowrightia haplocarpa</i> B.L. Rob. & Greenm.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Acanthaceae	<i>Jacobinia mexicana</i> Seem.	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Acanthaceae	<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Amaranthaceae	<i>Celosia palmeri</i> S. Watson	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Amaranthaceae	<i>Dysphania graveolens</i> (Willd.) Mosyakin & Clemants	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i> L.	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Amaryllidaceae	<i>Allium glandulosum</i> Link & Otto	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Anacampserotaceae	<i>Talinopsis frutescens</i> A. Gray	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Rhus aromatica</i> var. <i>schmidelioides</i> (Schlecht.) Engl.	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Rhus aromatica</i> var. <i>trilobata</i> (Nutt.) A. Gray	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Rhus pachyrrhachis</i> Hemsl.	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Rhus trilobata</i> Nutt.	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Anacardiaceae	<i>Rhus virens</i> Lindh. ex A. Gray	1	1	0	1	1	0	0	0	1

Apiaceae	<i>Prionosciadium palmeri</i> Rose	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apiaceae	<i>Rhodosciadium argutum</i> (Rose) Mathias & Constance	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i> Cav.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Apocynaceae	<i>Mandevilla karwinskii</i> (Müll. Arg.) Hemsl.	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Matelelea suberifera</i> (B.L. Rob.) W.D. Stevens	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Apocynaceae	<i>Telosiphonia hypoleuca</i> (Benth.) Henrickson	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Araliaceae	<i>Aralia regeliana</i> Marchal	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Arecaceae	<i>Brahea decumbens</i> Rzed.	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia nana</i> S. Watson	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Agave asperrima</i> subsp. <i>potosiensis</i> (Gentry) B. Ullrich	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Asparagaceae	<i>Agave filifera</i> Sal-Dyck	0	1	1	1	1	0	1	0	1
Asparagaceae	<i>Agave garciae-mendozae</i> Galván & L. Hern.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Agave gentryi</i> B. Ullrich	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asparagaceae	<i>Agave mitis</i> Salm-Dyck.	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Agave parrasana</i> Berger	0	0	0	0	0	1	0	1	0

Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck var. <i>salmiana</i>	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> subsp. <i>crassispina</i> (Trel. ex LH Bailey) Gentry	1	1	0	0	1	0	1	0	0
Asparagaceae	<i>Agave schidigera</i> Lem.	0	1	1	0	0	1	0	1	1
Asparagaceae	<i>Agave striata</i> subsp. <i>falcata</i> (Engelm.) Gentry	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Agave striata</i> subsp. <i>striata</i> (Salm-Dyck) B.Ullrich	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Agave striata</i> Zucc.	1	1	1	0	1	0	1	0	1
Asparagaceae	<i>Dasyllirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Asparagaceae	<i>Dasyllirion cedrosanum</i> Trel.	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Asparagaceae	<i>Dasyllirion longissimum</i> Lem.	1	1	1	0	1	0	0	0	1
Asparagaceae	<i>Dasyllirion longistylum</i> J.F.Macbr.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Dasyllirion palaciosii</i> Rzed.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Asparagaceae	<i>Dasyllirion parryanum</i> Trel.	0	0	0	0	1	1	0	1	0
Asparagaceae	<i>Dasyllirion texanum</i> Scheele	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Asparagaceae	<i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult. f.) Cruden	1	0	1	0	0	1	1	1	1
Asparagaceae	<i>Echeandia mexicana</i> Cruden	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Asparagaceae	<i>Milla biflora</i> Cav.	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Asparagaceae	<i>Milla potosina</i> T.M.Howard	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Asparagaceae	<i>Nolina cespitifera</i> Trel.	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Asparagaceae	<i>Nolina texana</i> S. Watson	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Asparagaceae	<i>Nolina watsoni</i> (Baker) Hemsl.	0	0	1	1	0	0	0	1	0
Asparagaceae	<i>Yucca carnerosana</i> (Trel.) McKelvey	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asparagaceae	<i>Yucca decipiens</i> Trel.	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asparagaceae	<i>Yucca potosina</i> Rzed.	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Asphodelaceae	<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Aspleniaceae	<i>Asplenium resiliens</i> Kunze	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Acourtia oxylepis</i> (A. Gray) Reveal & R.M. King	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Asteraceae	<i>Acourtia potosina</i> R. L.Cabrera	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i> (D. Don) B. L. Turner	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ageratina calaminthifolia</i> (Kunth) R. M. King et H. Rob.	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ageratina calophylla</i> (Greene) Molinari & Mayta	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Ageratina espinosarum</i> (A. Gray) R. M. King & H. Rob. var. <i>espinosarum</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ageratina espinosarum</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	1	1	0	1	1	0	0	0	0

