



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

LOS BOSQUES PIÑONEROS DE MEXICO.

ESTUDIO DEL BOSQUE DE *Pinus johannis*

M.F. Robert EN CONCEPCION

DEL ORO, ZACATECAS.



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS, EN CIENCIAS FORESTALES**

PRESENTA:

JOSE GONZALEZ AVALOS



Chapingo, Estado de México; Mayo de 1998.

Bib. 86884



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

LOS BOSQUES PIÑONEROS DE MEXICO.

ESTUDIO DEL BOSQUE DE *Pinus johannis*

M.F. Robert EN CONCEPCION

DEL ORO, ZACATECAS.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS, EN CIENCIAS FORESTALES

PRESENTA:

JOSE GONZALEZ AVALOS

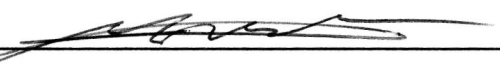


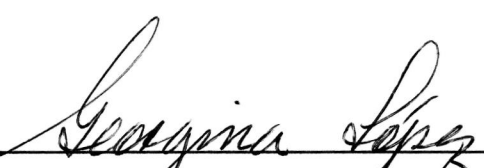
Chapingo, Estado de México; Mayo de 1998.

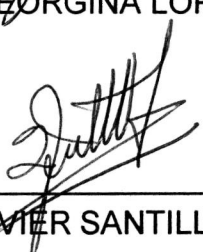
LOS BOSQUES PIÑONEROS DE MEXICO.
ESTUDIO DEL BOSQUE DE *Pinus johannis*
M.F. Robert EN CONCEPCION
DEL ORO, ZACATECAS.

Tesis realizada por José González Avalos, bajo la dirección 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. DIODORO GRANADOS SANCHEZ

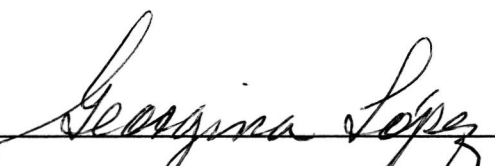
ASESOR: 
M.C. GEORGINA LOPEZ RIOS

ASESOR: 
M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

LOS BOSQUES PIÑONEROS DE MEXICO.
ESTUDIO DEL BOSQUE DE *Pinus johannis*
M.F. Robert EN CONCEPCION
DEL ORO, ZACATECAS.

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de José González Avalos autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales estuvo constituido por:

PRESIDENTE: _____
DR. DIODORO GRANADOS SANCHEZ

ASESOR: 
M.C. GEORGINA LOPEZ RIOS

ASESOR: 
M.C. JAVIER SANTILLAN PEREZ

DEDICATORIAS

A mi esposa Araceli, por brindarme su amor, comprensión y apoyo incondicional y sobre todo por haberme dado una hija tan hermosa.

A mi hija Daniela, por haber traído esa felicidad tan especial a nuestro hogar, haciendo cada día que paso a su lado “un día muy especial”.

A mis padres Esperanza y Primo (+), que siempre confiaron en mí y que gracias a su apoyo incondicional hoy puedo culminar otra etapa más.

A mi suegra Leticia, por su valiosa y muy útil ayuda.

A mis hermanos, Jorge, Sergio, Primo, Martha, Javier, Ramiro, Elizabeth y Gabriel, por sus constantes palabras de aliento para seguir adelante y por todo el apoyo sin el cual me hubiese resultado muy difícil seguir adelante.

A mis cuñados Antonio y Rosario, que forman parte de la gran familia a quien quiero y respeto mucho, gracias por haberme brindado su amistad y apoyo.

A mis sobrinas Perla, Rubí, Esmeralda, Noemí y Sarahí, por esos momentos tan inolvidables y divertidos que paso a su lado.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Diodoro Granados Sánchez, por su valiosa y desinteresada ayuda en el planteamiento y culminación del presente trabajo.

A los miembros del comité revisor: M.C. Georgina López Ríos y M.C. Javier Santillán Pérez, por sus importantes observaciones y aportes al presente.

A mi amiga Rosa Isela, por su activa participación en la elaboración del presente documento y por sus valiosas ideas aportadas, además de la elaboración del perfil fisonómico.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por haber financiado mis estudios.

A los maestros de la División de Ciencias Forestales, que con sus cátedras ayudaron a mi formación académica.

Al herbario de la División de Ciencias Forestales, por la ayuda prestada en la identificación de las muestras botánicas.

A la Universidad Autónoma Chapingo, que me dio la oportunidad de estudiar en sus instalaciones.

A mis compañeros Rebeca, Genaro, Rodolfo, Rogelio, Marco Antonio y Mario, por su amistad y compañerismo mostrado durante mi estancia en ésta Universidad.

DATOS BIOGRAFICOS

José González Avalos, nació en Sayula, Jalisco. Es ingeniero Agrónomo con especialidad Forestal, egresado de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (1992).

En 1992 participó en el **Primer encuentro nacional de grupos cívicos y V ciclo de conferencias sobre incendios forestales**, celebrado en Saltillo Coahuila; en 1993 tomó el curso **Primer taller sobre impacto ambiental de las actividades forestales**, impartido en Saltillo, Coahuila; en el mismo año participó como ponente en la **Consulta de Expertos sobre Avance de la Agroforestería en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe. FAO**, realizada en México, D.F.; Durante 1994 participó en el **Taller Internacional de Especialistas Sobre Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, FAO**, en Guadalajara, Jalisco; además de asistir al **Mini-Taller sobre Ecorregionalización**, organizado por el Banco Mundial así como al **V Simposium Bienal México-Estados Unidos de América "Cooperación Social para el Manejo Sostenible de los Ecosistemas Forestales"** también celebrados en la misma ciudad; y durante 1995 asistió como expositor al Ciclo de Conferencias "Ecología al Día" celebrado en Monterrey, Nuevo León.

Durante 1993-1995, laboró en la Comisión Nacional de las Zonas Áridas en la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, tuvo a su cargo los proyectos de: Prácticas vegetativas para el control de la erosión en cárcavas, Evaluación de prácticas para el control de la desertificación, Producción de traspatio, Plantación de cortadillo (*Nolina* sp.), así como la elaboración de un estudio de aprovechamiento de *Yucca filifera* y *Yucca carnerosana*.

INDICE DEL CONTENIDO

	página
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCION	1
1.1. Importancia	1
1.2. Problemática	2
II. MARCO TEORICO	4
2.1. Comunidades vegetales	4
2.2. Clasificación de las formas de vida	5
2.3. Clasificación fisonómica de la vegetación	6
2.3.1. Fórmulas fisonómicas	6
2.3.2. Sistema de Küchler	7
2.3.3. Fitogramas de Lutz	7
2.3.4. Diagrama de perfil semirrealista	8
2.3.5. Sistema fisonómico de Dansereau	8
2.4. Gimnospermas	9
2.4.1. Origen y evolución de las Gimnospermas	10
2.4.2. Clasificación de las Gimnospermas	11
2.5. Orden Pinales	15
2.6. Biología de las Coníferas	16
2.6.1. Ciclo de vida	16
2.6.2. Poliploidia	21
2.7. La familia Pinaceae	24
2.8. Origen de los pinos	25
2.9. Migración de los pinos a México y América Central	27
2.10. Fitogeografía del género <i>Pinus</i>	28
2.11. Clasificación del género <i>Pinus</i>	29
2.12. Los piñoneros	33
2.12.1. <i>Pinus cembroides</i> Zucc.	34
2.12.2. <i>Pinus edulis</i> Engelm.	36
2.12.3. <i>Pinus quadrifolia</i> Sudw.	36

	Página
2.12.4. <i>Pinus monophylla</i> Torr.	38
2.12.5. <i>Pinus pinceana</i> Gordon.	39
2.12.6. <i>Pinus nelsoni</i> Shaw.	41
2.12.7. <i>Pinus johannis</i> M.-F. Robert	42
2.12.8. <i>Pinus maximartinezii</i> Rzedowski	44
2.12.9. <i>Pinus remota</i> (Little) Bailey & Hawkswork	45
2.12.10. <i>Pinus catarinae</i> M.-F. Robert Passini	47
2.12.11. <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>Orizabensis</i> D.K. Bailey	49
2.12.12. <i>Pinus discolor</i> Bailey & Hawkswork	51
2.12.13. <i>Pinus lagunae</i> M.-F. Passini	53
2.12.14. <i>Pinus juarezensis</i> Lanner	54
2.14.15. <i>Pinus culminicola</i> Andresen & Beaman	56
III. MATERIALES Y METODOS	59
3.1. Descripción del área	59
3.1.1. Localización	59
3.1.2. Clima	60
3.1.3. Rocas y suelo	60
3.1.4. Uso del suelo	61
3.1.5. Uso potencial	61
3.2. Selección del sitio a muestrear	61
3.3. Métodos de muestreo	62
3.4. Inventario florístico	63
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	64
4.1. Aguascalientes	64
4.2. Baja California	66
4.3. Baja California Sur	69
4.4. Coahuila	73
4.5. Chihuahua	78
4.6. Durango	81
4.7. Guanajuato	87
4.8. Hidalgo	92
4.9. Jalisco	99
4.10. Nuevo León	103
4.11. Puebla	110
4.12. Querétaro	115
4.13. San Luis Potosí	121
4.14. Sonora	129
4.15. Tamaulipas	131
4.16. Tlaxcala	133
4.17. Veracruz	136
4.18. Zacatecas	137

	Página
4.19. Sinecología del bosque de <i>Pinus johannis</i>	143
4.19.1. Composición	145
4.19.2. Estratificación	145
4.19.2.1. Estrato superior	147
4.19.2.2. Estrato medio	148
4.19.2.3. Estrato bajo	149
4.19.3. Formas de vida	150
4.19.4. Características cuantitativas	151
4.19.4.1. Método de punto cuadrante	152
4.19.4.1.1. Cobertura	152
4.19.4.1.2. Densidad relativa	153
4.19.4.1.3. Frecuencia relativa	154
4.19.4.1.4. Dominancia relativa	154
4.19.4.1.5. Importancia	155
4.19.4.2. Método de área	156
4.19.4.2.1. Cobertura	156
4.19.4.2.2. Densidad relativa	157
4.19.4.2.3. Dominancia relativa	159
4.19.4.2.4. Frecuencia relativa	159
4.19.4.2.5. Importancia	161
4.19.5. Índice de diversidad	162
4.19.6. Fórmulas fisonómicas	163
4.19.7. Fitogramas de Lutz	166
4.19.8. Ordenación	169
V. CONCLUSIONES	172
VI. LITERATURA CITADA	1174

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación de las gimnospermas.	12
Cuadro 2. Ciclo de vida generalizado de un pino.	22
Cuadro 3. Clasificación de la familia Pinaceae.	25
Cuadro 4. Clasificación de los pinos de México.	30
Cuadro 5. Clasificación de los pinos de México y América Central.	32
Cuadro 6. Cobertura de las especies del estrato arbustivo en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del oro, Zac.	153
Cuadro 7. Frecuencia relativa, dominancia relativa y densidad relativa de las especies del estrato arbustivo de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> , en Concepción del Oro, zac.	155
Cuadro 8. Importancia de las especies del estrato arbustivo de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> , en Concepción del Oro, zac.	156
Cuadro 9. Cobertura de las especies del estrato herbáceo de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> , en Concepción del Oro, zac.	158
Cuadro 10. Densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa del estrato herbáceo de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> , en Concepción del Oro, zac.	160
Cuadro 11. Importancia de las especies del estrato herbáceo de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> , en Concepción del Oro, zac.	161
Cuadro 12. Matriz de semejanza ordenada de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> .	169

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución del <i>Pinus cembroides</i> Zucc. en el Estado de Aguascalientes, (COTECOCA, 1980; Siquéiros, 1989; Perry, 1991).	65
Figura 2. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Baja California, (COTECOCA, 1974; Perry, 1991 y Carmen <i>et al</i> , 1994).	66
Figura 3. Distribución de <i>Pinus lagunae</i> en el Estado de Baja California Sur, (Morelos, 1988 y Perry, 1991).	70
Figura 4. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Coahuila (Perry,1991; COTECOCA, 1979).	74
Figura 5. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Chihuahua (COTECOCA, 1978; Perry,1991.).	79
Figura 6. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Durango (Benitez y Bravo, 1992; Perry,1991.).	82
Figura 7. Distribución del <i>Pinus cembroides</i> en el Estado de Guanajuato, (COTECOCA, 1979 y Perry, 1991).	88
Figura 8. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Hidalgo (Hiriart y González, 1983; Perry,1991; López, 1996; COTECOCA, 1980).	93
Figura 9. Distribución del <i>Pinus cembroides</i> en el Estado de Jalisco, (Pérez, 1985 y Perry, 1991).	99
Figura 10. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Nuevo León (Flores, 1985; García y González, 1991; Perry, 1991).	105
Figura 11. Distribución de <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i> en el Estado de Puebla (Fuentes, 1992 y Perry, 1991).	111
Figura 12. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Querétaro (COTECOCA, 1980; Galván, 1990; Zavala, 1993; Perry,1991).	116

	Página
Figura 13. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de San Luis Potosí (Rebolledo, 1982; Hernández y García, 1985; Romero <i>et al</i> , 1989; Avila <i>et al</i> , 1992 y Perry, 1991).	122
Figura 14. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Sonora (COTECOCA, 1974 y Perry, 1991).	130
Figura 15. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Tamaulipas (Suzan, 1985 y Perry, 1991).	132
Figura 16. Distribución de <i>Pinus cembroides</i> subsp. <i>orizabensis</i> en el Estado de Tlaxcala (Perry, 1991 y Silva, 1994).	134
Figura 17. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Zacatecas (COTECOCA, 1980; Aldrete, 1981 y Perry, 1991).	138
Figura 18. Perfil fisonómico de la vegetación de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en C. del Oro, Zac.	146
Figura 19. Fitograma de lutz para las especies de <i>Pinus johannis</i> (P), <i>Juniperus erythrocarpa</i> (J), <i>Yucca carnerosana</i> (Y) y <i>Agave</i> sp. (A).	166
Figura 20. Fitograma de lutz para las especies de <i>Pinus johannis</i> (P), <i>Dasyllirion</i> sp. (D) y <i>Nolina</i> sp. (N).	167
Figura 21. Fitograma de lutz para las especies de <i>Pinus johannis</i> (P), <i>Opuntia</i> sp. (O) y <i>Hetchia glomerata</i> (H).	168

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Baja California, (COTECOCA, 1974).	180
Anexo 2. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Baja California Sur, (COTECOCA, 1975).	181
Anexo 3. Perfil esquemático de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, 23° 23' L.N. (Morelos, 1988).	182
Anexo 4. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Coahuila, (COTECOCA, 1979).	183
Anexo 5. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Chihuahua, (COTECOCA, 1978).	184
Anexo 6. Diagrama de la asociación de <i>Pinus cembroides</i> (1)- <i>Juniperus-Quercus</i> , con presencia de <i>Juniperus deppeana</i> (2), <i>Quercus chihuahuensis</i> (3), <i>P. chihuahuana</i> (4), <i>Agave parryi</i> (5), <i>Q. deserticola</i> (6), <i>Acacia schaffneri</i> (7), <i>Opuntia robusta</i> (8), <i>O. Imbricata</i> (9), <i>Yucca camerosana</i> (10) y <i>Q. microphylla</i> (11), (Benitez y Bravo, 1992).	185
Anexo 7. Perfil esquemático de la vegetación en la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, (Hiriart y González, 1983).	186
Anexo 8. Perfil fisonómico general de la vegetación del bosque piñonero del Valle del Mezquital , Hgo., (López, 1996).	187
Anexo 9. Perfil esquemático entre San Roberto y Santa Fe, Galeana, Nuevo, León, (Flores, 1985).	188
Anexo 10. Perfil semirrealista del bosque de piñonero del Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla, (Fuentes, 1992).	189
Anexo 11. Perfil fisonómico de la vegetación, en forma dimensional, (Galván, 1990).	190
Anexo 12. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de San Luis Potosí, (COTECOCA, 1973).	191

Anexo 13. Perfil fisonómico de la vegetación en forma dimensional, (Silva, 1994).	192
Anexo 14. Lista florística de la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro, Zac.	193
Anexo 15. Clasificación de formas de vida de las especies en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro, Zac.	195
Anexo 16. Densidades de las especies arbustivas en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro, Zac.	196
Anexo 17. Dominancias de las especies arbustivas en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro, Zac.	196
Anexo 18. Frecuencias de las especies arbustivas en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro, Zac.	197
Anexo 19. Densidades del estrato herbáceo en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro Zac.	197
Anexo 20. Dominancias del estrato herbáceo en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro Zac.	198
Anexo 21. Frecuencias del estrato herbáceo en la comunidad de <i>Pinus johannis</i> en Concepción del Oro Zac.	199

RESUMEN

LOS BOSQUES PIÑONEROS DE MEXICO. ESTUDIO DEL BOSQUE DE *Pinus johannis* M.F. Robert EN CONCEPCION DEL ORO, ZACATECAS.

José González Avalos.

Maestro en Ciencias

Director: Diodoro Granados Sánchez.

Dada la importancia socioeconómica y al poco conocimiento que se tienen de las comunidades de pinos piñoneros, el objetivo del presente estudio fue la de realizar una recopilación bibliográfica del estudio de las comunidades, así como realizar un estudio sinecológico de la comunidad de *Pinus johannis* en C. del Oro, Zac. En la revisión se encontró que existen 15 especies de pinos piñoneros distribuidos en 18 Estados de México. En el estudio de campo se utilizaron los métodos de muestreo de punto cuadrante y de área, obteniéndose los siguientes resultados: las familias más importantes fueron la Pinaceae, Rosaceae, Fagaceae y Compositae. La forma de vida dominante fue la hemicriptofita con un 44.23%. La especie dominante en cobertura fue *Pinus johannis* con $5.77\text{m}^2/100\text{m}^2$ (estrato arbustivo) y *Cowania plicata* con $703.71\text{cm}^2/\text{m}^2$ (estrato herbáceo). Para el estrato arbustivo el *Pinus johannis* fue el dominante para densidad relativa con 55%, frecuencia relativa con 41.67% y dominancia relativa con 85.29%. Mientras que para el estrato herbáceo la especie dominante en densidad relativa fue *Lepidium montanum* con 1.28%, para dominancia relativa *Cowania plicata* con 34.86% y en frecuencia relativa *Bouteloua curtipendula* con 8.33%. Las especies más importantes fueron *Pinus johannis* y *Cowania plicata*.

Palabras clave: sinecología, pinos piñoneros.

ABSTRACT

Given the socioeconomic importance and to the little knowledge that have to be of the pine nuts communities, the objective of the present study was that of to accomplish a bibliographical summary of the study of the communities, as well as to accomplish a sinecology study of the community of *Pinus johannis* in C. del Oro, Zac. In the review was found that exist 15 species of pines nuts distributed in 18 States of Mexico. In the field study were used the methods of point sampling quadrant and of area, being obtained the following results: the most important families were the Pinaceae, Rosaceae, Fagaceae and Compositae. The form of dominant life was the hemicriptofita with a 44.23%. The dominant specie in coverage was *Pinus johannis* with $5.77\text{m}^2/100\text{m}^2$ (stratum arbustivo) and *Cowania plicata* with $703.71\text{ cm}^2/\text{m}^2$ (grassy stratum). For the stratum arbustivo the *Pinus johannis* was the dominant for relative density with 55%, relative frequency with 41.67% and dominancia relative with 85.29%. while for the grassy stratum the dominant kind in relative density was *Lepidium montanum* with 1.28%, for dominancia relative *Cowania plicata* with 34.86% and in relative frequency *Bouteloua curtipendula* with 8.33%. The kinds most important were *Pinus johannis* and *Cowania plicata*.

Key words. sinecology, pine nuts.

I. INTRODUCCION

1.1. Importancia

Como resultado de su complejo proceso evolutivo, los pinos piñoneros son especies con una notable adaptación a ecosistemas con presencia de sequías severas y recurrentes y de condiciones edáficas pobres.

En México, los piñonares se localizan en las zonas áridas y semiáridas “como islas virtuales”, principalmente del norte del país, donde tienen una importancia ecológica estratégica en el mantenimiento del régimen hidrológico de las cuencas y la sobrevivencia de numerosas especies faunísticas. Además juegan un importante papel en el microclima.

Su importancia socioeconómica es notable. Desde tiempos remotos, la semilla del piñón ha formado parte de los grupos humanos que conviven con los piñonares. En la parte norte del país, los pinos piñoneros eran uno de los recursos que servían para determinar las rutas migratorias de los pueblos nómadas quienes tenían en alto aprecio a la semilla de los piñoneros (Passini, 1985).

Por el hecho de que los piñonares se desarrollan en las regiones semiáridas del país, bajo condiciones ecológicas sumamente adversas, han jugado un importante papel como proveedores de bienes y servicios para una población rural que está caracterizada por marginación social y económica.

Estos ecosistemas, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de productos que tienen impacto decisivo en la sobrevivencia de las comunidades rurales. Más concretamente, los ecosistemas de piñonares benefician a sus pobladores, aportando: semilla comestible, leña, postes, madera, fauna silvestre, árboles de navidad, resina y servicios como áreas de recreo y dasonomía urbana, (Caballero y Avila, 1989).

La importancia primordial de los piñonares es la producción de la semilla, la cual en su mayor parte se comercializa en mercados regionales, nacionales e incluso internacionales.

1.2. Problemática

No obstante su importancia ecológica, social y económica, los pinos piñoneros han recibido poca atención y no es sino hasta años recientes cuando las instituciones públicas, académicas y sociales han intensificado sus esfuerzos por tener un mayor conocimiento de estas especies.

Las poblaciones naturales de pinos piñoneros, por lo general, son muy frágiles y cuando han sido deterioradas, su restablecimiento es difícil y lento.

De acuerdo con Caballero y Avila (1989), las comunidades de pino piñonero se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas y en peligro de extinción. Dentro de las causas más importantes que influyen en su reducción están los factores antropogénicos y naturales.

La destrucción de los piñoneros por el efecto antropogénico se presenta bajo diferentes formas, dentro de las cuales destacan las siguientes: extracción de árboles con propósito de aprovechamiento, sobrepastoreo, cambio de uso del suelo e incendios forestales provocados.

Dentro de los agentes naturales que afectan a las comunidades de piñoneros destacan las plagas y enfermedades, eventos meteorológicos como los huracanes, nevadas y otros, así como la competencia con otras especies más agresivas en la colonización de estas áreas perturbadas.

Perry (1991), menciona que los piñoneros tienen un alto grado de endemismo en México. Existen 10 taxa endémicos, algunos con distribución muy restringida, como la de *Pinus johannis*, *P. culminicola* y *P. maximartinezii*.

Aunque comparte la problemática general de todos los pinos piñoneros, en particular, *Pinus johannis* M.F. Robert, es considerada un caso especial dada su restringida distribución, así como por el poco conocimiento que actualmente se tiene de esta especie.

Por lo urge profundizar la investigación en torno a las especies más amenazadas y ofrecer a las comunidades rurales alternativas de aprovechamiento sustentable de los piñonares.

En este trabajo se realizó una revisión bibliográfica sobre las comunidades de pinos piñoneros de México, así como un estudio sinecológico del bosque de *Pinus johannis* en el Municipio de Concepción del Oro, Zacatecas, en el cual se llevó a cabo un análisis cuantitativo de las especies presentes en la comunidad, además con estos datos se construyó la estructura fisonómica de la comunidad, así como la lista florística y se determinaron las interrelaciones suelo-planta.

II. MARCO TEORICO

2.1. Comunidades vegetales

Los organismos y las poblaciones no existen independientes en la naturaleza, sino que forman parte de un ensamble de poblaciones que viven juntas en una misma área, desprendiéndose de ello el término comunidad, la cual define Krebs (1985), como cualquier conjunto de poblaciones de organismos vivos en un área o hábitat dado.

Por su parte, Clarke (1975), menciona que una comunidad es un grupo de vegetales y animales mutuamente acoplados y que pueblan una misma zona natural.

Para Mc Naughton (1984), la comunidad es la organización de las poblaciones que coexisten en el tiempo y en el espacio, que se hallan relacionadas funcionalmente e integradas entre sí.

Siendo la Sinecología la encargada del estudio de la estructura, el desarrollo, la función y las causas de la distribución de las comunidades vegetales, Franco, (1995), comenta que una parte del trabajo ecológico, ha sido dirigido a la descripción de las características de las comunidades, lo cual tiene como objetivo proporcionar a otros investigadores una base que les permita formarse una imagen de una determinada área y de su vegetación, para comparación con otras comunidades y así poder crear esquemas de clasificación.

Antes de empezar el trabajo detallado de una área determinada es necesario conocer las especies presentes, la distribución y la abundancia relativa de cada

una de ellas; también es importante mencionar los rasgos morfológicos de las especies más importantes y las características ambientales de la zona. Cualquier trabajo ecológico relacionado con la vegetación debe cumplir las siguientes características mínimas:

- Composición florística. Consiste en un inventario de las especies presentes.
- Composición de formas biológicas. Se refiere a las diferentes expresiones adaptativas de las plantas a su medio ambiente.
- Estructura de la vegetación. Es el arreglo espacial y la abundancia de cada una de las especies.

2.2. Clasificación de las formas de vida

La variación de la comunidad en cuanto a composición dentro del hábitat y localidad geográfica, refleja la combinación de los factores bióticos y abióticos. En las plantas, tal variación se refleja en ciertas características fisonómicas de los miembros de la comunidad. Estas características pertenecen a la forma y estructura, o forma de vida, de las especies individuales. Ninguna comunidad contiene especies pertenecientes a una sola forma de vida, por tanto, una comunidad que está sometida a ciertas condiciones ambientales puede ser caracterizada por su distribución de frecuencias de formas de vida (Flores, 1980).

Una de las formas más usada a escala mundial en la clasificación de las formas biológicas es la propuesta por Raunkiaer, citado por Kormondy (1978) que distingue cinco categorías principales basadas en las adaptaciones de las plantas a la época adversa del año: Terófitas, Criptófitas, Hemicriptófitas, Caméfitas y Fanerófitas.

2.3. Clasificación fisonómica de la vegetación

Existen métodos para describir la fisonomía de la vegetación, los cuales pueden presentar facilidades o dificultades en su aplicación y limitaciones en la obtención de conclusiones, por lo que su empleo dependerá de las necesidades y objetivos de la investigación.

La fisonomía de la vegetación de una comunidad puede ser caracterizada por siete parámetros, según Shimwell (1971), citado por Granados (1990).

- Formas de vida dominante.
- Densidad de la vegetación.
- Altura de la vegetación.
- Color de la vegetación.
- Relaciones estacionales.
- Duración de la vida media de las especies.
- Riqueza de especies.

Algunos de los métodos de la clasificación fisonómica de la vegetación son los siguientes:

2.3.1. Fórmulas fisonómicas

El empleo de las fórmulas debe de permitir una descripción rápida y completa, así como facilidad de comprensión, por ejemplo: A: árboles, F: arbustos, H: herbáceas, G: gramíneas y C: criptógamas.

Los símbolos u, v, x, y, z toman los porcentajes de mayor a menor, indicando el número de individuos, pudiendo quedar la fórmula de la siguiente manera:

$$xA - yF - zH - uG - vC$$

Lo anterior indica gran cantidad de gramíneas y en menor proporción criptógamas, árboles, arbustos y herbáceas, en ese orden (Granados, 1990).

2.3.2. Sistema de Küchler

Este método se basa en la utilización de letras y números para la elaboración de las fórmulas que describen los diversos tipos de vegetación.

La forma se construye ordenando las letras y los números en el orden siguiente: forma biológica, características de la hoja, altura y cobertura, considerando primero la forma de vida más notoria. Los símbolos de lianas y epífitas se colocan inmediatamente después de la clase de altura a la que se encuentren, ejemplo:

S6i - E8r - B4p

S6i = mezcla de árboles de hoja ancha perenne y árboles de hoja ancha decidua con altura de 10 a 20 m y con una cobertura de 51 a 75 %.

E8r = árboles de hoja acicular perenne, con altura mayor a los 35 m con una cobertura de 6 a 25 %.

B4p = arbustos de hoja ancha perenne, de 2 a 5 m de altura y con una cobertura de 26 a 50 %.

2.3.3. Fitogramas de Lutz

Los fitogramas de Lutz (1930), citado por Granados (1990) son figuras poligonales usadas para caracterizar cuatro factores de la estructura fisonómica de las especies y permitir sus comparaciones. Los factores son los siguientes:

- Densidad. Porcentaje total de número de árboles con un diámetro mayor a los 25 cm medido a 1.30 m de altura.
- Frecuencia. Porcentaje de frecuencia de las especies mencionadas en el punto anterior.
- Dominancia de las especies. Tomada como área basal.
- Clases de tamaño.
 - Árboles bajos hasta 6 m; (grosor pequeño).
 - Árboles pequeños hasta 15 m; (grosor delgado).
 - Árboles grandes hasta 25 m; (grosor medio).
 - Árboles muy grandes mayores de 25 m, de gran grosor

2.3.4. Diagramas de perfil semirrealista

Davis y Richards (1934), plantearon el sistema, el cual describe la estratificación de la vegetación a través de ilustraciones semiesquemáticas llamadas diagramas de perfil.

La elaboración de los esquemas es muy complicada, ya que se requiere del derribo de los árboles en un área determinada; sin embargo, la elaboración de estos esquemas compensa el trabajo invertido, proporcionando una información gráfica muy aproximada a la organización real de la comunidad.

2.3.5. Sistema fisonómico de Dansereau

Dansereau describió a la vegetación por medio de símbolos, de tal forma que es posible transformar el perfil real de la vegetación en una representación simbólica utilizando un lenguaje gráfico formal. Para su sistema, Dansereau considera:

Forma de vida: T- árboles, F- arbustos, H- hierbas y L- lianas; altura: t- alto, m- medio y l- bajo.

Cobertura: b- estéril o esparcida, i- discontinua, p- en grupos o macizos y c- continuo.

Función: d- de hoja caduca, s- de hoja semicaduca y e- hoja siempre verde.

Forma y tamaño de la hoja: n- en acícula o en espina, q- de gramínea, a- mediana o pequeña, h- ancha, v- compuesta y q- taloide.

Textura de la hoja: f- pelicular (delgada), z- membranosa, x- esclerófila y k- suculenta o fungoide.

2.4. Gimnospermas

Las gimnospermas modernas son el remanente evolutivo de un grupo que en un tiempo fue mucho más grande y diversificado. En total hay menos de 600 especies modernas y unas 300 de ellas pertenecen al Orden Pinales. Algunas de las especies modernas de este orden tienen una distribución amplia, son abundantes y de importancia económica, pero el papel actual de las gimnospermas en la vegetación de la Tierra no puede compararse con el que tuvieron en los periodos Carbonífero, Pérmico, Triásico, Jurásico y Cretácico inferior, (Cronquist, 1981), donde fueron realmente la flora dominante.

Esta clase de plantas está representada por árboles comunes tales como los pinos, abetos, pinabets y cedros. Todos tiene conos bien desarrollados en los cuales se producen semillas, (Robbins, 1966); otras gimnospermas, como el *Ginkgo*, el tejo (*Taxus*) y la *Ephedra*, no tienen conos. No obstante, uno de los rasgos comunes en todas las gimnospermas es la falta de una estructura de protección en torno a la semilla.

Las gimnospermas son de gran importancia debido a que ocupan vastas áreas; son la vegetación dominante de muchos lugares, de ellas se extrae la madera, pulpa para papel, químicos (aguarrás y resinas), evitan la erosión hídrica y se utilizan como áreas de recreo, entre los principales usos.

2.4.1. Origen y evolución de las Gimnospermas

Las gimnospermas aparecieron hace 225 millones de años. Gimnospermas parecidas a *Archeosperma* y *Moresnetia* existieron en la vegetación del Devónico superior y en la vegetación del Carbonífero, fueron un elemento muy diverso e importante. Algunas como *Lyginopteris*, *Callistophyton* y *Medullosa* han sido tradicionalmente agrupadas como helechos con semilla o pteridospermas, aunque ellos representan grupos evolutivos diferentes. En la vegetación del Carbonífero, las gimnospermas eran en su mayoría árboles pequeños o miembros aislados del sotobosque, sin embargo, después del Carbonífero se ubicaron en los estratos altos. La posesión de semillas fue una importante adaptación que les permitió la dispersión en ambientes más secos. (Mirov, 1967).

Un grupo, los Glossopteridales, llegó a ser abundante en el Pérmico y Triásico en Gondwana. Eran árboles de hasta 6 m de altura o pequeños arbustos. Sus hojas anchas enteras lanceoladas estaban probablemente puestas en espiral o en verticilos sobre brotes cortos de la rama principal. Otras especies tenían diferentes patrones de venación: venación media de la que partían venas laterales; con las venas conectadas en un patrón reticular y con venación paralela.

En ciertas partes de Australia, los pantanos desarrollados durante los periodos Triásico y Pérmico dieron origen a carbón vegetal diferente de los pantanos del periodo Carbonífero, en el hemisferio norte. Había una marcada estacionalidad caracterizada por hojas deciduas y anillos de crecimiento en la madera. Los

pantanos estaban densos con cola de caballo, licopodios herbáceos y helechos. Siempre en latitudes más al norte había una rica vegetación. En el Pérmico y Triásico, los depósitos de turba desde Antártida tenían cicadas fósiles con una impresionante similitud de la anatomía interna a las de hoy, excepto con tallos delgados de 4 cm de diámetro. Los bajos niveles no eran aparentemente un problema para crecer.

Otras pteridospermas fueron las Corystospermales, los Peltaspermales y las Caytonales. Las Corystospermas crecieron en parte de Gondwana. Tenían hojas pinadas, semillas en cúpulas con micropilo saliente y órganos cerrados conteniendo polen sobre una cabeza redonda. La peltasperma *Lepidopteris* tenía hojas pinadas. Los óvulos estaban situados sobre un esporangióforo peltado. Las Caytonales tenían hojas palmeadas. Su venación reticular y las células delgadas de protección son parecidas a las de las angiospermas. No observados como pteridosperma, pero también importantes como probables ancestros de las angiospermas estaban las Cycadeoidales o Bennettitales, que eran vegetativamente muy similares a las cycadas pero tenían flores bisexuales parecidas a conos. Había pequeños árboles con troncos gruesos sin ramas (Cycadeoidaceae) y otras con ramas gruesas con ramilletes de hojas en la base (Williamsoniaceae) que fueron importantes a lo largo del Jurásico y se extinguieron en el Cretácico superior. Otro posible grupo relacionado fueron los Pentoxylales arbustivos de Gondwana.

2.4.2. Clasificación de las Gimnospermas

Coulter and Chamberlain, (1910), dividen a las gimnospermas en 7 ordenes, Cycadofilicales, Cycadales, Bennettitales, Cordaitales, Coniferales, Ginkgoales y Gnetales. A su vez dividen el orden Coniferales en dos familias, Pinaceae (con las subfamilias Abietinae, Taxodineae, Cupressineae y Araucarineae) y Taxaceae (con las subfamilias Taxineae y Podocarpaceae).

Pant (1957), propuso una clasificación en que las gimnospermas se dividen en tres divisiones: Cycadofita, Chlamydospermofita y Coniferofita. A su vez la división Cycadofita se divide en cuatro clases, Pteridospermopsida, Cycadopsida, Pentoxyllopsida y Cycadeoideopsida. Por su parte la división Chlamydospermofita se divide en una clase Gnetopsida y por último la división Coniferofita se divide en cuatro clases, Coniferopsida, Ephredopsida, Czekanowskiopsida y Taxopsida.

Por su parte, Robbins *et al* (1966), clasifica a las gimnospermas en cuatro ordenes: Pteridospermales (plantas extintas), Cycadales (quedan 9 géneros con aproximadamente 100 especies), Ginkgoales (solo queda un representante viviente *Ginkgo biloba*) y Coniferales (existen 9 familias y muchos géneros).

Cuadro 1. Clasificación de las gimnospermas.

Phylum	Pterofita
A. Clase	Filicinae
1. Orden	Filicales
Familia	Polypodiaceae
B. Clase	Gymnospermae
1. Orden	Pteridospermales
2. Orden	Cycadales
Género	<i>Cycas</i>
Género	<i>Zamia</i>
3. Orden	Ginkgoales
Género y especies	<i>Ginkgo biloba</i>
4. Orden	Coniferales
a. Familia	Pinaceae
Género y especies	<i>Pinus monophylla</i>
Género	<i>Abies</i>
Género	<i>Picea</i>
Género	<i>Tsuga</i>
Género	<i>Pseudotsuga taxifolia</i>
Género	<i>Juniperus</i>
Género	<i>Larix</i>
Género	<i>Thuja</i>
b. Familia	Taxaceae
Género y especies	<i>Torreya taxifolia</i>
Especies	<i>canadensis</i>

Tomado de Robbins *et al* (1966).

Cronquist (1981), clasifica a las gimnospermas dentro de tres divisiones, Cycadicae, Pinicae y Gneticae. Algunas veces es conveniente emplear los términos cicadofitas y coniferofitas para las Cycadicae y Pinicae, sin implicar con ello que deben tener el rango de división.

Las Gneticae, están formadas sólo por tres géneros, *Gnetum*, *Ephedra* y *Welwitschia*, tan diferentes entre sí a pesar de una serie de semejanzas técnicas, que los botánicos colocan a cada género en un orden propio.

Las Pinicae, de las cuales hay unas 400 especies vivientes, pueden ser clasificadas en tres ordenes diferentes, Taxales, Ginkgoales y Pinales, que incluye los géneros *Pinus*, *Abies*, *Cedrus*, *Juniperus*, *Larix*, *Picea*, *Pseudotsuga*, *Thuja* y *Tsuga* entre otros.

Las Cycadicae, de las cuales hay cuatro ordenes principales de cicadofitas que se considera constituyen tres clases. Los órdenes Lyginopteridales y Caytoniales pertenecientes a la clase Lyginopteridopsida. La clase Bennettitopsida tiene un sólo orden las Bennettitales también llamadas Cycadeoidales y la clase Cycadopsida con un único orden las cycadales.

Vidakovic (1982), propuso la siguiente clasificación de las gimnospermas:

División: **PINOPHYTA** (= GYMNOSPERMAE)

Subdivisión: **CONIPHEROPHYTINA** (= PINICAE)

Clase: **GINKGOATAE**

Orden: Ginkgoales

Familia: Gynkgoaceae (*Ginkgo*)

Clase: **PINATAE**

Subclase: Cordaitidae

Subclase: Pinidae (= Coniferae)

Familia: Pinaceae

Subfamilia: Abietoideae (*Abies*, *Keteleeria*,
Cathaya, *Pseudotsuga*, *Tsuga*,
Picea).

Subfamilia: Laricoideae: (*Pseudolarix*, *Larix*,
Cedrus).

Subfamilia: Pinoideae (*Pinus*).

Familia: Taxodiaceae: (*Sequoia*, *Sequoiadendron*,
Metasequoia, *Taxodium*, *Glyptostrobus*,
Cryptomeria, *Cunninghamia*, *Sciadopitys*,
Athrotaxis, *Taiwania*).

Familia Cupressaceae

Subfamilia: Callitroideae

Tribu: Actinostrobeae (*Actinostrobus*,
Callitris, *Fitzroya*).

Tribu: Libocedrae (*Neocallitropsis*,
Widdringtonia, *Diselma*,
Papuacedrus, *Pilgerodendron*,
Austrocedrus, *Libocedrus*,
Calocedrus).

Tribu: Tetraclineae (*Tetraclinis*).

Subfamilia: Cupressoideae

Tribu: Cupresseae (*Cupressus*,
Chamaecyparis, *Cupressocyparis*,
Fokienia).

Tribu: Thujopsidae (*Thujopsis*, *Thuja*,
Microbiota).

Tribu: Junipereae (*Juniperus*).

Familia: Podocarpaceae

Subfamilia: Pherosphaeroideae (*Microstrobos*).

Subfamilia: Phyllocladoideae (*Phyllocladus*).

Subfamilia: Podocarpoideae (*Saxegothaea*,
Microcachrys, *Dacrydium*,
Podocarpus, *Acropyle*).

Familia: Cephalotaxaceae (*Cephalotaxus*)

Familia: Araucariaceae (*Agathis*, *Araucaria*).

Subclase: Taxidae

Orden: Taxales

Familia: Taxaceae (*Amentotaxus*, *Torreyana*,
Austrotaxus, *Pseudotaxus*, *Taxus*).

Subdivisión: **CYCADOPHYTINA** (= CYCADICAE)

Clase: **LYGINOPTERIDAE** (= PTERIDOSPERMAE) sólo fósiles.

Orden: Lyginopteridales (= Cycadofilicales)

Orden: Caytonales

Clase: **CYCADATAE**

Orden: Nilssoniales, sólo fósiles.

Orden: Cycadales

Familia: Cycadaceae (*Cycas*)

Familia: Stangeriaceae (*Stangeria*)

Familia: Zamiaceae (*Lepidozamia*, *Macrozamia*,
Bowenia, *Encephalartos*, *Dioon*,
Microcycas, *Ceratozamia*, *Zamia*).

Clase: **BENNETTITATAE**, sólo fósiles.

Clase: **GNETATAE** (= CHLAMISDOSPERMAE)

Familia: Welwitschiaceae (*Welwitschia*)

Familia: Ephedraceae (*Ephedra*)

Familia: Gnetaceae (*Gnetum*)

2.5. Orden Pinales

Cronquist (1981), menciona que las pinales o coníferas (con frecuencia llamadas coniferales) constituyen el grupo más grande y más familiar de las coniferofitas modernas. Se presentan del Círculo Ártico al Círculo Antártico, pero son más comunes en regiones templadas y templadas frías, en especial en el Hemisferio Norte, donde forma bosques extensos.

El género más grande es *Pinus*, con unas 90 especies, confinadas en el Hemisferio Norte. *Araucaria* es un género común en el Hemisferio Sur, con diversas especies llamadas pino chileno, pino de Brasil, pino de las Islas Norfolk y laberinto de mono. Algunos otros géneros familiares del Hemisferio Norte son *Abies*, *Cedrus*, *Larix*, *Juniperus*, *Picea*, *Pseudotsuga*, *Thuja* y *Tsuga*.

Las coníferas de ordinario son árboles, con menos frecuencia arbustos, típicamente con ramificación excurrente (con un eje central bien definido y ramas laterales más pequeñas). Los árboles individuales de *Sequoiadendron giganteum*, el gran árbol de California o palo rojo de la sierra, son los individuos vivientes más viejos, alcanzando una altura de casi 100 m y un diámetro de más de 10 m.

Todas las plantas leñosas tienen un ciclo biológico limitado de manera inherente. Tarde o temprano, el crecimiento se vuelve más lento y el árbol se hace más susceptible al ataque de enemigos naturales como hongos e insectos. Las edades de 100 a 200 años son comunes en las coníferas y algunas especies, de manera característica, viven mucho más. El palo rojo de la sierra, que tiene muy pocos enemigos naturales, algunas veces llega a una edad de 4000 años. El pino de cono espinoso del Gran Basin (*Pinus longivea*) alcanza una edad aún mayor de aproximadamente 5000 años.

2.6. Biología de las Coníferas

En este tema se describen algunos aspectos biológicos relevantes de las coníferas, que se consideran importantes para explicar algunas características de su reproducción.

2.6.1. Ciclo de vida

Robbins *et al* (1966), realiza un bosquejo del ciclo de vida de las gimnospermas, basado principalmente en el género *Pinus*, el cual difiere de otros principalmente en que requiere de tres años para completarse.

Todas las coníferas producen dos clases de esporas (microesporas y megasporas), producidas en conos que son morfológicamente distintos. Los dos tipos de conos se conocen como conos estaminados y conos ovulados, respectivamente.

Conos estaminados: se producen en grupos, generalmente en las ramas inferiores de los árboles. Cada cono está compuesto por una gran cantidad de pequeñas escamas (microesporofilas) dispuestas en espiral en el eje del cono. En la superficie inferior de cada escama, se desarrollan dos esporangios.

Células esporógenas dan lugar a células madre de las esporas, cada célula madre de las esporas pasa por la meiosis y resultan cuatro microsporas. Como es lo usual, la microspora contiene un número haploide de cromosomas. El núcleo dentro de la microspora recién formada, se divide varias veces por mitosis, formando el grano de polen.

Conos ovulados: se forman solos o en pares y en numerosas especies, en la parte alta del árbol.

El cono ovulado es el bien conocido cono de los pinos, abetos y otros géneros de coníferas. Cada uno está compuesto de un eje, en donde se producen en forma espiralada, una gran cantidad de escamas leñosas. En los óvulos se desarrollan dos megasporangios, en la superficie superior de cada escama. A su madurez se convierten en semillas; por lo tanto, el cono ovulado es el productor de semillas.

Los óvulos aparecen primero en la parte superior de la escama, como pequeñas protuberancias, cerca del eje del cono. La capa protectora de células (tegumento) se desarrolla temprano en la superficie externa del óvulo. En el extremo del óvulo cerca del eje del cono hay una abertura (micrópilo) a través del cual pueden entrar los granos de polen, Robbins *et al* (1966).

Gametofito femenino: las células madres de las megasporas pronto se dividen por meiosis. Resultan cuatro megasporas (generalmente dispuestas en una hilera de cuatro células) de las divisiones meióticas de cada célula madre de las esporas. El núcleo dentro de cada megaspora tiene un número haploide de cromosomas. Generalmente una de las cuatro megasporas se desarrolla en un gametofito femenino. La germinación de la megaspora y el crecimiento del gametofito femenino, progresa muy lentamente, se requieren varios meses en la mayoría de las coníferas, mientras que en el pino hay un intervalo de 13

meses entre el origen de la megaspora y la formación del gametofito femenino maduro.

El desarrollo del gametofito femenino se efectúa enteramente dentro del óvulo. Hay aproximadamente once divisiones mitóticas dentro de la megaspora antes de que las paredes celulares empiecen a aparecer entre los núcleos formados. Sin embargo, se forman gradualmente paredes, dando como resultado una pequeña masa de tejido gametofítico, encerrado completamente por las células diploides del óvulo. El tejido esporofítico del óvulo, adyacente al gametofito femenino, es la nucela, *Op cit.*

Polinización: según Niembro (1986), la polinización consiste en la transferencia libre y al azar de las microesporas hacia los óvulos de la flor.

Las inflorescencias se presentan en forma de conos masculinos o femeninos, siempre separados, situados en el mismo árbol o en árboles distintos. Para casi la totalidad de las especies el polen es diseminado por el viento. En ocasiones las cantidades de polen esparcidas alrededor de los árboles masculinos son importantes, sin embargo, más allá de una decena de metros a partir de la fuente el polen está muy diluido y la probabilidad de alcanzar un árbol de la misma especie es bastante bajo.

La naturaleza ha provisto a los órganos femeninos de las coníferas de estructuras que permiten retener los granos de polen esparcidos por el viento, tales como: una gota de líquido azucarado que corona la cima de cada óvulo y el constituido por pelos que retienen a su paso a los granos de polen y los encaminan hacia el óvulo en posición adecuada para germinar.

Las células sexuales femeninas son cubiertas por la nucela, envueltas a su vez por un tegumento. En la extremidad superior del tegumento se abre un poro, el micrópilo, que se prolonga hacia el interior, por un fino canal, hasta la pequeña

cavidad que separa el tegumento de la cúspide de la nucela. El grano de polen en las Gimnospermas es retenido inmediatamente por el óvulo, el órgano femenino. Depositado por el viento al nivel del micrópilo, alcanza luego la nucela por ese canal a una distancia, a veces, de centenares de micrones. Llega finalmente a la nucela y desarrolla un tubo polínico que le permite alcanzar a la célula sexual femenina. La producción del tubo polínico es llamada germinación del polen.

Gametofito masculino: una capa de tejido celular separa al gametofito femenino de la cámara micropilar. El grano de polen alojado en la cámara micropilar, envía un tubo hacia fuera (tubo polínico), el cual crece en el tejido nucelar. El tubo se puede ramificar ligeramente y aparentemente secreta enzimas que digieren el tejido nucelar. Se efectúan varias divisiones nucleares, pero no se forman paredes celulares. Dos de los núcleos formados al último se les llama núcleos del esperma. Este tubo polínico ramificado, que contiene dos núcleos del esperma y varios núcleos vegetativos, es el gametofito masculino, Robbins *et al* (1966).

Fertilización: el desarrollo de los gametofitos masculino y femenino, es tan coordinado que el huevo se forma y está listo para la fertilización cuando el tubo polínico que contiene dos núcleos de esperma, ha llegado al arquegonio. Los núcleos del esperma, junto con otros contenidos protoplásmicos del tubo de polen, son descargados directamente en el interior de la célula huevo. Los núcleos no poseen flagelos y por lo tanto no son activamente móviles. Un núcleo del esperma entra en contacto con el núcleo del huevo y se une con él. El núcleo del esperma no funciona y el otro material protoplasmático descargado dentro de las células huevo, pronto se desintegra, *Op cit*

Embrión: la formación del embrión es precedida por el desarrollo de un proembrión relativamente elaborado. Esta estructura, en los pinos consta de cuatro hileras de cuatro células cada una. Las cuatro células más distantes del

extremo micropilar del proembrión, se pueden desarrollar formando un embrión. Las células intermedias son las células del suspensor, éstas se alargan grandemente y empujan a las células del embrión profundamente hacia adentro del gametofito femenino. Mientras se está efectuando este desarrollo continua creciendo el gametofito femenino. Este se agranda y contiene suficiente alimento para usarse no sólo para el crecimiento del embrión, sino también como reserva en la semilla.

Se recordará que los gametofitos femeninos contienen dos o más arquegonios cada uno. Puesto que puede ser fertilizado cada huevo en el arquegonio y puesto que cada una de las células formadoras de embrión pueden dar lugar a un embrión, se pueden desarrollar varios embriones en cada semilla. Sin embargo, normalmente, únicamente sobrevive un solo embrión, pero las semillas con dos embriones bien desarrollados son raras.

El embrión maduro está embebido en el gametofito femenino agrandado, consta de varios cotiledones u hojas de la semilla, el extremo del vástago, el hipocotilo y una radícula o raíz rudimentaria. Tanto el embrión como el gametofito femenino están rodeados por la nucela seca o perispermo y una cubierta dura y protectora, formada de los tegumentos del óvulo. Todo el conjunto se constituye como semilla.

En los pinos normalmente madura unos doce meses después de la fertilización y puesto que la fertilización se efectuó aproximadamente 13 meses después de la polinización, se requieren dos años entre la iniciación del óvulo y la formación de la semilla.

Las semillas de las gimnospermas pueden quedar en reposo por muchos años y algunas de ellas pueden permanecer embebidas en los conos maduros antiguos, por seis años o más. El calor ocasiona que los conos de algunas especies se abran y suelten las semillas.

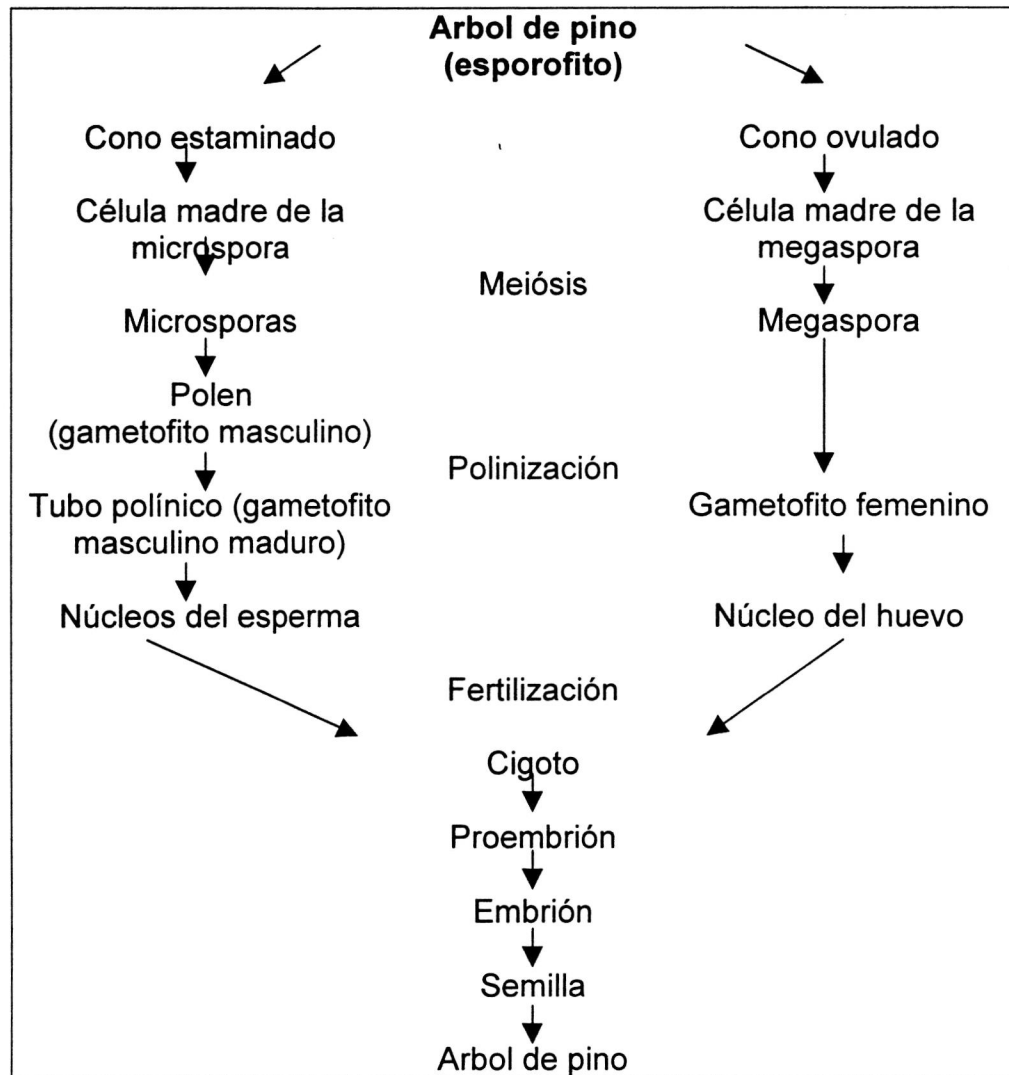
2.6.2. Poliploidia

En gimnospermas las clases y ordenes existentes de Coniferophytina siguen relativamente un patrón uniforme de la diferenciación cariológica y cromosómica. Los cromosomas son largos y el contenido de DNA del núcleo es alto. Hay relativamente una alta proporción de DNA repetitivo. Los cariotipos simétricos con cromosomas submetacéntricos predominantes y con poca diferenciación en cuanto a extensión, aparecen en familias cercanas.

El número de cromosomas encontrado $n=12$ es observado en *Ginkgo*, en la extensa divergencia Pinacea y Cephalotaxacea de Pinales y en Taxales. Esto es usualmente usado como eslabón para cariotipos simétricos y puede ser asumido para ser la base del número de Coniferophytina. Los cambios en el número cromosómico pueden ser por tres mecanismos citogenéticos: disiploidía, fisión cromosómica y poliploidía.

Las gimnospermas de acuerdo a su evolución y a sus características actuales se pueden identificar dentro de un grupo por las características particulares de sus semillas. Este es un grupo con aparentes diferencias y está en algunas instancias distantemente relacionado en sus formas, sin embargo, sí se puede decir como característica general que la poliploidía no es un rango muy frecuente en este grupo. Menos del 5% de las especies de este grupo han demostrado ser poliploides, pero de estas solo el 1.5% son coníferas.

Cuadro 2. Ciclo de vida generalizado de un pino.



Tomado de Robbins *et al* (1966).

El grupo Gnetophyta está formado por el conjunto de tres grupos distintos con afinidades entre ellos. Una especie de *Gnetum* fue una vez considerada como tetraploide pero sólo bajo ciertas bases; *Welwitschia* también en un tiempo fue considerada como exaploide, pero más bien es considerada como dos juegos de cromosomas de una rareza de X igual a 7, parecida a *Ephedra*. Ahora estas dos especies son consideradas por su muy estrecha relación aunque mantienen diferencias morfológicas muy pequeñas. Aún continúa la pregunta de si *Welwitschia* es poliploide.

Ephedra es el género en gimnospermas que muestra la mayor cantidad de poliploides en sus especies con 8; *Ephedra altissima*, *E. intermedia*, *E. likiangensis*, *E. saxatilis*, *E. sinica*, y *E. americana* son las especies tetraploides. La fuente de poliploidia en *E. breana* y *E. distachya* no ha sido determinada, aparentemente la poliploidía intraespecífica ocurrió en *E. americana* y *E. breana*.

La poliploidía no ha sido demostrada en Cicadaceas ni Ginkgophytas.

Las coníferas tienen típicamente un juego de cromosomas de $X=12$, con aneuploides variaciones de $n=10$ en *Sciadopitys*, $n=11$ en muchas taxodiaceales y cupreaceales y $n=3$ en *Pseudotsuga*.

La poliploidia en miembros de coníferas ocurre muy esporádicamente, ésta es encontrada ocasionalmente en las germinaciones, pero éste es casi siempre aberrante, de lento crecimiento o nunca llegan a formar árboles por sí mismos. Se ha reportado un árbol de *Larix decidua* con número de cromosomas de $2n=48$. Este autotetraploidismo exhibe variantes en el número de cromosomas en la segregación de las células de los granos de polen.

También fue descrita una autotriploidia en una especie de *Juniperus virginiana* con $2n=33$, esta característica le permitió una talla más grande a la planta, incluyendo el tamaño de estomas y un gran volumen de espacio celular.

El principal ejemplo conocido de poliploidia en gimnospermas es *Sequoia sempervirens* con $2n=66$, este es el único hexaploide conocido en gimnospermas.

El grupo Cupressaceae muestra más poliploides que cualquier otra familia de coníferas; entre ellos, *Thuja plicata* $2n=33$, *Juniperus chinensis* $2n=24$. La fuente de poliploidia no ha sido determinada.

En Pinaceae solo *Pseudotsuga aurabilis* $2n=44$ es el poliploide natural.

La poliploidia en gimnospermas es rara y excepto en *Ephedra* y Cupressaceae no se ha demostrado como una característica importante.

2.7. La familia Pinaceae

Las pináceas constituyen una de las familias más importantes del reino vegetal. Son árboles o arbustos siempre verdes, más o menos resinosos, con hojas simples o agrupadas, aciculares, lineares o escamiformes; con flores diocas o monoicas y fruto en forma de cono o globuloso, seco o algo pulposo, compuesto de escamas que protegen a las semillas (Martínez, 1992).

La familia comprende 10 géneros y 250 especies de amplia distribución, especialmente en regiones templadas o montañosas del hemisferio norte, que se distinguen por sus conos femeninos con numerosas escamas aplanadas y por sus dos semillas en cada escama del cono.

Las pináceas son de gran importancia económica por la producción de maderas, pulpas para papel, resinas, barnices y adelgazadores, como ornamentales y unas pocas especies por sus semillas comestibles (Villarreal, 1993).

Martínez (1992), menciona que en México la familia Pinaceae comprende 8 géneros agrupados en 3 subfamilias:

Cuadro 3. Clasificación de la familia pinaceae

FAMILIA	SUBFAMILIA	GENERO
		<i>Pinus</i>
	Abietineas	<i>Abies</i>
		<i>Pseudotsuga</i>
Pinaceae		<i>Picea</i>
	Taxodineas	<i>Taxodium</i>
		<i>Cupressus</i>
	Cupresineas	<i>Juniperus</i>
		<i>Libocedrus</i>

Tomado de Martínez (1992).

En obras más recientes, las tres subfamilias están elevadas a la categoría de familias, llamadas respectivamente Pinaceae, Taxodiaceae y Cupresaceae.

2.8. Origen de los pinos

De acuerdo con Mirov (1967), los registros paleobotánicos presentan que las coníferas se originaron en el periodo Pérmico de la Era Paleozoica. El lugar de origen de los pinos fue en el Hemisferio Norte, posiblemente Asia. Los fósiles de pinos nunca se han encontrado al sur del Ecuador.

Los registros fósiles del género *Pinus* son abundantes presentando una distribución en manchones. Reportes de ocurrencia de polen de pino en sedimentos del Triásico superior están todavía por ser verificados. Restos de pinos del Jurásico han sido encontrados en varios lugares como al este de la Siberia, la Provincia Marítima de Rusia Asiática, Spitzbergen y posiblemente Oregon. No hay reportes de la ocurrencia de pinos en el Jurásico para el este de los Estados Unidos. Los restos de pinos del Jurásico han sido reportados desde el Canal Costero al nordeste de Francia.

Por su parte, Lanner (1981), menciona que los primeros pinos aparecieron hace 180 millones de años, en el Periodo Triásico de la Era Mesozoica. La masa de tierra de Eurasia fue durante este tiempo el centro de grandes levantamientos

que construyeron los Alpes y los Himalayas, sobre los cuales se creó un paisaje, el cual estuvo influenciado tempranamente por mares interiores y pantanos. La resultante diversidad de hábitats probablemente aceleró la evolución de las nuevas especies de pinos.

Perry (1992), geógrafos y paleobotánicos creen que durante las eras Mesozoica y Cenozoica y la segunda mitad de la era Pleistocena, Norteamérica fue conectada intermitentemente con el noreste de Asia, en el área del ahora mar de Bering. Durante este periodo, Norteamérica estaba también conectado a Europa del norte por las conexiones terrestres con Groenlandia e Islandia. Estas conexiones proporcionaron rutas migratorias para los pinos del Noreste de Asia a Norteamérica y también del Noreste de Norteamérica al Norte de Europa.

Durante el periodo Cretácico, los pinos estaban ampliamente distribuidos en lo que ahora es Canadá y los Estados Unidos de América, estaban diferenciadas las especies en dos grandes grupos, los cuales constituyen los dos principales subgéneros: Haploxylon y Diploxylon

A principios del periodo Terciario, bajaron los mares cretácicos que cubrían la parte oeste-central de los Estados Unidos, Canadá, la mayor parte de México y Guatemala. Las plantas emigraron hacia el sur, del oriente de los Estados Unidos y partes cercanas al Golfo de México, hacia México y partes de América Central. Durante este mismo periodo, los pinos también fueron emigrando a México desde el occidente de los Estados Unidos, a lo largo de las montañas de la Costa Oeste.

Para finales del periodo Terciario, grandes levantamientos tuvieron lugar en el occidente de los Estados Unidos, modificando radicalmente la topografía de la región. Estos cambios monumentales tuvieron efectos igualmente importantes sobre las poblaciones de pinos de esa vasta área. Muchas especies

desaparecieron completamente, mientras que otras fueron reduciéndose a poblaciones relictas.

El periodo Cuaternario vio el advenimiento de las grandes glaciaciones. Muchas especies de oriente y occidente en los Estados Unidos, incapaces para adaptarse a los cambios climáticos y diferentes condiciones de suelo, lentamente desaparecieron. Muchas otras se adaptaron a los climas fríos y emigraron hacia el sur.

Ramamoorthy *et al* (1993), mencionan que los pinos son especies pioneras y que probablemente se dispersaron rápidamente sobre los suelos de origen volcánico resultado de actividad volcánica que ocurrió en gran parte de México.

2.9. Migración de los Pinos a México y América Central

Como se explicó anteriormente, los pinos fueron emigrando hacia el sur, dentro de México durante las primeras etapas del periodo Terciario. El avance y retroceso de los grandes glaciares, solamente de 2,400 a 3,200 Km. Lo que hoy es la frontera norte de México, impulsó la migración hacia el sur. De cualquier modo, cabe aclarar que la migración hacia el sur fue ocasionalmente hacia atrás según el avance y retroceso de los glaciares, en un periodo de miles de años. Muchas especies de pinos tomaron ventaja de estos intervalos de calor, clima seco y migraron hacia el norte, ocupando terrenos abiertos por la retracción de los glaciares, aunque en general la migración de los pinos fue hacia el sur adentrándose en México y América Central durante este periodo.

Eguiluz (1987), comenta que los pinos piñoneros llegaron a México durante el periodo Terciario y desde entonces su principal centro secundario de especiación se ha mantenido durante los últimos 50 millones de años en el norte de México y sudeste de los Estados Unidos; ahí fue donde se han irradiado ecotipos, que llegaron a formar las especies de las cadenas

montañosas ubicadas en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre occidental, Sierra de Juárez y Sierra de San Pedro Mártir.

Durante las últimas glaciaciones, algunas poblaciones de *Pinus cembroides* extendieron su distribución hacia al sur y llegaron al centro de México. Al desprenderse la Península de Baja California, se aislaron otras, que están presentes en la Sierra de la Laguna, en Baja California Sur.

Es probable que los piñoneros hayan cubierto mayores extensiones en todo el territorio norte de México durante el periodo cuaternario, actualmente sólo quedan especies y poblaciones aisladas en las sierras.

2.10. Fitogeografía del género *Pinus*.

Mirov (1967), menciona que los fósiles del género *Pinus* más antiguos identificados, corresponden al Jurásico y se limitan exclusivamente a la parte central de Europa.

En el Cretácico Inferior, la distribución del género que cubría la franja Septentrional de Europa, se extiende hacia el sur de la parte central de Europa y aparece por primera vez en el noreste de los Estados Unidos de América.

En el Cretácico Medio, existen registros de Inglaterra, del sur de Groenlandia y en el noreste de los Estado Unidos de América.

En el Cretácico Superior hay registros cerca del círculo ártico, en la Península de los Balcanes y en el norte de los estados Unidos de América.

Eoceno: Sur y centro de Groenlandia y Japón.

Oligoceno: Noroeste de América del Norte, Groenlandia, Islandia, Norte de Europa y la región Eurasiática,

Mioceno: Noroeste de Norteamérica, Europa y Caucasia.

Plioceno: Noroeste de Norteamérica, Europa y Japón.

Pleistoceno: Noroeste de Norteamérica, noreste y este de los Estados Unidos de América, Islandia, Europa y norte de África y Japón.

La distribución actual de las especies indígenas del género *Pinus* es la siguiente:

En América del Norte, desde Honduras hacia el norte a lo largo de las cordilleras tanto occidentales como orientales hasta Canadá, en Alaska, en gran parte del sur de Canadá y en el norte de los Estados Unidos de América y en las Antillas Mayores. En la Mayor parte de Europa. En el extremo norte del Continente Africano. En el arco de Asia menor. En el sur de Rusia, extendiéndose hacia el oeste por Siberia, hasta el extremo oriental de Asia incluyendo el Archipiélago Japonés. Un arco que se extiende desde Mesorientes, a lo largo de los Himalayas y luego a la parte sur de China, hasta la Costa Oriental incluyendo Formosa; y otra ramificación hacia el sudeste por Malasia hasta Borneo. Es a lo largo de las regiones montañosas del arco de Malasia el único punto donde el género cruza el Ecuador. El resto del área de distribución queda restringida al Hemisferio Norte.

2.11. Clasificación del género *Pinus*

De acuerdo con Martínez (1992), los pinos mexicanos se han clasificado en 9 secciones, siendo un total de 66 pinos de los cuales 39 son especies, 18 son variedades y 9 son formas.

Cuadro 4. Clasificación de los pinos de México.

SECCIONES		ESPECIES, VARIEDADES Y FORMAS
I. Piñoneros		<i>Pinus cembroides</i> Zucc. <i>Pinus cembroides</i> Edulis Voss <i>Pinus quadrifolia</i> Sudw. <i>Pinus monophylla</i> Torr. <i>Pinus pinceana</i> Gord. <i>Pinus nelsoni</i> Shaw
II. Ayacahuite		<i>Pinus flexilis</i> James <i>Pinus reflexa</i> Engelm. <i>Pinus ayacahuite</i> brachyptera Shaw <i>Pinus ayacahuite</i> veitchii Shaw <i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. <i>Pinus lambertiana</i> Dougl. <i>Pinus strobus</i> chiapensis Martínez
III. Leiophylla		<i>Pinus leiphylla</i> Schl. Et Cham. <i>Pinus chihuahuana</i> Engelm. <i>Pinus lumholtzii</i> Rob. et Fer.
IV. Teocote		<i>Pinus teocote</i> Schl. Et Cham. <i>Pinus teocote</i> f. macrocarpa Martínez <i>Pinus teocote</i> f. quinquefoliata Martínez <i>Pinus herrerae</i> Martínez <i>Pinus lawsoni</i> Roetzl
V. Pseudostrobus		<i>Pinus tenuifolia</i> Benth. <i>Pinus douglasiana</i> Martínez <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. <i>Pinus pseudostrobus</i> f. protuberans Martínez <i>Pinus pseudostrobus</i> coatepecensis Martínez <i>Pinus pseudostrobus</i> Estevezii Martínez <i>Pinus pseudostrobus</i> apulcensis Martínez <i>Pinus pseudostrobus</i> oaxacana Martínez
VI. Montezumae	Gpo. Montezumae	<i>Pinus montezumae</i> Lamb. <i>Pinus montezumae</i> f. macrocarpa Martínez <i>Pinus montezumae</i> Lindleyi Loud. <i>Pinus durangensis</i> Martínez
	Gpo. Rudis	<i>Pinus hartwegii</i> Lind. <i>Pinus rudis</i> Endl. <i>Pinus lutea</i> Blanco <i>Pinus lutea</i> Ornelasi Martínez

Continuación del cuadro 4

SECCIONES		ESPECIES, VARIEDADES Y FORMAS
	Gpo. Michoacana	<i>Pinus michoacana</i> Martínez <i>Pinus michoacana</i> f. <i>tumida</i> Martínez <i>Pinus michoacana</i> f. <i>procera</i> Martínez <i>Pinus michoacana</i> <i>cornuta</i> Martínez <i>Pinus michoacana</i> <i>cornuta</i> f. <i>nayaritana</i> M. <i>Pinus michoacana</i> <i>Quevedoi</i> Martínez.
VII. Ponderosa		<i>Pinus ponderosa</i> Dougl. <i>Pinus jeffreyi</i> Murr. <i>Pinus engelmanni</i> Carr. <i>Pinus engelmanni</i> <i>Blancoi</i> Martínez <i>Pinus arizonica</i> Engelm. <i>Pinus arizonica</i> <i>stormiae</i> Martínez
VIII. Serotinos		<i>Pinus oocarpa</i> Schiede <i>Pinus oocarpa</i> <i>trifoliata</i> Martínez <i>Pinus oocarpa</i> <i>microphylla</i> Shaw <i>Pinus oocarpa</i> <i>manzanoi</i> Martínez <i>Pinus oocarpa</i> <i>ochoterenai</i> Martínez <i>Pinus pringlei</i> Shaw. <i>Pinus patula</i> Schl et Cham. <i>Pinus patula</i> <i>longependunculata</i> Loock <i>Pinus greggii</i> Engelm. <i>Pinus contorta</i> <i>latifolia</i> Engelm. <i>Pinus remorata</i> Mason <i>Pinus muricata</i> Don. <i>Pinus radiata</i> <i>binata</i> Don. <i>Pinus attenuata</i> Lemm.
IX. Coulteri		<i>Pinus coulteri</i> Don.

Perry (1991), realiza una clasificación de los pinos de México y de América Central, los divide en dos subgéneros, 10 secciones y 10 subsecciones para agrupar a un total 52 especies que comprenden 14 variedades, 2 subespecies y 4 formas.

Cuadro 5. Clasificación de los pinos de México y América Central.

SUBGENERO	SECCION	SUBSECCION	ESPECIE, SUBESPECIE, FORMA Y VARIEDAD
Haploylon	Cembra		<i>P. lambertiana</i> Dougl. <i>P. flexilis</i> James <i>P. strobiformis</i> Sudw. <i>P. ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i> Shaw <i>P. ayacahuite</i> var. <i>veitchii</i> Shaw <i>P. ayacahuite</i> Ehrenb. <i>P. chiapensis</i> (Mart.). Andresen
		Cembroides	<i>P. monophylla</i> Torr. et Frem <i>P. edulis</i> Engelm. <i>P. remota</i> (Little) Bailey et Hawksworth <i>P. catarinae</i> M-F. Robert Passini <i>P. cembroides</i> Zucc. <i>P. cembroides</i> subsp. <i>Orizabensis</i> Bailey <i>P. discolor</i> Bailey et Hawksworth <i>P. johannis</i> M-F. Robert <i>P. lagunae</i> M-F. Robert-Passini <i>P. quadrifolia</i> Parl. <i>P. juarezensis</i> Lanner <i>P. culminicola</i> Andresen et Beaman
	Paracembra		
		Pinceana	<i>P. pinceana</i> Gord. <i>P. maximartinezii</i> Rzedowski <i>P. nelsoni</i> Shaw <i>P. rzedowski</i> Madrigal et Caballero
	Leiophyllae		<i>P. leiophylla</i> Schl. et Cham. <i>P. chihuahuana</i> Engelm. <i>P. lumholtzii</i> Rob. Et Fern
	Ponderosae		<i>P. jeffreyi</i> Murr. <i>P. arizonica</i> Engelm. <i>P. arizonica</i> var. <i>Stormiae</i> Mart. <i>P. engelmannii</i> Carr. <i>P. durangensis</i> Mart.
Diploxylon		Montezumae	<i>P. cooperi</i> Blanco <i>P. montezumae</i> Lamb. <i>P. montezumae</i> var. <i>Lindleyi</i> Loud. <i>P. martinezii</i> Larsen <i>P. douglasiana</i> Mart.
	Montezumae	Rudis	<i>P. rudis</i> Endl. <i>P. donnell-Smithii</i> Mast. <i>P. harwegii</i> Lindl.
		Michoacana	<i>P. michoacana</i> Mart. <i>P. michoacana</i> var. <i>Cornuta</i> Mart. <i>P. michoacana</i> var. <i>Quevedoi</i> Mart. <i>P. michoacana</i> forma <i>procera</i> Mart. <i>P. michoacana</i> forma <i>nayaritana</i> Mart.

continuación del cuadro 5

SUBGENERO	SECCION	SUBSECCION	ESPECIE, SUBESPECIE, FORMA Y VARIEDAD
	Pseudostrobus	Pseudostrobus	<i>P. pseudostrobus</i> Lindl. <i>P. pseudostrobus</i> forma protuberans Mart. <i>P. pseudostrobus</i> forma megacarpa Loock <i>P. maximinoi</i> H. E. Moore
		Oaxacana	<i>P. estevezi</i> (Mart.) Perry <i>P. pseudostrobus</i> var. Apulcensis Mart. <i>P. oaxacana</i> Mirov. <i>P. pseudostrobus</i> var. Coatepecensis Mart. <i>P. nubicola</i> Perry
		Contorta	<i>P. contorta</i> subsp. Murrayana (Balf) Critchfied
		Patula	<i>P. radiata</i> var. Binata Lemm. <i>P. muricata</i> D. Don <i>P. attenuata</i> Lemm. <i>P. greggii</i> Engelm. <i>P. patula</i> Schl. Et cham. <i>P. patula</i> var. Longepedunculata Loock
	Serotinae	Oocarpa	<i>P. oocarpa</i> Schiede <i>P. oocarpa</i> var. Ochoterenai Mart. <i>P. oocarpa</i> var. trifoliata <i>P. oocarpa</i> var. Microphylla Shaw <i>P. jaliscana</i> Pérez de la Rosa <i>P. pringlei</i> Shaw <i>P. tecunumanii</i> (Schwertfeger) Eguiluz et Perry
	Teocote		<i>P. teocote</i> Schl. Et Cham. <i>P. lawsoni</i> Roetzl. <i>P. herrerae</i> Mart.
	Caribaea		<i>P. caribaea</i> var. Hondurensis (sénécl.) Barr. Et Golf.
	Macrocarpae		<i>P. coulteri</i> D. Don.

2.12. Los piñoneros

Los pinos piñoneros representados dentro del subgénero haploxilon, forman un grupo reducido de 15 especies (Perry, 1991). Muestran un número de caracteres en común incluyendo acículas simples o en fascículos de 2 a 4, con vaina decidua, excepto *Pinus nelsonii* y la base de la bractea de la hoja no decurrente. Las escamas de los conos son pocas y la semilla carece de ala. Estos pinos son árboles y arbustos de ambientes áridos en el norte y centro de

México, también se presentan en algunos estados del sureste de los estados Unidos.

Algunas especies son consideradas como endémicas, tal es el caso de *Pinus pinceana*, *P. nelsonii* y la más recientemente descubierta *P. maximartinezii*, las primeras dos no forman bosques puros o mixtos, pero tienden a ocurrir como arboles aislados o en pequeños grupos creciendo junto con *Pinus cembroides*, mientras que el tercero es conocido solamente en un hábitat. Otras especies que caen dentro de ésta categoría son *Pinus cembroides*, *P. remota*, *P. discolor*, *P. lagunae*, *P. catarinae*, *P. johannis* y *P. culminicola*. (Ramamoorthy, 1993).

A continuación se presenta una descripción de los pinos piñoneros mexicanos de acuerdo a los diferentes autores especialistas en el tema.

2.12.1 *Pinus cembroides* Zucc.

Según Martínez (1992), el *Pinus cembroides* es arbolillo o árbol de 5 a 15 m, de 30 cm de diámetro y a veces hasta 70 cm (Eguiluz, 1985), de copa redondeada o piramidal. El tronco suele ser corto y el ramaje ralo, sobre todo en terrenos muy secos. Las ramas grandes comienzan desde poca altura y son extendidas y en su mayoría verticiladas o irregularmente dispuestas. La corteza es cenicienta, delgada, agrietada y dividida en placas cortas e irregulares. Las ramillas son grisáceas y ásperas, mostrando bien marcadas las huellas que dejan las hojas al caer.

Las hojas están en grupos de tres, pero varios fascículos tienen dos y hasta cuatro y aún cinco. Miden de 2.5 a 7 cm. Son rígidas y generalmente encorvadas, con estomas en las tres caras. Su color es verde oscuro, algo azulado pálido, a veces amarillento y frecuentemente glaucas en las caras internas. Son brillantes y de bordes enteros, es decir; sin dienteillos. El

hipodermo es grueso y casi uniforme, con dos hileras de células. Tienen un haz vascular y los conductos resiníferos son externos y en número de dos. Las células del endodermo tienen ambas paredes delgadas y el clorénquima presenta células grandes.

Las vainas son de color café claro y caen pronto, dejando en la base del fascículo una diminuta roseta.

Las yemas son cilíndricas, largas y amarillentas.

Los conillos son globulosos, de color moreno rojizo con gruesas escamas.

Los conos son subglobulosos, de cinco a seis cm de diámetro y se presentan aislados o en grupos de hasta de cinco; caedizos y casi sésiles, de color moreno naranjado o rojizo, con pocas escamas gruesas en su extremidad y delgadas en los bordes, los cuales se reflejan hacia dentro durante la dehiscencia, sosteniendo la semilla. Tiene umbo dorsal, transversalmente aquillado y apófisis gruesa y piramidal con una pequeña punta caediza. Por lo general, solamente son fértiles las escamas de la parte media, frecuentemente con una semilla desarrollada y la otra abortada.

Las semillas están colocadas en depresiones de las escamas y son subcilíndricas, vagamente triangulares y sin ala, de unos 10 mm de largo, morenas o negruzcas, abultadas en la parte superior y adelgazadas hacia la base. Son comestibles y de buena calidad, llamándose vulgarmente piñones.

Critchfield and Little (1966) y Vidakovic (1991), mencionan que se distribuye en las partes bajas de las montañas, en el límite con la altiplanicie árida en el norte de México. Se presenta desde el sudeste de Arizona, sudoeste de Nuevo México, oeste de Texas, Norte de México hasta Puebla, México. Entre elevaciones de 1,300 a 2,650 m.

Eguiluz (1985), menciona que en México se distribuye en los Estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Baja California Norte, Baja California Sur, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

2.12.2. *Pinus edulis* Engelm.

Martínez (1992), describe al *Pinus edulis* como un arbolillo de 6 a 15 m con ramas fuertes y copa redondeada. Las ramillas son algo ásperas. La corteza es morena rojiza y la madera ligero quebradiza y débil, de color moreno pálido, con peso específico de 0.64.

Se distingue del *Pinus cembroides* típico en que tiene sus hojas en número de dos y tres, predominando dos; son más gruesas, fuertes, tiesas y agudas. Miden de dos a cinco cm.

Los conos tienen el mismo aspecto y tamaño que los de *Pinus cembroides*, pero son más duros.

Su principal área de distribución se encuentra en Estados Unidos, desde Wyoming hasta Texas, Arizona y Nuevo México, incluyendo la parte occidental de Oklahoma y las montañas de San Bernardino, en la región sur de California.

En México se han colectado ejemplares en la Sierra de San Pedro Mártir, B.C.

2.12.3. *Pinus quadrifolia* Sudw.

Martínez (1992), lo describe como un arbolillo de unos diez a doce metros de altura, con ramas bajas y extendidas; ramillas cenicientas o glaucas en sus partes tiernas; corteza moreno rojizo oscura, hendida y escamosa.

Las hojas se encuentran en grupos de cuatro (ocasionalmente cinco o tres); son triangulares, de tres a cinco cm de largo, anchas, tiesas, fuertes, encorvadas y agudas; de color verde pálido, muy glaucas en las caras internas, con bordes enteros, es decir, sin dientecillos y no presentan estomas en la cara dorsal.

Tienen un haz vascular, sus canales resiníferos son externos y en número de dos, situados en la cara dorsal. Las paredes externas de las células del endodermo son delgadas y el hipodermo es grueso y uniforme.

Las vainas son escamosas, amarillentas y caedizas. No hay roseta regular como en el *Pinus cembroides*.

El cono es de cuatro a seis cm de diámetro, muy parecido al de *Pinus monophylla*, pero es algo resinoso. La semilla es también análoga y comestible. Generalmente se encuentra una en cada escama. Suele notarse el perispermo bien desarrollado, el cual queda adherido a la escama.

La madera es suave, algo pesada, frecuentemente nudosa y de color amarillo o moreno pálido. Su peso específico es de 0.57.

Se han colectado ejemplares en la Sierra de San Pedro Mártir, al sur de Tecate, en la Sierra del Pinal, cerca del Rancho San José, en la Sierra de Juárez, en el estado de Baja California.

Por su parte Critchfield and Little (1966), reportan que el *Pinus quadrifolia* está confinado a bajas elevaciones en las montañas secas del sudeste de California y norte de Baja California, del sur de las montañas de San Jacinto a la Sierra de San Pedro Mártir.

2.12.4. *Pinus monophylla* Torr.

Martínez (1992), describe al *Pinus monophylla* como un árbol de hasta quince m de altura, pero generalmente de siete a diez; de tronco corto, ramificado desde abajo y con la copa redondeada; su corteza es profunda e irregularmente hendida, de color moreno rojizo oscuro. Las ramillas son grisáceas, con el follaje erguido.

En lo general, las hojas son solitarias, pero a veces se presentan por pares. La hoja mide de 4.5 a 5.5 cm, a veces hasta seis, por uno a dos mm de diámetro; tiene forma cilíndrica hasta su parte media y se adelgaza después hasta terminar en una punta aguda (cuando hay dos son semilunares y con marcado tinte glauco en sus caras internas). Es fuerte, rígida y encorvada, de color verde grisáceo y con la vaina caediza. Exhala un olor penetrante al trozarse. Tiene un haz vascular y sus canales resiníferos son externos, visibles a simple vista, en número de dos a ocho.

Las vainas son escamosas, amarillentas y pronto caedizas.

Las yemas son alargadas, amarillentas, con apariencia de espigas.

Los conos son subglobulosos, parecidos al de *Pinus cembroides*, pero más robusto; mide de cinco a seis cm de diámetro y a veces hasta nueve, su color es rojizo naranjado brillante, con escamas fuertes y apófisis duras y más desarrolladas que en el *Pinus cembroides*. Los conos maduran de noviembre a diciembre (Eguiluz, 1985).

La semilla es morena oscura, con la testa muy delgada, mide unos 15 mm de longitud, carece de ala y es comestible. Por lo general, solamente se desarrolla una semilla en cada escama.

La madera es suave, débil y quebradiza, amarillenta o morena clara, con peso específico de 0.56.

Se encuentra en la Sierra del Pinal, B.C., en altitudes de 1350 m, generalmente sobre terrenos áridos.

Según Critchfield and Little (1966) y Vidakovic(1991), el *Pinus monophylla* es común en bajas elevaciones en las altiplanicies montañosas del Gran Basin, distribuyéndose desde el sur de Idaho, oeste de Utah y noroeste de Arizona a través de la mayor parte de Nevada y este y centro de California hasta el norte de Baja California. Se localiza desde los 1,000 a 2,100 m de altitud, en condiciones secas y semiáridas

2.12.5. *Pinus pinceana* Gordon.

Según Martínez (1992), es un árbol de 6 a 12 m de altura, de tronco corto frecuentemente ramificado desde cerca de la base; copa redondeada; corteza grisácea, lisa durante varios años; ramillas cenicientas, delgadas y colgantes; casi lisas, con las huellas de los fascículos apenas marcadas.

Hojas aglomeradas en la extremidad de las ramillas, en grupos de tres, ocasionalmente cuatro, de seis a ocho cm de largo, a veces hasta diez, rectas, anchamente triangulares, delgadas, de color verde claro, glaucas en sus caras internas; de borde entero, sin estomas en su cara externa y con ellos en las internas (cuatro hileras en cada una). Tiene un haz vascular y sus conductos resiníferos son externos, en número de dos; las paredes exteriores de las células del endodermo son delgadas; el hipodermo es corto y parejo, con dos hileras de células.

Las vainas son pronto caedizas y miden unos 5 mm. Las yemas son cilíndricas y delgadas.

Los conillos son largamente pedunculados, oblongos, ligeramente atenuados en ambas extremidades, con escamas gruesas, fuertemente aquilladas y provistas de una punta gruesa dirigida hacia la base del cono.

Conos suboblongos de 6 a 8 cm, a veces hasta 9 cm, con pedúnculos de 20 mm; colgantes, simétricos y pronto caedizos, de color rojizo o amarillento naranjado, brillantes, con relativamente pocas escamas, gruesas, de umbo dorsal muy grueso e irregular, de 25 mm de ancho por 33 mm de largo; apófisis poco levantada; quilla transversal patente, con la cúspide hundida, en cuyo centro se observa una pequeña punta gruesa y caediza.

La semilla mide unos doce mm, tiene color oscuro y es comestible. Carece de ala. A veces solamente se desarrolla una de las dos que corresponden a cada escama.

La madera es suave y poco resinosa.

La existencia del *Pinus pinceana* sólo se ha podido comprobar en los estados de Coahuila (Municipios de: Parras, General Cepeda, y Saltillo) y Querétaro (cerca de Camargo).

A su vez, Critchfield and Little (1966), reportar que el *Pinus pinceana* está restringido a unas pocas áreas en el noreste y este de México desde la parte central de Coahuila hasta el centro del Estado de Hidalgo.

Por su parte Eguluz (1985), menciona a los Estados de Guanajuato, Coahuila, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, como lugares de su distribución.

2.12.6. *Pinus nelsoni* Shaw.

Martínez (1992), lo describe como un árbol de 5 a 9 m, de corteza gris y lisa, con ramas bajas, densamente colocadas, que forman una copa redondeada; ramillas opuestas o verticiladas, cenicientas y lisas, delgadas y flexibles, correosas, con las hojas erguidas y agrupadas en los extremos.

Hojas en grupos de tres, por lo común unidas, dando la apariencia de una sola, la cual se nota cilíndrica y aguda, ligeramente encorvada, de 4 a 9.5 cm, de color verde claro, frecuentemente con tinte amarillento, son triangulares, con la arista interna y las exteriores aserradas, con los dientecillos finos y próximos. Tienen un haz vascular y sus canales resiníferos son externos y en número de dos. El hipodermo es corto y casi parejo y las paredes exteriores de las células del endodermo son delgadas.

Las vainas son persistentes, pero las hojas viejas suelen desprenderse; su color es castaño claro y miden de 5 a 8 mm.

Las yemas son delgadas, subcilíndricas y agudas.

Los conillos son subterminales, sobre pedúnculos encorvados, de 5 a 5.5 cm de largo y con anchas escamas.

Los conos son laterales, cilíndricos, colocados por pares, colgantes, de 8.5 a 14 cm por 5 a 6 cm de ancho (abiertos), a veces algo resinosos, de color rojizo naranjado. El pedúnculo es fuerte y encorvado, de 3 a 5 cm, articulado en la base del cono, de modo que al caer este, el pedúnculo permanece mucho tiempo en la ramilla.

Las escamas son relativamente pocas, anchas, gruesas, de unos 3 cm de largo por 2.5 de ancho, con umbo dorsal, abultado e irregular, con apófisis levantada,

fuertemente aquillada, algo reflejada y con la cúspide cenicienta, provista de una punta oscura y caediza.

Las semillas son morenas, oscuras, con manchitas amarillentas o naranjadas, con el extremo rojizo. El endospermo permanece adherido a la escama, siendo frecuente que sólo una se desarrolle, quedando la otra abortada. Son comestibles y miden unos 15 mm.

La madera es suave y poco estimada, algo resinosa y de color claro.

Existe en Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila y San Luis Potosí, frecuentemente asociado con *Pinus cembroides*. Vulgarmente se llama piñón o piñón prieto.

Critchfield and Little (1966), reportan que el *Pinus nelsonii* está confinado a pocas localidades de distribución, desde el sur de Coahuila, sur de Nuevo León y oeste de Tamaulipas hasta San Luis Potosí. Siendo unos de los raros pinos de México.

2.12.7. *Pinus johannis* M.F. Robert.

De acuerdo con Robert (1978), el *Pinus johannis* es un arbusto de 1 a 4 m de altura, ramificado desde la base, habitualmente más ancho que alto, copa densa de color verde claro en forma de sombrilla, sin tronco grande.

La corteza es irregularmente cuadriculada, las ramas son retorcidas de color gris a gris oscuro. Las agujas son en número de tres (a veces dos raramente cuatro), flexibles, de 3 a 5 cm de longitud y de 0.9 a 1.2 mm de ancho, su sección transversal es triangular. Son de color verde azulado en la cara dorsal, y opacos y glaucos en las caras ventrales. El ápice es acicular y el borde es entero. El parénquima central está reducido. No presenta estomas en la cara dorsal, pero posee de 3 a 8 filas de ellos en las caras ventrales. Los canales

resiníferos son en número de dos, son externos y están situados hacia la cara dorsal.

Los conillos femeninos son erguidos y ovales, solitarios o por pares, con una longitud de 9 a 11 mm y de 5 a 7 mm de ancho y de color moreno.

Los conos son oblongos con un pedúnculo de 3 a 4 mm de largo, son dehiscentes y caedizos. Tienen una longitud de 3 a 4.4 cm y de 2.2 a 3.2 cm de diámetro, son bastante resinosos. Las escamas que los constituyen son en número de 30 a 40, duras y rígidas, de color gris verdoso a marrón. Las escamas miden de 20 a 23 mm de largo por 13 a 15 mm de ancho y de 5 a 6 mm de grosor. Solamente las escamas del centro son fértiles. La apófisis de las escamas es romboidal y dura, los pétalos laterales son ligeramente marcados. El punto de inserción del óvulo al funículo dorsal formado en la escama es liso o ligeramente cóncavo. No poseen mucrón.

Las semillas son ápteras con un tegumento externo duro y de .15-1 mm de espesor. Mide de 8-13 mm de largo, en promedio de 2,200 semillas pasan de 1 kg. La almendra comestible es blanca. El embrión posee de 6-11 cotiledones. El número promedio de cotiledones calculado de un lote de 98 plántulas es de 8.7.

Se localiza a bordo de camino de Concepción del Oro a Mazapil al nivel del Puerto del Dique, cerro del Guaje, Cerro del Bofe, en el Municipio de Mazapil, Zacatecas.

Además Escoto (1988), menciona que tiene una distribución restringida siendo la superficie aproximada 65 km², cubriendo una superficie de 2,456 hectáreas, además de los parajes mencionados anteriormente también reporta los siguientes: Cerro del temeroso y la Sierra del Mascarón (nueva localidad reportada) abarcando unas 2,000 hectáreas en los parajes denominados Cerro

El Quemado, Cerro La Milanesa, Cerro El Mascarón, Cerro Carneros, Cerro Bola, Cerro Los Tapanquitos, Cerro Hierbanis y Cerro del Lobo.

2.12.8. *Pinus maximartinezii* Rzedowski

Eguiluz (1987), citado por Escoto (1988), describe al *Pinus maximartinezii* como un árbol de 6 a 10 m de altura, copa redondeada de color verde azulado, tronco de 0.5 m de diámetro con corteza irregularmente cuadriculada, ramificado desde muy bajo y con tendencia manifiesta a formar un simpodio.

Ramillas lisas, de color gris; hojas de fascículos de cinco rara vez de cuatro o tres, aglomeradas y colocadas en las extremidades de las ramillas, de 7 a 11 cm de largo, por 0.4 a 0.6 mm de ancho, triangulares en corte transversal, flexibles, de color verde intenso y brillantes en la cara exterior, frecuentemente glaucas en las caras interiores, ápice obtuso, márgenes enteros, estomas restringidos a las caras interiores y dispuestas en dos o tres hileras longitudinales, hipodermis amorfa formada por una hilera continua de células, una segunda hilera se presenta en los ángulos y a veces en forma discontinua en otros sitios. Canales resiníferos generalmente dos, externos, situados sobre la cara exterior. Con un haz vascular frecuentemente dividido en dos partes mediante una hilera vertical media de células, vainas caedizas de color castaño claro y brillantes, de 7 a 8 mm de largo, constituidas por escamas imbricadas con bases no recurrentes.

Los conos femeninos, cuando son maduros tienen forma orvicular ovalados a angostamente ovalados de 15 a 23 cm de largo, por 11 a 13 cm de ancho de color castaño claro, que se torna castaño grisáceo con la edad.