Asteraceae	<i>Ageratina saltillensis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Ageratina scorodonioides</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni	1	0	1	0	1	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Aldama cordifolia</i> (A. Gray) E.E. Schill. & Panero	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Aster subulatus</i> Michx.	0	1	0	0	1	0	1	0	1
Asteraceae	<i>Baccharis occidentalis</i> S. F. Blake	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav.	0	1	0	1	0	1	1	1	0
Asteraceae	<i>Bidens odorata</i> Cav. var. <i>odorata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Chaetopappa bellioides</i> (A. Gray) Shinnars	1	1	0	0	1	0	0	1	0
Asteraceae	<i>Chaetopappa ericoides</i> (Torr.) G. L. Nesom.	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Chaptalia lyratifolia</i> Burkart	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Chrysactinia mexicana</i> A. Gray	1	1	0	1	1	0	1	0	1
Asteraceae	<i>Chrysactinia pinnata</i> S. Watson	1	0	0	1	0	0	0	0	0

Asteraceae	<i>Coleosanthus thyrsiflorus</i> (A. Gray) Kuntze	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Asteraceae	<i>Critoniopsis obtusa</i> (Gleason) H. Rob.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Dahlia coccinea</i> Cav.	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Dahlia dissecta</i> S. Watson	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Dahlia sublignosa</i> (P. D. Sørensen) Saar & P. D. Sorensen	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitch.	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Dyssodia pinnata</i> (Cav.) B. L. Rob.	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Dyssodia pinnata</i> var. <i>glabrescens</i> Strother	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Erigeron longipes</i> DC.	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Grindelia palmeri</i> Steyerl.	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Gutierrezia microcephala</i> (DC.) A. Gray	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gutierrezia sarothrae</i> (Pursh) Britton & Rusby	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Gutierrezia texana</i> (DC.) Torr. & A. Gray	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	1	0	0	1	0	0	1	1	1

Asteraceae	<i>Jefea gnaphalioides</i> (A. Gray) Strother	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Jefea lantanifolia</i> (S. Schauer) Strother	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Lessingianthus obtusatus</i> (Less.) H. Rob.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Parthenium rollinsianum</i> Rzed.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Perymenium cornutum</i> Brandegees	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Perymenium mendezii</i> DC.	0	0	0	1	0	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Porophyllum filiforme</i> Rydb.	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Sclerocarpus uniserialis</i> (Hook.) Benth. & Hook. f. & Hemsl.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Senecio alvarezensis</i> Greenm.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Solidago simplex</i> Kunth	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia berlandieri</i> A. Gray	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia eupatoria</i> (Spreng.) Willd.	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Stevia lucida</i> Lag.	0	1	1	0	1	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Stevia micrantha</i> Lag.	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia ovata</i> var. <i>reglensis</i> (Benth.) Grashoff	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Asteraceae	<i>Stevia ovata</i> Willd.	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia ovata</i> Willd. var. <i>ovata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia salicifolia</i> Cav.	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Asteraceae	<i>Stevia serrata</i> Cav.	0	0	0	1	1	0	0	1	1
Asteraceae	<i>Stevia serrata</i> Cav. var. <i>serrata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Stevia tomentosa</i> Kunth	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Asteraceae	<i>Stevia viscida</i> Kunth	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.	0	0	1	0	0	1	1	1	1
Asteraceae	<i>Tagetes parryi</i> A.Gray	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Thelesperma longipes</i> A. Gray	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Asteraceae	<i>Thymophylla setifolia</i> Lag.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Trixis angustifolia</i> DC.	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Asteraceae	<i>Verbesina coulteri</i> A.Gray	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Verbesina longipes</i> Hemsl.	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Asteraceae	<i>Verbesina sororia</i> A.Gray	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Vernonia greggii</i> A. Gray	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Zaluzania triloba</i> (Ortega) Pers.	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Asteraceae	<i>Zexmenia fasciculata</i> (DC.) Sch. Bip.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Zinnia juniperifolia</i> (DC.) A. Gray	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L.	1	0	0	1	1	1	0	1	0
Berberidaceae	<i>Berberis trifoliolata</i> Mori.	1	1	0	1	1	1	0	1	1

Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	1	1	1	0	0	1	0	0	1
Boraginaceae	<i>Antiphytum heliotropioides</i> A. DC.	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Brassicaceae	<i>Halimolobos lasioloba</i> O.E. Schulz	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Brassicaceae	<i>Halimolobos palmeri</i> O.E. Schulz	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Brassicaceae	<i>Halimolobos rigidus</i> Rollins	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Brassicaceae	<i>Physaria argyraea</i> (A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz	0	0	1	1	0	1	0	1	1
Brassicaceae	<i>Sphaerocardamum divaricatum</i> (Rollins) Rollins	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Bromeliaceae	<i>Hechtia podantha</i> Mez.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Bromeliaceae	<i>Hechtia texensis</i> S. Watson	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia erubescens</i> Schltdl.	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Bromeliaceae	<i>Tillandsia suesilliae</i> W.Till, López-Ferr. & Espejo	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	1	1	0	1	1	0	1	1	1
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i> Engl.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Ariocarpus agavoides</i> (Castañeda) E.F. Anderson	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Cactaceae	<i>Ariocarpus bravoanus</i> H.M.Hern. & E.F.Anderson	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Ariocarpus bravoanus</i> subsp. <i>hintonii</i> (Stuppy & N.P. Taylor) F. Anderson & Fitz Maurice	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Ariocarpus trigonus</i> (F.A.C. Weber) K. Schum.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Astrophytum capricorne</i> (A. Dietr.) Britton & Rose	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Coryphantha delicata</i> L. Bremer	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cactaceae	<i>Coryphantha georgii</i> Boed.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Coryphantha macromeris</i> (Engelm.) Lem.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Cactaceae	<i>Coryphantha potosiana</i> (Jacobi) Glass & R.A. Foster	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cactaceae	<i>Coryphantha pulleineana</i> (Backeb.) Glass	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Coryphantha wohlschlageri</i> Holzeis	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Cumarinia odorata</i> (Boed.) Buxb.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Cylindropuntia imbricata</i> (Haw.) F.M. Knuth	1	1	1	0	1	1	0	1	1

Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F. M. Knuth	1	1	1	0	0	1	0	0	0
Cactaceae	<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link & Otto	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Cactaceae	<i>Echinocereus knippelianus</i> Liebner	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Cactaceae	<i>Echinocereus parkeri</i> N.P.Taylor	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Engelm.	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Echinocereus pectinatus</i> (Scheidw.) Engelm. subsp. <i>pectinatus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Cactaceae	<i>Echinocereus pentalophus</i> (DC.) Lem.	1	0	1	1	1	0	0	1	0
Cactaceae	<i>Ferocactus echidne</i> (DC.) Britton & Rose	1	0	1	0	0	0	0	0	1
Cactaceae	<i>Ferocactus glaucescens</i> (DC.) Britton & Rose	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Ferocactus hystrix</i> (DC.) G. E. Linds.	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Cactaceae	<i>Ferocactus latispinus</i> (Haw.) Britton & Rose	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i> (Galeotti) Werderm.	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Cactaceae	<i>Glandulicactus uncinatus</i> (Galeotti ex Pfeiff.) Backeb.	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria albicoma</i> Boed.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria crinita</i> subsp. <i>leucantha</i> (Boed.) D.R. Hunt	1	0	0	0	0	1	0	0	0

Cactaceae	<i>Mammillaria erythrosperma</i> Boed.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria geminispina</i> Haw.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i> Muehlenpf.	1	1	1	0	1	0	0	0	1
Cactaceae	<i>Mammillaria klissingiana</i> Boed.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria lloydii</i> (Britton & Rose) Orcutt	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria magnimamma</i> Haw.	1	1	0	0	0	1	0	1	1
Cactaceae	<i>Mammillaria muehlenpfordtii</i> C.F.Först.	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria nana</i> Backeb.	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria orcuttii</i> Boed.	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Cactaceae	<i>Mammillaria picta</i> Meinsh.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria pilispina</i> J. A. Purpus	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria schiedeana</i> subsp. <i>dumetorum</i> (J.A. Purpus) D.R. Hunt	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Mammillaria uncinata</i> Zucc. ex Pfeiff.	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Mammilloidya candida</i> (Scheidw.) Buxb.	1	0	1	0	1	0	1	1	1
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (Mart. ex Pfeiff.) Console	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Cactaceae	<i>Neolloydia conoidea</i> (DC.) Britton & Rose	1	0	1	0	1	0	1	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia cantabrigiensis</i> Lynch	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	1	0	1	0	1	1	0	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i> var. <i>cuija</i> Griffiths & Hare	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Opuntia imbricata</i> (Haw.) DC.	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Cactaceae	<i>Opuntia lasiacantha</i> Pfeiff.	1	0	1	1	0	1	0	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia megarhiza</i> Rose	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Opuntia megarhiza</i> subsp. <i>pachyrrhiza</i> (H.M. Hern., Gomez-Hin. & Barcenas) U. Guzmán & Mandujano	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Opuntia rastrera</i> F. A. C. Weber	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Opuntia robusta</i> H. Wendl. ex Pfeiff.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	1	1	0	0	1	1	1	1	0
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	1	0	1	0	0	1	0	0	1
Cactaceae	<i>Pelecyphora pseudopectinata</i> Backeb.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Stenocactus dichroacanthus</i> (Mart.) A. Berger ex Backeb. & F.M. Knuth	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Cactaceae	<i>Stenocactus pentacanthus</i> (Lem.) Berger ex Backeb. & Knuth	0	0	1	1	0	1	1	1	1
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Cactaceae	<i>Thelocactus conothelos</i> (Regel & Klein bis) F.M. Knuth	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Thelocactus conothelos</i> subsp. <i>flavus</i> (Mosco & Zanov.) Mosco & Zanov.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Thelocactus panarottoanus</i> Halda	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Thelocactus tulensis</i> (Poselg.) Britton & Rose	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Turbinicarpus pseudopectinatus</i> (Backeb.) Glass & R.A. Foster	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Turbinicarpus schmiedickeanus</i> (Boed.) Buxb. & Backeb.	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Turbinicarpus schmiedickeanus</i> subsp. <i>andersonii</i> Mosco	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Turbinicarpus schmiedickeanus</i> subsp. <i>flaviflorus</i> (G. Frank & A.B. Lau) Glass & R.A. Foster	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cactaceae	<i>Turbinicarpus viereckii</i> (Werderm.) John & Říha	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Caprifoliaceae	<i>Abelia coriacea</i> Hemsl.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Caprifoliaceae	<i>Valeriana albonervata</i> B.L. Rob.	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lycopodioides</i> Willd. ex D.F.K. Schltdl.	1	0	0	0	1	1	1	1	1