Escamas duras y rígidas, cóncavas en la cara superior de color castaño rojizo. Umbo dorsal más o menos irregularmente tetra a hexagonal hasta de 5 cm de ancho por 2.5 cm de alto en las escamas centrales, apófisis piramidal de hasta

3 cm de largo. Cúspide algo protuberante y gruesa en las escamas centrales hasta de 18 mm de ancho por 8 mm de alto y 12 mm de largo, espina diminuta o nula.

Semillas dos veces una, desprovistas de ala, oblongas a ovalado oblongas, generalmente de 22 a 26 mm de largo, por 10 a 12 mm de ancho y 7 a 10 mm de grueso, de color castaño o negruzco.

Eguiluz (1987), reporta que el *Pinus maximartinezii* tiene una distribución natural de aproximadamente 8 km. Cuadrados, en los parajes localmente conocido como Rancho de Piñones y Cerro de Piñones, ésta zona única de dispersión natural de la especie se localiza a 4 km. de Pueblo Viejo, municipio de Juchipila, Zac. Entre el paralelo 21°22' de latitud N y 103°15' de longitud Oeste, vegetando en laderas y cañadas con pendientes pronunciadas y exposiciones diversas, encontrándose en altitudes que varían desde los 1,750 a los 2,400 msnm. Con una superficie de 6,225 hectáreas aproximadamente, donde la mayor parte de la población se concentra en aproximadamente 3,500 hectáreas.

2.12.9. *Pinus remota* (Little) Bailey & Hawkswork

Perry (1991), lo describe como un árbol: pequeño, de 3 a 8 m de altura; los árboles maduros tienen una redondeada e irregular copa, mientras que en árboles jóvenes la copa es mucho más densa y en forma piramidal.

Corteza: En árboles maduros la corteza no es gruesa pero es áspera, longitudinalmente acanalada, de color gris oscuro, láminas escamosas; en árboles jóvenes mucho más delgadas y lisas.

Ramillas: delgadas, de color gris claro, fijadas en las bracteadas no decurrentes de las hojas.

Hojas: la mayoría en fascículos de 2, ocasionalmente 3, delgadas, flexibles, de 3 a 5 cm de longitud y de 1.3 a 1.8 mm de ancho, los márgenes son enteros; los estomas están presentes sobre las caras ventral y dorsal; canales resiníferos de 2 a 5, la mayoría presenta 2, son externos. Las vainas son delgadas, de color café descolorido y en agujas jóvenes reflejadas o encorvadas hacia atrás, tempranamente caedizas.

Conillos: nacen solos o en pares, sobre un pedúnculo de 4 mm de longitud. Los conillos miden aproximadamente 7 mm, son de color café, transversalmente quillados; el umbo presenta una diminuta espina.

Conos: son pequeños, globosos, simétricos, dehiscientes y deciduos, de 2.5 a 3.5 cm de longitud y de 3 a 5 cm de ancho cuando abren; son de color ocre a rojizo naranja cuando maduran. Nacen solos y en pares, sobre pedúnculos de 6 mm de largo que cae con el cono.

Escamas del cono: pocas, más bien delgadas y débiles, las escamas basales y apicales son pequeñas y generalmente estériles, las escamas centrales son grandes y son las que llevan la semilla, la apófisis es grueso transversalmente quillado pero no protuberante; el umbo es dorsal, muy pequeño generalmente reducido y portando una diminuta y tempranamente caediza espina.

Semillas: sin ala, alargadas, de 12 a 15 mm de largo y de 6 a 10 mm de ancho, la testa es muy delgada, de 0.1 a 0.4 mm de gruesa, el endospermo es blanco.

Madera: es más bien dura para pino piñonero, el centro de la madera es de color café pálido, ligeramente resinosa, usada la mayor parte para postes y leña.

Distribución: este piñonero se encuentra desde el sudoeste de Texas hasta el noreste de México. En Texas ha sido colectado en el Trans-Pecos (la región del

Big Bend) y la Meseta Edwards. En México, hacia el Norte y Sudeste de Chihuahua, Noroeste de Coahuila, cerca del área del Big Bend y hacia el Sudeste dentro de Nuevo León, más bien como pequeñas poblaciones aisladas.

Hábitat: esta especie tiene la distinción de crecer a más bajas altitudes que las demás especies de pinos piñoneros. Sobre la Meseta Edwards de Texas, la especie ha sido encontrada sobre suelos de piedra caliza y a altitudes tan bajas como 500 msnm; en el Estado de Coahuila, México, ha sido colectado a 1,200-1,800 msnm. Al igual que la mayoría de los piñoneros, esta especie está adaptada a las condiciones semiáridas. En el área del Big Bend en Texas y hacia el norte de Coahuila la lluvia es generalmente en extremo baja (300 a 500 mm anuales), y temperaturas a menudo cercanas a la congelación del agua durante los meses más fríos (diciembre y enero). Esta asociado con especies como *Pinus cembroides*, *Pinus arizonica* var. *stormiae*, *Juniperus asheri* Buchh y *Juniperus monosperma* Sarg.

2.12.10. *Pinus catarinae* M.-F. Robert Passini

De acuerdo con Perry (1991), es un arbusto, generalmente de 2 a 4 m de altura, algunas veces 6 m, con ramas frondosas y bajas. La corona es redondeada, baja, más ancha que alta y más parecido a un arbusto que a un árbol.

Corteza: delgada, lisa y de color gris en árboles jóvenes, después se pone áspera y escamosa, pero no gruesa.

Ramillas: son de color gris, ásperas cuando viejas, la base de las bracteadas de las hojas es no decurrente.

Hojas: delgadas, duras, 2 y ocasionalmente tres en cada fascículo, de 2.5 a 5 cm de longitud, los márgenes son enteros; las estomas están sobre las caras

ventral y dorsal; los canales resiníferos son de 2 a 4, la mayoría tiene 3, externos dorsales; la vaina de los fascículos es de color café pálido y decidua.

Conillos: nacen sobre un pedúnculo corto de 5 a 10 mm de largo, generalmente curvado hacia dentro; los conillos miden de 4 a 8 mm de longitud y de 4 a 8 mm de ancho.

Conos: miden aproximadamente 4 cm de longitud cuando abren, son de forma globosa. Cuando maduran los conos son de color café pálido lustroso, son dehiscentes, pero permanecen sobre las bracteas por un número de meses después de abiertos, e pequeño pedúnculo cae con el cono.

Escamas de los conos: son pocas, duras y tiesas, la apófisis es piramidal, transversalmente quillado; umbo dorsal reducido; la espina es diminuta y pronto caediza. Las escamas centrales son las productoras de semillas, aquellas de la punta y la base del cono son pequeñas y generalmente estériles.

Semillas: sin ala, de color pardo, miden alrededor de 12 mm de largo y 7 mm de ancho, la testa de la semilla mide 0.2 a 0.5 mm de gruesa, el endospermo es blanco.

Madera: la albura es de color crema y el duramen es de color café pálido. El arbusto es usado para leña.

Distribución: el *Pinus catarinae* ha sido encontrado en una área muy limitada en el Estado de Nuevo León, dentro del Municipio de Santa Catarina, en las montañas entre las Ciudades de Saltillo y Monterrey.

Hábitat: Este pequeño piñonero, más arbusto que árbol, fue encontrado creciendo a altitudes de 1,450 m. El sitio es una meseta pedregosa caliza y no hay otros pinos, está asociado con las especies. *Agave lechuguilla* que fue la

única especie de tamaño considerable creciendo con *Pinus catarinae* en éste sitio. La precipitación anual en el área es de 300 mm aproximadamente y la temperatura promedio es de 18°C. Los meses más fríos son diciembre y enero y los meses más calientes son mayo y junio.

2.12.11. *Pinus cembroides* subsp. *Orizabensis* D.K. Bailey

Perry (1991) , lo describe como un pino piñonero pequeño, usualmente de 8 a 10 m de altura, la corona más bien abierta y ramas irregulares en árboles maduros.

Corteza: en árboles jóvenes es delgada y lisa, en árboles maduros más bien es delgada con irregularidades, ancha, longitudinalmente surcada que revela un color naranja en el interior de la corteza.

Ramillas: son delgadas, ásperas, más bien oscuras; la base de las bracteas de las hojas es no decurrente.

Hojas: están en fascículos de 3, ocasionalmente 4, raramente 2; generalmente de 4 a 6 cm de largo, más bien gruesas pero no duras; las estomas están presentes sobre ambas caras la ventral y la dorsal, la cara ventral es completamente glauca y la cara dorsal de color verde oscuro. Tiene dos canales resiníferos externos. Las vainas de las hojas están encorvadas hacia atrás dentro de una roseta y tardan en caer.

Conillos: nacen solos y en grupos de 2 a 4 sobre pedúnculos cortos, las escamas son más bien gruesas y tienen una diminuta espina.

Conos: es globoso, simétrico, cuando abre mide de 3 a 5 cm de largo y de 4 a 6 cm de ancho; casi sésiles , el pedúnculo muy corto cae con el cono. Los conos

maduros son lustrosos, café claro, abren cuando maduran y son pronto deciduos.

Escamas de los conos: tiene pocas, las escamas centrales son más grandes que las basales y del ápice del cono, las últimas dos son estériles. Las escamas son gruesas y duras, el apófisis es elevado, el umbo es dorsal, soporta una muy pequeña y pronto cediza espina.

Semillas: son de color café, aproximadamente de 14 mm de longitud y 7 mm de ancho, sin ala, con una gruesa y dura testa. El endospermo es de color rosa.

Madera: es de grano cerrado, más bien suave, ligeramente resinosa. Es usada localmente en la construcción de pequeñas casas, para postes y leña.

Distribución: la subespecie *orizabensis* tiene la distribución más al sur de todos los pinos piñoneros de México. Se encuentra en una zona limitada al oeste del Pico de Orizaba, en los Estados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz. Una población aislada de este taxón está también reportada en una área a 15 km² al este de la Ciudad de Tehuacán, Puebla.

Hábitat: semejante al de la mayoría de los pinos piñoneros, este taxón se encuentra sobre la roca, en pendientes leves de montañas. Crece en altitudes de 2,300 a 2,600 m y el clima es más bien frío y húmedo en contraste con los ambientes áridos asociados con la mayoría de las poblaciones de *Pinus cembroides* en el Noroeste y Noreste de México.

Los meses más calurosos son mayo y junio y los más fríos son diciembre y enero, cuando las temperaturas pueden bajar por abajo del punto de congelación. La lluvia se presenta durante los meses del verano, en los rangos de 800 a 900 mm. No hay otras subespecies o variedades de *cembroides* creciendo con la subespecie *orizabensis*.

2.12.12. *Pinus discolor* Bailey & Hawksworth

Perry (1991) lo describe como un pequeño árbol de 5 a 10 m de alto, el tronco de 10 a 50 cm de diámetro, la copa es más bien abierta e irregularmente redondeada.

Corteza: en árboles maduros la corteza es de color gris oscuro, surcada longitudinalmente y con pequeñas fisuras transversales resultando en pequeñas y ásperas láminas escamosas. En la base de lo profundo del surco un color naranja puede ser visto. En árboles jóvenes la corteza es lisa y gris.

Ramillas: son lisas, delgadas, de color gris claro, las bracteas de las hojas son no decurrentes.

Hojas: la mayoría se presenta en fascículos de 3 ocasionalmente 4 y raramente 2; de 2 a 6 cm de largo y de 1.3 a 1.6 mm de ancho, rectas, delgadas, flexibles, el margen es entero, los estomas se presentan sobre la cara ventral solamente, la cara dorsal es de color verde oscuro y la cara ventral es muy glauca; tiene dos canales resiníferos, externos y dorsales. Vainas delgadas, color café pálido, curvadas en una roseta; deciduos.

Conillos: nacen de uno solo y en pares sobre pedúnculos cortos de 4 a 8 mm de longitud, son de color café claro, las pequeñas escamas ligeramente aquilladas y sin espina.

Conos: son simétricos, muy pequeños, de 2 a 3 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho cuando abren, de color naranja pálido a café rojizo, abren cuando maduran y son prontamente deciduos, el corto pedúnculo (3 a 6 mm) cae con el cono.

Escamas del cono: semejantes a la de la mayoría de los pinos piñoneros, las escamas basales y apicales del cono son pequeñas y generalmente estériles, las escamas centrales portan las semillas y son gruesas, el apófisis es piramidal, el umbo es pequeño y dorsal, de plano a reducido y sin espina.

Semillas: son pequeñas, sin ala, de 10 a 12 mm de largo y de 7 a 10 mm de ancho; de color café con una testa gruesa y dura, de 0.7 a 1.2 mm de espesor, tiene el endospermo de color blanco.

Madera: por años los árboles han sido cortados para la construcción en las minas y carbón. Hay otros usos como la construcción local de pequeñas casas, postes para puertas y ventanas, para postes y leña. La madera es suave, no muy resinosa y fácil para trabajarse manualmente.

Distribución: La principal distribución de *Pinus discolor* es a lo largo de la frontera México - Estados Unidos, sudeste de Arizona, Sudoeste de Nuevo México, Noreste de Sonora y Noroeste de Chihuahua. Unas pocas poblaciones han sido encontradas hacia el Sur de Chihuahua, Noroeste de Durango y en las montañas de San Miguelito en el sudoeste de San Luis Potosí.

Hábitat: las pendientes bajas y al pie de las montañas, generalmente creciendo bajo condiciones áridas y entre los 1,500 y 2,400 m. de altitud. Este pino no forma bosques extensos, pero crece disperso en tierras forestales desmontadas mezclado con *Pinus arizonica*, *Pinus cembroides*, *Juniperus deppeana* Steud y *Quercus* spp.

La precipitación, incluida la nieve y el aguanieve puede variara de 300 a 500 mm anuales.

2.12.13. *Pinus lagunae* M.-F. Passini

Perry (1991), lo describe así:

Este árbol: es el más alto de los piñoneros, mide de 12 a 20 m de altura, el tronco es corto y relativamente libre de ramas hasta la copa, que en árboles maduros es abierta y de forma irregular.

Corteza: en árboles jóvenes es delgada y lisa; en árboles maduros es longitudinalmente profunda y tiene fisuras transversales que dividen la corteza, la forma geométrica es de una lámina que es de color café grisáceo oscuro.

Ramillas: en árboles viejos son ásperas y de color gris, la base de las brácteas de las hojas son no decurrentes.

Hojas: están en fascículos de 3, ocasionalmente 2, promedian 7 cm de largo, son flexibles; las estomas están presentes sobre las caras ventral y dorsal; presenta dos canales resiníferos externos. Las vainas son de color café pálido, recurvadas en una roseta y no son pronto deciduas.

Conillos: nacen solos y en grupos de 2 a 3 sobre un corto pedúnculo, las escamas están armadas con una diminuta espina.

Conos: son de forma globosa y subglobosa, miden aproximadamente 4 cm de largo y 6 cm de ancho cuando abren, son simétricos; nacen sobre un corto pedúnculo de cerca de 1 cm de largo. Cuando los conos maduran abren y son prontamente caedizos, el pequeño pedúnculo cae junto con el cono.

Escamas del cono: son pequeñas, gruesas, el apófisis es romboidal; presenta umbo dorsal, son planas, lleva una diminuta espina que es prontamente caediza. Las escamas de la base del cono son muy pequeñas y estériles, las

escamas centrales y superiores son grandes y llevan las semillas, aproximadamente el 60% de las escamas portan 2 semillas.

Semillas: se encontró que las semillas son comidas por roedores y pájaros. Sin ala de color café, miden cerca de 13 mm de largo y 8 mm de ancho; aproximadamente 3800 por kg. La testa es muy delgada, de 0.2 a 0.9 mm; cotiledones 12 y el endospermo es rosa.

Madera: más bien suave, de color café cremoso pálido, usada localmente para leña, postes y construcción.

Distribución: es encontrado solamente en una sola área muy restringida en Baja California Sur, cerca de 90 km. al sur de la Ciudad de La Paz, en la Sierra de la Laguna. El servicio mexicano forestal estima el bosque de pino-encino en 20,000 hectáreas.

Hábitat: esta variedad crece en altitudes de 1,200 a 2,000 m, sobre pendientes semiáridas. La precipitación en esta área es de alrededor de 500 a 600 mm anuales. La niebla puede ocasionalmente ocurrir durante diciembre y enero, los meses de invierno más fríos. Agosto es el mes más cálido con temperaturas hasta de 29°C. El árbol asociado es *Quercus devia*.

2.12.14. *Pinus juarezensis* Lanner

Perry (1991), describe a la especie de la siguiente manera:

El árbol: es un pino pequeño de 15 m de alto. En árboles maduros la copa es irregularmente redondeada; en árboles jóvenes es gruesa y estrechamente piramidal.

Corteza: en árboles viejos es gruesa, escamosa, dividida por surcos horizontalmente y verticalmente; en árboles jóvenes es delgada y lisa.

Ramillas: son de color verde claro, áspera y pubescente; la base de las brácteas de las hojas son no decurrentes.

Hojas: se presentan en fascículos de 5, raramente 4, generalmente curvas de 1.5 a 4 cm de largo y 0.5 a 1.5 mm de grueso; los márgenes son enteros; las estomas están principalmente en las caras ventrales y ocasionalmente una hilera en la cara dorsal; 2 canales resiníferos, raramente 1 ó 3. Haz fibrovascular simple. Las hojas son de color verde claro en la cara dorsal y plateado (líneas de estomas) en la cara ventral; las hojas están unidas durante el primer año. Las vainas de las hojas miden de 5 a 9 mm de largo, curvas en rosetas persistentes, posteriormente deciduas.

Conillos: nacen solos y en pares sobre un corto y pequeño pedúnculo, globoso y con escamas gruesas transversalmente quilladas.

Conos: subglobosos, simétricos, de 3.5 a 5 cm de largo y 4.5 a 7 cm de ancho cuando abren; de color amarillo a ocre, dehiscentes, deciduos cuando maduros. El pedúnculo muy pequeño y cae con el cono.

Escamas del cono: pocas, el apófisis es romboidal, quillada transversalmente, el umbo es dorsal, liso a comprimido, lleva una diminuta y pronto caediza espina. Solamente las escamas centrales son las que portan las semillas.

Semillas: cafés, sin ala, miden de 14 a 17 mm de largo y de 6 a 8 mm de ancho; la testa es muy delgada de 0.2 a 0.3 mm de gruesa; el endospermo es de color blanco. Más bien grande, la semilla con la testa delgada es comida por pájaros y roedores. También se venden en el mercado como piñón al igual que con las semillas de *Pinus edulis* y *Pinus monophylla*.

Madera: es como la de la mayoría de los pinos piñoneros, el tronco es corto y pequeño en diámetro, es escasamente utilizado como madera de aserrío, generalmente su uso local es el de postes y leña.

Distribución: tiene una distribución limitada hacia el sudeste de California y hacia el norte de Baja California. Su principal ubicación está en La Sierra de Juárez y La Sierra de San Pedro Mártir, en Baja California Norte.

Hábitat: se localiza al pie de las sierras y mesetas de las zonas áridas y semiáridas, en rangos altitudinales de 1,100 a 2,000 m. La precipitación en las partes más bajas no excede a los 500 mm anuales y las temperaturas pueden descender hasta la congelación durante los meses de invierno. A mayores altitudes (1,600 a 2,000 m) la niebla frecuentemente ocurre durante el invierno y la precipitación anual puede rebasar los 600 mm, de la cual, cerca del 30% ocurre en forma de nieve y de aguanieve. Está asociado con los piñoneros *Pinus monophylla* y *Pinus quadrifolia*.

2.14.15. *Pinus culminicola* Andresen & Beaman

Perry (1991), lo describe como un piñonero enano de 1 a 5 m de altura. En árboles viejos el tronco puede medir de 16 a 25 cm de diámetro, bajo, torcido y a menudo postrado; las ramillas son numerosas, grandes, torcidas a menudo extendidas; la copa es baja, muy densa y redondeada.

Corteza: en árboles maduros la corteza es delgada, de color café claro, no presenta fisuras transversales o longitudinalmente, forma una lámina, de pequeñas escamas delgadas y de forma irregular. En árboles jóvenes la corteza es delgada y de color gris.

Ramillas: gruesas, duras, ásperas, las hojas están agrupadas en racimos al final de las ramillas.

Hojas: se presentan en fascículos de 5, la cara dorsal es de color verde azulado y la cara ventral es glauca; los márgenes son enteros; gruesas, duras, curvadas hacia dentro; de 3 a 5 cm de largo y de 1 a 1.3 mm de ancho; las estomas se presentan solo en la cara ventral; se presenta un canal resinífero dorsal; la vaina de los fascículos mide de 6 a 8 mm de largo, de color café claro y curvada en rosetas no deciduas completamente.

Conillos: nacen solos o en pares sobre pedúnculos cortos; ovales de 7 a 10 mm de largo; son de color café, las escamas pequeñas llevan una diminuta espina.

Conos: pequeños, globosos, sésiles, de 3 a 4 cm de largo y cerca del mismo ancho cuando abren; son de color café rojizo claro; cuando maduran abren y son pronto caedizos.

Escamas de los conos: pequeñas, las escamas basales y apicales son pequeñas y estériles, solamente las escamas centrales tienen semillas y éstas frecuentemente con una sola semilla; gruesa, la apófisis es romboidal, transversalmente quillada, el ápice obtusamente angulado, generalmente con una pequeña y desigual proyección; el umbo es dorsal, lisas de las cuales nace una pequeña espina que es decidua.

Semillas: sin ala, de 4 a 6 mm de largo, de color café, con una testa gruesa, el endospermo es de color blanco, los cotiledones vienen en número de 8 a 11. Aunque la testa es dura las semillas son comidas por pájaros y roedores.

Madera: la madera es dura y la formación de duramen aparentemente comienza temprano. Es uno de los pocos pinos que no se aprovecha para leña de uso local, porque crece a altitudes muy grandes y tiene el tronco retorcido.

Distribución: el primer lugar de donde fue descrito y colectado, fue en El Cerro Potosí, alrededor de 3,500 m de altitud, cerca de Galeana, N.L. Y por algunos

años fue la única localización. Más recientemente Riskid & Patterson (1975) reportan colectas de la Sierra Santa Marta al este de Saltillo, Coah, en el Municipio de Arteaga, en las montañas del noreste del pueblo de San Antonio de las Alazanas. Estas áreas están aproximadamente a 60 Km por la parte noroeste, norte y noreste del Cerro Potosí. La población del Cerro Potosí ahora parece ser el límite más al sur de su distribución.

Hábitat: este piñonero crece a las mayores altitudes del grupo Cembroides. Su rango altitudinal es de 3000 a 3500 m. Los suelos son someros, rocosos, con areniscas calizas. La precipitación es alta con la lluvia, la nieve y aguanieve ocurren frecuentemente a lo largo del año.

Desgraciadamente las locaciones muy altas donde este taxón crece, no es viable la medición de la temperatura y la precipitación. Cercano a la cima del Cerro del Potosí, la especie forma una comunidad arbustiva grande y en la cima crece con *Pinus hartwegii*. Esta es una área no maderable, de hecho no hay grandes pastizales en las pendientes cercanas a la asociación *Pinus hartwegii*-*Pinus culminicola*. Las especies asociadas son: *Pinus hartwegii*, *Pinus rudis*, *Pinus ayacahuite* var. *brachyptera* y *Pseudotsuga flahaultii* Flous y *Abies vejari* Mart.

III. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación consistió de dos partes, la primera corresponde a una revisión bibliográfica sobre comunidades de pinos piñoneros y la segunda a un estudio de caso de *Pinus johannis*.

Para cubrir la primera parte, fue necesario hacer una investigación bibliográfica amplia, sobre los diversos estudios de las comunidades de pinos piñoneros.

Se investigó sobre las especies existentes en México, ubicación geográfica, distribución, asociación florística, atributos ecológicos, además se realizaron algunas observaciones de campo y colectas de material botánico.

3.1. Descripción del área

Para la realización del estudio de caso fue necesario hacer una descripción del área como se muestra a continuación.

3.1.1. Localización

Concepción del Oro, Zacatecas, se localiza a 259 Km de la ciudad de Zacatecas sobre la carretera 54 Zacatecas-Salttillo y a una distancia de 114 Km de la Ciudad de Saltillo, Coahuila; a 2543 msnm, sus coordenadas geográficas son: latitud norte 24° 37' y longitud oeste de 101° 25'.

3.1.2. *Clima*

La temperatura media anual es de 16° C y la precipitación media anual es de 440.2 mm, con un 14% de lluvia invernal, con un cociente precipitación temperatura (P/T) de 26.6.

El tipo de clima es BS1kx'(w)(e), correspondiente a un clima seco o árido, pero como su cociente P/T es mayor de 22.9, se le considera de los menos secos dentro de los mismos, además es templado con verano cálido con una temperatura en el mes más frío de entre -3° C a 18° C y en el mes más cálido sobre los 18° C., con una oscilación anual de las temperaturas extremosa de entre 7° C y 14° C.; con un régimen de lluvias intermedio entre el verano y el invierno, (García, 1988).

3.1.3. *Rocas y Suelo*

Se encuentran dos tipos de rocas:

- Igneas, intrusiva ácida
- Sedimentarias, caliza - lutita y caliza.

(CETENAL, 1975).

La clasificación de los tipos de suelos presentes en la comunidad es:

- Xh/2, que corresponde a un suelo háplico, clase textural media.
- I + Rc/2, Litosol calcárico, clase textural media
- Rc + E/2, Suelo calcárico + redzina, clase textural media

CETENAL (1975)

3.1.4. Uso del suelo

El uso del suelo en la región se clasifica de la siguiente manera:

- Uso pecuario: se cuenta con pastizal natural, matorral subinerme y matorral crasi-rosulifolios-espinoso
- Uso forestal: se localiza bosque caducifolio (con pino) e izotal.
- Asociaciones especiales: existe matorral subinerme-crasi-rosulifolio-espinoso.

(CETENAL, 1974).

3.1.5. Uso potencial

De acuerdo con CETENAL (1976), el uso potencial es el siguiente:

- Vida silvestre, tiene como limitante la profundidad del suelo.
- Vida silvestre, forestal, pratically limitada, la limitante es la pendiente y la profundidad efectiva del suelo.
- Vida silvestre, forestal y pratically moderada, es limitante la pendiente y obstrucciones.

Además de la descripción del área, se detallan las actividades propias de la toma de datos de campo.

3.2. Selección del sitio a muestrear

Previo a la selección del sitio se llevaron a cabo recorridos de campo para realizar una inspección visual de la comunidad de *Pinus johannis*, con la finalidad de evaluar las posibles limitantes que se pudiesen encontrar en el desarrollo de la investigación, el sitio se seleccionó basándose en tres características principales:

- Que el sitio fuera lo más representativo de la comunidad.
- Que el sitio estuviera lo menos perturbado posible.
- Que el sitio tuviera accesibilidad para su evaluación.

3.3. Métodos de muestreo

Las técnicas de muestreo que se utilizaron fueron las de punto cuadrante y de área (cuadrado), debido a su facilidad de empleo en todo tipo de comunidades vegetales.

La técnica de punto cuadrante consiste en ubicar puntos al azar dentro del área de muestreo. Sin embargo en muchos casos es conveniente escoger puntos a lo largo de una serie de líneas transecto que crucen el área a describir.

La zona que rodea el punto de muestreo se divide en cuatro partes iguales o cuadrantes (de ahí el nombre de la técnica); para cada cuadrante se mide la distancia entre la planta más cercana al punto de muestreo y el punto mismo. Se recomienda en general, un mínimo de 20 puntos de muestreo, (Franco *et al*, 1995).

Cabe señalar que el método se empleó para las especies de mayor tamaño (árboles y arbustos).

Las variables a medidas fueron:

Especie arbórea más cercana al centro del cuadrante, en cada cuadrante.

Distancia existente entre la especie y el centro del cuadrante.

Cobertura de la especie en cada cuadrante.

El método de área consistió en elegir uno de los cuadrantes al azar en cada punto de muestreo, delimitándose un cuadrado de 16 M² (se determinó que era el área mínima para la comunidad).

Este método permite determinar con precisión la densidad, cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad y, con base en estos datos destacar la importancia relativa de cada una de ellas, (Franco et al, 1995).

Esta técnica se empleo en la evaluación de hierbas y pastos.

3.4. Inventario florístico

Se realizaron colectas de los ejemplares botánicos existentes en la comunidad, para su identificación, la cual fue realizada en el herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.

Con los datos obtenidos en el muestreo e inventario, se realizó un análisis y se obtuvo lo siguiente:

Composición de la comunidad, estratificación de la comunidad (basada en altura), clasificación de formas de vida (basada en Raunkiaer), densidad y densidad relativa, frecuencia y frecuencia relativa, dominancia y dominancia relativa, Importancia, índice de diversidad de Shannon-Weiner, fórmulas fisonómicas, fitogramas de Lutz, perfil fisonómico de la comunidad, ordenación de la comunidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan en dos partes, la primera corresponde a la consulta bibliográfica de los trabajos e investigaciones que se han llevado a cabo en México, en los cuales se describen a las diferentes comunidades y las diversas especies de piñoneros que se distribuyen dentro del territorio nacional, para lo cual se agrupan las investigaciones y trabajos encontrados por Estado.

4.1. Aguascalientes

Sólo se reporta la existencia de *Pinus cembroides*, distribuyéndose en los Municipios de Calvillo, Cosío, Rincón de Romos, Jesús María y San José de Gracia, que se localizan en el occidente del Estado (Fig. 1).

El bosque aciculiesclerófilo se localiza en la región occidental del Estado de Aguascalientes, en los Municipios de Cosío, Rincón de Romos, Jesús María y Calvillo, está formado por la asociación de especies arbóreas bajas a altas, de 4 a más de 30 m de altura.

Se encuentra en altitudes de 1,600 a 2,900 m, en terrenos con pendientes de 10 a más de 65%; sobre rocas sedimentarias; los suelos son denominados de montaña, de origen *in-situ*, aluvial y coluvial, de textura franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arenosa, franco con grava, arcillo-arenosa; los climas son: semicálido subhúmedo con tendencia a cálido (A)C(Wo), templado subhúmedo con verano cálido C(Wo), seco templado con verano cálido BSk y seco semicálido BSh.

Las principales especies que caracterizan a la comunidad son: *Pinus michoacana* var. *comuta*, *P. cembroides*, *P. michoacana*, *Quercus macrophylla*, *Juniperus* spp., *Acacia schaffneri*, *Nolina watsoni*, *Agave asperima*, *A. potatorum*, *Arctostaphylos pungens*, *Opuntia robusta*, *O. streptacantha*, *Acacia greggii*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Dodonaea viscosa*, *Mimosa monancistra* y *Arbutus xalapensis* (COTECOCA, 1980).

Siquéiros (1989), menciona que el *Pinus cembroides* se localiza en el Municipio de San José de Gracia, en suelos pobres y pedregosos, a una altitud de 2,400 m, formando pequeños bosquecillos en asociación con *Cupressus lindleyi*, el cual también es muy escaso. Sólo se ha encontrado en el lado este del Cerro de la Culebra y Sierra de Guajolotes, en el Municipio antes mencionado.

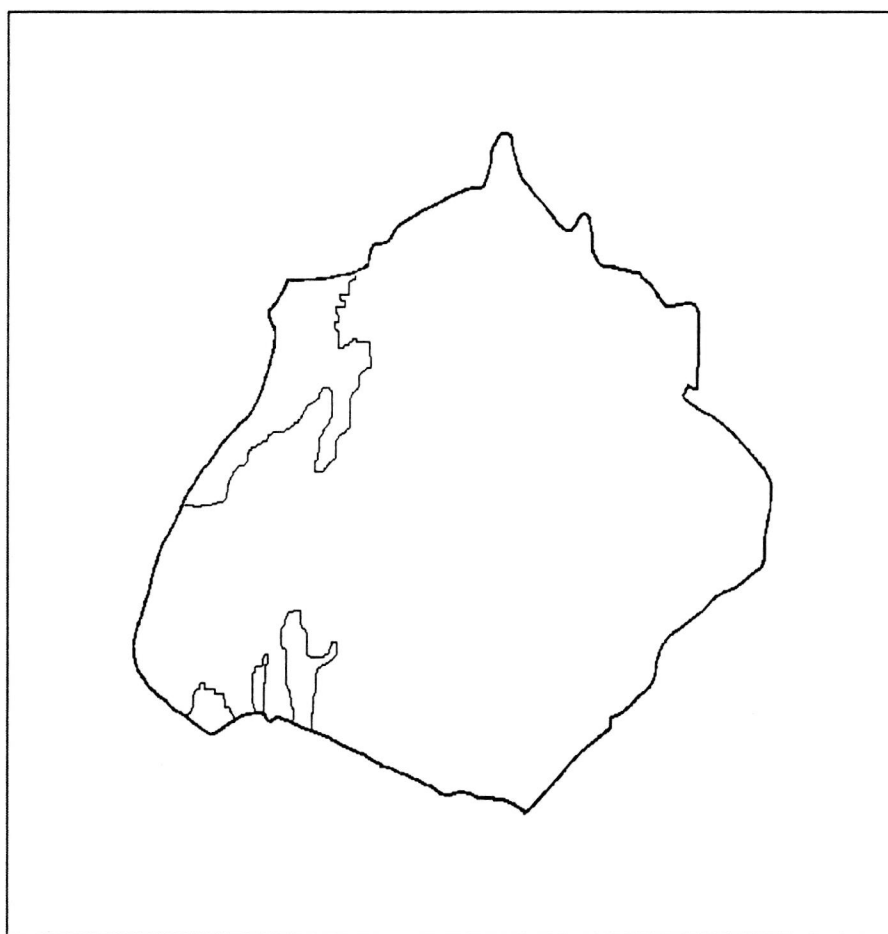


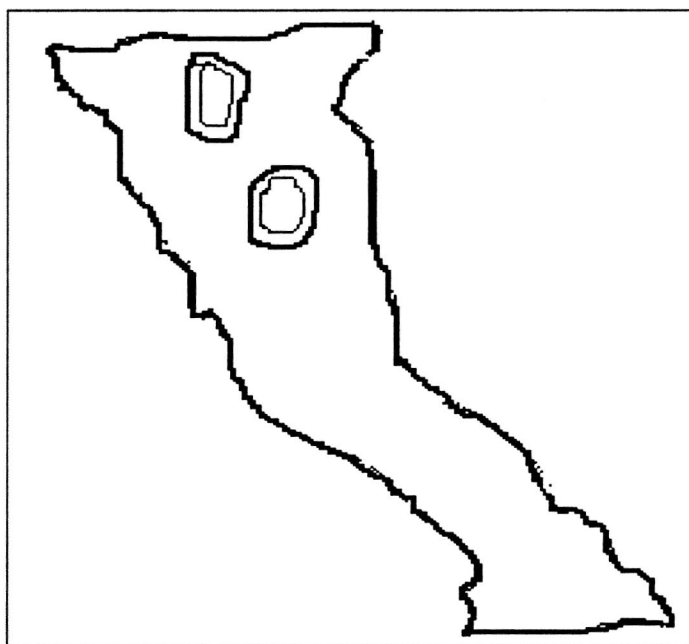
Figura 1. Distribución del *Pinus cembroides* en el Estado de Aguascalientes, (COTECOCA, 1980; Siquéiros, 1989; Perry, 1991).

4.2. Baja California

Se reporta la existencia de *Pinus cembroides*, *P. edulis*, *P. monophylla* y *P. quadrifolia*, localizándose en los Municipios de Mexicali, Tecate y Ensenada, (Fig. 2).

Carmen, Delgadillo y Aguado (1994), llevaron a cabo un estudio titulado Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México.

Las rocas ígneas constituyen la mayor parte de los afloramientos de la sierra son tonalitas y granodioritas, la mayoría de los suelos son poco evolucionados, predominando Litosoles, Regosoles y Xerosoles, solamente en las cumbres de la sierra se encuentran suelos del grupo de los Cambisoles; San Pedro Mártir presenta una altitud de 2,080 m y una precipitación de 518 mm anuales.



— *Pinus quadrifolia* y *Pinus monophylla*

Figura 2. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Baja California (COTECOCA, 1974, Perry, 1991 y Carmen *et al*, 1994).

En la península de Baja California se reconocen 6 pisos bioclimáticos, los cuales se nombrarán, desarrollándose únicamente los que contengan algún piñonero:

- Termotropical
- Mesotropical
- Inframediterráneo
- Termomediterráneo
- Mesomediterráneo, los ombroclimas oscilan entre el árido y el semiárido, está típicamente dominado por coníferas heliófitas, *Pinus monophylla* y *P. quadrifolia*, que forman bosquetes abiertos entre los 1,300 y los 2,000 m de altitud; una de las peculiaridades de este piso son los bosques de *P. quadrifolia* con sotobosque de *Adenostoma sparsifolium* y *Juniperus californica*; los bosques abiertos de *P. monophylla* con *J. californica* y *J. osteosperma* son un tipo de vegetación común en todas las fachadas orientales que miran al desierto, desde San Pedro Mártir hasta las montañas rocosas, bordeando altitudinalmente tanto del Desierto Sonorense como la Gran Cuenca; este tipo de bosques se presenta en la vertiente oriental de la sierra, bajo condiciones ombroclimáticas árido-semiáridas, formando un cinturón de vegetación entre los matorrales mesotropicales de *Agave deserti* y los bosques densos supramediterráneos de *P. jeffreyi* y *Abies concolor*, algunas de las especies presentes en el bosque de *P. quadrifolia*-*Adenostoma sparsifolii* son *Pellaea jeffreyi*, *Salvia pachyphylla*, *Monardella linoides*, *Festuca ovina*, *Eriogonum elegans*, *Arctostaphylos drupacea*, *A. peninsularis*, *Yucca schidigera*, *Prunus ilicifolia*, entre otras.
- Supramediterráneo

COTECOCA (1974), menciona que el bosque esclero-aciculifolio, se localiza en las sierras de Juárez, Santa Isabel, San Borja, Isla de Cedros e Isla Guadalupe,

en Baja California, abarcando los municipios de Mexicali, Tecate y Ensenada, limitando con el chaparral en todas direcciones.

La topografía es de sierras con partes planas en lo alto, laderas, cañones y arroyos, la altitud varía de 1,200 a 1,800 m; los suelos son areno-gravosos, arenosos, gravosos, pedregosos y rocosos de origen granítico; pertenecen a la clase de estepa o pradera con descalcificación, litosol o afloraciones de roca, con vegetación raquílica; el clima es templado con verano cálido muy árido BSk, las lluvias son muy irregulares y se presentan en invierno. La precipitación media anual es de 250 mm y la temperatura promedio anual es de 14.7° C, presentándose heladas y nevadas en invierno.

La vegetación es una asociación de arbustos y árboles con una marcada intrusión del chaparral, las especies dominantes son *Quercus kelloggii*, *Q. dumosa*, *Q. wislizenii*, *Arctostaphylos spp.*, *Pinus cembroides*, *P. cembroides edulis*, *P. monophylla* y *P. coulteri*.

Otras especies son: *Arbutus menziesii*, *Adenostoma sparsifolium*, *A. fasciculatum*, *Artemisia judovisciana albula*, *Gutierrezia sarothrae*, *Rhamnus purshiana*, *Juniperus occidentalis*, *Nolina parryi*, *N. interrata*, *Opuntia spp.*, *Agave spp.*, *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. radiata*, *Libocedrus decurrens* y *Sambucus callicarpa*. Las herbáceas son escasas, encontrándose gran cantidad de especies del género *Astragalus*. Las gramíneas también son escasas, encontrándose especies de los géneros *Bouteloua* y *Muhlenbergia*.

Además, describe el bosque aciculifolio, el cual se localiza en las sierras de San Pedro Mártir, Santa Isabel y Juárez, abarca parte de los municipios de Mexicali y Ensenada, limitado por chaparral en todas direcciones.

La topografía es de sierra, con partes planas en lo alto, laderas, arroyos y cañones, la altitud varía de 1,500 a 2,750 m; los suelos son limo-arenosos,

arcillo-gravosos, pedregosos y rocosos de origen granítico; pertenecen a la clase de pradera con descalcificación, Litosol o afloraciones de roca. El clima es templado con verano cálido muy árido BSk, las lluvias son muy irregulares y se presentan en invierno. La precipitación media anual es de 250 mm, la temperatura promedio anual es de 14.5° C, presentándose heladas y nevadas en invierno.

La vegetación es de árboles de 30 m de altura y arbustos, las especies dominantes son *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. cembroides*, *P. contorta*, *P. lambertiana*, *P. attenuata*, *Pseudotsuga mensiezii*, *Populus* spp., *Artemisia ludoviciana albula*, *Eriogonum fasciculatum*, *Adenostoma sparsifolium*, *A. fasciculatum* y *Salvia pachyphylla*.

Las herbáceas más comunes son, *Astragalus* spp. y *Lupinus* spp., las gramíneas son escasas, encontrándose especies de los géneros *Muhlenbergia*, *Bromus*, *Agrostis* y *Festuca*.

En el anexo 1 se muestra un perfil de la vegetación de Baja California realizado por COTECOCA (1974).

4.3. Baja California Sur

Para este estado, sólo existe *Pinus lagunae*, el cual, en algunos reportes anteriores al de Perry, se menciona como *Pinus cembroides* y como *P. cembroides* var *lagunae*, en lo que coinciden es que se localiza en las exdelegaciones de Todos Santos, Santiago y San José del Cabo, sobre la Sierra de La Laguna (Fig. 3).

El bosque esclero-aciculifolio se localiza al sur del Trópico de Cáncer, en el macizo montañoso que abarca las sierras de La Laguna, San Lorenzo y San

Lázaro. Comprende parte de las ex-delegaciones de Todos Santos, Santiago y San José del Cabo, dentro del Municipio de La Paz.

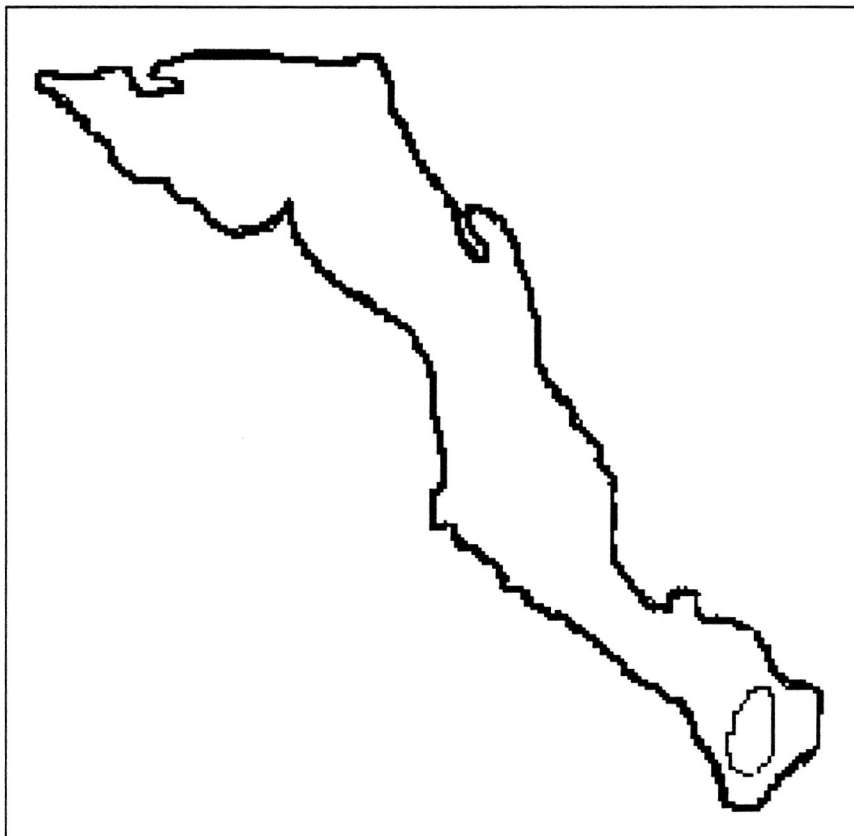


Figura 3. Distribución de *Pinus lagunae* en el estado de Baja California Sur, (Morelos, 1988 y Perry, 1991).

Ocupa los puntos más altos de las sierras, la altitud varía de 800 a 1,000 m; los suelos pertenecen a la clase in-situ de montaña y son rocosos, pedregosos y algunos areno-arcillosos. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1). La precipitación total anual es de alrededor de 700 mm, las lluvias se presentan en invierno y verano. La temperatura media anual varía alrededor de los 15° C, no presentándose periodo de heladas.

La vegetación dominante la forman una asociación de árboles y arbustos con algunos zacates perennes, siendo las especies arbóreas principales *Quercus*

dumosa, *Pinus cembroides*, *Lysiloma divaricata*, *L. candida*, *Arctostaphylos bicolor*, *Prosopis juliflora*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana*, *Garrya salicifolia*, *Mirabilis triflora*. Además se encuentran hierbas como *Begonia californica*, *Hosackia glabra* y *Tillandsia ferrisiana*. Los zacates más comunes son *Bouteolua curtipendula*, *B. rothrockii*, *Trichachne californica*, *Aristida schiediana*, *Eragrostis intermedia*, *Microchloa kunthii*, *Pereilema crinitum*, *Opuntia* spp. y *Artemisia* sp, (COTECOCA, 1975).

Maya (1988), menciona que la zona de estudio (zona núcleo, de amortiguamiento y de influencia) se encuentra entre los 23° 21' y 23° 44' de latitud norte y los 109° 44' y 110°10' de longitud oeste; en las partes más abruptas de la Sierra dominan los Litosoles en asociación con Regosoles eútricos, en las partes menos abruptas así como en los lomeríos y en las pequeñas cadenas montañosas de las partes bajas de las Sierra, se encuentran dominando los Regosoles eútricos, en asociación con Litosoles.

Coria (1988), por su parte menciona que la zona presente 5 tipos de climas siendo los siguientes: Bso(h')hw de los 100 a los 500 m de altitud, el Bso hw(w) en el rango de los 500 a 700 m; el BS1 h(w) de 700 a 1000 m, el C(Wo) de los 1000 a los 1300 m y el C(W1) por arriba de los 1300 m de altitud.

Morelos (1988), reporta que se reconocen 6 unidades de vegetación primaria.

- Selva baja caducifolia
- Bosque de pino-encino: bajo esta denominación se agrupan todas aquellas comunidades de porte arbóreo, perennifolias, cuyos dominantes son el *Pinus cembroides* var. *lagunae*, *Quercus devia* y *Q. tuberculata*. Estos bosques representan la unidad de vegetación más ampliamente distribuida arriba de los 1,400 m de altitud, desarrollándose a la zona que corresponde a la de las laderas altas. Las temperaturas medias anuales reportadas oscilan entre los 12 y 18° C, con presencia de heladas todos los años y una variación en la precipitación entre 600 y 760 mm anuales. El bosque se

desarrolla en suelos someros o profundidad media, textura arenosa, ligeramente ácidos, con escaso contenido de materia orgánica y de coloración generalmente café, amarillenta o rojiza.

Estas comunidades presentan uno o dos estratos arbóreos de 15 a 25 m de altura. Entre las especies que caracterizan a los estratos superiores se encuentran *Pinus cembroides* var. *lagunae*, *Quercus devia*, *Q. tuberculata*, *Arbutus peninsularis*. En las zonas más protegidas es posible observar elementos de *Prunus* sp. y en mucho menor proporción, individuos de *Ilex* sp.

El estrato medio presenta un desarrollo variable y una altura de 1 a 1.5 m, siendo las especies más frecuentes: *Calliandra peninsularis*, *Mimosa xantii*, *Verbesina* sp. y *Dalea* sp. El estrato inferior presenta una altura promedio de 50 cm, encontrándose entre las especies más frecuentes *Muhlenbergia* spp., *Panicum* sp., *Castilleja bryantii*, *Lobelia laxiflora*, *Tagetes lacera*. Asimismo, es frecuente encontrar comunidades más o menos extensas en las que se presenta un bosque abierto, resaltando la presencia de un matorral inerme, principalmente de *Dodonea viscosa* o un pastizal de *Muhlenbergia* spp. y *Aristida* spp.

- Bosque de encino
- Bosque de pino: por arriba de la cota altitudinal de los 1,700 m, es posible encontrar comunidades en las que el elemento arbóreo dominante es claramente *Pinus cembroides* var. *lagunae*. Esta condición, es particularmente evidente alrededor de los valles intermontanos de la parte alta de la Sierra, en donde la precipitación anual es superior a los 700 mm y la temperatura media anual de alrededor de los 14° C, también se desarrolla en suelos someros de pendientes pronunciadas hasta aproximadamente los 1,860 m de altitud.

El bosque presenta característicamente dos estratos perfectamente diferenciados, uno arbóreo de 15 a 18 m de altura en promedio, aunque algunos elementos alcanzan los 25 m, el otro herbáceo de 50 cm, constituido fundamentalmente por *Muhlenbergia* spp. *Festuca* spp. y *Bouteloua* spp.

- Matorral xerófilo
- Pastizal

Los perfiles de la vegetación realizados por Morelos y COTECOCA, se presentan en los anexos 2 y 3 respectivamente.

4.4. Coahuila

Para el estado de Coahuila, se reporta la presencia de *Pinus culminicola*, *P. cembroides* y *P. pinceana*, en los Municipios de Saltillo, General Cepeda, Parras y Arteaga, los cuales se localizan en la parte sur del Estado; además de que Perry (1991) reporta a *Pinus remota* en el noreste del estado, (Fig. 4).

Carrera *et al*, (1981), realizaron un trabajo titulado Plan de manejo para el uso múltiple del Cañón de San Lorenzo y Cruz (1984), realizó su Tesis titulada Estudio dasonómico del bosque de coníferas de la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

Ambos trabajos mencionan que:

La Sierra de Zapalinamé se encuentra entre los paralelos 25° 17' y 25° 23' de latitud norte y entre los 100° 53' y los 101° 00' de longitud oeste.

La Sierra tiene una orientación de este a oeste y las altitudes van desde los 1,780 a 2,200, hasta los 3,400 m en El Cerro del Penitente, el más alto de la Sierra.



— *Pinus remota*
 — *Pinus cembroides* y *Pinus pinceana*
 ■ *Pinus culminicola*

Figura 4. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Coahuila (Perry, 1991; COTECOCA, 1979;)

El clima que se presenta en la Sierra de Zapalinamé es del tipo BS1 kw(é) correspondiente al tipo seco templado; la temperatura promedio anual es de 16.9° C; los vientos predominantes vienen del sur y del sudeste; la precipitación promedio anual es de 421 mm; los suelos se caracterizan por ser muy delgados, de escaso desarrollo, regular en cuanto a su fertilidad natural, susceptibles a la erosión y formados por arenas y arcillas; se presentan en el

área 5 unidades de suelo, Ustorthens (con Litosoles), los Rendoll, los Feozem Calcárico Concrecionado, los Castañozem y los Xerosol Háptico.

El bosque de pino piñonero limita con la altiplanicie, tanto por el oriente como por el occidente. Forma bosques más o menos bien definidos y caracterizados por el tamaño reducido de las hojas, las principales especies son: *Pinus cembroides*, *P. greggii*, *Juniperus flaccida*, *J. deppeana*, *Yucca carnerosana*, *Arbutus xalapensis*. Prosperan en altitudes que van de 2,200 a 2,560 msnm, en áreas con poca pendiente y sobre suelos someros.

Rodríguez, Villarreal y Valdés (1993), realizaron un estudio titulado Vegetación y Flora de la Sierra de Parras, Coahuila.

La Sierra de Parras se localiza al sur del Estado de Coahuila, queda comprendida en la región natural conocida como Desierto Chihuahuense.

Se realizaron recorridos de campo en la mayor parte de la Sierra, determinándose tres tipos de vegetación sobre la base de su fisonomía y especies dominantes, los cuales son:

- Matorral desértico: con dos clasificaciones, Matorral rosetófilo, el cual se encuentra en lomeríos y laderas, las especies que lo caracterizan son *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphylitica*, *Yucca carnerosana*, *Hetchia glomerata*, y *Dasyllirion cedrosanum*; Matorral micrófilo, se encuentra en áreas del valle y aluviones, las especies que lo caracterizan son *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y *Gymnosperma glutinosa*.
- Matorral halófilo: localizado en áreas salinas, con especies vegetales como *Suaeda palmeri*, *Sporobolus airoides* y *Atriplex canescens*.
- Bosque de pino-encino, localizado en las partes altas de la sierra, con especies como *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, *Juniperus flaccida* y *Quercus intricata*.

COTECOCA (1973), reporta al bosque aciculifolio en el sudeste del Estado con pino piñonero, en el municipio de Saltillo, en la parte de la Sierra de Chiquihuitillos y extendiéndose hacia el sur al estado de Zacatecas, con orientación norte.

Generalmente se halla a altitudes que van de 2,200 a 2,800 m, la pendiente varía entre 31 y más del 65%; el suelo es de los llamados de montaña, de origen in-situ, de profundidad somera (0 a 25 cm), textura franco-arcillosa y estructura blocosa, con pH que va de 5.9 a 8.4. El clima es seco templado, cuya fórmula climática es Bsok, se encuentra comprendida entre la isoyeta de 400 mm, con lluvias distribuidas principalmente entre los meses de mayo a octubre, y entre las isotermas de 12 a 18° C.

Las especies que caracterizan a este sitio son: *Pinus cembroides*, *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Yucca filifera* y *Yucca decipiens*.

Además, menciona que el bosque aculiescuamifolio con *Pinus cembroides*, *Pinus* spp y *Juniperus* spp., se localiza en la Sierra Madre Oriental, internándose al Estado de Nuevo León, ocupando parte de los Municipios de Arteaga y Saltillo.

Generalmente se halla en altitudes de 2,000 a 3,700 m, la pendiente del terreno varía de 17 a más de 65%.

También reporta al bosque aculiescuamifolio en partes altas inaccesibles de la Sierra Madre Oriental en la región sur del estado, con *Pinus cembroides*, *Pinus* spp. Y *Juniperus* spp.

Este tipo de vegetación, se localiza en las partes altas de la Serranía del Burro, en altitudes variables, con pendientes que oscilan entre 65 y más del 100%.

El bosque aciculifolio, se presenta en el sudeste del estado con pino piñonero, en el Municipio de Saltillo, en la parte de la Sierra de Chiquihuitillos y extendiéndose hacia el sur al estado de Zacatecas, con orientación norte.

Generalmente, se halla a altitudes que van de 2,200 a 2,800 m, la pendiente varía entre 31 y más del 65%; el suelo es de los llamados de montaña, de origen in-situ, de profundidad somera (0 a 25 cm), textura franco-arcillosa y estructura blocosa, con pH que va de 5.9 a 8.4. El clima es seco templado, cuya fórmula climática es Bsok, se encuentra comprendida entre la isoyeta de 400 mm, con lluvias distribuidas principalmente entre los meses de mayo a octubre, y entre las isotermas de 12 a 18° C.

Las especies que caracterizan a este sitio son: *Pinus cembroides*, *Pinus* spp., *Quercus* spp., *Yucca filifera* y *Yucca decipiens*.

Además, menciona que el bosque aculiescuamifolio con *Pinus cembroides*, *Pinus* spp y *Juniperus* spp., se localiza en la Sierra Madre Oriental, internándose al Estado de Nuevo León, ocupando parte de los Municipios de Arteaga y Saltillo.

Generalmente, se halla en altitudes que van de 2,000 a 3,700 m, la pendiente del terreno varía de 17 a más de 65%.

También reporta al bosque aculiescuamifolio en partes altas inaccesibles de la Sierra Madre Oriental, en la región sur del Estado, con *Pinus cembroides*, *Pinus* spp. Y *Juniperus* spp.

Se localiza en las partes altas de la Serranía del Burro, en altitudes variables, con pendientes que oscilan entre 65 y más del 100%, (COTECOCA, 1979)

El perfil de vegetación realizado por COTECOCA se puede observar en el anexo 4.

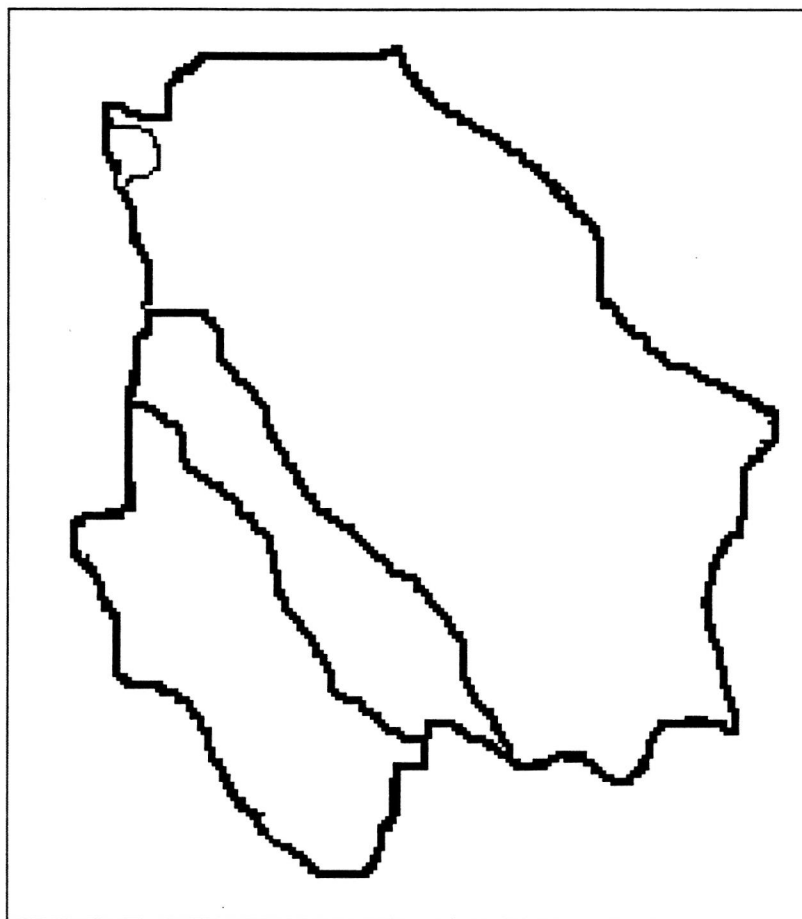
4.5. CHIHUAHUA

Para el estado de Chihuahua, se reporta la presencia de *Pinus cembroides* (COTECOCA, 1978) y *Pinus edulis* (Perry, 1991), los cuales, se distribuyen en los Municipios de Janos, Casas grandes, Galeana, Ignacio Zaragoza, Cuauhtémoc y Bachíniva, (Fig. 5)

El bosque latifoliado esclerófilo caducifolio, se localiza al pie de monte del extremo norte de la Sierra Madre Occidental y en la región de Santa Clara, al norte del poblado la Quemada; ocupa parte de los Municipios de Janos, Casas Grandes, Galeana, Ignacio Zaragoza, Cuauhtémoc y Bachíniva.

La topografía del terreno es de lomeríos bajos, de aspecto suave y redondeado, con pendiente uniforme que varía de 5 a 30%. Se halla desde 1,600 a 2,200 metros de altitud; el suelo es de formación in-situ y coluvial, derivado de material ígneo, la profundidad es media (25 a 50 cm), el color es pardo rojizo oscuro, la textura es franco arcillosa con grava. El clima es seco templado, con verano cálido BS1k, donde la temperatura media anual varía de 13 a 16° C y la precipitación pluvial de 400 a 500 mm anuales, con régimen de lluvias de verano, época seca de 7 a 8 meses.

Las principales especies de este sitio son: *Quercus spp.*, *Juniperus monosperma* y en las partes más altas, *Pinus cembroides*. Las gramíneas más importantes son *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtipendula*, *B. chondrosioides*, *Setaria macrostrachya*, *Leptochloa dubia*, *Trichachne californica*, *Lycurus phleoides*, *Panicum bulbosum*, *Elyonorus barbiculmis*, *Enneapogon desvauxii*, *Eragrostis intermedia*, entre otras.



— *Pinus cembroides*

— *Pinus edulis*

Figura 5. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Chihuahua (COTECOCA, 1978 y Perry 1991).

El bosque escleroaciculifolio, se localiza en las ramificaciones de la Sierra Madre Occidental, hacia el interior y en el extremo norte de la misma, en la porción noroccidental del estado, sobre las sierras denominadas de Guadalupe de la Cabellera, El Nido, El Pajarito y Majalca, comprende parte de los Municipios de Janos, Nuevo Casas Grandes, Buenaventura, Namiquipa, Chihuahua, Cuauhtémoc y Riva Palacio.

Ocupa formaciones geológicas constituidas por rocas ígneas, la topografía del terreno es de laderas, cerriles y lomeríos altos quebrados, la pendiente es compleja y varía de 20 a 60%, los límites altitudinales los forman las cotas de 1,800 a 2,400 m; el suelo es de formación in-situ y coluvial, derivado de roca ígnea, la profundidad varía de media a somera con piedra en la superficie, la textura dominante es franco arcillosa con grava; el clima es seco templado con verano cálido BS1k, la temperatura media anual varía de 12 a 16° C y tiene una precipitación pluvial de 400 mm anuales, con época seca de 6 a 7 meses.

Las especies arbóreas son *Quercus* spp. y *Pinus cembroides*, las especies forrajeras son *Piptochaetium fimbriatum*, *Bromus carinatus*, *Festuca viridula*, *Stipa leucotricha*, *Muhlenbergia rigens*, *M. emersleyi*, *M. dubia*, *M. monticola*, *M. lanata*, *M. rigida*, *M. robusta*, *Panicum bulbosum*, *Eragrostis intermedia*, *Elyonorus barbiculmis*, *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. uniflora*, *Aristida orcutiana*, *Andropogon hirtiflorus*, entre otras, (COTECOCA, 1978).

El bosque aciculiesclerófilo con *Pinus cembroides* y *Quercus* spp., se localiza en las laderas medias de la vertiente interior de la Sierra Madre Occidental, en forma de franja alargada, de anchura irregular, que se extiende de sur a norte desde los límites con el Estado de Durango hasta el extremo norte de dicha sierra.

Ocupa formaciones geológicas constituidas por rocas ígneas, la topografía del terreno es de laderas, cerriles y lomeríos altos y quebrados con pendiente compleja que varía de 20 a 60%, altitudinalmente se presenta desde los 2,000 a 2,400 m, aunque en ocasiones el límite altitudinal más bajo es de 2250 m.

El suelo es de formación in-situ, de profundidad media (25 a 50 cm) a somera (0 a 25 cm), pedregoso, con abundancia de afloramientos de roca, el color dominante es pardo oscuro, con tonalidades rojizas o amarillentas, la textura es

franco arcillosa a arcillo-arenosa con grava. El clima dominante es el seco templado, con verano cálido BS1k, la temperatura media anual varía de 12 a 16° C y la precipitación pluvial de 450 a 600 mm al año, época seca de 6 meses.

Algunas de las especies gramíneas son *Piptochaetium fimbriatum*, *Bromus carinatus*, *B. ciliatus*, *Festuca viridula*, *Agropyron sp.*, *Stipa leucotricha*, *Muhlenbergia pulcherrima*, entre otras, (COTECOCA, 1978)

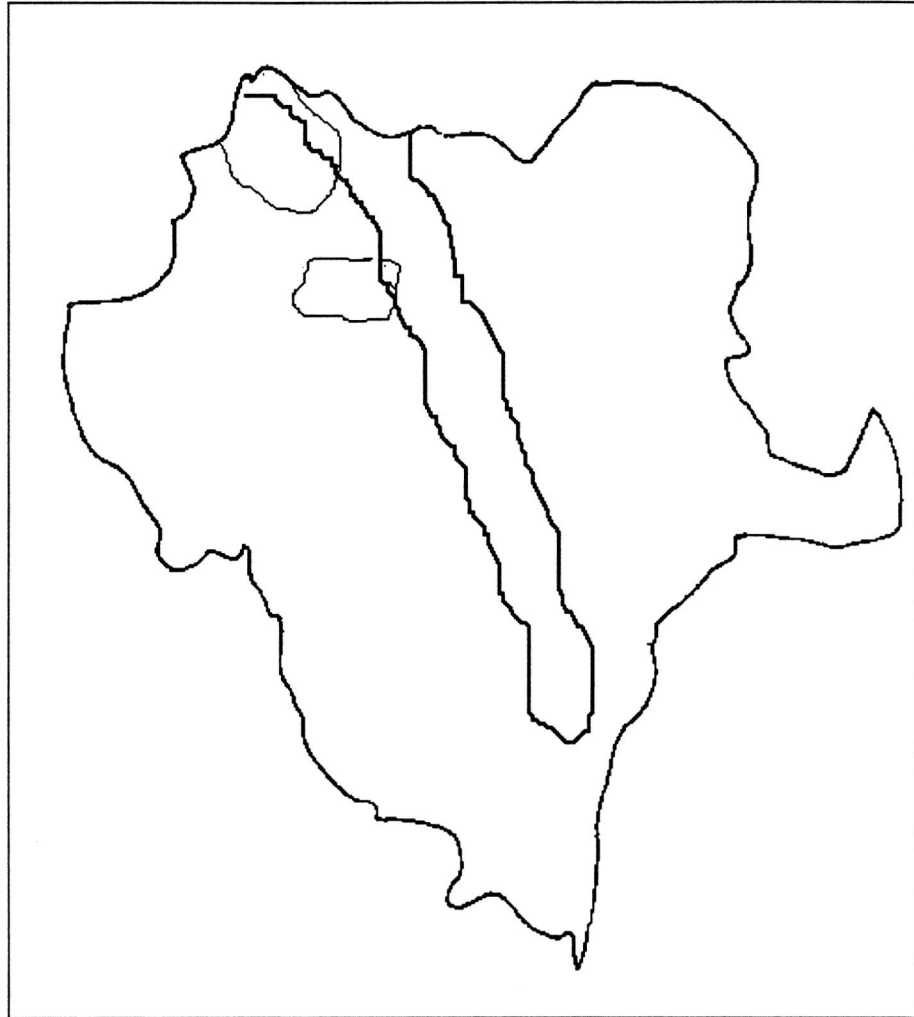
COTECOCA realizó un perfil de la vegetación del Estado de Chihuahua, el cual aparece en el anexo 5.

4.6. Durango

Para el estado de Durango está reportado la existencia de *Pinus cembroides* y *P. discolor* en los Municipios de Ocampo, Guanaceví, San Bernardo, El Oro, Tepehuanes, Santiago Papasquiaro, Canatlán, Durango, Mezquital y Súcil, (Fig. 6).

Benitez y Bravo (1992), realizaron su tesis titulada Caracterización fisonómica de la vegetación en la zona de influencia de la unidad de administración forestal Tepehuanes, Tepehuanes, Durango.

El área se localiza en la región nordeste del Estado de Durango, abarcando los Municipios de Tepehuanes, Santiago Papasquiaro, Guanaceví y El Oro, comprendida entre los 25° 07' y 25° 52' de latitud norte y los 105° 20' y 106° 43' de longitud oeste.



— *Pinus cembroides*

— *Pinus discolor*

Fig. 6. Distribución de los pinos piñoneros en el estado de Durango (Benitez y Bravo, 1992; Perry, 1991).

El área se encuentra ubicada dentro de la Sierra Madre Occidental, con elevaciones que van de 1,800 a 3,200 m; las rocas son del tipo riolítico, las andesitas y los basaltos son menos frecuentes; los suelos en las partes altas son de origen ígneo, delgados de textura areno-arcilosa, los suelos en las partes bajas son de carácter sedimentario, delgados con textura franco-

arcillosa; la clasificación de los suelos más representativos de la zona son Regosol, Feozem, Litosol y Cambisol. Los climas para el área de estudio son los siguientes: C(w1) (b) (e) y C (w0) B (e), correspondientes a templado subhúmedos con lluvias en verano; BS1Kw (e) correspondiente al seco estepario con régimen de lluvias en verano, el menos seco de los BS, con un cociente P/T mayor de 22.9; (A) c (w2) (x')a (e) que es del tipo semicálido con lluvias en verano, el más cálido de los templados, con temperatura media anual mayor de 18° C.

Se reconocieron para el área de la Unidad, las siguientes unidades de vegetación:

Bosque de coníferas

- Asociación *Pseudotsuga-Pinus-Quercus*
- Asociación *Pinus herrerae-Pinus teocote*
- Asociación *Pinus durangensis-Quercus sideroxyla*
- Asociación *Pinus arizonica-Pinus leiophylla*, es una de las asociaciones más extensa, está compuesta por árboles de 20 a 25 y hasta 30 m; se encuentra entre los 2,200 y 2,600 msnm; prospera en sitios con pendientes muy suaves, hasta donde tienen el 50%; los suelos pueden ser someros o profundos; las principales especies arbóreas son *Pinus arizonica*, *P. leiophylla*, *P. teocote*, *Quercus sideroxyla*, *Q. crassifolia*, en sitios donde hay mayor humedad se encuentran *Pinus ayacahuite* var. *Brachyptera*, *P. cooperi* var. *Ornelasii*, *P. durangensis*, *Juniperus deppeana* var. *Robusta*, *J. flaccida* var. *Flaccida*, *Populus tremuloides* y *Prunus serotina* ssp. *Capuli*.

En las partes bajas de las cañadas protegidas se encuentran *Cupressus benthami* var. *Lindleyi*, *Fraxinus velutina*, *F. uhdei* y *Alnus firmifolia*.

Otros árboles que se pueden encontrar son *Pinus chihuahuana*, *P. discolor*, *Quercus castanea*, *Q. emory*, *Q. laeta*

El estrato arbustivo generalmente es bajo, destacando *Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, *Arbutus arizonica*, *Bacharis ramulosa*, *Ceanothus buxifolius*, *Senecio salignus*, entre otros.

El estrato herbáceo es muy diverso, las especies encontradas son *Acalypha phleoides*, *A. cf. mexicana*, *Aegopogon cenchroides*, *Aristida divaricata*, *Artemisia mexicana*, *Bidens odorata*, *Bouteloua gracilis*, *Bromus carinatus*, *Castilleja canescens*, *Centaurea americana*, entre otros.

- Asociación *Pinus cembroides*-*Juniperus*-*Quercus*, está compuesta por árboles de menos de 10 m de altura, se localiza entre los 2,000 y 2,200 m de altitud, la especie dominante es *Pinus cembroides*, otros árboles son, *Juniperus deppeana* var. *deppeana*, *J. erythrocarpa*, *P. chihuahuana*, *Quercus chihuahuensis*, *Q. deserticola*, *Q. emoryi*, *Q. laeta* y *Yucca carnerosana*.

Dentro del estrato arbustivo destacan *Acacia schaffneri*, *Arbutus xalapensis* y *Arctostaphylos pungens*, además se encuentran *Acacia angustissima*, *Arbutus arizonica*, *Agave ce. flexipina*, *A. parryi*, *Nolina longifolia*, *Mimosa biuncifera*, *Loeselia mexicana*, *Salvia greggii*, *Dasyllirion aff. texanum*, entre otros.

Las herbáceas son abundantes y algunas de las especies encontradas son, *Abronia gracilis*, *Anoda cristata*, *Andropogon hirtiflorus*, *Aristida adscensionis*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus esculentus*, *Chloris virgata*, *Echinocereus* sp., entre otras.

- Asociación *Pinus cembroides*-*Juniperus deppeana*, esta asociación se presenta entre los 2,100 y 2,200 m de altitud; los árboles presentan una altura promedio de 10 m; el estrato arbóreo es dominado por *Pinus cembroides*, *Juniperus deppeana* var. *Deppeana*, *Quercus chihuahuensis*.

El estrato arbustivo es dominado por *Acacia farnesiana*, *A. schaffneri*, *Arctostaphylos pungens* y *Agave parryi*, otros arbustos presentes son, *Bacharis glutinosa*, *Bouvardia ternifolia*, *Dasyllirion aff. texanum*, *Dalea versicolor var. calcarata*, *Loeselia mexicana*, *Mandevilla foliosa*, *Nolina beldingi*, *Opuntia robusta var. robusta*, *O. imbricata var. imbricata*.

El estrato herbáceo es muy abundante donde dominan las gramíneas, las especies registradas son, *Agastache berberi*, *Alium kunthii*, *Anoda cristata*, *Aristida escabra*, *Bouteloua chondrosoides*, *Euphorbia campestris*, *Ipomoea pinnata*, *Muhlenbergia lanata*, *Panicum convexum*, *Piptochaetium fimbriatum* entre otras.

- Asociación *Pinus lumholtzii*-*Pinus engelmannii*
- Asociación *Juniperus erythrocarpa*-*Opuntia*-*Yucca*
- Bosque de galería
- Bosque tropical caducifolio

Se reporta que el bosque aciculifolio en cerriles, se localiza sobre una pequeña serranía en los Municipios de Vicente Guerrero y de Villa Unión, al oriente del poblado Villa Unión, junto al de San José de las Corrientes.

Se halla sobre rocas ígneas, la topografía está formada por cerriles y lomeríos altos de pendiente compleja de 16 a 50%; el suelo es de origen in-situ y coluvial, derivado de rocas ígneas, somero (0 a 25 cm), de color castaño oscuro, en ocasiones con tonalidad rojiza, textura de franco-arenosa a franco-arcillo-arenosa; se encuentra desde los 2,000 m de altitud. El clima es seco templado con verano cálido BS1k, con temperatura media anual de 15 a 18°C, precipitación pluvial de 450 a 550 mm al año, régimen de lluvias de verano, época seca de 6 a 7 meses.

La especie arbórea más característica es *Pinus cembroides*, aunque también se encuentra en áreas perturbadas el *Juniperus monosperma* y *Mimosa*

biuncifera. La población de gramíneas es abundante, siendo la más importante *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. hirsuta*, *Elyonorus barbiculmis*, *Aristida* spp., *Muhlenbergia* spp., *Andropogon barbinodis*, *A. hirtiflorus* y *Eragrostis* spp. (COTECOCA, 1979).

Además, reporta el bosque aciculiesclerófilo en laderas de la Sierra Madre Occidental, con declive al oriente o vertiente interior del Estado, el cual forma una franja alargada que sigue el contorno de la Sierra, desde el estado de Chihuahua hasta Zacatecas, bordeando el bosque aciculifolio de lo alto de la sierra, en los Municipios de Ocampo, Guanaceví, San Bernardo, El Oro, Tepehuanes, Santiago Papasquiaro, Canatlán, Durango, Mezquital y Súchil.

La topografía es de cerriles y lomeríos altos, quebrados, con pendiente compleja de 20 a 60%; sus límites altitudinales los constituyen las cotas de 2,000 a 2,400 m. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(wo) y C(w1) con temperatura media anual de 550 a 700 mm al año, época de secas de 6 a 7 meses; el suelo es de origen in-situ coluvial, derivado de rocas ígneas.

Las especies arbóreas, *Pinus cembroides*, *P. leiophylla* y *Quercus* spp. Las gramíneas más comunes son *Piptochaetium fimbriatum*, *Bouteloua curtipendula*, *B. hirsuta*, *B. gracilis*, *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia rigida*, *M. capilaris*, *M. lanata*, *M. dubia*, *M. pulcherrima*, *Elyonorus barbiculmis*, *Andropogon hirtiflorus*, *Aristida orcuttiana*, entre otras. Además también se encuentran otras especies arbóreas como *Juniperus monosperma*, *Arbutus arizonica*, *A. glandulosa*, *Arctostaphylos pungens* y *Quercus microphylla*.

Otro tipo de vegetación es el bosque aciculiesclerófilo, se localiza en las partes más altas de pequeñas sierras aisladas en diferentes partes del estado, pero principalmente sobre serranías que se extienden paralelas a la Sierra Madre Occidental, como la sierras La Parrita, San Francisco, Coneto, Bruno Martínez, Dos de Abril y otras, en los Municipios de San Bernardo, El Oro, Santiago

Papasquiario, Coneto de Comonfort, Canatlán, Pánuco de Coronado, Poanas y Vicente Guerreo.

Estas áreas, se localizan entre los 2,200 y 2,500 m de altitud, la pendiente es compleja de 20 a 60%; el clima es seco templado con verano cálido BS1k, con temperatura media anual de 15 a 18°C, precipitación pluvial de 400 a 500 mm al año, régimen de lluvias de verano, época seca de 7 a 8 meses; el suelo es de origen in-situ, derivado de rocas ígneas, somero (0 a 25 cm), con pH de 6.5 a 7.5.

Las especies arbóreas principales son *Pinus cembroides*, *P. leiophylla*, *P. engelmanni*, *Quercus* spp., *Juniperus monosperma*, y *J. deppeana*. Las gramíneas más comunes son las mismas que se mencionan en el sitio anterior (COTECOCA, 1979).

El perfil de la vegetación realizado por Benitez y Bravo se presenta en el anexo 6.

4.7. GUANAJUATO

Para el estado de Guanajuato, sólo se reporta la existencia de *Pinus cembroides*, en los Municipios de San Felipe y San Diego de la Unión (Fig. 7).

COTECOCA (1979), reporta la existencia del bosque aciculiesclerófilo en la Sierra de Santo Domingo, se localiza al norte del estado y se extiende hasta el de San Luis Potosí, en parte de los Municipios de San Felipe y San Diego de la Unión, limitando con el matorral crasicaule y el pastizal mediano abierto.

La pendiente del terreno es compleja, de 45%; la altura sobre el nivel del mar es de 2,300 m; los suelos son ígneos y en algunas partes calizas, de origen aluvio-coluvial, profundidad media, color café y café amarillento, textura franco

arenosa; el clima es seco templado Bsok, seco semicálido BS1 y el templado subhúmedo C(w1), con precipitación pluvial anual que varía de 450 a 750 mm, la temperatura media anual es de 18° C, con 6 a 7 meses secos.

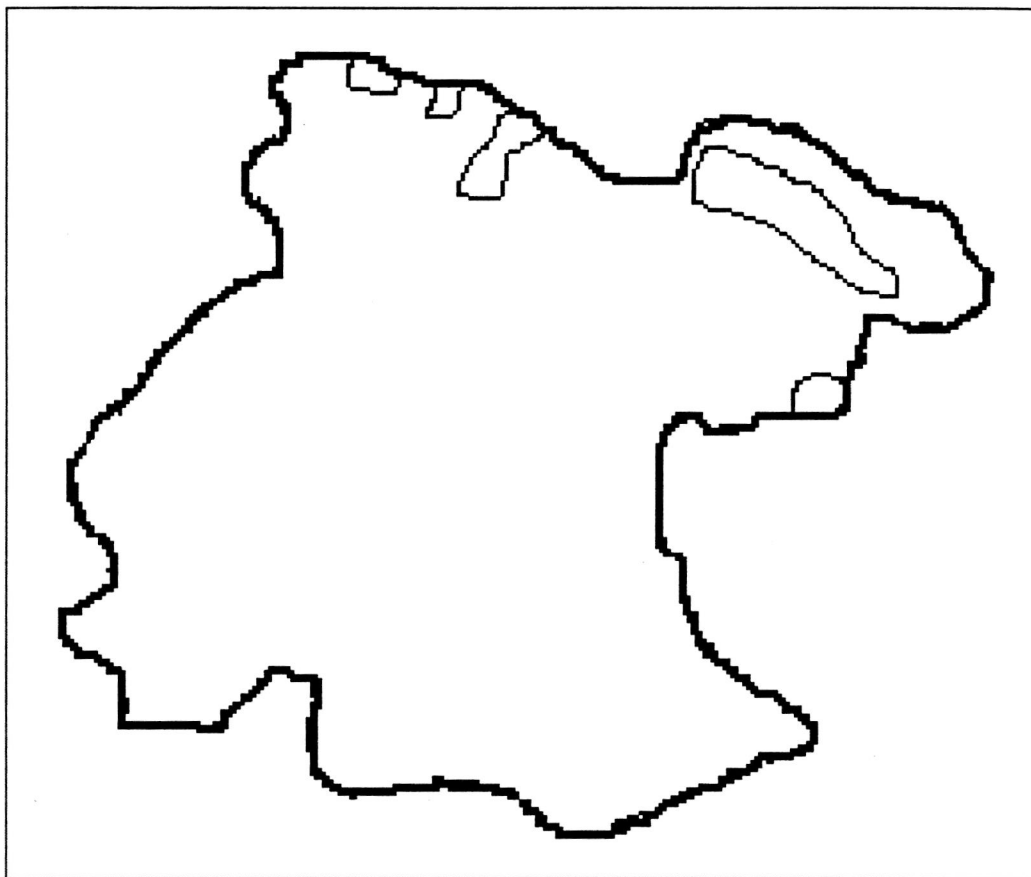


Figura 7. Distribución de *Pinus cembroides* en el estado de Guanajuato (COTECOCA, 1979 y Perry, 1991)

Las principales especies son: *Pinus cembroides*, *Quercus oleoides*, *Q. emori*, *Juniperus flaccida*, *Yucca decipiens*, *Opuntia streptacantha*, *O. cantabringiensis*, en el estrato herbáceo se tiene a *Bouteloua gracilis*, *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia repens* y *Aristida pansa*.

También, se reporta al bosque aciculiesclerófilo en cerriles, al noreste del estado, colindando con Jalisco, en parte del Municipio de Ocampo. Limita con el pastizal mediano abierto.

La pendiente del terreno es del 20 a 25%, la altura sobre el nivel del mar es de 2,250 m; los suelos son ígneos, de origen coluvial, profundidad somera, de color café, textura arenosa con un pH de 7.8; el clima es seco templado con verano cálido BS1k, con precipitación pluvial anual de 500 mm, temperatura media anual de 17° C y con 8 a 9 meses secos.

Las principales especies de que está constituido este sitio son: *Pinus cembroides*, *P. lumholtzii*, *Quercus oleoides*, *Dasyllirion parryanum*, *Echinocactus visnaga*, *Jatropha dioica*, *Dodonaea viscosa*; en el estrato herbáceo se encuentran *Bouteloua gracilis*, *B. simplex*, *B. hirsuta*, *Muhlenbergia rigida* y *Stipa* sp.

Además, el bosque aciculiesclerófilo se presenta al noroeste del estado, extendiéndose hacia los estados de San Luis Potosí y Querétaro, ocupando parte de los Municipios de Victoria, San Luis de la Paz, San José Iturbide y Tierra Blanca, limita con el matorral alto espinoso y crasicaule.

La pendiente del terreno es del 40% y la altura sobre el nivel del mar es de 3,100 m; los suelos son volcánicos de origen in-situ y coluvial, profundidad somera, de color café y textura limosa, el pH es de 6.6; el clima es seco templado con verano cálido BS1k y seco semicálido Bsoh con precipitación pluvial al año de 400 a 500 mm, temperatura media anual de 20° C, con 6 a 7 meses secos.

Las principales especies son: *Pinus cembroides*, *P. montezumae*, *Quercus* spp., *Arbutus xalapensis*, *Arctostaphylos pungens*, *Abies religiosa*. *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Muhlenbergia rigida*, *M. repens*, *Lycurus phleoides*, *Aristida pansa* y *Stipa* sp.

También se reporta al bosque escleroaciculifolio en cerriles del noroeste del Estado, ocupando parte los municipios de Ocampo y San Felipe, limita con el pastizal mediano abierto y amacollado abierto.

La pendiente es compleja va desde los 20 al 80%, la altura sobre el nivel del mar es de 2,250 m; los suelos son ígneos de origen in-situ coluvial, someros, color café grisáceos, textura arenosa con un pH de 7; el clima es seco templado con verano cálido BS1, con precipitación pluvial al año de 500 mm, temperatura media anual de 16° C, con 7 a 8 meses secos.

Las especies principales son: *Quercus intricata*, *Pinus cembroides*, *Echinocactus visnaga*, *Opuntia cantrabigiensis*, *Agave falcata* y *Yucca filifera*, en el estrato herbáceo se encuentran las siguientes gramíneas *Muhlenbergia repens*, *Lycurus phleoides*, *Aristida divaricata*, *Eragrostis neomexicana*, y *Bouteloua hirsuta*.

Pineda (1985), reporta que el estado de Guanajuato se encuentra ubicado en la mesa central entre los 19° 57' y 21° 51' de latitud norte y los 99° 41' y 102° 04' de longitud oeste.

Al noroeste se ubica la Sierra Gorda y al centro la Sierra de Guanajuato, al noreste están las sierras de la Media Luna y El Cubo, la sierrita de Pénjamo se halla al sudoeste y la de los Agustinos al sudeste.

Las sierras están formadas por rocas volcánicas de periodo reciente; los suelos in-situ de montaña cubren la totalidad de las sierras de Guanajuato y el Cubo en sus porciones norte y centro; así como el cerro de Los Agustinos y las sierras situadas al sudeste del mismo.

Guanajuato cuenta con los climas BSkwg, seco con vegetación de estepa, frío con temperatura media anual inferior de los 18° C, cubre la mayor parte de los

Municipios de Ocampo, San Felipe, Dolores Hidalgo, San Luis de la Paz, Dr. Mora, San José Iturbide, Tierra Blanca, Apaseo el Alto y Apaseo el Grande. El clima es Cwag, templado moderado lluvioso, con temperatura del mes más frío entre los -3 y 18° C, vegetación del desierto, comprende la parte sur y sudeste de la entidad a partir de una línea imaginaria que corre de San Francisco del Rincón a Jerécuaro, hasta cerca de los límites con el estado de Michoacán; CWbg, clima templado moderado lluvioso con temperatura del mes más frío entre los -3 y 18° C, el cual cubre el resto de la entidad.

Los tipos de vegetación más importante y representativos del Estado son: bosque de pino-encino, encinar, selva baja caducifolia, mezquital, matorral crasicaule y pastizal.

El bosque de pino-encino incluye dentro de la entidad dos variantes, una de ellas es la que involucra al *Pinus cembroides* en su composición, presentándose en condiciones ecológicas de sequía acentuada. Se encuentra regularmente en colindancia con las zonas áridas, principalmente en el norte del Estado. En ésta asociación domina los pinos bajos que rara vez exceden los 8 m de alto. Comúnmente se les ve habitar laderas medianas o inferiores de los cerros, sobre suelos someros y bien drenados. En los sitios donde se establece forma masas casi puras y las especies que se asocian son *Quercus* spp., *Arbutus* sp. y *Juniperus flaccida*.

Las asociaciones mejor caracterizadas con presencia de *Pinus cembroides* se localizan al sudeste de los Municipios de Tierra blanca y Santa Catarina, situándose en la sierra que se interna hacia los límites con el Estado de Querétaro, en altitudes que van de 1,800 a 2,000 m.

Abunda particularmente a los 2,000 m sobre los filos de la Sierra, en las laderas se hace patente la perturbación por la tala inmoderada.

Cerro Cuchilla Aguila, al este del Ejido y Rancho El Cubo, Municipio de San Felipe, habitando suelos someros y degradados en altitudes cercanas a los 1,800 m, donde se combina con un encinar raquíutico.

Sierra del sudoeste del poblado de Santa Bárbara, en el Municipio de Ocampo, donde vuelve a dominar sobre el filo de la Sierra y forma mezclas con *Quercus*, *Arbutus* y *Arctostaphylos* en las laderas.

Sierra que corre al nordeste de San José del Tanque en el Municipio de Ocampo a 2,500 de altitud.

4.8. Hidalgo

En los trabajos encontrados para el estado de Hidalgo, se reportan solo *Pinus cembroides* y *P. pinceana*, (Fig. 8), los cuales se mencionan a continuación.

López (1996) realizó su tesis titulada Estudio sinecológico de los bosques piñoneros del Valle del Mezquital, Hidalgo.

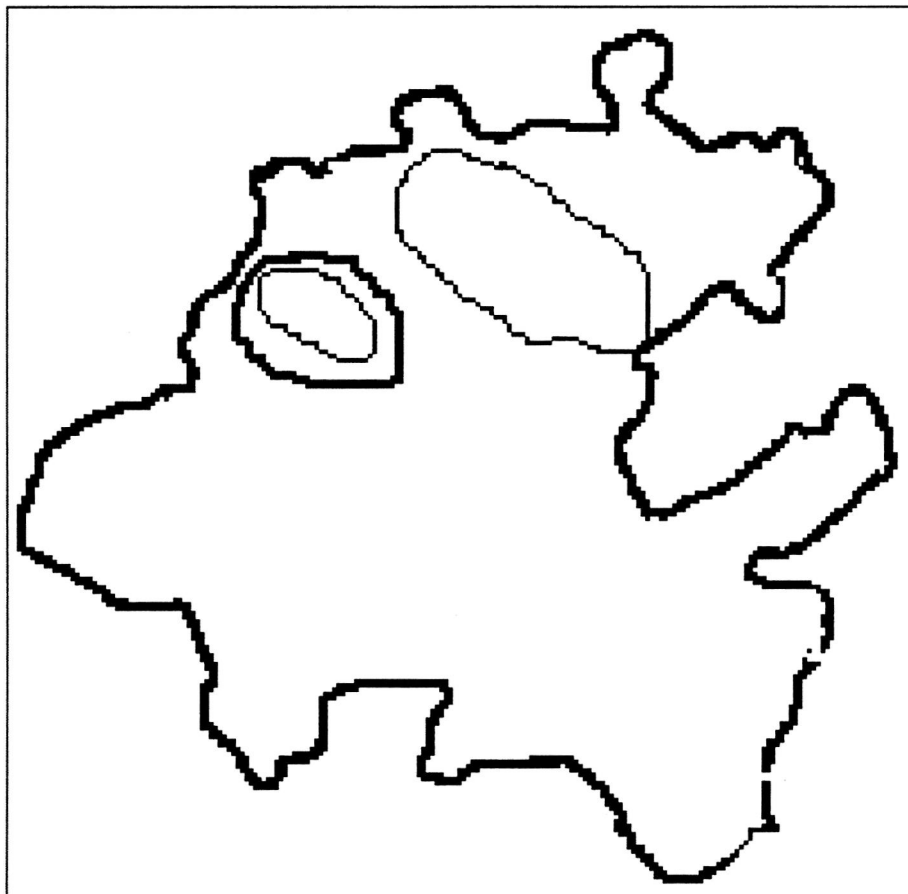
La zona del bosque del piñonero en Hidalgo se localiza en las Serranías del Valle del Mezquital, como la Sierra de Juárez y la Sierra de Jacala; se localiza entre los 20° 11' y 20° 40' de latitud norte y 98° 50' y 99° 20' de longitud oeste; el tipo de clima correspondiente al área de estudio es el BS templado seco con lluvias en verano, la mayor parte de la región tiene el subtipo climático BS1, que es el menos seco, la temperatura media anual es de 12 a 18° C; además se presenta el Bso que es el más seco, con una temperatura de 18 a 22° C.

Los bosques en el área del Mezquital se localizan en las partes altas de la Sierra de Juárez a una altitud de 1500 a 2950 m; el tipo de clima dominante es el semiseco templado con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 17° C; la formación geológica está representada por rocas calizas, lutita-

arenisca, caliza-lutita, limolita-arenisca, monzonita, granodiorita y estructura columnar de basaltos.

El bosque se ubica en 4 sitios:

Lomas Guillen, Municipio de Santiago de Anaya: en este parte el piñonar se desarrolla a manera de islas en las partes más altas de los cerros y en los lugares de cañadas y de laderas pronunciadas y en las zonas de lomerios existe mayor continuidad.



— *Pinus pinceana*
— *Pinus cembroides*

Figura 8. Distribución de los pinos piñoneros en el estado de Hidalgo (Hiriart y González, 1983; Perry, 1991; López, 1996; COTECOCA, 1980).

La vegetación, esta representada por una dominancia arbórea, con altura que va de los 5 a los 9 m y corresponde a *Pinus cembroides* y *Juniperus flaccida*, las cuales, comúnmente se encuentran acompañadas de *Cephalocereus senilis*, *Yucca filifera* y *Quercus pringlei*, la distribución espacial corresponde a una distancia aproximada de 3 m entre individuos.

Los valores de importancia más altos fueron para *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Cephalocereus senilis*, *Yucca filifera*, *Opuntia sp.* y *Quercus pringlei*.

Algunas de las especies presentes en el estrato arbustivo son, *Agave lechuguilla*, *Dasylium longissimum*, *Chrysactinia mexicana*, *Flourensia resinosa*, *Epatorium espinosarum*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia rastrera*, entre otras.

El estrato herbáceo está representado por, *Acalypha botteriana*, *Bouvardia terniflora*, *Coryphanta erecta*, *Dalea bicolor*, *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria compresca*, *Stipa virescens*, entre otras.

Cañada del Arenalito, Municipio de Cardonal: la zona de lomerío se caracteriza por la dominancia de *Pinus cembroides* y *Juniperus flaccida* como especies dominantes y en el estrato arbustivo *Flourensia resinosa*, *Opuntia rastrera* y *Ephedra compacta*.

La zona de la cañada, se caracteriza por presentar pendiente muy pronunciadas de 80 a 85% con *Pinus cembroides* y *Juniperus flaccida* como especies dominantes y a medida que disminuye la altitud, la dominancia arbórea se sustituye por *P. pinceana*, *Cephalocereus senilis* y *Prosopis laevigata* y en el estrato arbustivo encontramos *Flourensia resinosa*, *Sophora secundiflora*, *Dasylium longissimum* y *Agave xylonacantha*.

El estrato arbóreo, está representado por *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *P. pinceana*, *Cephalocereus senilis*, *Prosopis laevigata*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Stenocereus dumortieri* y *Yucca filifera*.

El estrato arbustivo, está compuesto por *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. xylonacantha*, *Chrysactinia mexicana*, *Coryphanta clava*, *Dalea discolor*, *Dasyllirion longissimum*, *Echinocactus ingens*, *Eupatorium espinosarum*, *Ferocactus glaucesens*, entre otras.

El estrato herbáceo está representado por, *Acalypha ederacea*, *Aristida glauca*, *Bouteloua curtipendula*, *Castilleja tenuiflora*, *Chrysactinia mexicana*, *Eupatorium scoronoides*, *Linum scabrellum*, *Lycurus phleoides*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Stipa purpurea*, entre otras.

Las trancas, Municipio de Zimapán: este sitio de muestreo está conformado por *Pinus cembroides* y *Juniperus flaccida* como especies dominantes, acompañadas por *P. pseudostrobus* y *Arbutus xalapensis*, con una distribución altitudinal de 1800 m.