Caryophyllaceae	<i>Cardionema ramosissimum</i> (Weinm.) A. Nelson & J.F. Macbr.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Caryophyllaceae	<i>Cerdia virescens</i> Moç. & Sessé ex DC.	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Caryophyllaceae	<i>Drymaria arenarioides</i> Humb. & Bonpl. ex Schult.	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Caryophyllaceae	<i>Drymaria villosa</i> Schltdl. & Cham.	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Caryophyllaceae	<i>Paronychia mexicana</i> Hemsl.	1	0	1	0	0	0	1	1	1
Celastraceae	<i>Orthosphenia mexicana</i> Standl.	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i> (Lag.) Lag.	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Cistaceae	<i>Helianthemum patens</i> Hemsl.	0	0	0	1	0	1	1	1	1
Commelinaceae	<i>Commelina dianthifolia</i> Delile	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	1	0	0	1	0	0	1	1	1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> var. <i>angustifolia</i> (Michx.) Fern.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Commelinaceae	<i>Commelina tuberosa</i> L.	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Commelinaceae	<i>Gibasis karwinskyana</i> (Schult. f.) Rohweder	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Commelinaceae	<i>Gibasis linearis</i> (Benth.) Rohweder	0	1	1	0	1	1	0	1	0
Commelinaceae	<i>Gibasis pulchella</i> (Kunth) Raf.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Commelinaceae	<i>Tradescantia brachyphylla</i> Greenm.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Commelinaceae	<i>Tradescantia crassifolia</i> Cav.	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Commelinaceae	<i>Tradescantia nuevoleonensis</i> Matuda	1	0	0	1	0	1	0	0	0

Convolvulaceae	<i>Cuscuta applanata</i> Engelm.	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Convolvulaceae	<i>Cuscuta glabrior</i> (Engelm.) Yunck.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.) L.	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea orizabensis</i> (Pelletan) Ledeb. ex Steud. var. <i>orizabensis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sescossiana</i> Baill.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea stans</i> Cav.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Cornaceae	<i>Cornus disciflora</i> Moc. & Sessé ex DC.	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Echeveria coccinea</i> (Cav.) DC.	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Crassulaceae	<i>Echeveria humilis</i> Rose	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Crassulaceae	<i>Echeveria lutea</i> Rose	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Echeveria mucronata</i> Schltdl.	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Crassulaceae	<i>Echeveria palmeri</i> Rose	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Echeveria schaffneri</i> (S. Watson) Rose	1	0	0	0	0	1	0	0	1
Crassulaceae	<i>Echeveria walpoleana</i> Rose	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Sedum catorce</i> G.L. Nesom	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Sedum diffusum</i> S. Watson	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Crassulaceae	<i>Sedum furfuraceum</i> Moran	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Crassulaceae	<i>Sedum retusum</i> Hemsl.	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Crassulaceae	<i>Villadia aristata</i> Moran	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Crassulaceae	<i>Villadia cucullata</i> Rose	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Crassulaceae	<i>Villadia patula</i> Moran & C.H. Uhl	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cucurbitaceae	<i>Apodanthera undulata</i> A. Gray	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Cucurbitaceae	<i>Ibervillea tenuisecta</i> (A. Gray) Small	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Cupressaceae	<i>Cupressus arizonica</i> Greene var. <i>arizonica</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	1
Cupressaceae	<i>Juniperus flaccida</i> Schltld.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Cupressaceae	<i>Juniperus monticola</i> Martínez	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cupressaceae	<i>Juniperus sabinoides</i> (Kunth) Nees	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cyperaceae	<i>Carex schiedeana</i> Kuntze	1	1	1	1	1	0	1	0	0
Cyperaceae	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	0	0	0	1	0	1	1	1	1
Cyperaceae	<i>Cyperus spectabilis</i> Link	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ehretiaceae	<i>Tiquilia hispidissima</i> (Torr. & A. Gray) A. T. Richardson	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i> Engelm. ex S. Watson.	1	1	1	0	1	0	1	0	0
Ephedraceae	<i>Ephedra compacta</i> Rose	0	0	0	1	1	0	0	1	1
Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Ericaceae	<i>Comarostaphylis polifolia</i> (Kunth) Zucc. ex Klotzsch	1	0	1	0	1	0	0	0	1