El valor de importancia más alto lo obtuvo *Pinus cembroides* seguido por *J. flaccida*, *P. pseudostrobus* y *A. xalapensis*.

El estrato arbustivo está representado por, *Arctostaphylos arguta*, *Croton hypolencus*, *Flourensia resinosa*, *Lantana hispida*, *Rhamnus serrata*, *Rhus allophylloides*, *Stevia salicifolia*, entre otras

El estrato herbáceo presenta las especies, *Berberis pallida*, *Cologanis broussonetti*, *Euphorbia anichyoides*, *Gibasis pulchella*, *Ipomoea tyrianthina*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Salvia mexicana*, *Polypodium plebejum*, *Stellaria ovata*, *Sedum moranense*, entre otras.

Los mármoles, Municipio de Zimapán: la zona está representada por un ecotono de bosque de *Pinus cembroides* y bosque de *P. gregii* y *Quercus* spp., con una altitud de 1,500 a 3,100 m.

El área muestra un estrato arbóreo con árboles que van de los 4 a los 12 m de altura, representados por *Juniperus flaccida* como especie dominante, seguido de *P. cembroides*, *P. gregii* y *Quercus* sp., un nivel medio poco continuo que va de los 2 a los 4 m de altura con una especie dominante *Cassia* (= *Senna guatemaltensis*) var. *hidalgensis*.

El estrato arbustivo, está representado por *Arctostaphylos polyfolia*, *Astragalus guatemaltensis*, *Stevia pilosa*, *Sophora secundiflora*, *Rhus allophylloides*, *Conyza gnaphalioides*, entre otras.

El estrato herbáceo presenta las especies, *Bouteloua hirsuta*, *Bromus anomalus*, *Castilleja tenuiflora*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Stipa* sp., *Verbena bipinnatifida*, *Priva mexicana*, *Mammillaria geminispina*, *Muhlenbergia montana*, *Ipomoea purpurea*, entre otras.

Hiriart y González (1983), realizaron un estudio titulado Vegetación y fitogeografía de la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, México.

El área estudiada está limitada al norte por el poblado de Tepozán, al sudeste por el poblado de San Cristóbal y el Valle del mezquital en su porción conocida como Valle de Ixmiquilpan, al este por el Río Amajac y la Serranía de Metztitlán, al oeste por la Sierra de Juárez y la barranca de Los Libros.

Geográficamente el área se localiza entre los 20° 36' y 20° 43' de latitud norte y 98° 45' y 98° 50' de longitud oeste, con una superficie aproximada de 10 Km².

La Barranca se encuentra a una altitud de 2,300 m; predomina el material sedimentario mesozoico (lutitas y calizas), en algunas porciones localizadas existe material ígneo; los suelos son someros, de color negro, ligeramente alcalinos y con elevada porción de arcilla; el clima es semiárido (BS), presentando dos subtipos, el BS1 con un coeficiente P/T mayor de 22.9, siendo el menos seco y el BS₀ con un coeficiente de P/T menor de 22.9, siendo el más seco; el régimen de lluvias es en verano.

Se definieron siete tipos de vegetación utilizando un criterio fisonómico estructural, de los cuales solo se describen en los que se hace presente algún pionero:

- Bosque bajo de *Juniperus*, ocupa la porción superior del Cerro de La Corona, a una altitud de 2,150 y 2,300 m; la comunidad presenta tres estratos: el estrato superior alcanza los 3 m de altura y está dominado en su totalidad por *Juniperus flaccida*, *J. monosperma*, además de *Quercus mexicana*, *Q. sp.*, *Vauquelinia corymbosa*, *Bumelia altamiranoi*, *Casimiroa pubescens* y *Leucaena cuspidata*; estrato de arbustos altos con especies de *Amelanchier denticulata*, *Berberis ilicina*, *Bernardia mexicana*, *Brongniartia discolor*, *Pinus pincheana*, entre otros; el estrato herbáceo presenta a *Calea discolor*, *Chrysactinia mexicana*, *Ephedra compacta*, *Jatropha dioica*, *Senna crotalarioides*; esta vegetación se establece en la ecotonía con las comunidades de zonas áridas.
- Matorral alto subinermis, florísticamente el matorral varía, distinguiéndose tres variantes; una localizada en la parte alta de la Barranca entre los 1,600 y 2,100 m de altitud, formada por plantas arbustivas que alcanzan entre 2 y hasta 3 m de altura, siendo las dominantes *Mortonia hidalgensis* y *Gochnatia hypoleuca*; otra localizada hacia los 1,400 m de altitud, siendo menos denso el matorral que el que se establece en las partes altas con especies dominantes como *Cephalocereus senilis*, *Fouquieria splendens* y *F. fasciculata*; el último localizado en las cañadas, donde se ve favorecido por la mayor humedad, presentándose árboles de hasta 4 m de altura como

Acacia schaffneri, *Erythrina coralloides*, *Hauya elegans*, *Hesperothamnus ehrenbergii*, *Morus celtidifolia*, *Parmentira edulis* y *Pinus pinceana*.

- Matorral mediano inerme
- Vegetación riparia
- Selva baja caducifolia con *Bursera morelensis*
- Matorral alto espinoso con crasicaules
- Matorral alto esclerófilo con *Nolina*

Se reporta que el bosque aciculifolio se localiza en la región noreste del Estado de Hidalgo, en los Municipios de Pacula, Jacalá, Zimapán, Nicolás de Flores, Ixmiquilpan, Tlahuiltepa y Cardonal.

El clima es seco templado con lluvias en verano BS1k y templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1), con precipitación pluvial de 600 a 800 mm al año y temperatura media anual de 16 a 18° C.

Se localiza de 2000 a 2600 msnm y pequeñas áreas inaccesibles entre 2,800 y 3,000 m. La fisiografía, de cerriles y laderas de sierras, con pendientes del 35 a 50%.

El suelo es de origen in-situ y coluvial, de profundidad media (0 a 25 cm), color grisáceo muy oscuro, textura arcillo-arenosa.

Las principales especies son del género *Pinus*, *Pinus cembroides* y *Pinus pinceana*, además se encuentra *Juniperus flaccida*, *Quercus spp.* y *Dodonaea viscosa*, (COTECOCA, 1980).

Los perfiles de la vegetación de Hiriart y González y López, se presentan en los anexos 7 y 8 respectivamente.

4.9. Jalisco

Para el estado de Jalisco, se reporta la presencia del *Pinus cembroides*, localizándose básicamente en cuatro municipios, Huejuquilla el Alto, Lagos de Moreno, Ojuelos y Mezquitic, que se localizan en la parte noreste del estado, (Fig. 9)

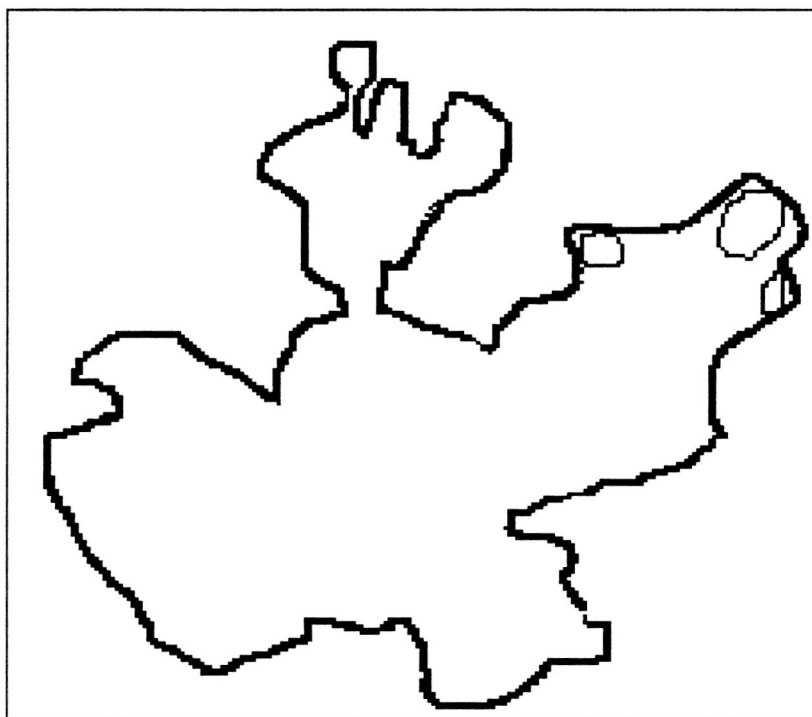


Figura 9. Distribución del *Pinus cembroides* en el Estado de Jalisco, (Pérez, 1985 y Perry, 1991)

Pérez (1985), realizó un estudio titulado Redescubrimiento de *Pinus cembroides* Zucc. en Jalisco.

Encontró tres localidades próximas entre sí, ubicadas geográficamente entre los 22° 00' y 22° 30' de latitud norte y 102° 00' y 102° 30' de longitud oeste, en donde se encuentra bien representado el piñonar.

- Sierra de Jala, a 3 Km al sudoeste del poblado de Matanzas, 13 Km al norte de la población El Cuarenta. El bosque es abierto de *Pinus*, *Quercus* y *Juniperus*, en laderas accidentadas de exposición sur, sudeste y sudoeste. Pinos de 4 a 12 m de altura.
- Al oeste del Km 40 de la carretera Lagos de Moreno-Ojuelos, a 2 Km al oeste del Rancho Buena Suerte, municipio de Lagos de Moreno, es un bosque abierto de pino y encino, en laderas de exposición sur y sudoeste. Pinos de 5 a 8 m de altura.
- Sierra Cuatralba, a 4 Km al este de la Presa El Cuarenta, alrededor del Rancho La Quebrada, Municipio de Lagos de Moreno, el bosque es de semiabierto a abierto de *Pinus*, *Quercus* y *Juniperus*, en laderas de exposición norte. Pinos de 8 a 15 m de alto

La Sierra Cuatralba está formada de rocas volcánicas extrusivas ácidas y riolita con alto contenido de sílice.

El suelo es un Feozem háplico asociado a Litosol (fase lítica) o Xerosol háplico asociado a Feozem háplico (fase lítica), de coloración grisáceo castaño rojizo, pero casi siempre clara. La textura es generalmente arenosa, en las laderas la capa de limos y arcillas es escasa, con predominancia de piedra y grava. El clima es semiárido, con una estación seca bien marcada, una precipitación media anual de 550 mm en el verano, distribuidos en 5 meses. La temperatura media anual es de 18° C.

En sitios de topografía accidentada en la Mesa Central en altitudes de 2,000 a 2,400 m, la asociación de *P. cembroides*–*Juniperus martinezii* constituye la vegetación dominante. Forma bosques abiertos, en ocasiones semiabiertos de 4 a 15 m de altura, con mayor presencia de pinos hacia sus márgenes, sobre todo en suelos más secos, los enebros en cambio, dominan casi por completo

la parte interna y las márgenes de los arroyos o en los suelos más húmedos de exposición norte.

Dentro del bosque de piñonero se encontraron poblaciones cerradas de *Opuntia streptocantha* en suelos perturbados, así como densos matorrales de *Quercus potosina* en las zonas más altas.

En el estrato superior se reportan: *Acacia tortuosa*, *Eysenhardtia polystachya*, *Prunus serotina*, *Quercus eduardii*, *Q. grisea* y *Yucca filifera*.

El estrato medio (0.5 a 1.5 m de altura) es más bien compartido por una comunidad más bien escasa de: *Dodonea viscosa*, *Dasylirion parryanum*, *Ferocactus hystrix*, *Jatropha dioica*, *Mimosa monancistra*, *Opuntia imbricata*, *O. jaliscana*, *O. leucotricha* y *O. robusta*.

El estrato inferior es dominado por las gramíneas siendo las de mayor importancia las siguientes: *Andropogon hirtiflorus*, *A. myosurus*, *A. tener*, *Aristida schiedana*, *A. ternipes*, *Bouteloua repens*, *B. gracilis*, *B. radicata*, *B. chondrosioides*, *Eragrostis plumbea*, *Lycurus phleoides*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Setaria geniculata*, *Trachypogon secundus* y *Tripogon spicatus*; además se localizan las especies tales como: *Allium scaposum*, *Aster sp.*, *Baccharis potosina*, *Bidens sp.*, *Calea pedunculata*, *Calochortus barbatus*, *Castilleja tenuiflora*, *Coryphanta sp.*, *Cyperus spectabilis*, *Dalea tomentosa*, *Echeveria sp.*, *Echinofossulocactus sp.*, *Eryngium sp.*, *Helianthemum glomeratum*, entre otros.

COTECOCA (1979), reporta que el bosque aciculiesclerófilo, se distribuye en los Municipios de Lagos de Moreno y Ojuelos, en los límites con el Estado de Guanajuato. Limitado por el pastizal mediano abierto.

Se localiza entre los 2,150 y los 2,300 m de altitud, presentando el terreno una pendiente que varía de 12 a 25%; los suelos son Chestnut y Sierosem, de origen in-situ, de profundidad somera (0 a 25 cm), textura arenosa y areno-arcillosa, estructura granular y blocoso angular, consistencia friable, color café-claro y café; el clima es un seco templado con verano cálido BS1k, con precipitación pluvial media anual de 550 mm; la temperatura media anual de 17.5° C, con presencia de heladas y época de secas de 8 a 10 meses.

Las principales especies son las siguientes: *Pinus cembroides*, *P. lumholtzii*, *Quercus depressipes*, *Q. potosina*, *Q. eduardi*, *Q. coccolobifolia*, *Q. grisea*, *Dasyllirion parryanum*, *Jatropha dioica*, *Calliandra eriophylla*, *Dodonaea viscosa*, con un estrato ralo compuesto principalmente por *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *B. filiformis*, *B. hirsuta*, *B. simplex*, *Muhlenbergia rigida*, *Aristida adsensionis* y *A. divaricata*.

Además, lo reporta para los Municipios de Huejuquilla el Alto y Mezquitic, limitando con la selva baja caducifolia

Se encuentra entre los 1,800 y 2,200 metros sobre el nivel del mar, presentando el terreno una pendiente que varía del 15 al 30%; los suelos son Cherozem y Podzólicos de origen in-situ, profundidad somera (0 a 25 cm) a media (25 a 50 cm), textura arenosa y areno-arcillosa, estructura granular y blocoso-subangular, consistencia friable, color café grisáceo y café rojizo; se encuentra dentro del clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(wo), con precipitación pluvial de 800 mm al año, con periodo de lluvias de junio a septiembre, la temperatura media anual es de 18°C, con presencia de heladas y época seca de 8 a 9 meses.

Las principales especies existentes son: *Pinus cembroides*, *Quercus grisea*, *Q. coccolobifolia*, *Q. macrophylla*, *Pinus lumholtzii*, con un estrato bajo compuesto principalmente por *Bouteloua gracilis*, *B. simplex*, *B. hirsuta*, *Muhlenbergia*

rigida, *M. repens*, *Aristida divaricata*, *Sporobolus sp.*, *Panicum sp.* y *Hilaria cenchroides*.

4.10 Nuevo León

En el Estado de Nuevo León, se encuentran reportados *Pinus culminicola*, *P. cembroides*, y *P. nelsonii*, en los Municipios de Galeana, Zaragoza y Aramberri que se localizan en el sudeste (Fig.10), los trabajos sobre éstos piñoneros se presentan a continuación:

Oviedo (1996), realizó su tesis titulada Estudio preliminar de un ecosistema forestal mixto de *Pinus culminicola* Andresen & Beaman y *Pinus hartwegii* Lindl. en el Cerro Potosí, Galeana, N. L.

El área donde se llevó a cabo el estudio se localiza en el Municipio de Galeana, N. L., en el Ejido 18 de Marzo, a partir de los 3,100 m de altitud, se encuentra entre los paralelos 24° 53' 35" y 24° 53' 16" de latitud norte y 100° 15' 12" de longitud oeste.

Consta principalmente de roca caliza de origen sedimentario marino, con yeso y lutita del mesozoico, de textura fina. Geológicamente está formado por rocas sedimentarias del cretácico inferior.

Los suelos son del tipo Litosol, combinado con Redzinas, delgados, oscuros, con alta proporción de materia orgánica sin descomponer y materiales parcialmente descompuestos.

El clima que se identificó en el sitio corresponde al tipo E(T) H (e), frío y extremoso (diferencia aproximada de 9° C entre las medias del mes más frío y el mes más caliente). La zona está sometida a fuertes vientos durante la mayor parte del año, fuertes neblinas y lluvias a menudo con granizo. La precipitación

promedio es de 600 a 800 mm anuales. La temperatura media anual se ubica entre los 3.5° C, la temperatura mínima se registra en el mes de enero siendo de -1.5° C.

Las principales asociaciones vegetales que se identifican son:

- Bosque de coníferas: representado en su estrato arbóreo por *Pinus ayacahuite*, *Pseudotsuga macrolepis*, *Pinus hartwegii* y *Abies vejari*.
- Bosque de encino: se encuentra *Quercus intricata*, *Q. gregii*, *Q. emory*.
- Bosque de pino-encino: compuesto por *Pinus cembroides*, *P. arizonica* y *Quercus grisea*.
- Chaparral con bosque de encino: *Quercus aff. intricata*, *Q. gregii*, *Q. emory* y *Yucca carnerosana*.
- Matorral de coníferas: representado por *Pinus culminicola*, *Grindelia inuloides*, entre otras.
- Pradera alpina: siendo algunas de las especies presentes *Euphorbia campestris* y *Potentilla breweri*.

Los resultados que se reportan son basándose en 4 sitios de muestreo, los cuales se eligieron a diferente altitud:

Sitio 1: a 3100 m con vegetación de *Pinus hartwegii*-*Pinus culminicola*.

Densidad relativa: *Pinus hartwegii* = 52% y *Pinus culminicola* = 48%

Frecuencia relativa: *Pinus hartwegii* = 50% y *Pinus culminicola* = 50%

Dominancia relativa: *Pinus hartwegii* = 82% y *Pinus culminicola* = 18%

Valor de importancia: *Pinus hartwegii* = 184% y *Pinus culminicola* = 116%



+ *Pinus catarinae*
 — *Pinus nelsonii*
 ___ *Pinus cembroides*
 ■ *Pinus culminicola*

Figura 10. Distribución de los piñoneros en Estado de Nuevo León (Flores, 1985; García y González 1991, Perry, 1991).

Sitio 2: a 3400 m con vegetación de *Pinus culminicola* - *Pinus hartwegii*

Densidad relativa: *Pinus hartwegii* = 15% y *Pinus culminicola* = 85%

Frecuencia relativa: *Pinus hartwegii* = 50% y *Pinus culminicola* = 50%

Dominancia relativa: *Pinus hartwegii* = 52% y *Pinus culminicola* = 48%

Valor de importancia: *Pinus hartwegii* = 117% y *Pinus culminicola* = 183%

Sitio 3: a 3500 m con vegetación de *Pinus culminicola*

Densidad relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Frecuencia relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Dominancia relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Valor de importancia: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 300%

Sitio 4: a 3600 m con vegetación de *Pinus culminicola*

Densidad relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Frecuencia relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Dominancia relativa: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 100%

Valor de importancia: *Pinus hartwegii* = 0% y *Pinus culminicola* = 300%

Flores (1985), realizó una investigación titulada Estudio florístico—ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León.

El área donde se realizó el estudio se localiza fisiográficamente en la Sierra Madre Oriental y queda comprendida en los Municipios del sur del Estado. Las coordenadas geográficas son: 23° 45' y 25° 35' de latitud norte y 99° 32' y 100° 50' de longitud oeste.

Geológicamente, la Sierra Madre Oriental esta constituida por rocas del Precámbrico, Paleozoico, rocas de principios del Mesozoico y capas del Plioceno y Cuaternario; los suelos son calcáreos de origen *in-situ* principalmente, coluviales y aluviales en menor grado, someros, con profundidad general menor de 50 cm, con estructura granular y textura dominante arcillosa, drenaje interno medio y pH que varía de 7 a 8.

Los climas son: BS semiseco, con coeficiente de precipitación/temperatura (P/T) menor de 22.9; BS1 con un coeficiente P/T mayor de 22.9; C(X') templado

subhúmedo con lluvias todo el año; C (W) templado con lluvias en verano, con un coeficiente P/T entre 43.2 y 55; la temperatura media anual oscila entre los 14.6 y 20.6° C; con temperaturas máximas extremas que varían entre los 20.2° y 21.5° C y temperaturas mínimas de 4° C; los vientos predominantes son los del norte y nordeste, presentándose con mayor intensidad en los meses de febrero y de marzo, los más secos del año; la precipitación alcanza valores extremos de 1108.4 mm y la mínima de 393 mm, la distribución de la precipitación se presenta en forma irregular y se divide en dos épocas bien definidas, las lluvias principales de primavera de tipo torrencial y aisladas y las de fines del verano y principios de otoño, que ocurren en forma de lloviznas. El periodo de sequía comprende los meses comprende los meses de noviembre a abril

En las asociaciones vegetales descritas se utilizó el análisis fisonómico de la vegetación, basándose en formas de vida de las especies dominantes de las comunidades.

Los bosques de *Pinus cembroides* fisonómicamente son bajos, de 3 a 8 m de altura, alcanzando algunos individuos 12 m o más. Se encuentra a menudo formando masas puras, principalmente en Galeana y Aramberri. Se asocia con *P. nelsonii* al sudoeste de Zaragoza, así como con *Juniperus* spp. y *Quercus* spp. en muchas localidades a través de la sierra. La codominancia con *J. monosperma*, *J. flaccida* var. *flaccida* y *Yucca carnerosana* es muy amplia, pero se puede decir que es común en los sitios donde *P. cembroides* alcanza su límite altitudinal inferior a 1700 m, donde prevalecen condiciones de menor humedad y próximos a zonas de matorrales xerófilos. La asociación de *Quercus* spp. se localiza hacia los límites laterales y superiores de la comunidad, este último hacia los 2,600 m de altitud.

Se agruparon las comunidades de *Pinus Cembroides* en tres estratos:

Arbóreo o superior: formado por elementos de 3.5 m de altura o más, este estrato es dominado por *P. cembroides*, pero además, se encuentra asociado con otras especies, las cuales se presentan a continuación: *P. arizonica* var. *stormiae*, *P. nelsonii*, *Juniperus monosperma*, *J. flaccida* var. *flaccida*, *Quercus* spp., *Q. canbyi*, *Yucca camerosana*; y otros elementos menos frecuentes como: *Q. fusiformes*, *Q. graciliramis* y *Q. clivicola*

Arbustivo o medio: constituido por especies que miden de 1 a 3 m de altura, las cuales son: *Quercus intricata*, *Q. microphylla*, *Cowania plicata*, *Arbutus xalapensis*, *Berberis trifoliolata*, *Pihecellobium elasticophyllum*, *Berberis muelleri*, *Dasyllirion* spp., *Rhus virens*, *Sophora secundiflora*, *Salvia greggii*, *Agave* sp., *Condalia ericoides*, *Dalea formosa*; y otras menos frecuentes como: *Amelanchier denticulata*, *Arbutus arizonica*, *Larrea tridentata* y *Krameria cytisoides*.

Herbáceo: compuesto por individuos de menos de 0.5 m de altura, enlistándose los siguientes: *Stipa leucotricha*, *S. tenuissima*, *Tridens grandiflorus*, *Bouteloua curtipendula*, *Festuca rubra*, *Tagetes lucida*, *Hedeoma nanum*, *Verbena ambrosifolia*, *V. neomexicana*, *Cassia bauhinioides*, *Aristida curvifolia*, *Dyssodia setifolia*, *D. pinnata*, *Acalypha hederacea*, *Cheilanthes tomentosa*, *Nama biflorum*.

García y González (1991), realizaron un estudio titulado Flora y vegetación de la cima del Cerro Potosí, Nuevo León, México.

El área de estudio comprendió la cima del Cerro del Potosí a partir de la cota altitudinal de los 3500 m. Se localiza a 15 Km al oeste de Galeana, Nuevo León, entre los 24° 50' 35" y 24° 53' 16" de latitud norte y los 100° 13' 09" y 100° 15' 12" de longitud oeste. El Potosí se ubica en el flanco occidental de la

Sierra Madre y colinda al sur y el oeste con la Altiplanicie mexicana. La superficie de la cima es de aproximadamente de 40 ha. Su topografía es de lomerios bajos, haciéndose escarpadas las pendientes en el extremo noreste y el flanco oriental.

En el estudio que realizaron, se hace una comparación de diferentes parámetros de la comunidad del Cerro Potosí, con datos del año de 1966 y los que se tomaron en 1988.

En el trabajo se reconocieron cuatro tipos de vegetación, pero por razones del presente trabajo solo se describirá a la que incluye al *Pinus culminicola*:

Pradera alpina.

Pradera subalpina.

Bosque de *P. hartwegii*.

Matorral de *P. culminicola*

Se presenta como una comunidad densa y baja. Forma una franja continua en el declive oriental y sur del área y en dos manchones aislados al sudoeste y oeste.

Otros arbustos que se presentan en forma aislada dentro del matorral son: *Holodiscus dumosus*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Ribes ciliatum*, y en menor proporción *Rubus aff. macvaughianus*, *Garrya ovata* y *Juniperus sabinoides*.

Donde la comunidad se vuelve densa prosperan a la sombra *Arracacia schneideri*, *Smilacina stellata*, *Polemonium pauciflorum*, *Lithospermum oblongifolium* y otras; además tres especies de líquenes son abundantes sobre *P. culminicola*. En claros del matorral destacan *Stachys vulnerabilis*, *Salvia microphylla*, *Verbena bipinnatifida*, *Geranium* spp. y *Penstemon* spp. Una

especie de *Lycopodium* se desarrolla en forma aislada en esta comunidad y en la pradera subalpina.

Una asociación común en el ecotono con la pradera subalpina es la de *P. culminicola* rodeado por *Senecio loratifolius* y *Lupinus cacuminis*.

Dentro de los resultados podemos resumir que el *P. culminicola* mostró una reducción en superficie debido a un incendio, además la especie a incrementado su tamaño y su densidad entre los 3,650 y 3,580 m de altitud, pero a partir de ahí hasta los 3,450 m ha disminuido notoriamente, encontrándose amplios claros en los que el pino ha sido eliminado debido a la construcción del camino de acceso a la cima.

El perfil de la vegetación realizado por Flores se expone en el anexo 9.

4.11. Puebla

Para el Estado de Puebla, se reporta la existencia de *Pinus cembroides* subsp. *Orizabensis*, en los Mpios. de Guadalupe Victoria, Oriental y Libres (Fig. 11).

Fuentes (1992), realizó su tesis titulada Caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) del Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla.

El Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla, se encuentra comprendido entre los paralelos 19° 14' 35.69" y 19° 23' 14.59" de latitud norte y los 98° 30' 17.14" y 98° 44' de longitud oeste; colinda al norte con el Municipio de Tepeyahualco, al sur con los municipios de San Nicolás de Buenos Aires y Quimixtlán, al este con el Cofre de Perote y al oeste con el llano de Totolcingo.

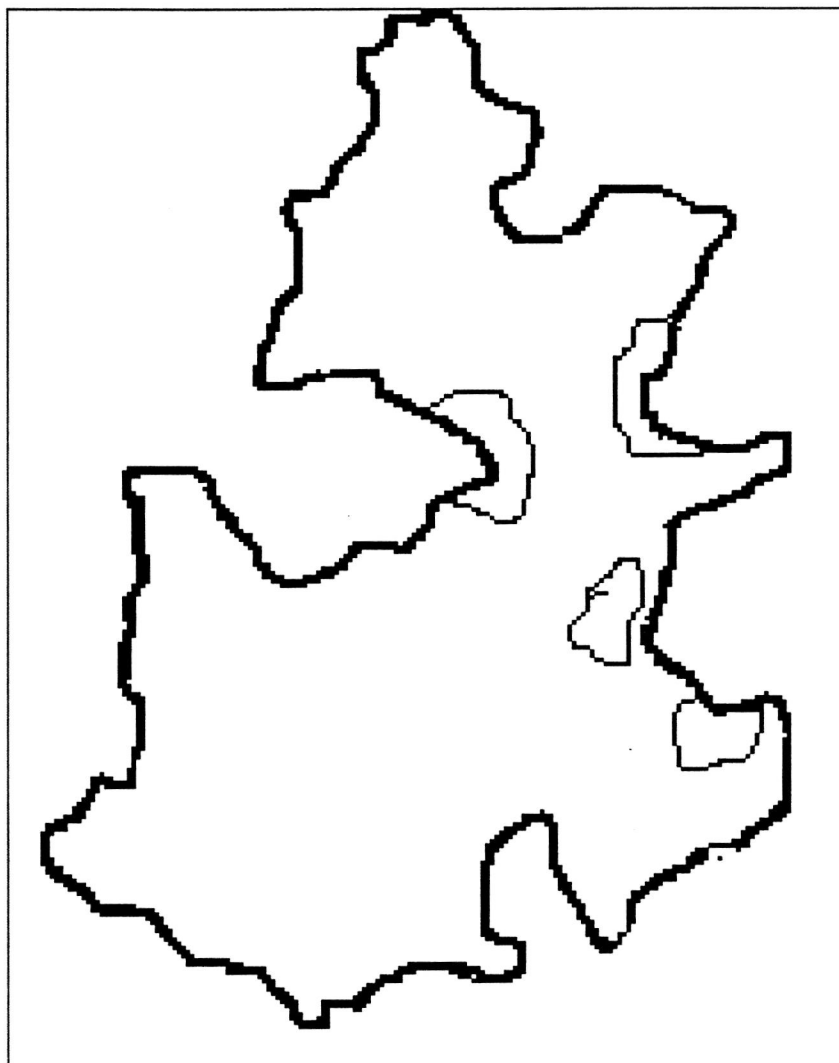


Figura 11. Distribución de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en el estado de Puebla (Fuentes, 1992 y Perry, 1991)

En el municipio, predominan los climas del tipo semiseco templado, tales como, BSK'w que es del subtipo semiseco templado con lluvias en verano y un porcentaje invernal de precipitación del 5 al 10%, con verano fresco; C(We) (w), templado subhúmedo con lluvias en verano y C(W1) (w) templado subhúmedo con lluvias en verano.

El bosque de piñoneros del paraje denominado el Progreso, pertenece al Municipio de Guadalupe Victoria, esta sustentado en un suelo calizo cercano a las llanuras de Perote.

Los principales suelos en la región son Regosol calcárico, Feozem calcárico, Litosoles y Xerosol háplico.

De los resultados que obtuvo se tiene lo siguiente: se identificaron 46 especies agrupadas en 10 familias, siendo la más representativa la Compositae con 10 elementos, la Graminae con 5, la Polipodiaceae con 5 y la Bromeliaceae con 3. La fórmula fisonómica es la siguiente:

TlienZ Empj Hlpeg (dvfb) Fmie (j) nz (x)

Arboles bajos (8 a 10 m) de cobertura discontinua, perennes, hojas aciculares y textura membranosa.

Epífitas medianas en manchones o en grupos, perennes suculentas.

Hierbas bajas (50 cm de altura máxima) en manchones o grupos perennes, hojas de gramíneas así como también individuos escasos, caducifolios de hojas compuestas de textura pelicular.

Arbustos medianos de 0.5 a 7 m de altura, que se distribuyen de manera discontinua, perennes y/o perennes suculentos, hojas aciculares o en espina, membranosas o esclerófilas, *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, *Notholaena aurea*, *Muhlenbergia macroura*, *Nolina longifolia*, *Eupatorium calaminthaefolium*, *Quercus microphylla*, *Agave gilvelli*, *Agave obscura* y *Tillandsia usneoides*.

Las formas de vida presentes en la comunidad son, Hemicriptófitas, con 14 especies representando el 36%; Caméfitas con 6, representando el 15%; Microfanerófitas con 4 especies, representando el 10%; Nanofanerófitos con 2

especies, representando el 5%; Geófitas con 2 especies, representando el 5%; Bromeliaceas con 2 especies, representando el 5%; Cactáceas con 9 especies, representando el 23%.

De los valores cuantitativos tenemos los siguientes:

Pinus cembroides* subsp. *orizabensis

Frecuencia relativa: 37.5%

Densidad relativa: 50%

Dominancia relativa: 42.08%

Valor de importancia: 129.58

Densidad en 100 m²: 4.96

Nolina longifolia

Frecuencia relativa: 37.5%

Densidad relativa: 35%

Dominancia relativa: 46.06%

Valor de importancia: 118.56

Densidad en 100 m²: 3.472

Quercus microphylla

Frecuencia relativa: 8.33%

Densidad relativa: 5%

Dominancia relativa: 2.26%

Valor de importancia: 15.59

Densidad en 100 m²: 0.496

Agave obscura

Frecuencia relativa: 4.17%

Densidad relativa: 2.5%

Dominancia relativa: 4.52%

Valor de importancia: 11.19

Densidad en 100 m²: 0.248

Opuntia sp.

Frecuencia relativa: 4.17%

Densidad relativa: 2.5%

Dominancia relativa: 2.9%

Valor de importancia: 9.57

Densidad en 100 m²: 0.248

Juniperus deppeana

Frecuencia relativa: 4.17%

Densidad relativa: 2.5%

Dominancia relativa: 1.18%

Valor de importancia: 7.85

Densidad en 100 m²: 0.248

Dasyllirion acrotiche

Frecuencia relativa: 4.17%

Densidad relativa: 2.5%

Dominancia relativa: 1%

Valor de importancia: 7.67

Densidad en 100 m²: 0.248

Parámetros complementarios, Índice de complejidad de 2600.1114; Índice de dominancia de 0.3775 y el Índice de diversidad fue de 0.535346.

El bosque de *Pinus cembroides* se encuentra en el Municipio de Oriental; el clima es el templado subhúmedo con lluvias en verano C(wo), la temperatura media anual varía de 16 a 17° C y la precipitación total anual de 500 a 600 mm; la topografía es irregular y accidentada, los cerriles tienen inclinaciones que varían de 30 a 60% y altitudinalmente están situados de 2400 a 2800 msnm.

El suelo es somero, derivado de material volcánico, de color pardo rojizo oscuro, arcilloso a franco arcilloso, con grava en el perfil.

La vegetación está formada por *Pinus cembroides*, *P. pseudostrobus* var *oaxacana*, *Clethra matudai*, *Prunus capuli*, *Crataegus mexicana*, *Baccharis conferta* y otros, (COTECOCA, 1978).

El perfil de la vegetación realizado por Fuentes se presenta en el anexo 10.

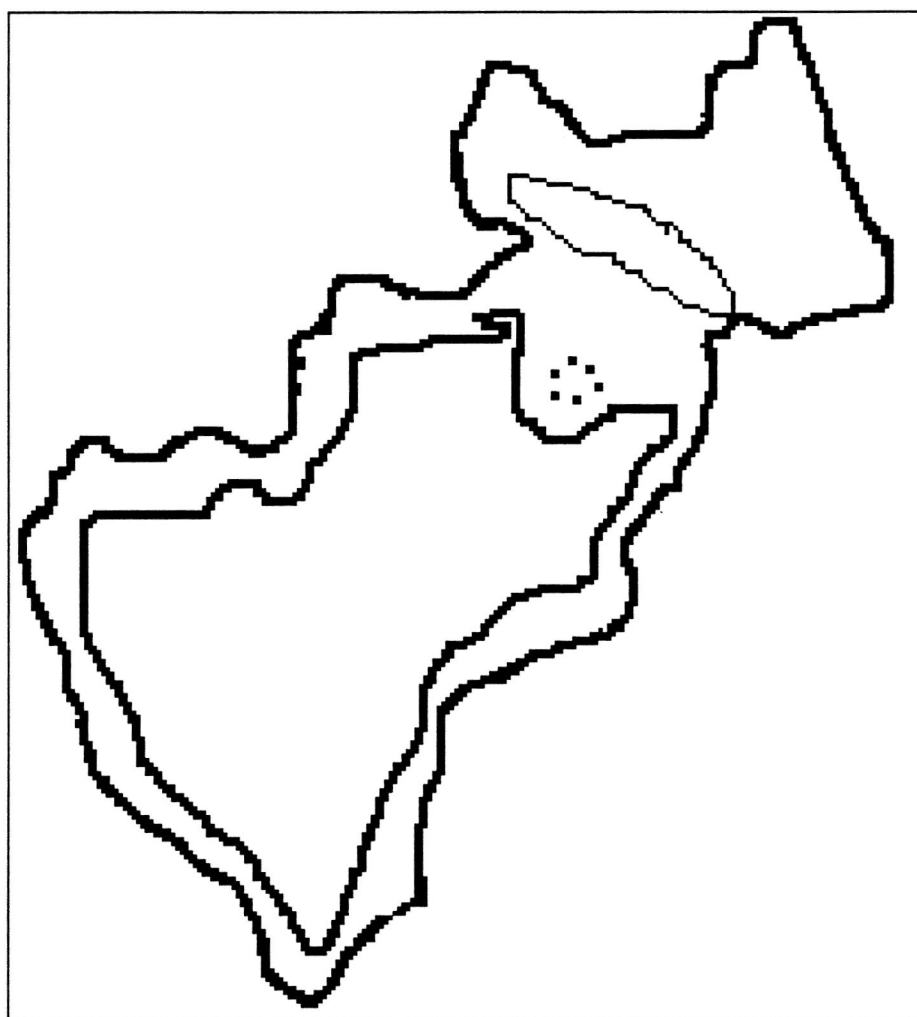
4.12. Querétaro

Para el Estado de Querétaro están reportadas las especies de *Pinus cembroides*, *P. pinceana* y *P. discolor*, en los Municipios de Cadereyta, San Joaquín, Pinal de Amoles, Landa de Matamoros, El Marqués, Colón, Tolimán, Peñamiller y Jalpa de Serra (Fig. 12).

Galván (1990) llevó a cabo su tesis titulada Caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero del Municipio de Cadereyta, Querétaro.

El área de estudio se encuentra en el Municipio de Cadereyta del Estado de Querétaro, está localizado entre los 99° 22' y 99° 59' de longitud oeste y los 20° 33' y 21° 01' de latitud norte; el área esta incluida en la región conocida como la zona árida de Querétaro y parte de las montañas que la rodean, las sierras que la circundan reciben el nombre de La Sierra Gorda de Querétaro.

Los afloramientos de rocas más extensos son las lutitas y las calizas; los diversos tipos de suelos registrados para la región son las Redzinas, los Litosoles, los Regosoles y los Feozem, mientras que los Vertisoles, los Xerosoles y los Luvisoles tienen una distribución muy localizada y ocupan áreas pequeñas.



■ *Pinus discolor*
 ■ *Pinus pinceana*
 — *Pinus cembroides*

Figura12. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Querétaro (COTECOCA, 1980, Galván, 1990; Zavala, 1993; Perry, 1991).

Se han encontrado nueve tipos de vegetación:

Bosque de *Pinus*

Bosque de *Quercus*

Bosque de *Pinus cembroides-Juniperus*

Matorral esclerófilo

Matorral submontano

Matorral desértico micrófilo

Matorral crasicaule

Matorral desértico rosetófilo

Pastizal

El clima registrado es seco, el menos seco del tipo BS, templado con lluvias en verano, presencia de sequía intraestival y escasa lluvia invernal, con oscilación térmica de 7.5° C, la clave del clima es BS1 hw'' (w) (e).

Dentro de los resultados reportados se tiene que: el bosque de pino piñonero está formado por árboles bajos de 6 a 8 m de altura espaciados de tal manera que no forman masas densas, las especies dominantes son *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, *Juniperus flaccida* y *J. deppeana*.

La abundancia de estas especies cambia con respecto a la altitud, *P. pinceana* es la especie que se encuentra a una altitud menor (1,800 m), formando en ocasiones bosquecillos puros o intercalados con los pastizales de laderas, conforme asciende. *P. cembroides* aparece y se convierte en la especie dominante y *P. pinceana* y *J. flaccida* son escasos; casi en su límite superior (2300) *J. deppeana* sustituye a *J. Flaccida* y el pino piñonero se intercala con el bosque de encinos.

De la lista florística se tiene que las especies arbustivas arbóreas y herbáceas en el límite inferior son: *Krameria cystisoides*, *Fouquieria splendens*, *Cassia*

wislizensi, *Agave lechuguilla*, *Jatropha dioica*, *Acacia glomerosa*, *Mimosa calcicola*, *Muhlenbergia quadridentata*, *Dasyllirion acrotiche*, *Dodonaea viscosa*, entre otras; mientras que en el límite superior se tienen a *Montanoa tomentosa*, *Castilleja tenuiflora*, *Chrysactinia mexicana*, *Salvia rupicola*, *Bouvardia longiflora*, *Arctostaphylos pungens*, *Quercus crassipes*, *Nolina parviflora*, *Rhus pachyrrhachis*, *P. cembroides*, *P. pinceana*, *J. deppeana*, *Juniperus flaccida*, *Leucaena glauca*, *Quercus frutex*, *Q. mexicana*, *Q. microphylla*, *Ceanothus greggii*, *Karwinskia mollis*, entre otras.

Además se tienen algunos parámetros como:

Pinus cembroides

Densidad relativa: 40%

Frecuencia relativa: 32%

Dominancia relativa: 65.5%

Valor de importancia: 135.5

Quercus sp.

Densidad relativa: 17.5%

Frecuencia relativa: 16%

Dominancia relativa: 2.2%

Valor de importancia: 35.7

Juniperus sp.

Densidad relativa: 30%

Frecuencia relativa: 36%

Dominancia relativa: 16.7%

Valor de importancia: 82.7

Nolina parviflora

Densidad relativa: 7.5%

Frecuencia relativa: 8%

Dominancia relativa: 15.2%

Valor de importancia: 30.7

Sophora secundiflora

Densidad relativa: 5%

Frecuencia relativa: 8%

Dominancia relativa: 0.41%

Valor de importancia: 13.4

Zavala (1993) realizó un estudio titulado Una nueva localidad de *Pinus discolor* Bailey & Hawksworth en el centro de México.

El sitio se localiza en la barranca de La Vaina, al sur del poblado de Los Juárez, aproximadamente a 8 Km al norte de la población de Sombrerete perteneciente a la Delegación de Vizarrón, Municipio de Cadereyta, Qro. Se encuentra entre las coordenadas 20° 50' 45' y 20° 51' 30' de latitud norte y 99° 38' 30' y 99° 40' de longitud oeste. Las altitudes varían de 2,300 a 2,700 m. La vegetación es de piñonar de *Pinus cembroides* en las mayores altitudes y de *P. discolor* en las menores, con *Nolina sp.*, *Rhus spp.*, *Quercus pringlei*, *Q. repanda*, *Juniperus flaccida* y *J. deppeana*. El sustrato geológico es de roca caliza, el suelo es de tipo redzina con textura gruesa a mediana.

La población de *Pinus discolor* de la barranca de La Vaina consiste en pequeños árboles con alturas que van de 2 a 4 m, muchos se ramifican desde la base, pero otros presentan un tallo principal bien definido.

Se reporta que el bosque aciculifolio en la Sierra del Doctor, región oriental del Estado, en los Municipios de Cadereyta y San Joaquín.

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, C(w1) y C(Wo), con una precipitación media anual de 850 y 600 mm respectivamente, ambos con una temperatura media anual de 16° C; la altitud varía de 2,400 a 2,800 msnm, la pendiente del terreno es compleja de entre 30 y 60%.

El suelo es calcáreo, de origen in-situ, profundidad somera, color negro y castaño rojizo oscuro, textura arcillo-arenosa, con un pH de 7.1.

La vegetación dominante es de especies del género *Pinus*, *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Quercus* spp., *Arbutus glandulosa*, entre otras, (COTECOCA, 1980)

También se reporta al bosque aciculifolio en la Sierra del Pinal de Amoles, localizada en el norte del Estado, en el Municipio de Pinal de Amoles.

El clima es semicálido subhúmedo tendiente a templado A(C) (wo), con precipitación pluvial de 600 a 700 mm y temperatura media anual de 18° C; la altitud a la que se localiza es de 2,000 a 2,600 m; la fisiografía es de laderas y de cerriles, con pendientes del 30 al 65%; el suelo es de origen in-situ, de profundidad media, color castaño amarillento a rojizo, textura arcillo-limosa.

La vegetación dominante está constituida por: *Pinus* spp., *P. patula*, *P. cembroides*. Además se encuentran encinos *Quercus* spp., *Juniperus flaccida*, *Arbutus glandulosa* *Carya ovata*, *Alnus* spp., *Juglans mollis* y *Prunus serotina* (Op cit)

Otro tipo de vegetación reportado es el bosque aciculiesclerófilo en cerriles y laderas del Lobo, localizada en la región noreste del Estado en los Municipios de Landa de Matamoros y Jalpan de Serra.

El clima es semicálido subhúmedo con tendencia a templado A(C)(w2), con precipitación pluvial media de 1,000 a 1,200 mm anuales y temperatura media anual de 18° C; la fisiografía es de cerriles y laderas, con pendiente compleja de 35 a 45%; el suelo es volcánico de origen in-situ y coluvial, de profundidad media, color castaño rojizo muy oscuro, textura arcillosa y con pH de 7.4.

Las principales especies que lo constituyen son: pino gacho (*Pinus* sp.), *Pinus patula*, *P. cembroides* y *Quercus* spp., encontrándose además en baja cobertura a *Juniperus flaccida*, *Arbutus xalapensis*, *Dodonaea viscosa*, *Muhlenbergia rigida*, *Bouteloua hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. filiformis* y *Stipa pulchra*.

Además se reporta el mismo tipo de vegetación en la Sierra del Pinal del Zamorano en la región oeste del Estado, en los Municipios de El Marqués, Colón, Tolimán y Peñamiller.

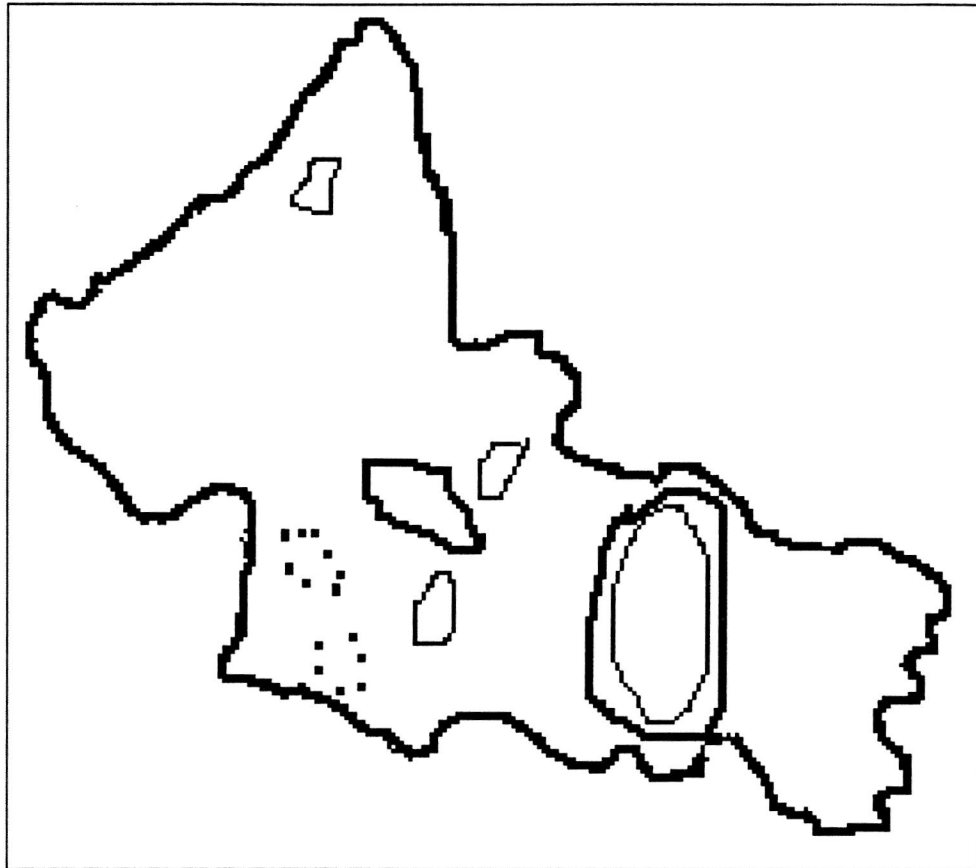
El clima es seco templado con verano cálido BS1k, con una precipitación media anual de 400 a 500 mm y una temperatura de 16° C; se encuentra a una altitud de 2000 a 2800 m; con relieve excesivo y pendiente compleja de 20 a 65%; el suelo es de origen in-situ a partir de materiales volcánicos, con profundidad media, de color castaño grisáceo, textura areno-limosa.

Las principales especies son: *Pinus cembroides*, *P. montezumae* y *Quercus* spp. Además se encuentran *Arbutus glandulosa*, *Arctostaphylos pungens*, *Muhlenbergia repens*, *M. rigida*, *Aristida divaricata*, *Lycurus phleoides*, *Eragrostis neomexicana* y *Bouteloua hirsuta* (COTECOCA, 1980).

El perfil de la vegetación realizado por Galván se presenta en el anexo 11.

4.13. San Luis Potosí

En San Luis Potosí, se tiene el reporte de la ocurrencia de *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, *P. discolor* y *P. nelsonii*, los cuales se presentan en los Municipios de Tierra Nueva, Santa María del Río, San Luis Potosí, Zaragoza, San Antonio y Guadalcázar (Fig. 13)



— *Pinus pinceana*
 — *Pinus discolor*
 ■ *Pinus cembroides*
 — *Pinus nelsoni*

Figura 13. Distribución de los pinos piñoneros en el estado de San Luis Potosí (Rebolledo, 1982; Hernández y García, 1985; Romero et al, 1989; Avila *et al*, 1992 y Perry, 1991).

Rebolledo (1982), realizó su tesis titulada Estudio preliminar sobre la ecología de los piñonares en el Altiplano Potosino-Zacatecano.

El área de estudio se localiza en las Serranías meridionales, es una región con pequeñas Serranías de origen ígneo, donde predominan los tipos de

vegetación chaparral, encinar y piñonar, se estudiaron dos localidades piñoneras, El Cubo y La Amapola.

La Amapola es una comunidad del Ejido Escalerillas, Municipio de San Luis Potosí, localiza al sudoeste de la ciudad de San Luis Potosí, entre los paralelos 100° 55' y 101° 08' de longitud oeste y 21° 51' y 22° 05' de latitud norte. El substrato geológico es ígneo del tipo de las riolitas; la topografía es de montaña y la altitud varía entre 2,100 y 2,800 m, existen numerosos arroyos; el tipo de clima es el BS1Kw (e) (e)g, templado semiseco, extremoso, oscilación entre 7 y 14° C, con régimen de lluvias en verano. Los suelos son del tipo Litosol eútrico, La vegetación del área es el piñonar-encinar, limitada en las partes bajas por pastizal y hacia arriba por un chaparral.

Dentro De los resultados reportados se encuentran los siguientes, las mejores expresiones del bosque se encontraron entre los 2,300 y 2,450 m de altitud, los piñonares con mejor desarrollo son los que se encuentran generalmente en laderas con orientación sudoeste y oeste

El estrato arbóreo estuvo constituido únicamente por *Pinus cembroides*, aunque Villalobos (1994) menciona que existe *Pinus discolor*, el estrato arbustivo leñoso, en la variante piñonar-chaparral estuvo compuesto por aproximadamente de 80% de *Quercus* spp. y 20% de *Arctostaphylos pungens*; la composición del estrato arbustivo crasicaule está compuesto en su mayoría (cerca del 80%) por agaves, en la variante piñonar-encinar, y constituyen más

del 65% en el piñonar-chaparral ; en los lugares donde está más soleado las cactáceas constituyen más del 60% del estrato arbustivo crasicaule; dentro del estrato herbáceo se encontramos a *Macrosiphonia hypoleuca*, *Gymnosperma glutinosum*, *Dichondra argentea* y *Arenaria decussata*; en el estrato gramínico *Piptochaetium fimbriatum* y *Aristida divaricata* fueron las especies que mayormente se presentaron

Dentro de la localidad de El Cubo, se encontró que las mejores expresiones del bosque se encontraron entre los 2240 y 2460 m de altitud; encontrándose en las laderas con exposición sur y sudeste los piñonares mejor desarrollados; el estrato arbóreo estuvo constituido por *Pinus cembroides*; el estrato arbustivo-leñoso en la variante piñonar chaparral estuvo compuesto aproximadamente por 66% de encinos como *Quercus fulva*, *Q. rugosa*, *Q. potosina* x *rugosa*, 31% de *Arctostaphylos pungens* y 3% de *A. polifolia*; en la variante piñonar-encinar se encuentra compuesto por puros encinos de las siguientes especies *Quercus chihuahuensis*, *Q. gricea*, *Q. eduardii*, *Q. mexicana* y *Q. potosina* x *rugosa*; la composición del estrato arbustivo crasicaule esta formado por dos géneros pertenecientes a las cactáceas, fundamentalmente *Mammillaria* y *Opuntia*; con respecto al estrato herbáceo tenemos que *Aristida divaricata* apareció en todas las variantes fisonómicas y solo muestra una tendencia de aparecer con mayor frecuencia que *Piptochaetium fimbriatum* en las variantes sin estrato arbustivo leñoso.

Hernández y García (1985), realizaron un trabajo de investigación titulado Datos estructurales de algunos piñonares del Altiplano Potosino.

El trabajo se llevó a cabo en cinco localidades piñoneras del Estado:

- La Amapola (*Pinus cembroides*), que se encuentra ubicada entre los 100° 55' y 101° 10' de longitud oeste y 21° 50' y 22° 05' latitud norte; la roca presente es ígnea riolítica; el suelo es litosol eútrico; el clima es BSKw; se localiza a una altitud de 2,400 m; y tiene una pendiente de 5°.
- Zaragoza (*Pinus cembroides*), localizada entre los 100° 30' y 100° 38' de longitud oeste y 21° 00' y 21° 55' de latitud norte; la roca es ígnea extrusiva; el suelo es Litosol eútrico; el clima es BSKw; se encuentra a una altitud de 2,350 m; tiene una pendiente de 14°.

- San Antonio Coronados (*Pinus cembroides*), localizado entre los 100° 33' y los 100° 36' de longitud oeste y los 2° 36' de latitud norte; con roca sedimentaria caliza; el suelo es litosol eútrico; el clima es BSKw; la altitud donde se localiza es 2,500 m; y la pendiente del terreno es de 13°.
- Guadalcázar (*Pinus nelsonii*), se localiza entre los 100° 25' y los 100° 27' de longitud oeste y los 22° 34' y 22°36' de latitud norte; la roca es sedimentaria brecha; el suelo es litosol eútrico; el clima es del tipo BSKw; la altitud es de 2000 m; y la pendiente es de 10°.
- Nuñez (*Pinus pinceana*), se localiza entre los 100° 28' y los 100° 50' de longitud oeste y 22° 34' y 22° 36' de latitud norte; la roca es sedimentaria brecha; el suelo es Litosol eútrico; el clima es BSKw; la altitud es 1,970 m; la pendiente es de 7°.

De los resultados que obtuvieron tenemos los siguientes:

Estratificación: Los estratos más comunes son el arbóreo compuesto por *P. cembroides*, *P. pinceana*, *P. discolor* y *P. nelsonii*, el cual presenta un estrato subarbóreo con *Foresteria reticulata*, *Rhus virescens*, *Myrtus ehrenbergii* y el herbáceo dominada por las gramíneas de los géneros *Bouteloua*, *Muhlenbergia* y *Piptochaetium*, siendo esto muy evidente en el piñonar de *P. cembroides*.

Densidad: Los valores de densidad entre distintas comunidades piñoneras y sus estratos corresponden a los sitios meridionales, así tenemos que para Nuñez y Coronados la densidad es de 500 individuos por hectárea, para La Amapola de 200 individuos por hectárea

Cobertura: *P. nelsonii* en Guadalcázar presenta una cobertura de 9659 m², *P. cembroides* en La Amapola de 65 m², *P. pinceana* en Nuñez de 13 328 m². Expresando los valores promedio del dosel como porcentaje se tiene que el

estrato arbóreo es de 70.2 % y el estrato herbáceo es de 69.7 %, mientras que el arbustivo contribuye solamente con el 37.4 %.

Índice de valor de importancia: Los valores más significativos se concentran en los elementos del estrato herbáceo de los piñonares de *P. cembroides*, dentro de los que destacan *Piptochaetium brevicalyx* con un valor promedio de 48.3 %.

Hernández y García concluyen que los bosques de pinos piñoneros más ampliamente distribuidos en el área de estudio son los de *Pinus cembroides*. En el sotobosque de tipo herbáceo se encuentran cifras más significativas de los atributos estructurales de dichas comunidades.

Romero, Luna y García (1989) llevaron a cabo un estudio denominado Organización de la vegetación asociada a los piñonares de las Sierras Meridionales de San Luis Potosí.

El área se ubicó en las llamadas Serranías Meridionales en San Luis Potosí, comprende 50 km² del Ejido Escalerillas, municipio de San Luis Potosí, entre las coordenadas 22° 00' y 22° 04' de latitud norte y 101° 04' y 101° 08' de longitud oeste, el área presenta topografía de montaña con altitud entre 2279 y 2,540 m; el substrato es ígneo riolítico, suelos poco profundos de tipo Litosol; clima templado semiseco (BSKw) y vegetación caracterizada por piñoneros de las especies *cembroides* y *discolor*, a veces en masas puras y en ocasiones en poblaciones mixtas.

El área se dividió en 8 subáreas nombradas por el punto de referencia más cercano, Cuchilla Los Fierros, Aldama, La Amapola, La Ordeña, El Ocote, Cerro El Tocho, Arroyo El Tocho y El Organo; en las cuales se aleatorizaron 40 sitios de muestreo.

Se encontraron los siguientes resultados:

Doseles: Hubo 2 sitios dominados por *Pinus discolor*, 20 por *P. cembroides*, 4 codominados por *P. cembroides-P. discolor*, 3 por *P. cembroides-Quercus potosina*, 2 por *P. discolor-Q. potosina*, 4 por *P. cembroides-P. discolor- Q. potosina* y 5 por *P. discolor-P. cembroides-Q. potosina*.

Las especies comunes en cada dosel fueron en el siguiente orden: dosel de *P. discolor*, *Piptochaetium fimbriatum* y *Lycurus phleoides*; en el dosel de *P. cembroides*, *Aristida divaricata*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Dalea bicolor*, *Dichondra argentea*, y *Lycurus phleoides* en 7 de 20 sitios; dosel de *P. cembroides-P. discolor* *Piptochaetium brevicalex*, *Desmodium grahamii*, *Dichondra argentea*, *Lycurus phleoides* y *Piptochaetium fimbriatum*; dosel de *P. cembroides-Q. potosina*, *Tagetes micrantha*, *Helianthemum glomeratum*, *Piptochaetium fimbriatum*, y *Lycurus phleoides*; dosel de *P. discolor-Q. potosina*, *Perymenium mendezii*, *Piptochaetium brevicalex*; dosel de *P. cembroides-P. discolor-Q. potosina*, *Piptochaetium brevicalex*, *Perymenium mendezii* y *Lycurus phleoides*; dosel de *P. discolor-P. cembroides-Q. potosina*, *Piptochaetium fimbriatum* y *Desmodium grahamii* en 3 de 5 sitios.

Algunas de las especies raras que se observaron como acompañantes son: *Aster arenosus*, *Ageratum corymbosum*, *Aristida barbata*, *Bouteloua hirsuta*, *Crusea diversifolia*, *Cyperus spectabilis*, *Dalea lutea*, *Dahlia coccinea*, *Drymaria arenarioides*, *Hipomoea stans*, *Loeselia coerulea*, *L. mexicana*, *Muhlenbergia lanata*, *Opuntia robusta*, *Silene laciniata*, *Stevia viscida*, *S. stenophylla*, *Verbesina schaffneri* y *Zornia thymifolia*.

Avila, García y Reyes (1992), realizaron el estudio Registro de *Pinus discolor* Bailey et Hawksworth en la Sierra de Monte Grande, San Luis Potosí, México.

La comunidad cubre una superficie aproximada de 1200 ha y se encuentra en la Sierra de Monte Grande entre 23° 17' y 23° 18' de latitud norte y 101° 06' y 101° 11' longitud oeste, en altitudes de 2,300 a 2,650 m. El sustrato es ígneo de origen riolítico, predomina el suelo Litosol éutrico, aunque en las partes bajas y planas existe el Fluvisol calcárico. La vegetación del lugar está constituido por un bosque de pino y encino.

El bosque aciculiesclerófilo se encuentra ocupando parte de los Municipios de Tierra Nueva y Santa María del Río, se le encuentra como vecino adyacente del pastizal amacollado abierto, del matorral crasicaule y bosque esclerófilo.

Los suelos pertenecen a los Cherozem, generalmente ígneos aunque cuenta con porciones calcáreas, el origen de los suelos es aluvio-coluvial, tienen profundidad media (25 a 50 cm), textura franco-arenosa, estructura granular y blocosa subangular, el pH varía de 6.8 a 7.0; el clima es el templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw2); la precipitación pluvial promedio es de 850 mm al año, la temperatura media anual es de 18.1° C y hasta 6 meses de sequía. Las altitudes varían de 2,000 a 2,400 m, y los terrenos presentan una pendiente compleja con 40%.

Las principales especies de que está constituido este tipo de vegetación son: *Pinus cembroides*, *P. leiophylla*, *P. teocote*, *Quercus* spp., *Juniperus flaccida*, *Arbutus arizonica*, *A. xalapensis*, diferentes especies del género *Opuntia*, *Dasyllirion cedrosanum*, las gramíneas de mayor importancia son: *Bouteloua gracilis*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Lycurus phleoides* y diferentes especies de los géneros *Aristida*, *Bromus*, *Festuca* y *Muhlenbergia*, (COTECOCA, 1974).

El perfil de la vegetación realizado por COTECOCA se presenta en el anexo 12.

4.14. SONORA

Para el Estado de Sonora, se reporta la existencia de *Pinus cembroides* (COTECOCA, 1974) y *P. discolor* (Perry, 1991), en la región noreste del Estado (Fig.14).

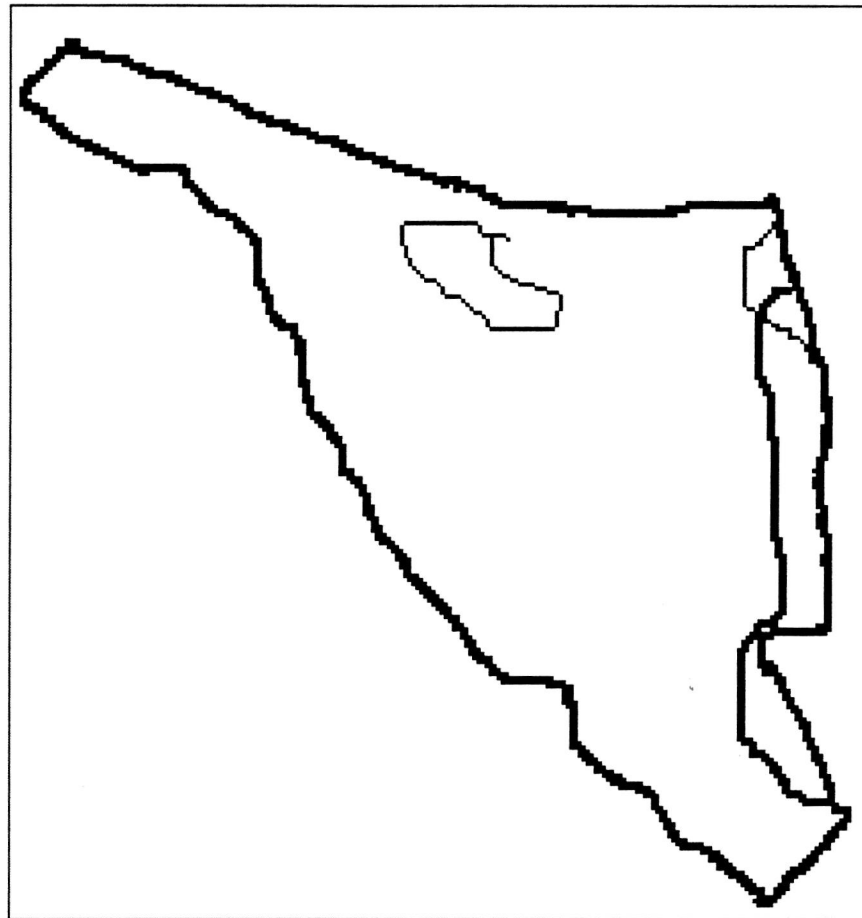
COTECOCA (1974), menciona que el bosque escleroaciculifolio cubre parte de los Municipios de Nogales, Cananea, Bacoachi, Agua Prieta, Bavispe, Bacerac, Huachineras, Bacadéhuachi, Nácori Chico, Sahuaripa, Opodepe, Imuris, Nacozari de García, Yécora, Rosario y Alamos. Se comporta como transicional del bosque aciculifolio de pino con el que colinda en su parte superior y el bosque latifoliado esclerófilo caducifolio que lo limita en menor altitud.

Bosque esclero-aciculifolio en mesetas: se localizan en altitudes de 1,500 a 2,000 m; con pendientes que varían de 5 a 20%; el suelo es de profundidad media a somera, de formación in-situ y coluvial, la textura es franco arenosa a arenosa; el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano C(wo) con temperatura media anual de 13 a 18° C y precipitación pluvial de 550 a 750 mm anuales, siendo el más común de la zona; además se presenta el clima templado árido, BS1(k), con temperatura media anual de 13 a 18° C y precipitación de 350 a 550 mm anuales, con régimen de lluvias de verano.

Las especies más comunes son: *Pinus cembroides*, *P. arizonica*, *P. chihuahuana*, *Pinus ayacahuite*, *P. ponderosa*, *P. lumholtzii*, *Arctostaphylos* spp., *Pseudotsuga* spp., *Arbutus arizonica*, *Quercus* spp., *Cupressus arizonica*; además de los zacates de los géneros, *Bouteloua*, *Andropogon*, *Heteropogon*, *Muhlenbergia* y *Aristida*.

Bosque esclero-aciculifolio en cerriles y laderas: este sitio comprende la mayor parte del área; se presentan pendientes variables entre los 20 y 60%; el clima que domina en la porción sur es el templado subhúmedo con lluvias en verano

C(wo), la temperatura media anual varía de 14 a 18° C y la precipitación pluvial es de 550 a 750 mm anuales; la porción norte del sitio se encuentra en el clima templado árido BS1(k) con temperatura media anual de 13 a 18° C y precipitación de 350 a 550 mm anuales, con régimen de lluvias de verano.



— *Pinus discolor*
 — *Pinus cembroides*

Figura 14. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Sonora (COTECOCA, 1974 y Perry, 1991).

La vegetación es una asociación de árboles, arbustos y zacates amacollados en la que se mezclan especies del bosque latifoliado esclerófilo caducifolio con

especies del bosque aciculifolio de pino, las especies más comunes son, *Quercus* sp., *Juniperus* sp., *Pinus* spp., *Pinus cembroides*, *Cupressus arizonica*, *Pseudotsuga* sp., *Alnus jorullensis*, *Arctostaphylos* sp., además de los zacates de los géneros, *Aristida*, *Heteropogon*, *Eragrostis*, *Bouteloua*, *Muhlenbergia*, *Andropogon*.

4.15. Tamaulipas

En éste Estado, se han reportado *Pinus cembroides* y *P. nelsonii*, los cuales ocurren el Municipio de Miquihuana (Fig.15).

Suzán (1985), realizó una investigación titulada Estudios autoecológicos-dendrocronológicos en *Pinus nelsonii*.

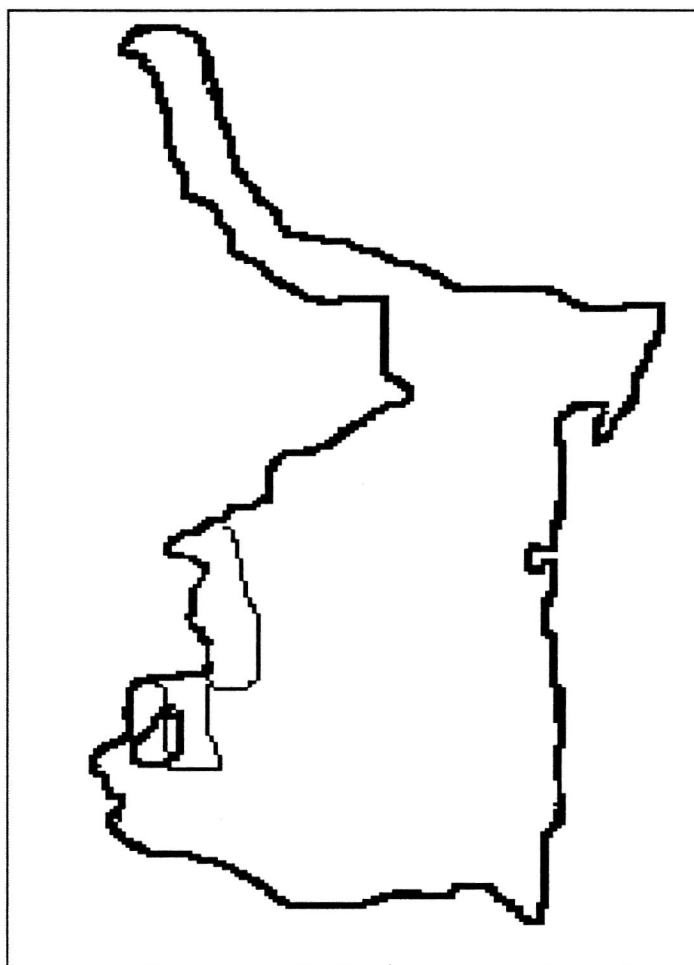
La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Miquihuana, Tamaulipas en la localidad conocida como El Cañón del Soldado.

La localidad se encuentra a 2,000 m de altitud entre los 23° 38' y 23° 41' de latitud norte y 99° 50' de longitud oeste, la superficie aproximada del *P. nelsonii* es de 9.5 ha; el clima es BS1, correspondiente al seco, semiseco templado.

Separó a la comunidad en tres estratos:

- Ecotonía con un matorral rosetófilo, donde se encontró una densidad de 337.5 árboles por hectárea.
- Arroyo, hubo una densidad de 657 individuos por hectárea.
- Ecotonía con un chaparral, se estimaron 606.1 árboles por hectárea.

Suzan y Sánchez (1989) realizaron el estudio Caracterización biótica de una comunidad de *Pinus nelsonii* Shaw en Tamaulipas.



— *Pinus cembroides*

- - - *Pinus nelsonii*

Figura 15. Distribución de los pinos piñoneros en el estado de Tamaulipas (Suzán, 1985 y Perry, 1991)

Seleccionaron 9 sitios permanentes de muestreo localizados entre los 23° 16' y 23° 40' de latitud norte y 94° 04' y 99° 53' de longitud oeste; los suelos de las localidades varían poco siendo de origen calcáreo, someros con profundidades menores de 50 cm y con un pH que oscila entre los 6.8 y 7.3; el clima de la zona es seco, semiseco templado (BS1).

El primer sitio se encuentra en la ecotonía de chaparrales y matorrales xerófilos, el sitio 2 está en la base de un arroyo; los sitios 3,4, 5 y 6 en áreas de dominancia franca de *Pinus nelsonii*, el sitio 7 en una zona dominada por *Pinus cembroides* y los sitios 8 y 9 en el límite sur de la distribución de la especie en el estado.

Ellos detectaron tres estratos verticales:

- Estrato arbóreo, el cual es abierto con alturas que oscilan entre los 3 y 8 m. En los sitios 3, 4, 5, 6, 8 y 9, la especie dominante es *Pinus nelsonii*, la cobertura es menor en estos sitios donde *P. nelsonii* domina, a excepción del 4, además se presentan *Rhus virens*, *Lindleya mesopiloides*, *Sophora secundiflora*, *Acacia berlandieri*; en el sitio 1 las especies dominantes son *Litsea glauces* y *Juniperus monosperma*; en el sitio dos la especie dominante es *Quercus pringlei* y en el sitio 7 *Pinus cembroides*.
- Estrato subarbustivo, el cual es denso; se encontraron 31 especies y una dominancia de *Rhus virens*, *Sophora secundiflora*, *Quercus microphylla*, *Pinus nelsonii*, *Dasyllirion texanum*, *Arctostaphylos pungens*, *Dasyllirion longisimum* y *Dalea lutea*.
- Estrato herbáceo, el cual es muy pobre, se reportan hasta 23 especies siendo las más comunes *Euphorbia antisiphilitica*, *Salvia* sp., *Aristida* sp., plántulas de *Quercus*, *Rhus* y *Pinus*, así como de *Krameria citisoides*, *Bouteloua* sp., entre otras.

4.16. Tlaxcala

En el Estado de Tlaxcala sólo se encuentra al *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, localizado en la parte este del Estado (Fig. 16).

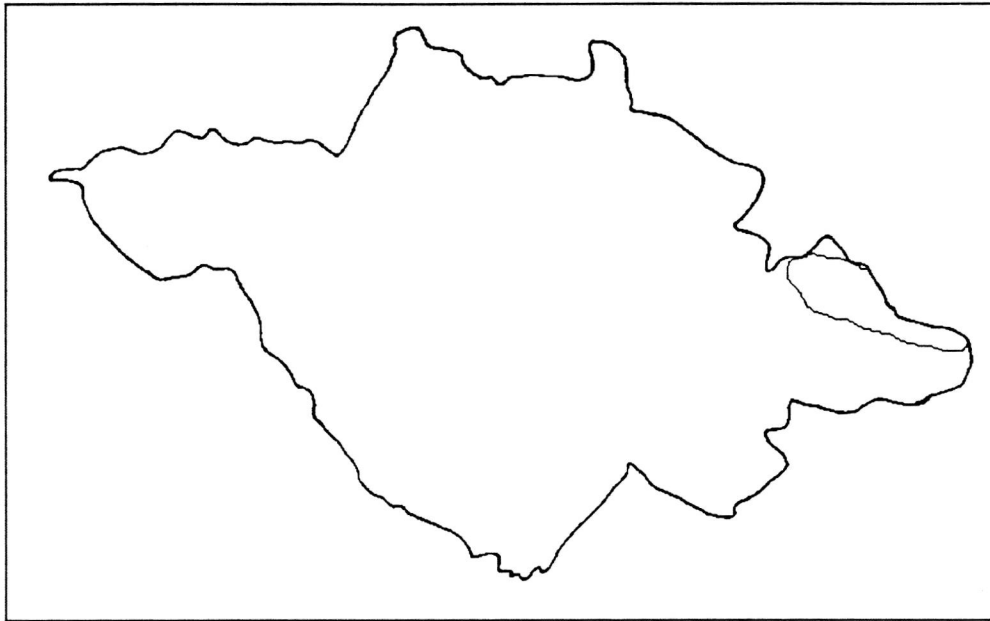


Figura16. Distribución del *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en el Estado de Tlaxcala (Perry, 1991 y Silva, 1994)

Silva (1994), realizó su tesis titulada Caracterización sinecológica del bosque de pino piñonero (*P. cembroides* subesp. *orizabensis*) en Atlzayanca (Santa María Las Cuevas), Tlaxcala.

Santa María Atlzayanca se localiza entre los meridianos 97° 44' de longitud oeste y los paralelos 19° 24' de latitud norte, a una elevación de 2540 m, con una superficie de 264 ha; colinda al norte con el Mpio. de Libres, Puebla, al sur con los Municipios de Coapixtla y Huamantla, Tlaxcala y al este con el Mpio. de Oriental, Puebla; el área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico.

Los sitios muestreados presentaron las siguientes características:

Sitio 1. Rocas ígneas de donde se derivan materiales andesíticos, basaltos y riolitas, rocas sedimentarias que dan origen a los conglomerados, calizas y

limonitas. El suelo predominante es un Andosol, de textura arenosa, profundo y rico en materia orgánica.

Sitio 2. El suelo es un Andosol, con el horizonte A profundo de textura migajón-arenosa, de color café pardo amarillento y con una capa de materia orgánica de 3 a 4 cm de espesor.

Predominan los climas BSK'w: seco estepario con lluvias en verano y con un 5 al 10% de lluvia invernal, con verano fresco; Cw(w) templado subhúmedo con lluvias en verano y porcentaje de lluvias invernales menor del 5%; con una precipitación de 500 mm anuales.

La vegetación que predomina corresponde al bosque de coníferas representado por *Pinus pseudostrobus* var. Oaxacana en la parte alta y más húmeda, en la parte media de la ladera y más seca *Pinus cembroides* var. orizabensis, como vegetación secundaria se consideran a los pastizales naturales y los izotales representados por los géneros *Yucca*, *Agave* y *Nolina*.

Dentro de los resultados que encontró se tiene que, el bosque se desarrolla a una altitud de 2,570 a 2,620 m; crece sobre una topografía ondulada, ladera andesítica sinuosa con exposiciones noroeste y sudeste con pendiente de 20% y suelos Andosoles ocrícos o vitrícos; se encuentra acompañado por diversas especies tales como *Agave oscura*, *A. gilvelli*, *Nolina longifolia*, *Yucca filifera*, *Opuntia streptocantha*, *Juniperus monticola*, entre otras.

Además tenemos el comportamiento de las siguientes especies:

***Pinus cembroides* subesp. orizabensis**

Frecuencia relativa: 43.4782%

Densidad relativa: 65%

Dominancia relativa: 59.84293%

Valor de importancia: 168.3211

Juniperus monticola

Frecuencia relativa: 8.6956%

Densidad relativa: 5%

Dominancia relativa: 4.0837%

Valor de importancia: 17.7793

Yucca filifera

Frecuencia relativa: 13.0434%

Densidad relativa: 7.5%

Dominancia relativa: 7.8534%

Valor de importancia: 28.3968

Nolina longifolia

Frecuencia relativa: 30.4347%

Densidad relativa: 20.0%

Dominancia relativa: 24.9214%

Valor de importancia: 75.3561

Opuntia streptocantha

Frecuencia relativa: 4.3478%

Densidad relativa: 2.5%

Dominancia relativa: 3.2984%

Valor de importancia: 10.1462

El perfil de la vegetación realizado por Silva se presenta en el anexo 12.

4.17. Veracruz

Bosque de pino piñonero-encino (*Pinus cembroides-Quercus*)

Esta comunidad arbórea es baja, de 5 a 10 m de altura, habita en los cerros de origen volcánico y sedimentario del altiplano sobre los suelos someros, rocosos, con clima frío semiárido, con una distribución altitudinal de 2,500 a 2,800 m, se han observado en el Cerro Pizarro, Derrumbado Blanco y Cerro Yolotepec, florísticamente está compuesto por: *Pinus cembroides*, *Quercus*

grisea, en los estratos bajos encontramos *Arctostaphylos pungens*, *Mammillaria elegans*.

Bosque de sabino o escuamifolio (*Juniperus*)

Este tipo de vegetación arbórea mide de 8 a 12 m de altura, se le encuentra en suelos arenosos profundos del altiplano y en los abanicos aluviales de los cerros, se le puede observar en la base del Cerro Pizarro, Cerro Yolotepec, por Guadalupe Victoria, Puebla.

Florísticamente se encuentra compuesto por: *Juniperus deppeana*, acompañado a veces por *Pinus cembroides* y en los suelos más rocosos por *Asclepia linaria*, *Ipomea stans*, *Nolina parvifolia*, *Yucca periculosa*.

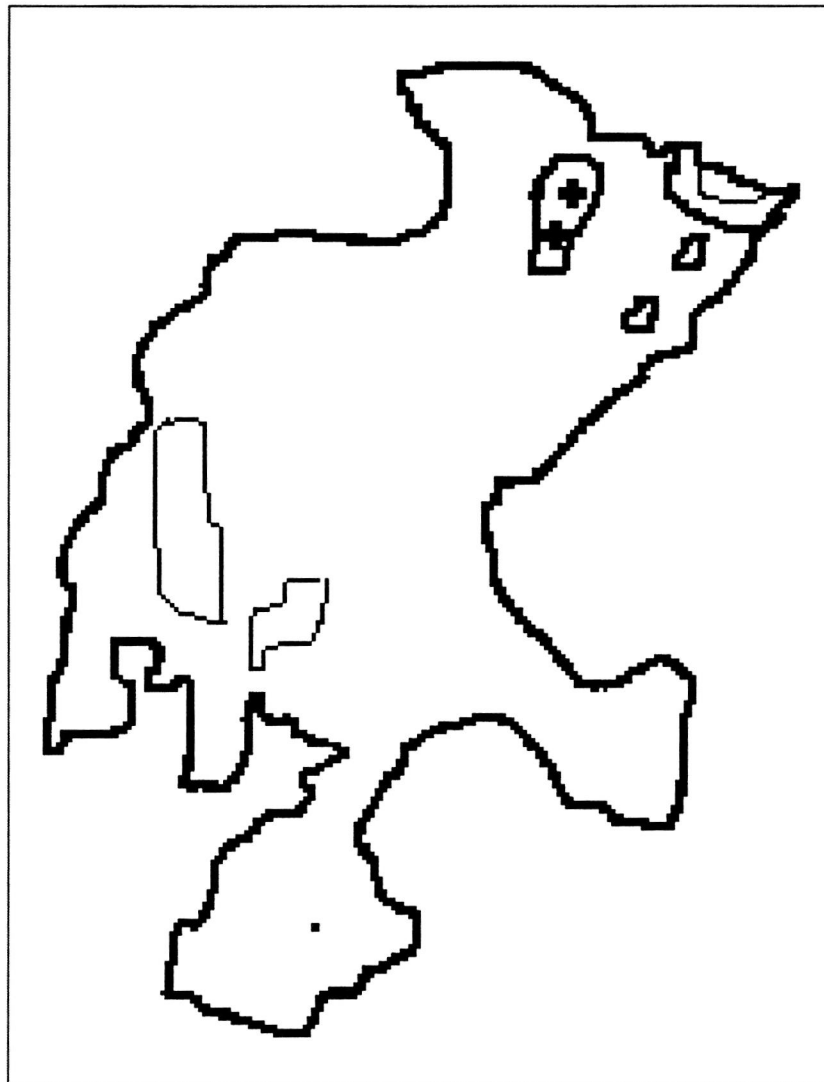
Bosque de *Juniperus-Pinus-Cupressus*

Bosque de pequeña altura, árboles de 5 a 7 m, crece sobre derrames basálticos al norte de Frijol Colorado, Veracruz.

Las especies más importantes son *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida*, *Cupressus benthamii*, *Quercus grisea* y *Arctostaphylos pungens*.

4.18. Zacatecas

Para el presente estado, se tiene el reporte de la existencia de *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, *P. johannis* y *P. maximartinezii*, localizados en los Municipios de Juchipila, Concepción del Oro, El Salvador, Mazapil, Melchor ocampo, Sain Alto, Sombrerete, Valparaíso, Fresnillo, Susticacán, Monte Escobedo, Tepetongo, Villanueva, Atolinga, Teúl de González Ortega, Benito Juárez y Chalchihuites (Fig. 17).



- *Pinus maximartinezii*
- *Pinus pinceana*
- + *Pinus johannis*
- *Pinus cembroides*

Figura 17. Distribución de los pinos piñoneros en el Estado de Zacatecas (COTECOCA, 1980; Aldrete, 1981 y Perry, 1991).

Aldrete (1981), realizó su tesis titulada Estudio ecológico de los agostaderos del noreste del Estado de Zacatecas.

El área de estudio se localizó en la porción nordeste del Estado de Zacatecas, comprendiendo los Municipios de El Salvador, Concepción del Oro, Mazapil y Melchor Ocampo; su delimitación geográfica esta dada por los paralelos 24° 00' y 24° 52' latitud norte y los meridianos 100° 49' y 102° 00' longitud oeste. Limita hacia el norte con el Estado de Coahuila, al este y sudeste con San Luis Potosí, abarcando una superficie de 7,675.4 km², equivalentes al 10.23% de la superficie total del Estado.

Las rocas sedimentarias son las predominantes en el área de estudio; dentro de ellas, a su vez, las calizas son las más importantes, pues solo en ocasiones se presentan las lutitas, areniscas y travertinos; las rocas de origen ígneo se presentan en muy baja proporción, dentro de ellas se han reportado a las intrusivas ácidas e intermedias, basaltos, granitos y tobas; las rocas metamórficas representadas por esquistos, se encuentran en muy pequeñas áreas.

El régimen de lluvias es marcadamente de verano, siendo el mes de agosto en el que ocurre la mayor cantidad de precipitación; en altitudes de, 1664 a 1,890 m le corresponde una precipitación de 269.9 a 381.7 mm y para altitudes de 2,080 a 2260 m la precipitación es de 430.1 a 535.3 mm; con respecto a la temperatura se tiene que para las partes con altitud menor de 1,900 m, se presentan valores mayores de 18° C; en cambio las partes con altitud mayor como Mazapil con 2,260 m, presenta una temperatura de 17.1° C; Los climas secos son los dominantes en el área de estudio, se presentan todas las variantes respecto a la humedad; con respecto a los suelos se tiene que, en las sierras y cerros se presentan los Litosoles, en los suelos de bajada y abanicos aluviales destacan los Regosoles, en menor proporción se presentan las Redzinas y los Feozems; en los de valles y planicies en su mayoría son xerosoles.

Dentro de los resultados se tiene que, se reconocieron 9 tipos de vegetación:

- Bosque de pino: la denominación de ésta comunidad por diferentes autores es basándose en los criterios fisonómico y florístico; abarca una superficie de 211 Km², las principales áreas de distribución del bosque son las Sierras del Mascarón, Las Bocas y Santa Rita, en menor proporción se presenta en las sierras de Zuloaga, Guadalupe, El Jabalí, El Astilleros, Potrerillos y Rodríguez.

Se localiza generalmente sobre terreno abrupto, ocupando las partes altas de las sierras, en laderas, cañadas y bajadas, a altitudes entre los 2,100 y 3,180 m; los tipos de clima donde se presenta van del BS1 o clima semiseco al Cwo o templado subhúmedo. El sustrato geológico es generalmente de calizas, aunque existen sobre lutitas, conglomerados, granito y rocas ígneas intrusivas.

El bosque es una comunidad dominada fisonómicamente por un estrato arbóreo de 5 a 8 m de alto, constituido fundamentalmente por *Pinus cembroides*, acompañado en muchos casos por *Yucca carnerosana*, o por un estrato subarbóreo de 1 a 2 m de *P. johannis*, solo en una pequeña parte se encontró *P. pinceana* asociado a la primera especie.

Presenta un estrato arbustivo con altura de 0.40 a 1.20 m, representado frecuentemente por *Juniperus monosperma*, *Gymnosperma glutinosum*, *Nolina erumpens*, *Lindleyella mesopiloides*, *Dasyllirion leiophyllum*, *Stevia stenophylla*, *Agave striata*, *Chrysactinia mexicana*, *Bouvardia ternifolia*, *Sophora secundiflora* y *Mimosa zygophylla*.

El estrato herbáceo de 0.40 m de alto está principalmente constituido por gramíneas del tipo amacollado; son comunes: *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Aristida pansa*, *Lycurus phleoides*, *Stipa eminens*, *Erioneuron*

grandiflorum, *Piptochaetium fimbriatum*, *Muhlenbergia monticola*, *M. emersleyi* y *M. mundula*.

- Bosque de *Juniperus*:
- Chaparral:
- Pastizal
- Matorral desértico rosetófilo
- Transición entre los matorrales desérticos rosetófilo y micrófilo
- Matorral desértico micrófilo
- Matorral crasicaule
- Vegetación halófila
- Pastizal gipsófilo
- Areas sin vegetación aparente

COTECOCA (1980), reporta para el estado de Zacatecas, que el bosque aciculifolio está formado por especies arbóreas de talla baja a alta, de 4 a más de 30 m de altura; se localiza en las regiones noreste, centro y sur del Estado, en los Municipios de Sain Alto, Sombrerete, Valparaíso, Fresnillo, Susticacán, Monte Escobedo, Tepetongo, Villanueva, Atolinga, Teúl de González Ortega, Benito Juárez, Chalchihuites, Mazapil, Concepción del Oro y El Salvador.

Se encuentra a altitudes de 1,100 a 3,200 m, en terrenos con pendientes complejas de 8 a más del 100%; los suelos son denominados de montaña, de origen in-situ aluvial y coluvial, con textura limosa, areno-arcillosa, franco arenosa y franco-arcillosa, con pH de 5.8 a 8.4; los climas son: cálido subhúmedo AW0, semicálido subhúmedo con tendencia a cálido (A)C(W0), templado subhúmedo C(W0) y seco templado con verano cálido BS1k.

Las principales especies que caracterizan a la comunidad son: *Pinus cembroides*, *P. michoacana*, *P. leiophylla*, *Juniperus monosperma*, *Quercus* spp, *Yucca decipiens*, *Maguey potatorum*, *Bouteloua hirsuta*, *B. filiformis*, *B.*

curtipendula, *Lycurus phleoides*, *Setaria macrostachya*, *Mimosa biuncifera* y *Elyonorus barbiculmis*.

Por otra parte reporta que el bosque aciculiesclerófilo está formado por la asociación de especies arbóreas bajas a altas, de 4 a más de 30 m de altura; se localiza en la región media y sur del Estado de Zacatecas, en los Municipios de Valparaíso, Zacatecas, Chalchihuites, Jiménez del Téul, Sain Alto, Fresnillo, Sombrerete, Jalpa, Nochistlán de Mejía, Monte Escobedo, Tepetongo, Villanueva, Genaro Codina, Jerez, Susticacán.

Se encuentra en altitudes de 1,600 a 2,900 m, en terrenos con pendientes de 10 a más de 65%; se encuentran rocas sedimentarias; los suelos son denominados de montaña, de origen in-situ y aluvial y coluvial, de textura franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arenosa, franco con grava, arcillo-arenosa; los climas son: semicálido subhúmedo con tendencia a cálido (A)C(Wo), templado subhúmedo con verano cálido C(Wo), seco templado con verano cálido BSk y seco semicálido BSh.

Las principales especies que caracterizan a la comunidad son: *Pinus michoacana* var. *cornuta*, *P. cembroides*, *P. michoacana*, *Quercus macrophylla*, *Juniperus* spp., *Acacia schaffneri*, *Nolina watsoni*, *Agave asperrima*, *A. potatorum*, *Arctostaphylos pungens*, *Opuntia robusta*, *O. streptacantha*, *Acacia greggii*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Dodonaea viscosa*, *Mimosa monancistra* y *Arbutus xalapensis*.

4.19. Sinecología del bosque de *Pinus johannis*

La segunda parte de resultados, corresponde al estudio de caso de una comunidad de *Pinus johannis*, realizado en Concepción del Oro, Zacatecas.

Concepción del Oro, Zac. se localiza a una altitud de 2,080 m, enclavada al pie de la Sierra de Mazapil por su lado este.

El área donde se realizó el estudio se localiza en el parteguas de la Sierra, limitando con el Municipio de Mazapil; la fisiografía a partir de Concepción del Oro hacia el área de estudio se torna accidentada, está formada por grandes elevaciones (cerros), con pendientes que van en sus partes más bajas del 35% hasta el 65% en las partes más cercanas a las cimas; estas presentan aún más pendiente, la cual no se midió debido a lo inaccesible del terreno. Con similar pendiente reporta Villalobos (1994), a *Pinus pinceana* en *Guadalcazar* y *Pinus discolor* en La Amapola en el Estado de San Luis Potosí, siendo esta de 45-60% y 30-40% respectivamente; López (1996) a *Pinus cembroides* para el Estado de Hidalgo con una pendiente de entre 60-85%; Benítez y Bravo a *Pinus cembroides* con 40% para el Estado de Durango.

El bosque de pinos no aparece sino hasta una altitud de 2,500 m, al pie de los cerros, esto es más o menos en el poblado de Aránzazu (pueblo minero actualmente abandonado).

El estudio se realizó el paraje conocido como Puerto del Dique, perteneciente al Municipio de Concepción del Oro, ubicado en las coordenadas geográficas de: latitud norte 24° 36'47" y longitud oeste de 101° 29'37".

El clima descrito para esta región es: BS1kx'(w)(e), correspondiente a un clima seco o árido, pero como su cociente P/T es mayor de 22.9, se le considera de los menos secos dentro de los mismos, además es templado con verano cálido

con una temperatura en el mes más frío de entre -3° C a 18° C y en el mes más cálido sobre los 18° C., con una oscilación anual de las temperaturas extremosa de entre 7 y 14° C; con régimen de lluvias entre el verano y el invierno

La temperatura media anual es de 16° C y la precipitación media anual es de 440.2 mm, con un 14% de lluvia invernal, con un cociente precipitación temperatura (P/T) de 26.6, (García, 1988).

Se encuentran dos tipos de rocas:

- Igneas, intrusiva ácida
- Sedimentarias, caliza-lutita y caliza.
-

La clasificación de los tipos de suelos presentes en la comunidad es:

- Xh/2, que corresponde a un suelo háplico, clase textural media.
 - I + Rc/2, Litosol calcárico, clase textural media
 - Rc + E/2, Suelo calcárico + redzina, clase textural media
- CETENAL, (1975).

Las rocas sedimentarias son las predominantes en las montañas del área de estudio; dentro de ellas, a su vez, las calizas son las más importantes; las rocas de origen ígneo se presentan en muy baja proporción, se han reportado a las intrusivas ácidas medias, basaltos, granitos y tobas.

La gran mayoría de los terrenos montañosos del área, independientemente de los tipos de roca y clima, presentan suelos limitados en profundidad por roca, denominados Litosoles; pertenecientes éstos al tipo de suelos llamados azonales, por ser recientes sin características bien definidas y, debido en este caso a la pendiente acentuada, reflejan principalmente las características de la roca y no las del clima y la vegetación.

En menor proporción y sobre laderas se presentan suelos más profundos que los anteriores; son suelos con 10 a 50 cm de espesor, de textura media y que presentan un horizonte oscuro sobreyaciendo a material madre calcáreo; estos suelos son las llamadas Redzinas.