Euphorbiaceae	<i>Acalypha hederacea</i> Torr.	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Acalypha monostachya</i> Cav.	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Euphorbiaceae	<i>Acalypha phleoides</i> Cav.	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	1	0	0	1	0	1	0	1	0
Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i> Cav.	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Croton hypoleucus</i> Schltld.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton incanus</i> Kunth	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton pottsii</i> (Klotzsch) Müll.	1	0	1	1	0	0	1	0	0
Euphorbiaceae	<i>Croton sancti-lazari</i> Croizat	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisyphilitica</i> Zucc.	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia anychioides</i> Boiss.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia furcillata</i> Kunth	1	0	0	1	0	0	1	0	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia furcillata</i> var. <i>ribana</i> M. C. Johnst.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia macropus</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Euphorbiaceae	<i>Stillingia bicarpellaris</i> S. Watson	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Euphorbiaceae	<i>Tragia ramosa</i> Torr.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Astragalus coriaceus</i> Hemsl.	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Fabaceae	<i>Astragalus mollissimus</i> Torr.	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Fabaceae	<i>Bauhinia coulteri</i> J. F. Macbr. var. <i>coulteri</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Bauhinia ramosissima</i> Benth. ex Hemsl. var. <i>ramosissima</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Bauhinia ramosissima</i> var. <i>uniflora</i> (S. Watson) M.P. Ramírez & R. Torres	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Brongniartia intermedia</i> Moric.	1	0	1	0	0	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i> Benth.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	1	0	0	1	0	1	0	0	1
Fabaceae	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth. var. <i>erriophylla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Cologania angustifolia</i> Kunth	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Crotalaria cajanifolia</i> Kunth	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby	0	0	1	1	0	0	1	1	1
Fabaceae	<i>Dalea greggii</i> A. Gray	1	1	1	0	0	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Dalea lutea</i> (Cav.) Willd.	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Dalea lutea</i> (Cav.) Willd. var. <i>lutea</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Dalea tuberculata</i> Lag.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Dermatophyllum secundiflorum</i> (Ortega) Gandhi & Reveal	1	1	0	1	1	0	0	0	1
Fabaceae	<i>Desmodium grahamii</i> A. Gray	1	0	0	1	0	1	0	1	0

Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	1	0	1	0	1	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Eysenhardtia schizocalyx</i> Pennell	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Mariosousa mammifera</i> (Schltdl.) Seigler & Ebinger	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i> Ortega	1	1	0	1	1	1	1	1	0
Fabaceae	<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Mimosa minutifolia</i> B. L. Rob. & Greenm.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i> Benth.	1	0	1	0	1	1	1	0	1
Fabaceae	<i>Nissolia wislizenii</i> (A. Gray) A. Gray	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Painteria leptophylla</i> (DC.) Britton & Rose	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Phaseolus gladiolatus</i> Freytag & Debouck	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	1	0	1	0	1	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Senegalia berlandieri</i> (Benth.) Britton & Rose	1	1	1	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Senegalia roemeriana</i> (Scheele) Britton y Rose	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Senna wislizeni</i> (A. Gray) Irwin & Barneby	1	1	1	0	1	1	0	0	0