La comunidad de *Pinus johannis* se localiza a una altitud aproximada de 2,500 m y se extiende por la parte alta Sierra hasta una altitud de 2,900 m aproximadamente. Lo cual quiere decir que los pinos se localizan en la parte alta de la Sierra. Altitudes de entre 2,280 y 2,540 son reportadas por Hernández y García (1985), para *Pinus cembroides* y *Pinus discolor* en Escalerillas, San Luis Potosí; López (1996), reporta 2,950 msnm para *Pinus cembroides* en el Valle del Mezquital, Hidalgo. las altitudes en las que se distribuyen el resto de los piñoneros son menores a las reportadas para *Pinus johannis*, excepto *Pinus culminicola* para el cual Oviedo (1996) reporta desde los 3,100 a 3,600 msnm.

4.19.1. Composición

Dentro de la comunidad estudiada se encontraron e identificaron ejemplares de 55 especies pertenecientes a 21 familias (anexo 14), de las cuales las más importantes son: en el estrato superior la familia Pinacea con *Pinus johannis* y Agavacea con *Agave sp.* y *Dasyllirion sp.*; y en el estrato herbáceo están La familia Rosaceae con *Cowania plicata*, Fagaceae con *Quercus intricata* y Compositae con *Eupatorium calophyllum*, *Gymnosperma glutinosum* y *Stevia salcifolia*.

4.19.2. Estratificación

La estratificación que se realiza es basándose en la altura de las plantas que se encuentran dentro de la comunidad, la cual quedó plasmada en un perfil fisonómico que se presenta en la figura 18.

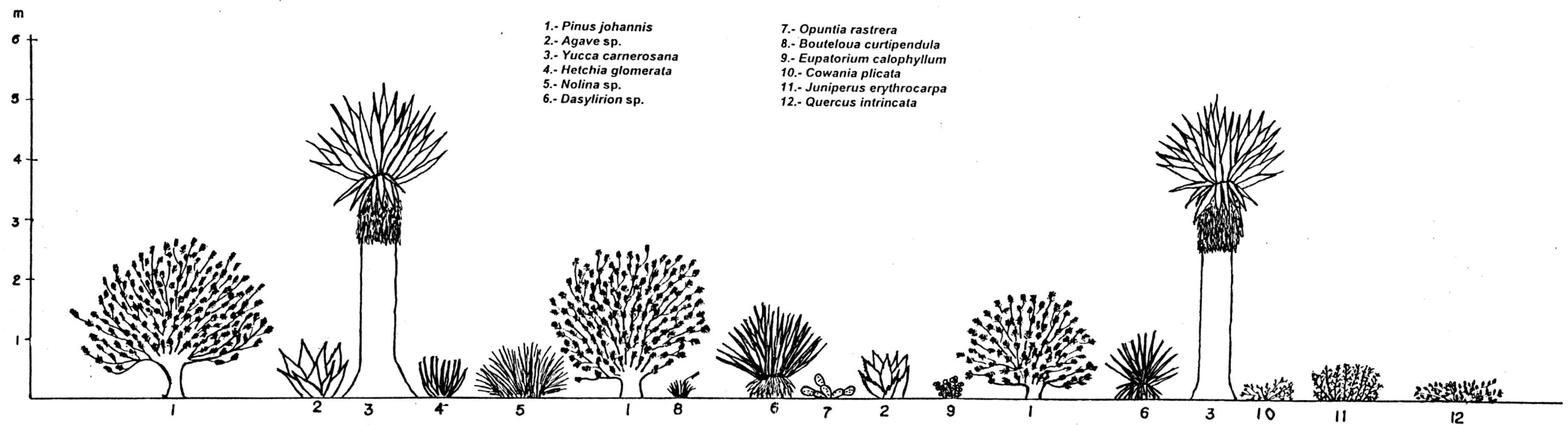


Figura 18. Perfil fisonómico de la vegetación de la comunidad de *Pinus johannis* en C. del Oro, Zac.

4.19.2.1.Estrato superior

Dentro del estrato superior se puede incluir al *Pinus johannis*, *Yucca carnerosana*, *Juniperus erythrocarpa* y *Dasyllirion* sp., debido a que son las especies de mayor tamaño y que sobresalen en la fisonomía de la comunidad.

La vegetación es dominada por *Pinus johannis* el cual presenta una forma arbustiva, con ramificación casi al ras del suelo, con una altura promedio de 1.50 a 2.5 m, sobrepasando algunos individuos los 3 m; la especie presenta una característica sobre sus individuos, generalmente son más anchos que altos, en forma de sombrilla y no presentan una yema principal de crecimiento.

Dentro de la comunidad sobresalen los individuos de *Yucca carnerosana*, son ejemplares que sobrepasan los 4 m de altura, se encuentran creciendo en grupos de 3 a 4 individuos, también se les puede localizar creciendo en forma individual; y como una de sus formas de reproducción es asexual otra forma de encontrarlos es en grupos donde el individuo que los origina es el más grande y se localiza en el centro, el resto son de altura menor y rodean a la planta madre.

Otra especie abundante dentro de la comunidad es el *Dasyllirion* (comúnmente llamado sotol) son plantas que crecen en forma individual cuando provienen de semilla y cuando se reproducen asexualmente se les encuentra en grupos de 3 a 5 individuos, son plantas que alcanzan una altura de hasta 2 m, su característica principal dentro de la comunidad es que cuando florecen emiten una inflorescencia como la del maguey, pero mucho más delgada la cual mide alrededor de los 3 m y cuando se seca queda erguida en la planta sobresaliendo dentro de la comunidad. Cabe aclarar que el sotol es una planta monoica, por lo cual se encuentran plantas que producen las estructuras femeninas y plantas que producen las estructuras masculinas. Cuando están madurando las semillas es muy fácil diferenciar a las plantas debido a que las inflorescencias femeninas se identifican por contener dentro de las espiguillas

que las formas a las semillas, las cuales se encuentran dentro de una estructura que las envuelve (ala) en forma poligonal.

El *Juniperus erythrocarpa* es una especie poco abundante dentro de la comunidad, abundan los individuos pequeños que no sobrepasan el metro de altura, existen individuos que sobrepasan el 1.30 m de altura pero están presentes más bien en forma aislada.

4.19.2.2. Estrato medio

En este estrato se pueden incluir a: *Agave* sp., *Nolina* sp., *Hetchia glomerata* y *Quercus intricata*, que son las especies que les siguen en tamaño a las anteriores.

En cuanto al *Agave* sp., se puede decir que es raro encontrarlo en forma solitaria, generalmente crece en grupos numerosos donde existen individuos de alturas entre los 10 a 50 cm, también existen individuos que sobrepasan el metro de altura, estos pueden crecer a cielo abierto debido a que cuentan con suelo suficiente en la base de ellos, crece en general bajo el dosel de los pinos o de cualquier otra especie de mayor tamaño donde se encuentre acumulada materia orgánica.

La *Hetchia glomerata* es una especie menos difundida que el *Agave*, dentro de la comunidad, es una planta que presenta una altura de apenas unos 30 cm, aunque también existen individuos que logran alcanzar alturas mayores (hasta 50 cm), al igual que a los agaves se les encuentra bajo el dosel de las especies de mayor altura y que contienen materia orgánica acumulada. Se les encuentra indistintamente creciendo en forma solitaria o en grupos.

El cortadillo (*Nolina* sp.) es una especie de talla un poco más grande de aproximadamente 1 a 1.50 m, aunque generalmente los individuos que se

encuentran presentan evidencia de ser aprovechados, al cortadillo se le observa creciendo generalmente a cielo abierto, debido a que con su forma de crecimiento cespitoso el mismo se provee de acumulación de suelo y materia orgánica para su crecimiento. Debido a su crecimiento, es difícil saber cuantos individuos se encuentran en cada macollo, aunque también es común encontrarlos en forma individual.

El *Quercus intricata* es una especie de encino enano que en ocasiones se encuentra totalmente postrado sobre el suelo y en otras creciendo en forma arbustiva, alcanza una altura de aproximadamente un metro, se le localiza en toda la comunidad, pero su densidad aumenta conforme se va ganando altitud y sobre todo en el parteguas donde no existe mucha pendiente.

4.19.2.3. Estrato bajo

Dentro de éste, se puede incluir al resto de las especies las cuales se caracterizan por su poca altura.

En éste estrato sobresalen las compuestas que son las plantas que mayor altura alcanzan (algunas alrededor de los 60 cm), pero que por su estacionalidad no se pueden clasificar dentro del estrato anterior. Otra especie que se puede mencionar aparte es el nopal (*Opuntia rastrera*), es una especie que no es muy abundante en la comunidad y debido a sus tallos rastreros alcanza una altura de 15 cm, se presenta en manchones muy aleatorizados.

El resto de las plantas se encuentran distribuidas indistintamente, sobresale el hecho de que la mayoría crece bajo el dosel de las plantas mayores donde abunda la materia orgánica o donde existe un resquicio entre las piedras y se acumula suelo. Es evidente el mayor número de especies en las áreas donde se logra acumular al agua en la época de lluvias.

Las cactáceas son un grupo de plantas que también están presentes en el área, pero son más bien escasas y presentan una mayor densidad en las áreas más inaccesibles y menos perturbadas.

4.19.3. Formas de vida

Dentro de los resultados encontrados se tienen que las Hemicriptófitas están presentes en la comunidad en un 44.23 %, seguido de las Caméfitas con un 30.77%, a continuación se tiene a las Fanerófitas con un 23.07% y por último las que se presentan en menor proporción son las Terófitas con un 1.93%. Un porcentaje similar de Hemicriptófitas (46%) reporta Silva (1994) para el bosque de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*, en el Estado de Tlaxcala.; por su parte Fuentes (1992) reporta un 36% de Hemicriptófitas para el bosque de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en Puebla.

Se puede ver que las especies herbáceas son las que dominan con un 75%, lo que quiere decir que las especies de porte alto son una mínima parte dentro de la comunidad, con aproximadamente una cuarta parte, del total de las especies presentes.

Como se puede apreciar las más abundantes son las Hemicriptófitas, esto puede ser debido a que las condiciones climáticas del área no son favorables para su permanencia todo el año, se tiene que la altitud (2500-2800 m), temperatura (16° C) y precipitación (440.2 mm) son limitantes que restringen a las plantas y que les obligan a encontrar la forma de escapar a las condiciones extremas de temperatura y de sequía (octubre-mayo aproximadamente), una forma de sobrevivencia podría ser la de tener un aparato aéreo herbáceo, el cual desaparece al aparecer las condiciones desfavorables.

Otra forma de escapar a las condiciones no favorables es la que presentan las Caméfitas (30.77%) las cuales tienen su base leñosa y las yemas a menos de

30 cm del suelo, lo que les permite evadir el frío y acumular nutrientes en los tallos.

Las especies pertenecientes a las Fanerófitas, se pueden subdividir en otras dos clases las Nanofanerófitas (de 30 cm a 2 m de altura) y las Microfanerófitas (de 2 a 8 m de altura), tal vez una de las limitantes para que las especies puedan desarrollar una altura mayor es la pobreza de sus suelos, ya que la mayor parte de ellos es roca aflorante y tiene poca profundidad, por lo tanto no hay acumulación de materia orgánica; las especies crecen en los pequeños espacios donde se logra acumular un poco de suelo, materia orgánica y agua; además de que la zona registra vientos que restringen su crecimiento tal vez por desecación y acame.

La lista de las especies y su clasificación de forma de vida se pueden ver en el anexo 15.

4.19.4. Características cuantitativas

Con base en los datos de las especies tomados en campo, se realizaron una serie de análisis cuantitativos, los cuales tienen por objeto realizar una descripción de las características de las especies dentro de la comunidad y las relaciones que éstas guardan entre sí, con la finalidad de realizar un estudio más detallado y profundo de la comunidad, finalizando en su caracterización. Los resultados de los análisis se presentan desglosados de la manera siguiente:

La toma de datos se realizó por dos métodos de muestreo diferentes: el método de cuarto de punto, el cual se utilizó para la toma de datos de las especies del estrato superior y medio (excepto *Quercus intricata*); y el método de cuadrantes, utilizado para la toma de datos del estrato bajo. Por lo que primero se presentan los resultados del análisis del método de cuarto de punto.

4.19.4.1. Método del punto cuadrante

En el análisis de las especies se tomaron en cuenta 4 parámetros, la cobertura (Cuadro 6), densidad (anexo 16), dominancia (anexo 17) y frecuencia (anexo 18), de las cuales, la suma de las cifras de los tres últimos nos arrojó un valor de importancia para cada una de las especies.

4.19.4.1.1 Cobertura

En cuanto a la cobertura, se tiene que la especie dominante es el *Pinus johannis* con $5.7785 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, esta supremacía del pino se debe principalmente a que las condiciones existentes de altitud, precipitación, temperatura y humedad son las óptimas para su presencia. Lo que resalta es de que no hay necesidad de que la especie adquiriera una altura grande para poder tener una mayor cobertura, sino que se extiende formando una especie de sombrilla a muy poca altura del suelo, lo que le permite tener una mayor superficie cubierta.

Le siguen en importancia el *Agave* sp. con $1.932 \text{ m}^2/100\text{m}^2$ y el *Dasyllirion* sp. con $1.599 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, estas especies no son grandes en altura, pero sucede algo parecido que en el pino, la diferencia es que aparte de extenderse hacia los lados como parte de su crecimiento, el tipo de reproducción asexual con el que cuentan, les permiten ir agrandando el diámetro de su cobertura. Además, se pudo observar que las mayores densidades de éstas especies están en las partes a menores altitudes, sobre las mismas pendientes de los cerros, por lo que se puede decir que el área es la ecotonía entre este tipo de especies y el bosque de pino.

La *Nolina* sp. con una cobertura de $1.09 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, es una especie con similar tipo de crecimiento y reproducción que las dos especies anteriores, la diferencia es de que ésta especie comienza su distribución en ésta parte de la comunidad.

Por último, tenemos al *Juniperus erythrocarpa* con $0.849 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, presenta un valor muy bajo debido a que la mayoría de los individuos presentan talla pequeña; le sigue la *Yucca carnerosana* con $0.251 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, este valor es debido a la forma de crecimiento que presenta la especie, es decir, que presenta un crecimiento monopódico que en la parte superior tiene las hojas en forma de roseta, la cobertura de dicha roseta no es muy superior a la del tallo, y los tallos no crecen mucho (alrededor de los 50 cm en la base); así, aunque la palma alcance alturas alrededor de los 4 m, la cobertura no es mucha; por último tenemos a la *Hetchia glomerata* que tiene una cobertura de $0.066 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, lo cual se puede explicar por lo pequeño de la planta y por la falta de abundancia de la especie.

Cuadro 6. Cobertura de las especies del estrato arbustivo en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	COBERTURA ($\text{M}^2/100\text{M}^2$)
<i>Pinus johannis</i>	5.7785
<i>Yucca carnerosana</i>	0.2517
<i>Hetchia glomerata</i>	0.0660
<i>Nolina sp.</i>	1.0960
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	0.8494
<i>Dasyllirion sp.</i>	1.5993
<i>Agave sp.</i>	1.9322

4.19.4.1.2. Densidad Relativa

La densidad relativa indica la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

La densidad relativa mayor corresponde al *Pinus johannis* con 55%, seguido de *Yucca carnerosana* y *Dasyllirion sp.* con 12.5%, posteriormente se tiene a *Agave sp.* con 10%, *Nolina sp.* con 5% y las últimas dos especies son *Juniperus erythrocarpa* y *Hetchia glomerata* cada uno con 2.5% (cuadro 7); lo que quiere decir que de cada 1000 individuos en la comunidad, 550 son de pino, 125 de

Yucca, 125 de *Dasyllirion*, 100 de *Agave*, 50 de *Nolina*, 25 de *Juniperus* y 25 de *Hetchia glomerata*.

4.19.4.1.3. Frecuencia relativa

La frecuencia relativa es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies.

La frecuencia mayor la obtuvo *Pinus johannis* con un valor de 41.67%, luego el *Agave* con 16.66%, seguido de *Yucca* y *Dasyllirion* cada uno con 12.5%, la *Nolina* tuvo una frecuencia de 8.33% y por último la *Hetchia* y el *Juniperus* presentaron un valor de 4.16% cada uno (cuadro 7); esto se puede traducir como que, de cada 100 puntos de muestreo que se realicen en la comunidad en 42 puntos aparecerá el pino, en 17 el *Agave*, en 13 la *Yucca* y el *Dasyllirion*, en 9 estará la *Nolina* y la *Hetchia* y el *Juniperus* en 5 puntos.

4.19.4.1.4. Dominancia relativa

La dominancia relativa es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

La especie con mayor dominancia es el *Pinus johannis* con 85.29%, le sigue en valor el *Agave* con 7.36%, *Juniperus* con 3.23%, luego la *Nolina* con 1.67%, seguido de *Dasyllirion* y *Yucca* con 1.22% y 1.01% respectivamente y por último tenemos a *Hetchia* con 0.20% (cuadro 7); de lo anterior se puede decir lo siguiente: si la cobertura de todos los individuos fuera de 100 m², 85.29 m² corresponderían a pino, 7.36 m² serían de *Agave*, al *Juniperus* corresponderían 3.23 m², la *Nolina* contaría con 1.65 m², mientras que el valor del *Dasyllirion* y la *Yucca* sería de 1.22 y 1.01 m² para cada uno y por último la *Hetchia* tendría sólo 0.20 m² de cobertura.

Cuadro 7. Frecuencia, dominancia y densidad de las especies del estrato arbustivo de la comunidad de *Pinus johannis*, en C. del Oro, Zac.

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA
<i>Pinus johannis</i>	41.67	85.29	55
<i>Yucca carnerosana</i>	12.50	1.01	12.5
<i>Dasyllirion sp.</i>	12.50	1.22	12.5
<i>Hetchia glomerata</i>	4.16	0.20	2.5
<i>Nolina sp.</i>	8.33	1.67	5
<i>Agave sp.</i>	16.66	7.36	10
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	4.16	3.23	2.5

4.19.4.1.5. Importancia

La importancia de las especies se obtiene al sumar la densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (cuadro 8), proporcionándonos información sobre la influencia de la especie dentro de la comunidad, el valor puede fluctuar entre 0 y 300.

La especie que resultó ser la más importante para la comunidad en estudio fue el *Pinus johannis* con un valor de 181.96, le sigue el *Agave* con 34.02, el *Dasyllirion* tienen 26.22, mientras que la *Yucca* presenta una importancia de 26.01, por su parte la *Nolina* obtuvo 15, a su vez *Juniperus* y *Hetchia* obtuvieron 9.89 y 6.86 respectivamente.

En el estudio realizado por Silva (1994), el *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* resultó ser la especie más importante, con un valor de 168.32, por lo que se puede decir que los valores de las especies restantes en ambos casos, son muy bajos respecto a los primeros; mientras que Fuentes (1992) reporta que *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* también es la especie más importante con un valor de 129.58, sin embargo este valor indica que existe otra especie con valor similar.

Cuadro 8. Importancia de las especies del estrato arbustivo en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA	ORDEN DE IMPORTANCIA
<i>Pinus johannis</i>	181.96	1
<i>Yucca carnerosana</i>	26.01	4
<i>Dasyllirion</i> sp.	26.22	3
<i>Hetchia glomerata</i>	6.86	7
<i>Nolina</i> sp.	15	5
<i>Agave</i> sp.	34.02	2
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	9.89	6

Otros datos que se obtuvieron mediante este análisis y que nos indican el grado de espesura que presenta la comunidad es la distancia entre plantas, el cual fue de 3.27 m y la densidad absoluta que es de 9.32 individuos por cada 100 m². Valores similares de distancia son reportados por Fuentes(1992) y Silva (1994), con 2.89 m y 3.17 m respectivamente, por lo que las comunidades se puede clasificar como abiertas; en cuanto a la densidad absoluta, los anteriores autores reportan 11.98 y 9.92 por cada 100 m², para cada comunidad.

4.19.4.2. Método de área

Este método sirvió para analizar al estrato bajo (herbáceo) de la comunidad.

En el análisis de las especies se tomaron en cuenta 4 parámetros, cobertura (cuadro 9), densidad (anexo 19), dominancia (anexo 20) y frecuencia (anexo. 21), la suma de las tres últimas cifras nos arrojó un valor de importancia para cada una de las especies (cuadro 11).

4.19.4.2.1. Cobertura

La cobertura se refiere a la proyección vertical sobre el suelo que tiene la parte aérea de la planta. En el cuadro 9 se presentan los valores de cobertura para todas las especies herbáceas, pero únicamente se hablará de las 10 primeras.

Se tiene que la especie que mayor cobertura presenta es *Cowania plicata* con 703.71 cm²/m², seguido de *Quercus intricata* con 402.12 cm²/m², *Haplopappus juarences* con 161.52, *Gymnosperma glutinosum* con 142.58, *Eupatorium calophyllum* con 129.62, *Stevia salcifolia* con 112.43, *Ceanothus greggii* con 74.66, *Lepidium montanum* con 45.44, *Poliomintha bicolor* con 28.13 y *Heterotheca villosa* con 24.34.

De manera general, se da una explicación del porqué de la dominancia de éstas especies; se tienen que *Quercus* y *Cowania* son plantas leñosas, perennes, que pierden sus hojas durante el periodo de frío, además que son las especies con mayor altura y si a esto le agregamos que su forma de crecimiento es extendida, tal vez nos ayudaría a explicarnos el porqué de los números que presentan; le siguen el grupo de las compuestas (excepto *Ceanothus*, *Lepidium* y *Poliomintha*) que si bien se presentan un número mayor de individuos, éstos son de menor tamaño, tanto de altura como de diámetro, además de que la mayoría pierde la biomasa en época de frío y sequía, lo que impide que tengan un gran crecimiento; por otra parte está el *Ceanothus* que presenta un crecimiento intermedio entre las especies anteriores, pero su falta de abundancia hace que su cobertura no sea mucha; por último tenemos a la *Poliomintha* y *Lepidium*, que presentan un caso similar a la de las compuestas.

4.19.4.2.2. Densidad relativa

La densidad relativa indica la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

Debido a la gran cantidad de plantas que se encontraron, tomaremos a las 10 primeras, no sin aclarar que el resto son igual de importantes.

Cuadro 9. Cobertura de las especies del estrato herbáceo de la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	COBERTURA (cm ² /m ²)
<i>Eupatorium calophyllum</i>	129.62
<i>Muhlenbergia dubia</i>	11.37
<i>Haplopappus juarences</i>	161.52
<i>Heterotheca vilosa</i>	24.34
<i>Stipa mexicana</i>	8.01
<i>Ceanothus greggii</i>	74.66
<i>Mammillaria sp</i>	2.67
<i>Mammillaria sp1</i>	3.00
<i>Mammillaria sp2</i>	3.45
<i>Seclem buvergasi</i>	0.88
<i>Verbena menthaefolia</i>	12.56
<i>Lycurus phleoides</i>	19.47
<i>Bouteloua curtipendula</i>	7.42
<i>Stevia salcifolia</i>	112.23
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	142.58
<i>Leucelene ericoides</i>	20.73
<i>Chrysactinia mexicana</i>	22.72
<i>Poliomintha bicolor</i>	28.13
<i>Tridens pilosus</i>	6.13
<i>Quercus intricata</i>	402.12
<i>Lepidium montanum</i>	45.44
<i>Stipa leucotricha</i>	14.18
<i>Cowania plicata</i>	703.71
<i>Euphorbia furcillata</i>	8.94
<i>Bouteolua gracilis</i>	17.59
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	13.80
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	6.68
<i>Zinnia grandiflora</i>	7.09
<i>Gilia stewartii</i>	7.95
<i>Opuntia rastrera</i>	1.20

La mayor densidad la obtuvo *Lepidium montanum* 1.28, *Haplopappus juarences* con 1.19, *Stevia salcifolia* con 1.16, *Bouteloua gracilis* con 1.02, *Muhlenbergia dubia* con 1.01, *Stipa mexicana* con 0.99, *Bouteloua curtipendula* con 0.91 al igual que *Muhlenbergia pucilla* y *Tridens pilosus*, por último encontramos a *Piptochaetium fimbriatum* con 0.82, (cuadro 10).

Lo anterior se puede interpretar como que de cada 1000 individuos en el estrato bajo, 12 corresponden a *Lepidium montanum*, 11 a *Stevia salcifolia* y *Haplopappus juarences*, 10 a *Bouteloua gracilis* y a *Muhlenbergia dubia*, por su parte *Stipa mexicana* contaría con 9 individuos lo mismo que *Bouteloua curtipendula*, *Muhlenbergia pucilla* y *Tridens pilosus* y al final nos encontraríamos que *Piptochaetium fimbriatum* tendría 8.

4.19.4.2.3. Dominancia relativa

La dominancia relativa es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

La especie con mayor dominancia es *Cowania plicata* con 34.86, seguido de *Quercus intrincata* con 19.92, *Haplopappus juarences* con 8, *Gymnosperma glutinosum* con 7.06, *Eupatorium calophyllum* con 6.42, *Stevia salcifolia* con 5.56, *Ceanothus greggii* con 3.69, *Lepidium montanum* con 2.25 y por último *Poliomintha bicolor* y *Heterotheca villosa* con 1.39 y 1.20 respectivamente (cuadro 10); lo que quiere decir, que si la cobertura de todas las especies herbáceas fuera de 100 m², 34.86 m²corresponderían a *Cowania*, 19.92 a *Quercus* y así sucesivamente hasta llegar a *Heterotheca* la cual tendría una cobertura de 1.20 m².

4.19.4.2.4. Frecuencia relativa

La frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies.

La mayor frecuencia la obtuvo *Bouteloua curtipendula* con 8.33, seguido por *Stevia salcifolia* y *Eupatorium calophyllum* cada uno con 7.14, luego se presenta *Bouteloua gracilis* con 5.95, *Muhlenbergia dubia*, *Heterotheca villosa*, *Mammillaria* sp y *Gymnosperma glutinosum* con un valor igual de 4.76 y por

último tenemos a *Poliomintha bicolor*, *Stipa leucotricha* y *Tridens pilosus* con su respectivo 3.57 (cuadro 10); lo anterior quiere decir que de cada 100 puntos de muestreo que se levanten en la comunidad *Bouteloua curtipendula* aparecerá en 9, *Stevia* y *Eupatorium* en 8 y así hasta llegar a *Tridens* el cual se contabilizaría en 5 puntos.

Cuadro 10. Densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa del estrato bajo de la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	DOMINANCIA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)
<i>Eupatorium calophyllum</i>	7.14285714	6.42160358	0.45955882
<i>Muhlenbergia dubia</i>	4.76190476	0.56510108	1.01102941
<i>Haplopappus juarences</i>	2.38095238	8.0023057	1.19485294
<i>Heterotheca vilosa</i>	4.76190476	1.20604553	0.68933824
<i>Stipa mexicana</i>	5.95238095	0.39724261	0.99264706
<i>Ceanothus greggii</i>	2.38095238	3.69884492	0.18382353
<i>Mammillaria sp</i>	4.76190476	0.14591099	0.68933824
<i>Mammillaria sp1</i>	3.57142857	0.04468524	0.24509804
<i>Mammillaria sp2</i>	3.57142857	0.17124275	0.30637255
<i>Seclem buvergasi</i>	2.38095238	0.0437733	0.36764706
<i>Verbena menthaefolia</i>	1.19047619	0.62255349	0.18382353
<i>Lycurus phleoides</i>	2.38095238	0.96483638	0.55147059
<i>Bouteloua curtipendula</i>	8.33333333	0.3678172	0.91911765
<i>Stevia salicifolia</i>	7.14285714	5.56001879	1.16421569
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	4.76190476	7.06376393	0.50551471
<i>Leucelene ericoides</i>	2.38095238	1.02745667	0.45955882
<i>Chrysactinia mexicana</i>	2.38095238	1.12564245	0.64338235
<i>Poliomintha bicolor</i>	3.57142857	1.39365255	0.79656863
<i>Tridens pilosus</i>	3.57142857	0.30398117	0.91911765
<i>Quercus intricata</i>	1.19047619	19.9217152	0.36764706
<i>Lepidium montanum</i>	1.19047619	2.2512849	1.28676471
<i>Stipa leucotricha</i>	3.57142857	0.70280466	0.73529412
<i>Cowania plicata</i>	2.38095238	34.8630016	0.64338235
<i>Euphorbia furcillata</i>	1.19047619	0.4432046	0.18382353
<i>Bouteolua gracilis</i>	5.95238095	0.87157496	1.02941176
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	1.19047619	0.68395784	0.91911765
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	2.38095238	0.33103551	0.82720588
<i>Zinnia grandiflora</i>	1.19047619	0.35140233	0.36764706
<i>Gilia stewartii</i>	1.19047619	0.39395968	0.36764706
<i>Opuntia sp1</i>	1.19047619	0.05958033	0.36764706

Se nota que los pastos (*Bouteloua*, *Muhlenbergia*, *Tridens* y *Stipa*) aparecen en este rubro por encima de *Cowania*, *Quercus* y otras, pero cabe señalar que por el tamaño reducido que presentan, en los rubros anteriores no se hacen notar, aunque en la comunidad halla más individuos que de las otras especies.

4.19.4.2.5. Importancia

La importancia es valor obtenido de la suma de la densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

Así se tiene que la especie más importante es *Cowania plicata* con 37.88, enseguida se presenta *Quercus intricata* con 21.47, *Eupatorium calophyllum* con 14.02, *Stevia salcifolia* con 13.86, *Gymnosperma glutinosum* con 12.33, *Haplopappus juarences* con 11.57, *Bouteloua curtipendula* con 9.62, *Bouteloua gracilis* con 7.85, *Stipa mexicana* con 7.34 y *Heterotheca vilosa* con 6.65, (cuadro 11).

Cuadro 11. Importancia de las especies del estrato herbáceo de la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	VALOR DE IMPORTANCIA	ORDEN DE IMPORTANCIA
<i>Eupatorium calophyllum</i>	14.0240195	3
<i>Muhlenbergia dubia</i>	6.33803526	11
<i>Haplopappus juarences</i>	11.578111	6
<i>Heterotheca vilosa</i>	6.65728852	10
<i>Stipa mexicana</i>	7.34227062	9
<i>Cenothus greggii</i>	6.26362083	12
<i>Mammillaria sp</i>	5.59715398	13
<i>Mammillaria sp1</i>	3.86121185	22
<i>Mammillaria sp2</i>	4.04904387	19
<i>Seclem buvergasi</i>	2.79237274	25
<i>Verbena menthaefolia</i>	1.99685321	26
<i>Lycurus phleoides</i>	3.89725935	20
<i>Bouteloua curtipendula</i>	9.62026818	7
<i>Stevia salcifolia</i>	13.8670916	4
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	12.3311834	5
<i>Leucelene ericoides</i>	3.86796787	21
<i>Chrysactinia mexicana</i>	4.14997718	18
<i>Poliomintha bicolor</i>	5.76164975	14

Continuación de cuadro 11

<i>Tridens pilosus</i>	4.79452739	16
<i>Quercus intricata</i>	21.4798384	2
<i>Lepidium montanum</i>	4.72852579	17
<i>Stipa leucotricha</i>	5.00952735	15
<i>Cowania plicata</i>	37.8873364	1
<i>Euphorbia furcillata</i>	1.81750432	29
<i>Bouteolua gracilis</i>	7.85336768	8
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	2.79355167	24
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	3.53919377	23
<i>Zinnia grandiflora</i>	1.90952558	28
<i>Gilia stewartii</i>	1.95208293	27
<i>Opuntia sp1</i>	1.61770358	30

Lo que se puede observar es que las compuestas y las gramíneas presentan valores similares en la comunidad, por lo que se puede decir que el estrato herbáceo es dominado por éstas familias, ya que *Cowania* y *Quercus* pudiesen ser considerados en el estrato arbustivo debido a sus características de tamaño las acercan más a éste estrato.

4.19.5. Índice de diversidad

En general, se considera que una comunidad es más compleja cuando mayor sea el número de las especies que la compongan y mientras menos dominante se presente una o pocas especies con respecto a las demás.

A la característica de las comunidades que mide ese grado de complejidad se le llama diversidad. Así tenemos a:

Índice de diversidad de Shannon-Weiner, este índice toma en cuenta dos componentes, número de especies y uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie, de acuerdo con esto un mayor número de especies incrementaría la diversidad así como también una mayor uniformidad.

El índice se obtuvo para dos estratos en general, el arbustivo y el herbáceo, la fórmula utilizada fue:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Donde:

H' = diversidad

P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t)

El resultado que se obtuvo fue de que la diversidad máxima para la comunidad es de 5.2479, la obtenida para arbustos fue de 2.23, debido a la poca abundancia de especies en éste estrato y también a la marcada dominancia de una sola especie (*Pinus johannis*); mientras que el estrato herbáceo obtuvo una diversidad de 4.379, debido a que se presentó un mayor número de especies y no hubo una especie marcadamente dominante como en el estrato anterior.

En el análisis de todas las especies como comunidad se obtuvo el valor de 4.37, lo cual quiere decir, que la comunidad no está en su óptima proporción de especies, tal vez debido a las actividades humanas dentro del área (recolección de plantas, incendios, pastoreo), las cuales interfieren con el desarrollo de la comunidad.

4.19.6. Fórmulas fisonómicas

Dansereau describió a la vegetación por medio de símbolos, de tal forma que es posible transformar el perfil real de la vegetación en una representación simbólica y gráfica.

Se realizaron las fórmulas fisonómicas para las especies arbustivas y el Danserograma (apéndice 9), quedando de la siguiente manera:

Pinus johannis: **A_o m C V a x**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto

- Tamaño: medio
- Cobertura: continua
- Función: siempreverde
- Forma de la hoja y tamaño: aguja
- Textura de la hoja: esclerófila

Yucca camerosana: **A_o t D V_o g k**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: alto
- Cobertura: árida o muy dispersa
- Función: siempreverde suculenta
- Forma de la hoja y tamaño: graminoide
- Textura de la hoja: suculenta

Juniperus erythrocarpa: **A_o m C_o V a x**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: medio
- Cobertura: discontinua
- Función: siempreverde
- Forma de la hoja y tamaño: aguja
- Textura de la hoja: esclerófila

Agave sp.: **A_o m G V_o t k**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: medio
- Cobertura: en grupos
- Función: siempreverde suculenta

- Forma de la hoja y tamaño: en forma de tallo
- Textura de la hoja: suculenta

Nolina sp.: **A_o m C_o V_o g k**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: medio
- Cobertura: discontinua
- Función: siempreverde suculenta
- Forma de la hoja y tamaño: graminoide
- Textura de la hoja: suculenta

Dasyllirion sp.: **A_o m C_o V_o g k**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: medio
- Cobertura: discontinua
- Función: siempreverde suculenta
- Forma de la hoja y tamaño: graminoide
- Textura de la hoja: suculenta

Hetchia glomerata sp.: **A_o b G V_o t k**

Interpretación:

- Forma de vida: arbusto
- Tamaño: bajo
- Cobertura: en grupos
- Función: siempreverde suculenta
- Forma de la hoja y tamaño: en forma de tallo
- Textura de la hoja: suculenta

4.19.7. Fitogramas de Lutz

Los fitogramas son estructuras poligonales usadas para caracterizar factores de la estructura fisonómica de las especies y permite comparaciones entre éstas. Se construyeron 3 fitogramas de Lutz utilizando como base a la frecuencia relativa, dominancia relativa, densidad relativa y la clase de altura.

El primer fitograma (figura 19) compara a *Pinus johannis*, *Juniperus monosperma*, *Yucca carnerosana* y *Agave* sp.; en el se puede notar la amplia dominancia que tiene el pino sobre las demás especies, además se puede apreciar que la *Yucca* a pesar de ser de una clase de altura mayor no es mucha su importancia, ya que en los demás rubros las demás especies presentan mayores números; también se tiene que el *Agave* es la segunda especie en importancia ya que su espectro es mucho más amplio que la del *Juniperus*.

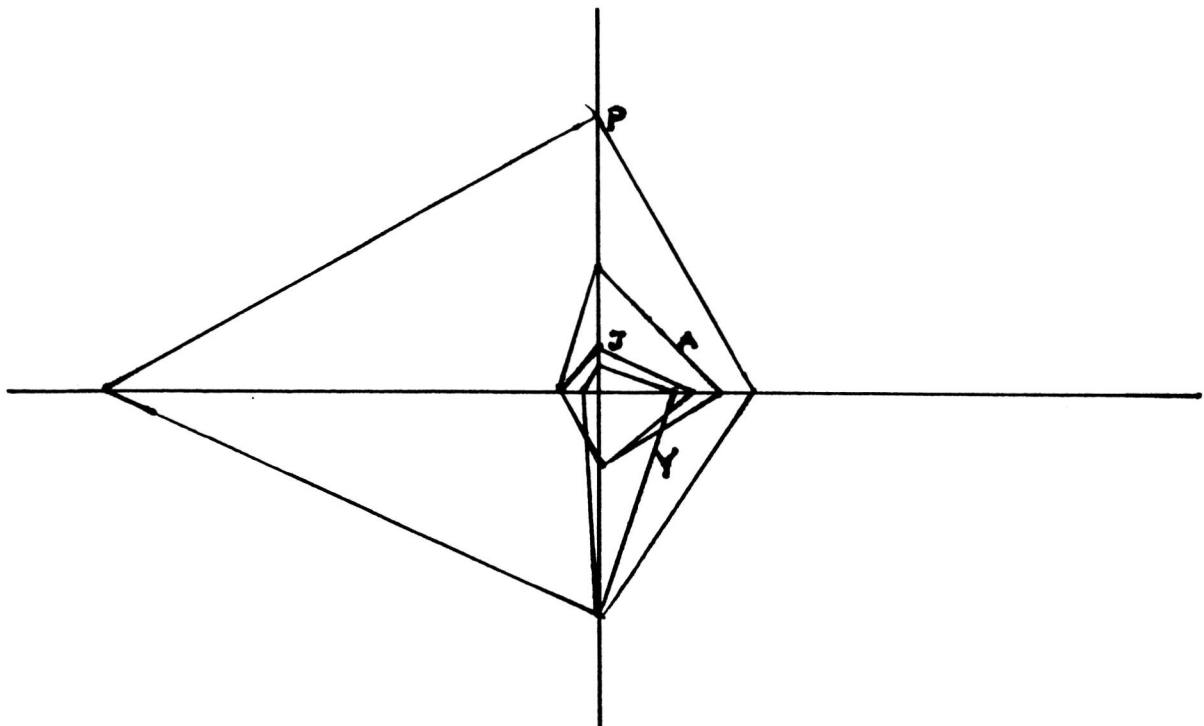


Figura 19. Fitograma de Lutz para las especies de *Pinus johannis* (P), *Juniperus erythrocarpa* (J), *Yucca carnerosana* (Y) y *Agave* sp (A).

En el segundo fitograma (figura 20) tenemos a *Pinus johannis*, *Dasyllirion* sp. y *Nolina* sp; también se aprecia la superioridad del pino, aunque en el rubro de frecuencia las otras dos especies no están tan lejanas, la segunda especie en importancia es el *Dasyllirion* aunque cabe señalar que no es por un margen amplio sobre la *Nolina*, ya que como se puede observar los números en clase, dominancia y densidad hay muy poca diferencia.

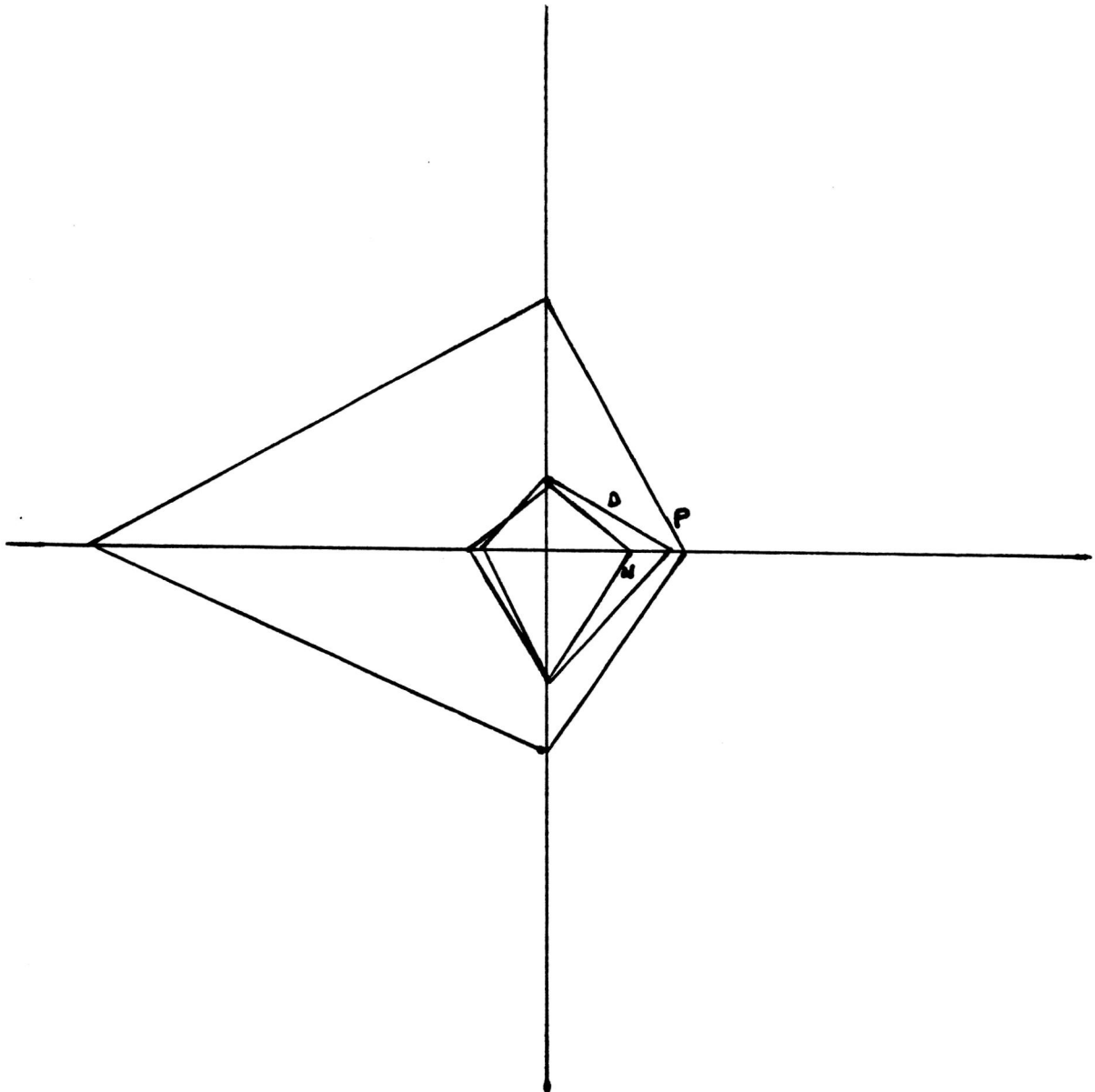


Figura 20. Fitograma de Lutz para las especies de *Pinus johannis* (P), *Dasyllirion* sp. (D) y *Nolina* sp. (N).

Y por último en el tercer fitograma (figura 21) se analiza a *Pinus johannis*, *Opuntia rastrera* y *Hetchia glomerata*; se puede observar la diferencia tan grande entre el pino y las especies restantes, pero entre ellas la diferencia para ser no muy significativa dado que en el fitograma su espectro es similar y la diferencia que se tiene en cuanto a frecuencia es mínima.

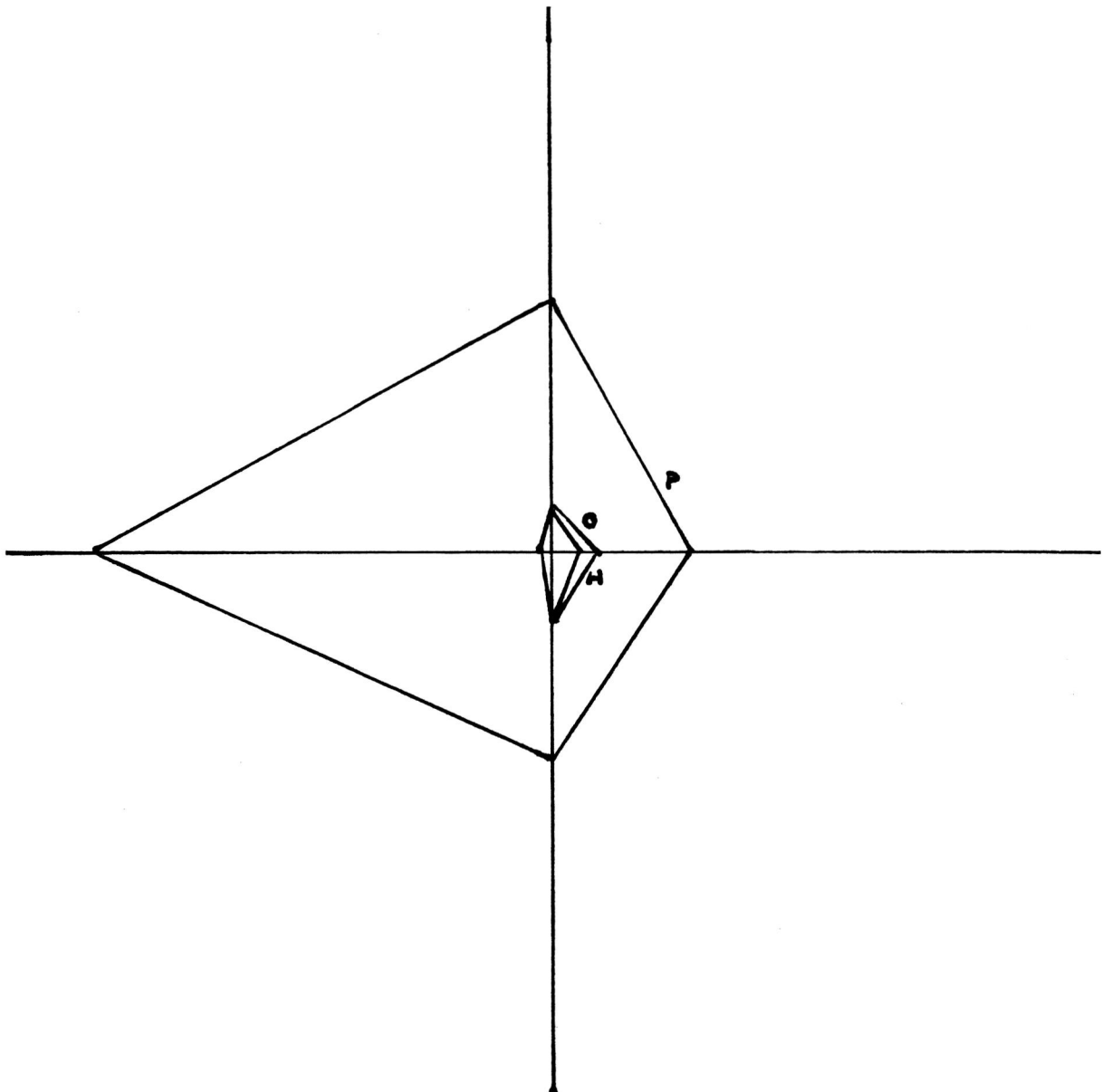


Figura 21. Fitograma de Lutz para las especies de *Pinus johannis* (P), *Opuntia* sp (O) y *Hetchia glomerata* (H).