Fabaceae	<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag. ex DC.	1	1	0	1	1	1	0	0	1
Fabaceae	<i>Vachellia constricta</i> (Benth.) Seigler y Ebinger	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Fabaceae	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight y Arn. var. <i>farnesiana</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	0
Fabaceae	<i>Vachellia schaffneri</i> (S. Watson) Seigler & Ebinger	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Fabaceae	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	1	0	1	0	0	1	0	1	1
Fagaceae	<i>Quercus affinis</i> Scheidw.	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus castanea</i> Née	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus chihuahuensis</i> Trel.	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus cordifolia</i> Trel.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	1	1	0	0	0	1	0	1	1
Fagaceae	<i>Quercus depressipes</i> Trel.	0	0	1	0	1	1	1	0	0
Fagaceae	<i>Quercus deserticola</i> Trel.	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus diversifolia</i> Née	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus eduardi</i> Trel.	1	1	1	0	1	1	1	0	1
Fagaceae	<i>Quercus greggii</i> (A. DC.) Trel.	1	1	0	0	1	0	0	0	1
Fagaceae	<i>Quercus grisea</i> Liebm.	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Fagaceae	<i>Quercus hintoniorum</i> Nixon & C. H. Müller	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fagaceae	<i>Quercus intricata</i> Trel.	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus laeta</i> Liebm.	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus microphylla</i> Née	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Fagaceae	<i>Quercus potosina</i> Trel.	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Fagaceae	<i>Quercus pringlei</i> Seemen	1	1	0	0	1	1	0	0	1
Fagaceae	<i>Quercus pungens</i> Liebm.	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i> Liebm.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i> Née	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Fagaceae	<i>Quercus striatula</i> Trel.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Fagaceae	<i>Quercus tinkhamii</i> C.H. Müll	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	1	1	1	0	1	0	0	0	1
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i> subsp. <i>breviflora</i> Henrickson	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i> subsp. <i>campanulata</i> (Nash) Henrickson	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i> Hartw. ex Benth.	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>macrophylla</i> (Benth.) Dahling	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Garryaceae	<i>Garrya ovata</i> Benth	0	1	0	1	1	1	1	1	0
Garryaceae	<i>Garrya ovata</i> subsp. <i>mexicana</i> Dahling	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Iridaceae	<i>Sisyrinchium scabrum</i> Cham. & Schltdl.	0	0	0	1	0	1	0	0	1
Iridaceae	<i>Sisyrinchium tenuifolium</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Iridaceae	<i>Tigridia potosina</i> López-Ferr. & Espejo	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Krameriaceae	<i>Krameria cytisoides</i> Cav.	1	1	0	1	1	0	1	1	1
Lamiaceae	<i>Hedeoma drummondii</i> Benth.	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Poliomintha longiflora</i> A. Gray	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Poliomintha marifolia</i> (S. Schauer) A.Gray	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia axillaris</i> Moc. & Sessé ex Benth.	0	0	0	1	0	1	1	1	1
Lamiaceae	<i>Salvia ballotiflora</i> Benth	1	1	0	1	1	1	1	1	0
Lamiaceae	<i>Salvia chamaedryoides</i> Cav.	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i> Buc'hoz ex Etl.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia connivens</i> Epling	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia greggii</i> A. Gray	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia isochroma</i> (Fernald) B.L.Turner	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia keerlii</i> Benth.	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia lycioides</i> A. Gray	0	0	0	1	1	1	0	1	0
Lamiaceae	<i>Salvia melissodora</i> Lag.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia mexicana</i> L.	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia microphylla</i> Kunth	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Lamiaceae	<i>Salvia pennellii</i> Epling	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia podadena</i> Briq.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Lamiaceae	<i>Salvia regla</i> Cav.	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Lamiaceae	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	1	0	1	0	1	0	0	1	0
Lamiaceae	<i>Scutellaria hispidula</i> B.L.Rob.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lamiaceae	<i>Stachys sandersii</i> B.L.Turner	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	1	1	0	1	1	1	0	0	1
Lauraceae	<i>Litsea novoleontis</i> Bartlett	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula debbertiana</i> Speta & F. Fuchs	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula ehlersiae</i> Speta & F. Fuchs	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula esseriana</i> B. Kirchn.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lentibulariaceae	<i>Pinguicula kondoi</i> Casper	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Linaceae	<i>Linum rupestre</i> (A. Gray) Engelm. ex A. Gray	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Linaceae	<i>Linum scabrellum</i> Planch.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Linaceae	<i>Linum schiedeanum</i> Schltdl. & Cham.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Linaceae	<i>Linum vernale</i> Wooton	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	1	0	0	1	0	0	1	1	0
Loasaceae	<i>Mentzelia hispida</i> Willd.	1	0	0	1	1	1	0	1	0
Malpighiaceae	<i>Mascagnia sericea</i> Nied.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Moraceae	<i>Morus celtidifolia</i> Kunth	1	1	0	1	1	0	0	0	0

Nyctaginaceae	<i>Cyphomeris gypsophiloides</i> (M. Martens. & Galeotti) Standl.	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Forestiera reticulata</i> Torr.	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Fraxinus greggii</i> A. Gray var. <i>greggii</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	1
Oleaceae	<i>Fraxinus potosina</i> Brandegees	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Menodora coulteri</i> A. Gray	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Oleaceae	<i>Menodora coulteri</i> A. Gray var. <i>coulteri</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Menodora coulteri</i> var. <i>minima</i> Steyerm.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Oleaceae	<i>Menodora scabra</i> A. Gray	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Orchidaceae	<i>Govenia lagenophora</i> Lindl.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Orchidaceae	<i>Spiranthes graminea</i> Lindl. ex Benth.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Orobanchaceae	<i>Aureolaria greggii</i> (S. Watson.) Pennell	1	0	0	1	0	0	1	0	0
Orobanchaceae	<i>Castilleja arvensis</i> Schltld. & Cham.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Orobanchaceae	<i>Castilleja rigida</i> Eastw.	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Orobanchaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis albicaulis</i> (Rose) Rose ex R. Knuth	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	1	0	0	1	1	0	0	1	0
Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i> Kunth	0	0	0	1	0	1	0	1	1
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Papaveraceae	<i>Argemone fruticosa</i> Thurb. ex A. Gray	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Pinaceae	<i>Pinus discolor</i> D.K. Bailey & Hawksw.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Pinaceae	<i>Pinus johannis</i> Rob.-Pase.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Pinaceae	<i>Pinus greggii</i> Engelm. ex Parl.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Pinaceae	<i>Pinus nelsonii</i> Shaw.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pinaceae	<i>Pinus pinceana</i> Gordon. & Glend.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinaceae	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Plantaginaceae	<i>Maurandya antirrhiniflora</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Plantaginaceae	<i>Maurandya barclayana</i> Lindl.	1	0	0	1	0	1	0	1	0
Plantaginaceae	<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	0	0	1	1	0	0	1	0	1
Plantaginaceae	<i>Penstemon barbatus</i> var. <i>wislizeni</i> A. Gray	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Plantaginaceae	<i>Penstemon lanceolatus</i> Benth.	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Plantaginaceae	<i>Penstemon potosinus</i> Straw	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Plantaginaceae	<i>Plantago linearis</i> Kunth	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Plantaginaceae	<i>Plantago nivea</i> Kunth	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Plantaginaceae	<i>Russelia coccinea</i> (L.) Wetts.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantaginaceae	<i>Russelia polyedra</i> Zucc.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Achnatherum eminens</i> (Cav.) Barkworth	0	0	0	0	1	0	1	1	1
Poaceae	<i>Agropyron arizonicum</i> Scribn. & Smith	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	1	1	1	0	1	0	0	0	0

Poaceae	<i>Aristida barbata</i> E. Fourn.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	0	0	1	0	0	1	1	1	1
Poaceae	<i>Aristida glauca</i> (Nees) Walp.	0	1	0	0	0	0	1	0	1
Poaceae	<i>Aristida havardii</i> vasey	0	0	1	0	0	1	0	1	0
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i> Nutt. Var. <i>Purpurea</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i> Cav.	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Poaceae	<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bouteloua chasei</i> Swallen	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr. Var. <i>curtipendula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bouteloua dactyloides</i> (Nutt.) Columbus	1	0	0	1	1	1	1	0	0
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	0	1	1	1	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. var. <i>hirsuta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bouteloua scorpioides</i> Lag.	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Poaceae	<i>Bouteloua trifida</i> Thurb. ex S. Watson	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex E. Fourn.	0	1	0	0	1	1	0	1	1

Poaceae	<i>Chloris gayana</i> Kunth	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Chloris submutica</i> Kunth	0	0	1	1	1	0	1	0	0
Poaceae	<i>Chloris virgata</i> Sw.	0	0	1	1	1	0	1	1	0
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Poaceae	<i>Enneapogon desvauxii</i> P. Beauv.	1	0	0	0	1	0	1	0	1
Poaceae	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Poaceae	<i>Eragrostis intermedia</i> Hitchc.	0	0	0	0	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link	0	0	1	1	1	0	1	0	1
Poaceae	<i>Erioneuron avenaceum</i> (Kunth) Tateoka	1	0	0	0	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv.	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Poaceae	<i>Hilaria cenchroides</i> Kunth	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Poaceae	<i>Leptochloa dubia</i> (Kunth) Nees	1	0	1	1	0	0	1	1	0
Poaceae	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	1	0	1	1	0	1	0	1	1
Poaceae	<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	0	0	1	1	1	1	0	1	1
Poaceae	<i>Muhlenbergia distans</i> Swalle.	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia dubia</i> E. Fourn.	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Poaceae	<i>Muhlenbergia firma</i> Beal	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia glauca</i> (Nees) B.D. Jacks.	1	1	0	0	1	0	1	0	0

Poaceae	<i>Muhlenbergia gypsophila</i> Reeder & C. Reeder	1	1	0	0	1	1	0	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia microsperma</i> (DC.) Kunth	1	1	0	1	1	0	1	0	1
Poaceae	<i>Muhlenbergia minutissima</i> (Steud.) Swallen	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus	1	1	0	0	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia pubescens</i> (Kunth) Hitchc.	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia purpusii</i> Mez	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> (Kunth) Trin.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia repens</i> (J. Presl) Hitchc.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia rigida</i> (Kunth) Kunth	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Poaceae	<i>Muhlenbergia tenuifolia</i> (Kunth) Kunth	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitch. var. <i>villiflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Muhlenbergia villiflora</i> Hitchc.	1	0	1	1	0	1	0	1	1
Poaceae	<i>Nassella leucotricha</i> (Trin. & Rupr.) R.W. Pohl	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Nassella mucronata</i> (Kunth) R.W. Pohl	0	0	1	1	1	0	0	1	1
Poaceae	<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	0	0	1	1	1	0	1	0	0
Poaceae	<i>Pappophorum bicolor</i> E. Fourn.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Piptochaetium brevicalyx</i> (E. Fourn.) Ricker	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Poaceae	<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Kunth) Hitchc.	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	0	0	0	0	1	1	0	1	0
Poaceae	<i>Schizachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Poaceae	<i>Setaria geniculata</i> P. Beauv.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i> E. Fourn.	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	1	0	0	1	1	1	0	0	0
Poaceae	<i>Setaria macrostachya</i> Kunth	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Sohnsia filifolia</i> (E.Fourn.) Airy Shaw	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Sorghastrum nutans</i> (L.) Nash	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Poaceae	<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Poaceae	<i>Tridens muticus</i> (Torr.) Nash	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Polemoniaceae	<i>Giliastrum incisum</i> (Benth.) J.M. Porter	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Polemoniaceae	<i>Giliastrum stewartii</i> (I.M. Johnst.) J.M. Porter	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Polemoniaceae	<i>Loeselia caerulea</i> (Cav.) G. Don	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	0	0	1	1	0	1	0	1	0
Polygalaceae	<i>Polygala berlandieri</i> S. Watson	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Polygalaceae	<i>Polygala compacta</i> Rose	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Polygonaceae	<i>Eriogonum viscanum</i> W.J. Hess & Reveal	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Polypodiaceae	<i>Polypodium guttatum</i> Maxon	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i> L.	1	0	0	1	1	0	1	1	0
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Pteridaceae	<i>Astrolepis sinuata</i> (Lag. ex Sw.) D. M. Benham & Windham	1	0	1	0	0	1	0	1	0
Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i> (Willd.) Proctor	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Pteridaceae	<i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Pteridaceae	<i>Notholaena aschenborniana</i> Klotzsch	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pteridaceae	<i>Notholaena candida</i> Var. <i>copelandii</i> (C.C. Hall) R.M. Tryon	1	0	1	1	0	0	1	1	1
Pteridaceae	<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A. R. Sm.	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Pteridaceae	<i>Pellaea sagittata</i> var. <i>cordata</i> (Cav.) A.F. Tryon	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link	1	0	0	1	0	1	1	1	1
Ranunculaceae	<i>Thalictrum fendleri</i> Engelm. ex A. Gray	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Rhamnaceae	<i>Ceanothus greggii</i> A. Gray	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Rhamnaceae	<i>Colubrina ehrenbergii</i> Schltld.	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Rhamnaceae	<i>Condalia fasciculata</i> I.M. Johnst.	1	0	1	0	1	0	0	0	1

Rhamnaceae	<i>Condalia mexicana</i> Schltdl.	1	1	1	0	1	0	0	1	1
Rhamnaceae	<i>Karwinskia mollis</i> Schltdl.	1	1	1	0	1	0	0	0	1
Rosaceae	<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C. K. Schneid.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Cercocarpus montanus</i> Raf	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Rosaceae	<i>Cercocarpus montanus</i> var. <i>paucidentatus</i> (S. Watson) F.L. Martin	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Cercocarpus rzedowskii</i> Henr.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Crataegus pubescens</i> (C. Presl) C. Presl	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Lachemilla aphanoides</i> (Mutis ex L. f.) Rothm.	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Lindleya mespiloides</i> Kunth	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Rosaceae	<i>Malacomeles denticulata</i> (Kunth) G.N. Jones	1	1	1	0	1	0	1	0	0
Rosaceae	<i>Prunus microphylla</i> (Kunth) Hemsl.	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Vauquelinia corymbosa</i> subsp. <i>karwinskyi</i> (Maxim.) W.J. Hess & Henrickson	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rosaceae	<i>Vauquelinia corymbosa</i> subsp. <i>saltillensis</i> W.J. Hess & Henrickson	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltdl.	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Rubiaceae	<i>Crusea diversifolia</i> W. R. Anderson	0	0	1	0	1	1	1	1	0
Rubiaceae	<i>Galium pennellii</i> Dempster	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Rubiaceae	<i>Galium rzedowskii</i> Dempster	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubiaceae	<i>Galium uncinulatum</i> DC.	0	0	0	1	1	0	0	1	1
Rutaceae	<i>Casimiroa pringlei</i> (S. Watson) Engl. ex Engl. & Prantl	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Rutaceae	<i>Choisya palmeri</i> Standl.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rutaceae	<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	1	0	1	1	1	0	0	0	1
Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	1	1	0	1	1	0	1	0	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Salicaceae	<i>Neopringlea integrifolia</i> (Hemsl.) S. Watson	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Santalaceae	<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC.) Nutt.	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Santalaceae	<i>Phoradendron flavum</i> I.M. Johnst.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Santalaceae	<i>Phoradendron lanceolatum</i> Engelm. ex A. Gray	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i> Kunth.	1	0	1	1	1	0	1	0	0

Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i> subsp. <i>tomentella</i> (Standl.) E. M. Norman	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i> Kunth.	0	0	1	1	0	0	1	1	1
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum pruinsum</i> I.M. Johnst.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum revolutum</i> Rzed.	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Selaginellaceae	<i>Selaginella pallescens</i> var. <i>acutifolia</i> Stolze	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Smilacaceae	<i>Smilax bona-nox</i> L.	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Solanaceae	<i>Physalis pennellii</i> Waterf.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Solanaceae	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	1	0	1	0	1	1	1	1	0
Solanaceae	<i>Solanum stoloniferum</i> Schltld.	0	0	0	1	0	1	1	1	0
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i> (Torr.) Moldenke	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Citharexylum oleinum</i> (Benth. ex Lindl.) Moldenke	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Verbenaceae	<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt.	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Verbenaceae	<i>Lantana achyranthifolia</i> Desf.	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	0	0	1	1	0	1	0	1	1
Verbenaceae	<i>Lantana hirta</i> Graham	1	1	0	1	0	0	0	0	1
Verbenaceae	<i>Lantana macropoda</i> Torr.	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Verbenaceae	<i>Priva mexicana</i> (L.) Pers.	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Verbenaceae	<i>Verbena menthifolia</i> Benth.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Violaceae	<i>Viola schaffneriana</i> Becker	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Zamiaceae	<i>Ceratozamia zaragozae</i> Medellín-Leal	0	0	1	1	0	0	0	0	0