4.19.8.Ordenación

La ordenación nos sirve para obtener secuencias o gradientes al disponer los individuos a lo largo de ejes de variación continua. El método utilizado para la ordenación de la comunidad de *Pinus johannis* es el basado en la matriz de semejanza.

La matriz ordenada es la siguiente:

Cuadro 12. Matriz de semejanza ordenada de la comunidad de *Pinus johannis*.

	1	3	5	4	2	6	8	7
1		0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.2	0.2
3			0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2
5				0.5	0.5	0.4	0.3	0
4					0.3	0.3	0.2	0.1
2						0.2	0.1	0.1
6							0.2	0.1
8								0
7								

Especie 1. *Pinus johannis*

Especie 2. *Juniperus erythrocarpa*

Especie 3. *Dasyllirion* sp.

Especie 4. *Nolina* sp.

Especie 5. *Agave* sp.

Especie 6. *Opuntia rastrera*

Especie 7. *Yucca carnerosana*

Especie 8. *Hetchia glomerata*

En la gráfica se aprecian 3 bloques, dependiendo del grado de asociación que existen entre las especies; bloque 1 lo integran la especie 7 y 8 con un grado de asociación de entre 0 a 0.3; el bloque 2 está constituido por las especies 2 y 4 con una asociación de entre 0.4 y 0.6; la especie 6 queda entre estos dos bloques, ya que presenta asociación con parte de las especies, presentando una asociación de entre 0.2 a 0.6; por último tenemos al bloque 3 que lo componen las especies 1, 3 y 5, con una asociación de 0.7 a 0.9.

En el bloque 1 tenemos que la especie 7 y la especie 8 no presentan asociación de tomarse en cuenta con ninguna especie, lo que indica que las especies se presentan dentro de la comunidad de manera muy escasa y aleatoria y que pueden estar presentes en compañía de cualquier especie. Esto indica que de cada 100 veces que aparecen el resto de las especies, la especie 7 y 8 sólo están presentes de una a tres ocasiones. También puede ser un indicador de que son las especies más escasas dentro de la comunidad.

La especie 6 no presenta una asociación con la especie 4 y 2, tal vez por ocupar sitios diferentes dentro de la comunidad, pero parece tener una asociación media con la especie 1, 3 y 5, ya que los números nos indican que de los sitios en que estas especies aparecen, la especie 6 está presente la mitad de ellos.

El grupo dos está integrado por la especie 4 y 2, las cuales presentan una asociación de entre 0.5 y 0.6, con las especies 1, 3 y 5; lo cual se clasificó como asociación media; esto se debe probablemente a que las especies tienen una densidad mayor que las anteriores.

El grupo tres lo componen las especies 1, 3 y 5; las cuales presentan un alto grado de asociación, siendo de entre 0.7 y 0.9; esto es probablemente a que son las especies más abundantes en toda la comunidad y como existe una distribución aleatoria, las tres especies se presentan en toda la comunidad,

además le agregamos que son también la que mayor número de individuos presenta, da como resultado que las tres especies tengan una alta asociación entre ellas.

V. CONCLUSIONES

En México existen 15 especies de pinos que pertenecen a los piñoneros.

Los pinos piñoneros, se distribuyen en 18 estados de la República Mexicana.

La especie de *Pinus johannis* crece sobre terrenos con pendientes que van de 35 a 65% de pendiente.

Las comunidades de piñoneros se distribuyen en las zonas áridas y semiáridas del País, siendo las más estudiadas, las que se localizan en el centro.

El *Pinus johannis* se presenta en la cima de los cerros a una altitud que va de los 2,600 a los 2,900 msnm, para esta localidad.

La comunidad de *Pinus johannis* se encuentra en colinadancia en la parte baja con el matorral espinoso.

Dentro de la comunidad las familias más importantes son: en el estrato arbustivo la Pinaceae (con *Pinus johannis*) y Agavaceae (con *Yucca carnerosana*, *Agave* sp. y *Dasyllirion* sp.) y estrato herbáceo la Compositae, (con *Eupatorium calophyllum*, *Gymnosperma glutinosum* y *Stevia salcifolia*), Fagaceae (con *Quercus intricata*) y Rosaceae (con *Cowania plicata*).

Las hemicriptófitas son la forma de vida dominante con un 44.23% seguido de las caméfitas con un 30.77%.

En cuanto a la cobertura se tiene que para el estrato superior la especie dominante es el *Pinus johannis* con $5.7785 \text{ m}^2/100\text{m}^2$, mientras que para el estrato herbáceo lo es *Cowania plicata* con $703.71 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

En el estrato superior, tanto en la frecuencia relativa como la densidad relativa y la dominancia relativa el *Pinus johannis* resultó ser el sobresaliente con un 41.67, 55% y 85. 29% respectivamente, dando como resultado ser la especie más importante con un valor de importancia de 181.96.

Para el estrato herbáceo la densidad relativa más alta fue para *Lepidium montanum* con 1.28%, la dominancia relativa mayor la presentó *Cowania plicata* con 34.86% y la frecuencia relativa dominante fue para *Bouteloua curtipendula* con 8.33%. Dando como resultado que la especie más importante es *Cowania plicata* con 37.88%.

VI. LITERATURA CITADA

- ALDRETE M., E. 1987. Estudio ecológico de los agostaderos del estado de Zacatecas. Tesis profesional. Ingeniero zootecnista. U.A.CH. Chapingo, México. pp. 4-149.
- AVILA NARANJO, J. A., E. García M., Y J. A. Reyes A. 1992. Registro de *Pinus discolor* Bailey et Hawksworth en la Sierra de Monte Grande, San Luis Potosí, México. Acta Botánica Mexicana: 20:9-12.
- BENITEZ P., A. Y O. BRAVO B. 1992. Caracterización fisonómica de la vegetación en la zona de influencia de la Unidad de Administración Forestal "Tepehuanes" Tepehuanes, Durango. Tesis profesional. Biólogo. UNAM. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. 118 p.
- CABALLERO D., M. Y R. AVILA R. 1989. Importancia actual y potencial de los pinos piñoneros en México. *In*: Memorias del III simposio nacional sobre pinos piñoneros. Octubre de 1989. Saltillo, Coahuila. México. pp. 18-22.
- CARMEN B., M.P.; J. DELGADILLO Y I. AGUADO. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. Acta botánica, 29: 1-30.
- CARRERA L., J.; F. RODRIGUEZ C.; V. SERRATO C. 1981. Plan de manejo para el uso múltiple del Cañón de San Lorenzo. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila. México. 133 p.
- CETENAL. 1974. Carta de uso del suelo. Concepción del Oro, Zac. G-14-C-62. Escala 1:50,000.
- CETENAL. 1975. Carta edafológica. Concepción del Oro, Zac. G-14-C-62. Escala 1:50,000.
- CETENAL. 1975. Carta geológica. Concepción del Oro, Zac. G-14-C-62. Escala 1:50,000.

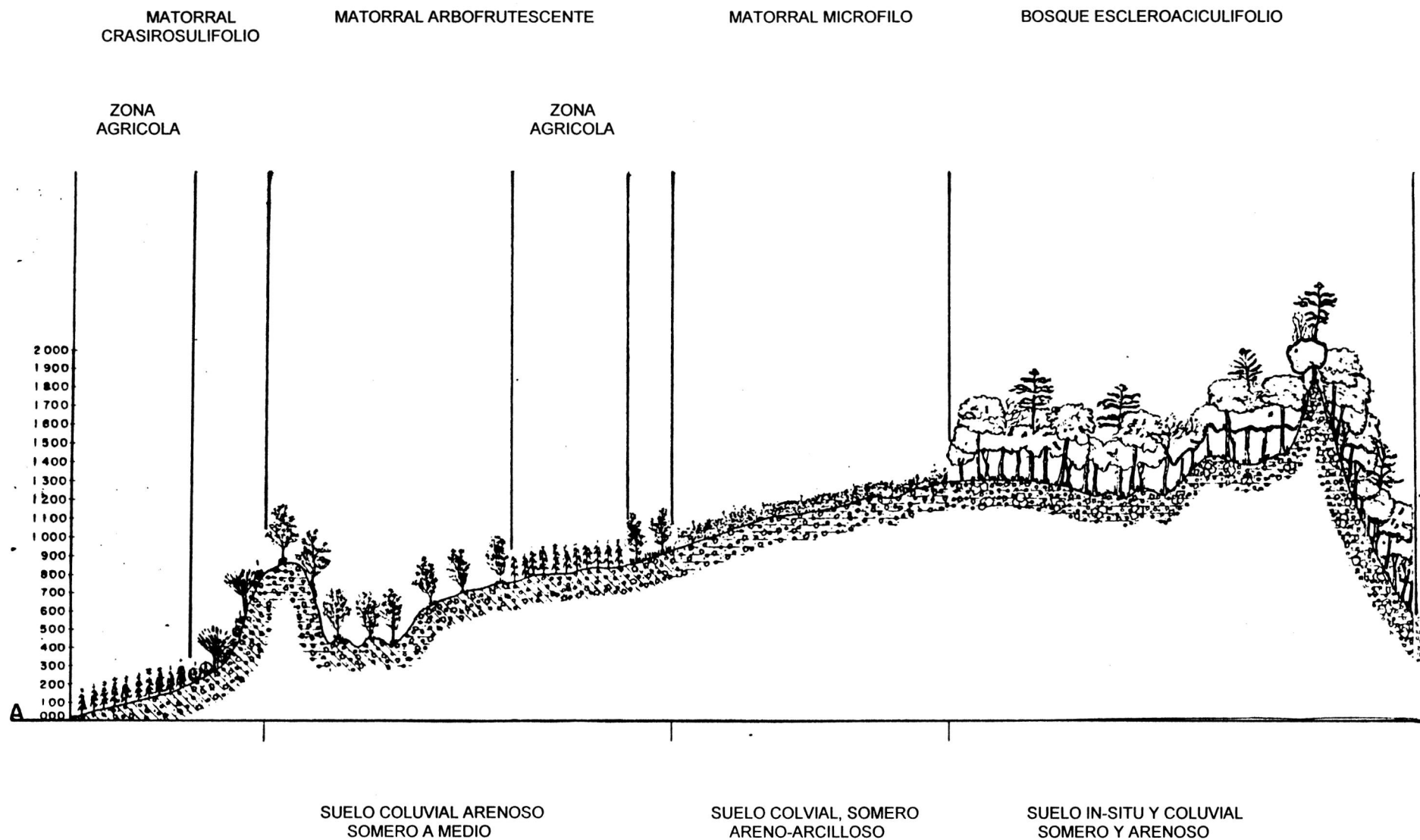
- CETENAL. 1976. Carta de uso potencial. Concepción del Oro, Zac. G-14-C-62. Escala 1:50,000.
- CLARKE, G. L. 1975. Elementos de ecología. 2 ed. Pueblo y Educación. La Habana.
- COTECOCA, 1975. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Baja California Sur. SAG. México.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Baja California, SAG. México.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de San Luis Potosí. SAG. México.
- COTECOCA. 1974. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Sonora. SAG. México.
- COTECOCA. 1978. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Chihuahua. SARH. México.
- COTECOCA. 1978. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Puebla. SARH. México.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Durango. SARH. México.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Guanajuato. SARH. México.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Coahuila. SARH. México.
- COTECOCA. 1979. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Jalisco. Tomo I. SARH. México.
- COTECOCA. 1980. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estados de Aguascalientes y Zacatecas. Tomo I. SARH. México.
- COTECOCA. 1980. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Hidalgo. SARH. México.
- COTECOCA. 1980. Coeficientes de agostadero de la República Mexicana. Estado de Zacatecas. SARH. México.

- CRITCHFIELD, W. B., LITTLE, E. L. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C. Miscellaneous Publication 991. 97 p.
- CRONQUIST, A. 1981. Botánica básica. 3ª. Imp. Trad: por Antonio Marino A. CONTINENTAL. México. pp 301-319.
- CRUZ DE L., J. 1984. Estudio dasonómico del bosque de coníferas de la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo forestal. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 116 p.
- DAVIS, T.A.W. AND RICHARDS, P.W. 1934. The vegetation of Morabilli Creek, British Guiana; and "ecological study of a limited area of tropical rain forest". I y II, J. Ecol., 21:350-384 (1933) y J. Ecol., 22:106-155.
- EGUILUZ P., T. 1987. Ecología de *Pinus maximartinezii*. Centro de Genética Forestal. Chapingo, México. 13 p.
- , ed y comp. 1985. Descripción botánica de los pinos mexicanos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 45 p.
- . 1987. Evolución de los pinos piñoneros mexicanos. *In*: II simposio nacional sobre pinos piñoneros, del 6 al 8 de agosto de 1987. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 83-89.
- ESCOTO C., C. 1988. Situación actual y perspectivas de los pinos piñoneros en el Estado de Zacatecas. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo especialista en bosques. U.A.CH. Chapingo, México. 84 p.
- FLORES ALCANTARA, R. 1980. Manual de prácticas de ecología general. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 121-139.
- FLORES O., R. 1985. Estudio florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León. *In*: Memorias del primer simposio nacional sobre pinos piñoneros. 10-12 de junio. Linares, Nuevo León. México. pp. 121-129.
- FRANCO LOPEZ, J., G. DE LA CRUZ A., A. CRUZ G., A. ROCHA R., N. NAVARRETE S., G. FLORES M., E. KATO M., S. SANCHEZ C., L. G. ABARCA A. C. M. BEDIA S. 1995. Manual de Ecología. 2 ed (3ª. Reimp). Trillas, México. 266 p.

- FUENTES M., B. 1992. Caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) del Municipio de Guadalupe Victoria, Puebla. Tesis profesional. Ingeniero forestal. U. A. CH. Chapingo, México. 70 p.
- GALVAN GALVAN, A. 1990. Caracterización y clasificación fisonómica del bosque piñonero del Municipio de Cadereyta, Querétaro. Tesis Profesional. Ingeniero forestal con orientación en economía y ordenación. Universidad Autónoma Chapingo, México. 63 p.
- GARCIA A., A. Y S. GONZALEZ E. 1991. Flora y vegetación de la cima del Cerro Potosí, Nuevo León, México. Acta botánica mexicana. 13: 53-74.
- GARCIA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª. ed. México. 217 p.
- GRANADOS SANCHEZ, D., R. TAPIA V. 1990. Comunidades vegetales. Agronomía 19: 235 p.
- HERNANDEZ R., A. Y E. GARCIA M. 1985. Datos estructurales de algunos piñonares del altiplano potosino. *In*: Memorias del primer simposio nacional sobre pinos piñoneros. 10-12 de junio. Linares, Nuevo León. México. pp. 150-159.
- HIRIART VALENCIA, P. y F. GONZALEZ M. 1983. Vegetación y fitogeografía de la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 54. Serie Botánica (número único): 29-96.
- KORMONDY, E. J. 1978. Conceptos de ecología. Trad. de la 3ª edición por Mª Carmen Tellez. Alianza, España.
- KREBS, CH. J. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Traducción de la 2ª edición por Jorge Blanco Correa. Harla, México. pp. 413-424.
- LANNER, R. M. 1981. The piñon pine: a natural and cultural history. Universidad de Nevada. Reno, Nevada. 208 p.
- LOPEZ BENITEZ, V. H. 1996. Estudio sin ecológico de los bosques piñoneros del Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. 75 pp.
- MARTINEZ, M. 1992. Los pinos mexicanos. 3 ed. Botas, México. 361 p.

- MAYA D., Y. 1988. Edafología. *In*: La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Arriaga, L. y A. Ortega (editores). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México. pp. 53-65.
- MCNAUGHTON, S. J. 1984. Ecología general. Traducido por Ramón Margalef. Barcelona. Pp. 346-395.
- MIROV, N.T. 1967. The genus *Pinus*. The Royal Press Company. New York. 602 p.
- MORELOS O., S. 1988. La vegetación: una aproximación a través de la fotointerpretación. *In*: La Sierra de la Laguna de Baja California Sur. Arriaga, L. y A. Ortega (editores). Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. México. pp. 69-81.
- NIEMBRO R., A. 1986. Mecanismo de reproducción sexual en pinos. LIMUSA. México. 130 p.
- OVIEDO AGUILAR, C. R. 1996. Estudio preliminar de un ecosistema forestal mixto de *Pinus culminicola* Andresen & Beaman y *Pinus hartwegii* Lindl. en el Cerro Potosí, Galeana, Nuevo León. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 52 p.
- PASSINI, M.F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los pinos piñoneros en México. *In*: Memorias del primer simposio nacional sobre pinos piñoneros. 10-12 de junio. Linares, Nuevo León. México. pp. 131-135.
- PEREZ DE LA R., J.A. 1985. Redescubrimiento del *Pinus cembroides* Zucc. en Jalisco. *In*: Memorias del primer simposio nacional sobre pinos piñoneros. 10-12 de junio. Linares, Nuevo León. México. pp. 234-238.
- PERRY, J. P. 1990. The pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland, Oregon. 231 p.
- RAMAMORTHY, T.P.; BYE, R.; LOT, A. AND J. FA (EDITORES). 1993. Biological diversity of Mexico. Origins and distribution. Oxford University Press Inc. New York. pp. 397-420.
- REBOLLEDO VELEZ, A. 1982. Estudio preliminar sobre la ecología de los piñonares en el Altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, México. 123 p.
- ROBBINS, W.W.; T.E. WEIER AND C.R. STOCKING. 1966. Botánica. Traducido por Alonso Blanckaller v. LIMUSA. México. pp. 515-541.

- ROBERT, M. P. 1978. Un nuevo pino piñonero mexicano. *Pinus Johannis* M. F. Robert, Adansonia, ser. 2, 18 (3): 365-373, Oaxis. ISSN 0001-804x.
- RODRIGUEZ GAMEZ A., J. A. VILLARREAL Q. y J. VALDEZ R. 1993. Vegetación y flora de la Sierra de Parras, Coahuila. *In*: Resúmenes de ponencias del I Congreso Mexicano Sobre Recursos Forestales, Saltillo, México. p. 7.
- ROMERO MANZANARES, A., M. LUNA C., E. GARCIA M. 1989. Organización de la vegetación asociada a los piñonares de las sierras meridionales de San Luis Potosí. *In*: Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros, Octubre, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. pp. 66-71.
- SILVA B., L.T. 1994. Caracterización sinecológica del bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) en Atlix, Tlaxcala. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo especialista en zonas áridas. U.A.C.H. Chapingo, México. 99 p.
- SIQUEIROS D., M.E. 1989. Coníferas de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México. 67 p.
- SUZAN A., H. 1985. Estudios autoecológico-dendrocronológicos en *Pinus nelsonii*. *In*: Memorias del primer simposio nacional sobre pinos piñoneros. 10-12 de junio. Linares, Nuevo León. México. pp. 137-149.
- SUZAN ASPIRI, H. y G. Sánchez R. 1989. Caracterización biótica de una comunidad de *Pinus nelsonii* Shaw en Tamaulipas. *In*: Memorias del III Simposio nacional sobre pinos piñoneros. Octubre de 1989. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. pp. 54-58.
- VIDAKOVIC, M. 1991. Conifers morphology and variation. Traducido del Croata por Maja Soljan. 2 ed. Grafickizavoo Hrvatske, Croacia. Pp. 417, 478.
- VILLARREAL Q., J.A. 1993. Introducción a la botánica forestal. Trillas. UAAAN. México. 151 p.
- ZAVALA CHAVEZ, F. y J.L. CAMPOS D. 1993. Una nueva localidad de *Pinus discolor* Bailey & Hawksworth en el centro de México. Acta Botánica Mexicana, 25:21-25.

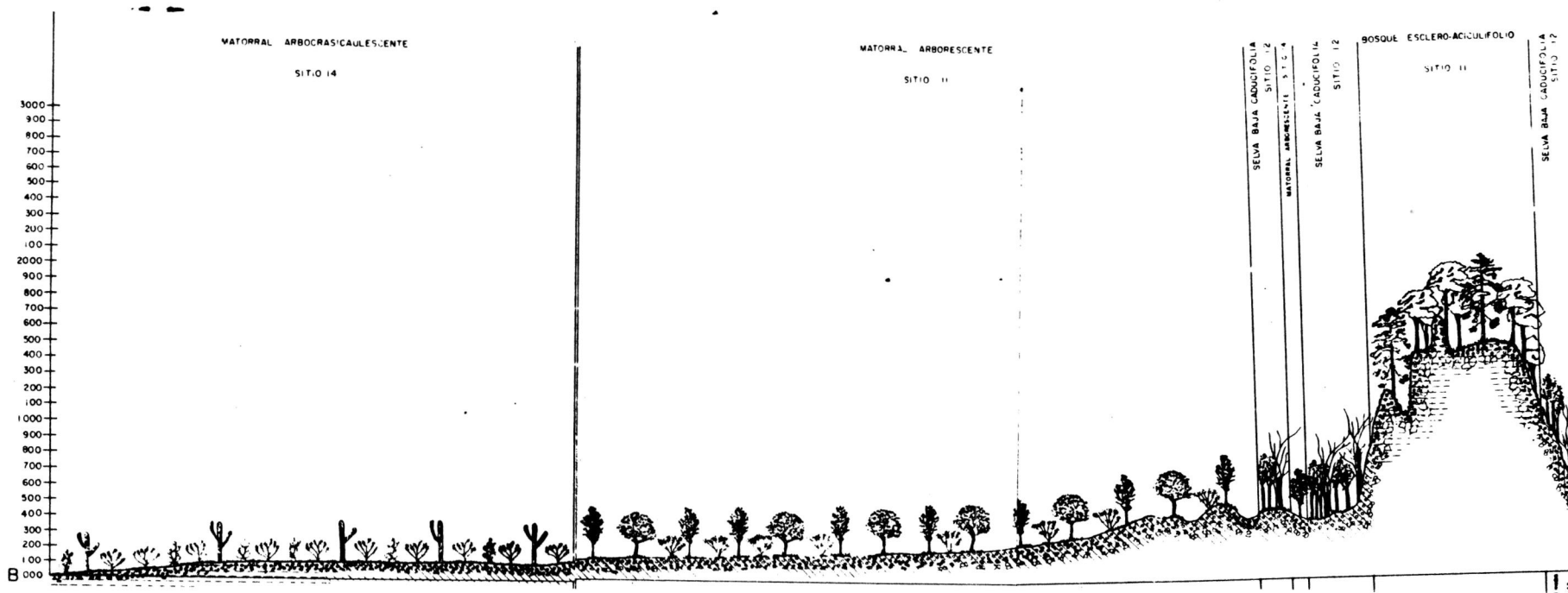


Anexo 1. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Baja California (COTECOCA, 1974).

MATORRAL ARBOCRASICAULESCENTE

MATORRAL ARBORESCENTE

BOSQUE ESCLERO ACICULIFOLIO

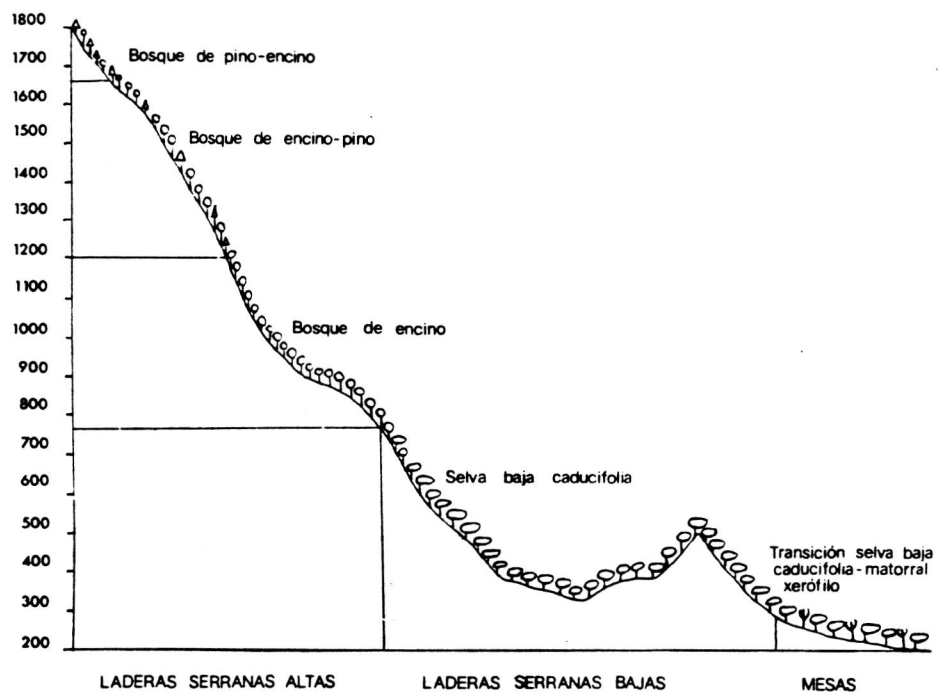


SUELO ALUVIAL, PROFUNDIDAD DE SOMERA A MEDIA,
ARENO-GRAVOSO

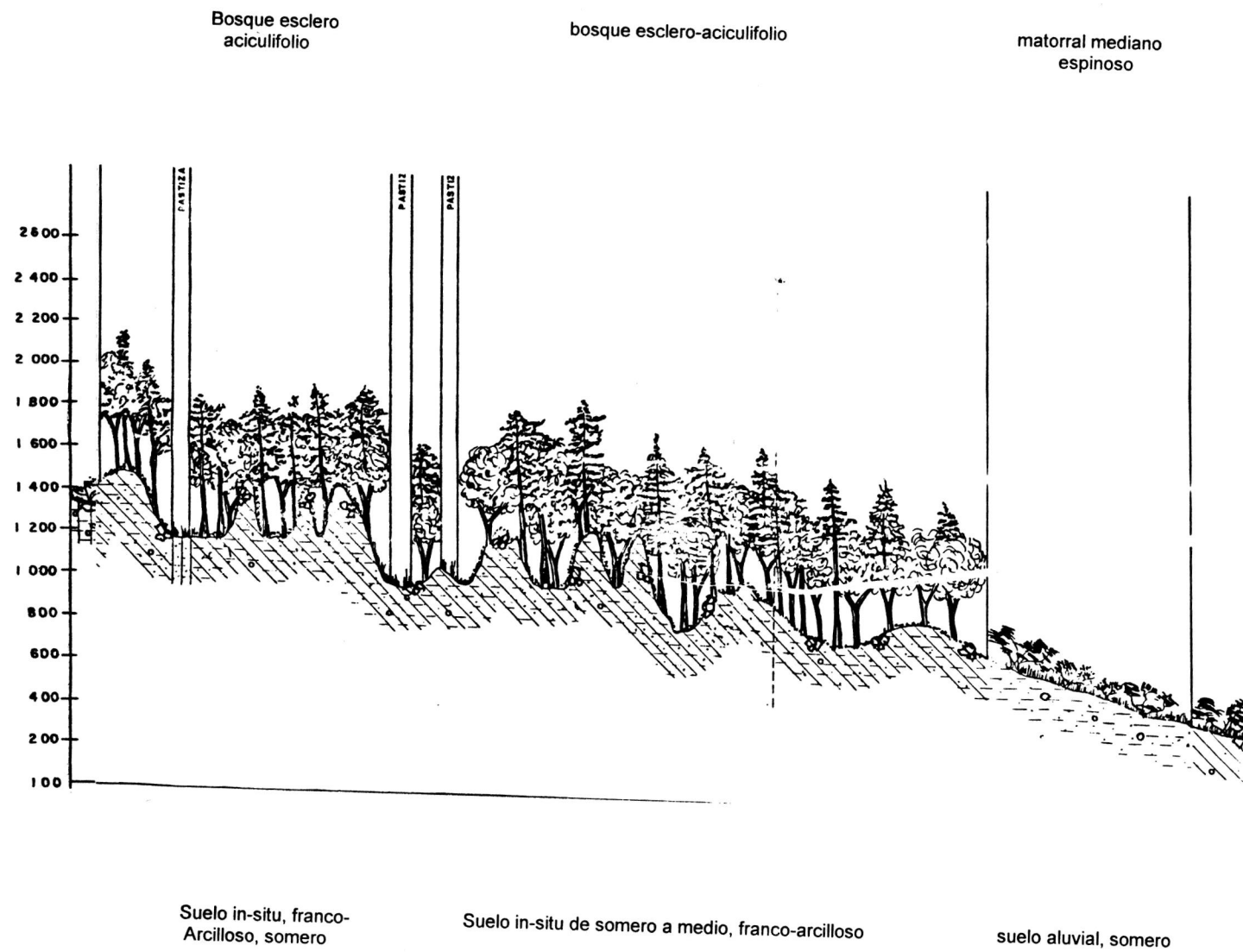
SUELO ALUVIO-COLUVIAL, PROFUNDIDAD MEDIO, GRAVO-ARENOSO

SUELO IN-SITU
SOMERO
ARENO-ARCI.

Anexo 2. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Baja California Sur, (COTECOCA, 1975).



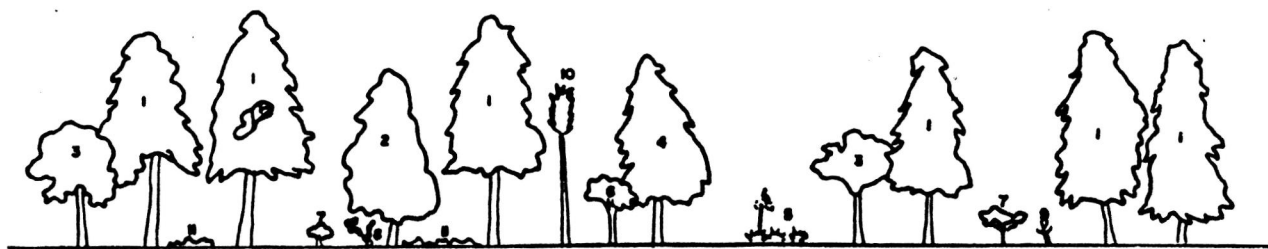
Anexo 3. Perfil esquemático de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, 23° 23' L.N. (Morelos, 1988)



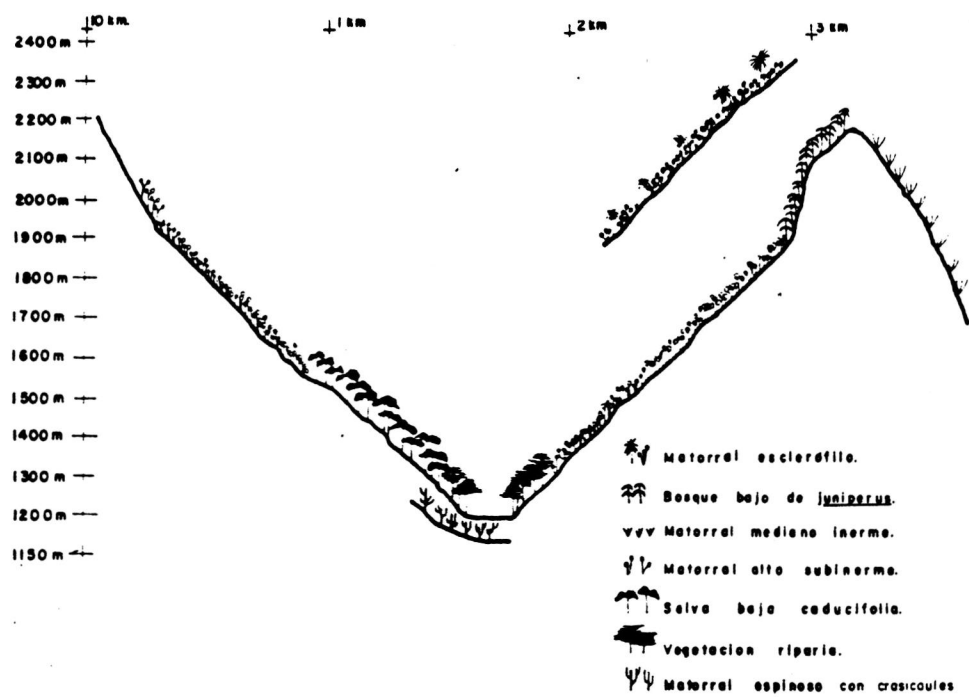
Anexo 4. Perfil diagramático de la vegetación en el Estado de Coahuila, (COTECOCA, 1979).



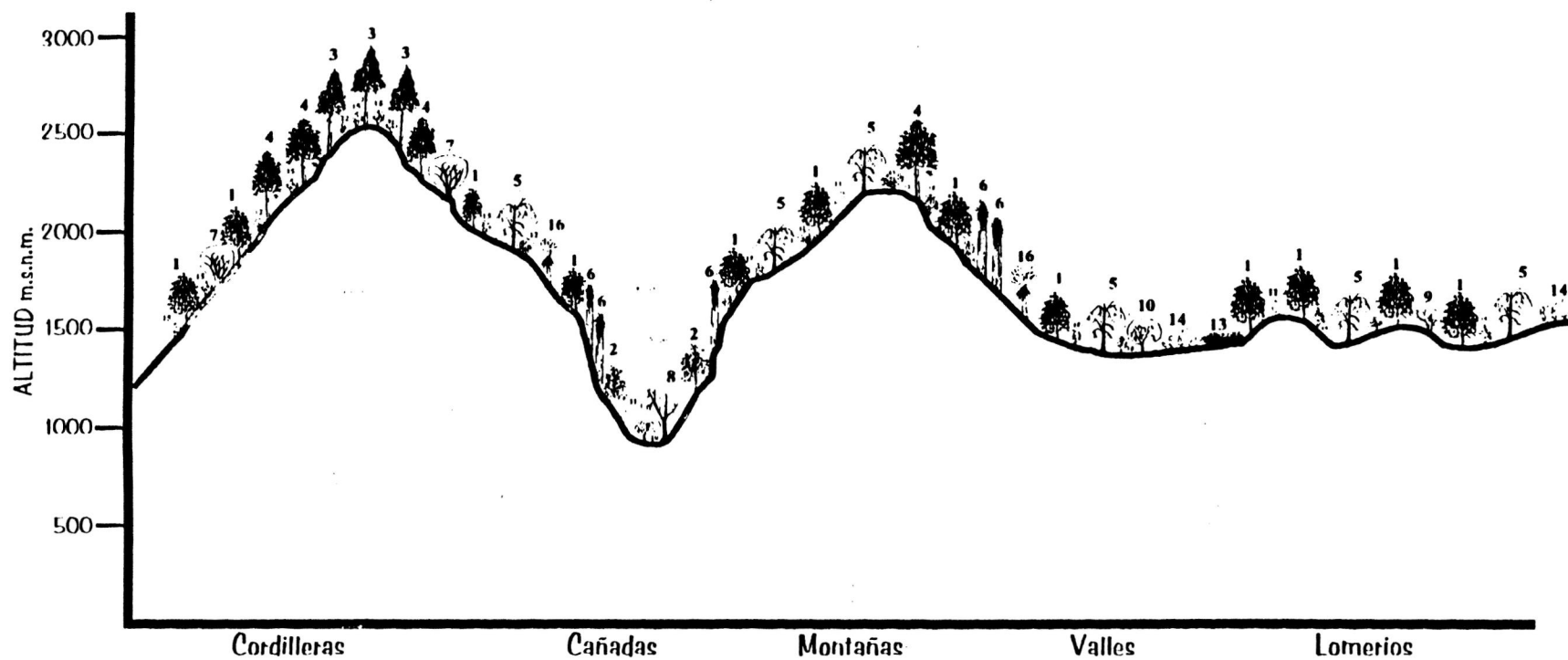
Anexo 5. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de Chihuahua, (COTECOCA, 1978).



nexo 6. Diagrama de la asociación de *Pinus cembroides* (1)-*Juniperus-Quercus*, con presencia de *Juniperus deppeana* (2), *Quercus chihuahuensis* (3), *P. chihuahuana* (4), *Agave parryi* (5), *Q. deserticola* (6), *Acacia schaffneri* (7), *Opuntia robusta* (8), *O. Imbricata* (9), *Yucca carnerosana* (10) y *Q. microphylla* (11), (Benitez y Bravo, 1992).

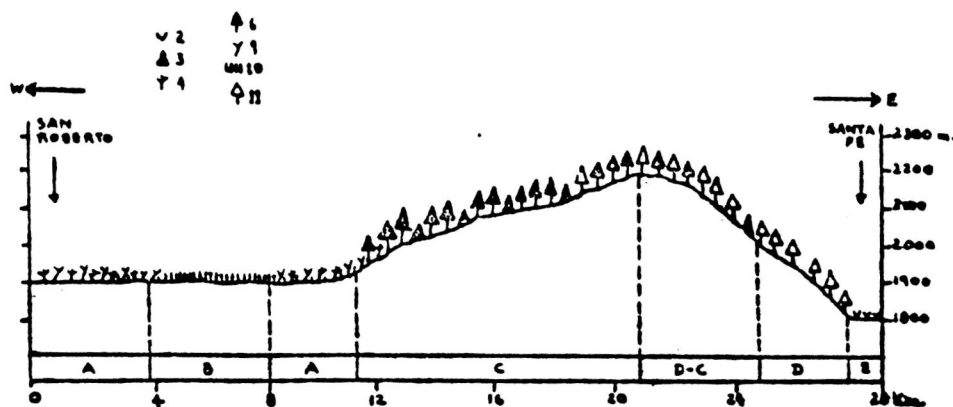


Anexo 7. Perfil esquemático de la vegetación en la Barranca de Tolantongo, Hidalgo, (Hiriart y González, 1983).



- 1.- *Pinus cembroides*; 2.- *Pinus pinceana*; 3.- *Pinus greggi*; 4.- *Pinus pseudostrobus*; 5.- *Juniperus flaccida*; 6.- *Cephalocereus senilis*; 7.- *Quercus* sp.;
 8.- *Prosopis laevigata*; 9.- *Arbutus xalapensis*; 10.- *Sophora secundiflora*; 11.- *Agave xilonacantha*; 12.- *Dasyllirion longissimum*;
 13.- *Ephedra compacta*; 14.- *Opuntia rastrera*; 15.- *Flourensia resinosa*; 16.- *Yucca filifera*.

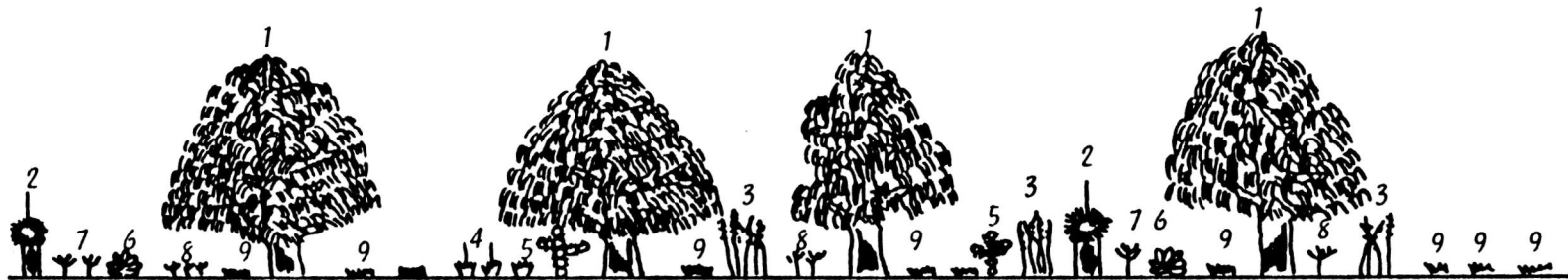
Anexo 8. Perfil fisonómico general de la vegetación del bosque piñonero del Valle del Mezquital, Hgo., (López, 1996).



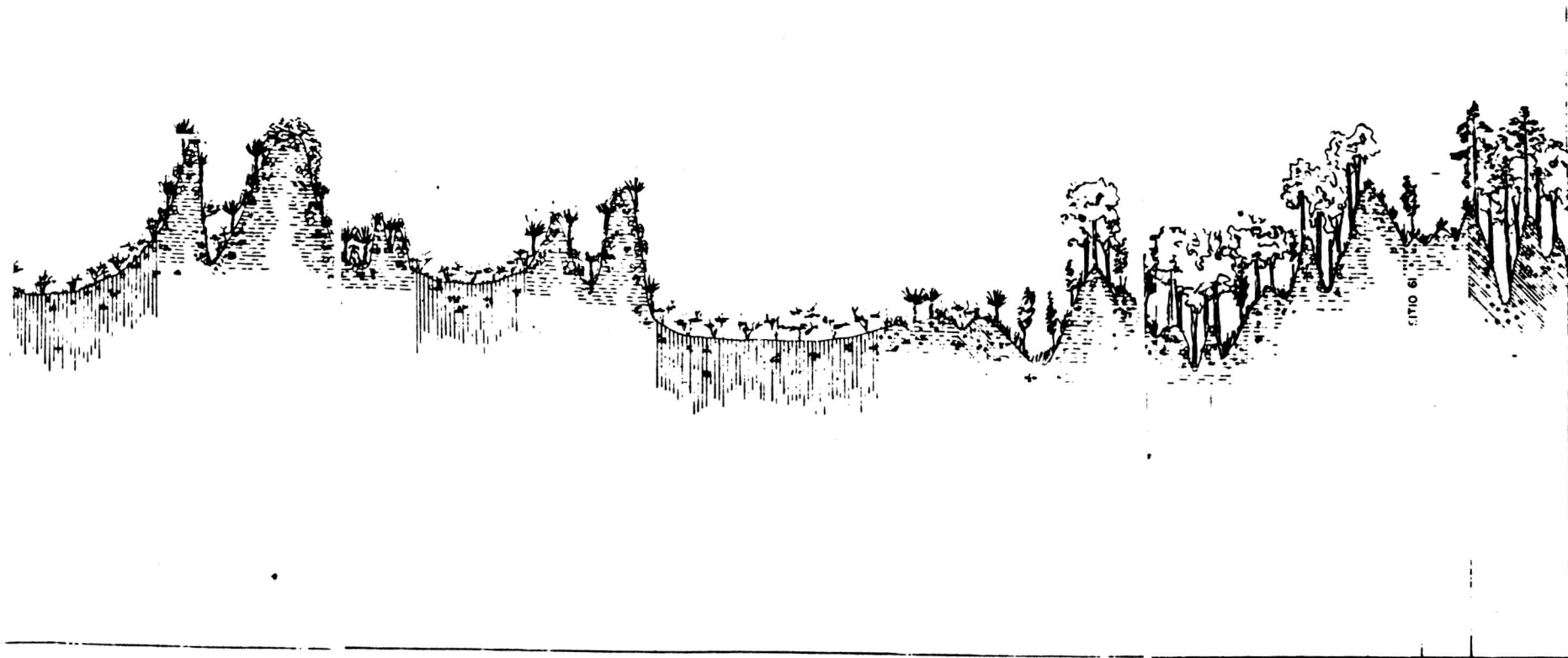
2.- Cultivos 3.- *Juniperus* spp. 4.- *Larrea tridentata* 6.- *Pinus cembroides* 9.- *Yucca carnerosana* 10.- Pastizal 11.- *Pinus arizonica* var *stormiae*. A.- Matorral de *Larrea tridentata*, *Yucca carnerosana*, *Yucca filifera*, *Opuntia*; B.- Pastizal halófito sobre suelos salinos; C.- Bosque de *Pinus cembroides*; D-C.- Bosque de *Pinus arizonica* var *stormiae* y *Pinus cembroides*; D.- Bosque de *Pinus arizonica* var *stormiae* sobre suelos yesosos; E.- Cultivos.

Anexo 9. Perfil esquemático entre San Roberto y Santa Fe, Galeana, Nuevo, León, (Flores, 1985).

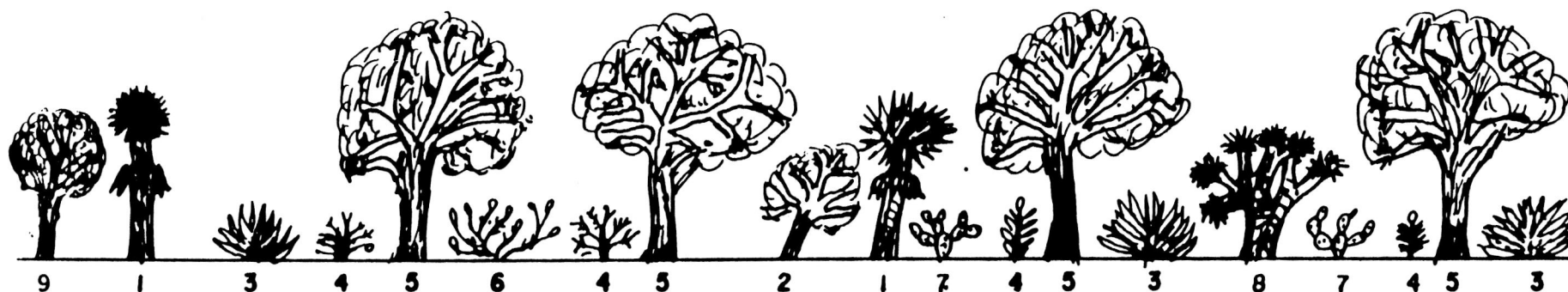
- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. <u><i>Pinus pinceana</i></u> | 6. <u><i>Agave scabra</i></u> |
| 2. <u><i>Dasyllirion acrotiche</i></u> | 7. <u><i>Sophora secundiflora</i></u> |
| 3. <u><i>Fouquieria splendens</i></u> | 8. <u><i>Rhus pachyrrhachis</i></u> |
| 4. <u><i>Agave striata</i></u> | 9. <u><i>Salvia rupicola</i></u> |
| 5. <u><i>Opuntia stenopetala</i></u> | |



Anexo 11. Perfil fisonómico de la vegetación, en forma dimensional, (Galván, 1990).



Anexo 12. Perfil diagramático de la vegetación del Estado de San Luis Potosí, (COTECOCA, 1973).



1. Nolina longifolia
2. P. cembroides subsp orizabensis
(Forma arbustiva)
3. Agave obscura
4. Mulenbergia macroura
5. P. cembroides subsp orizabensis

FORMULA FISONOMICA

- 1 - Tlgki
- 2 - Tlsnxc
- 3 - Fmjgki
- 4 - Hmdgxp
- 5 - Tlenxi (Em P)
- 6 - Hl(dxj)
- 7 - Fmjhki
- 8 - Tljgki
- 9 - Tlsnxi
- 10 - E-egc

6. Notholaena aurea
7. Opuntia streptocenta ,
8. Yucca filifera
9. Juniperus deppeana

Anexo 13. Perfil fisonómico de la vegetación en forma dimensional, (Silva, 1994).

Anexo 14. Lista florística de la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

Familia Labiatae
<i>Poliomintha bicolor</i> S. Wats
<i>Poliomintha glabrescens</i> Gray
<i>Salvia greggii</i> Gray
Familia Rubiaceae
<i>Bouvardia ternifolia</i> Cav., Schl.
<i>Machaonia</i> sp.
Familia Cruciferae
<i>Lepidium montanum</i> Nutt.
Familia Polypodiaceae
<i>Notholaena cf. incana</i> Presl.
Familia Compositae
<i>Brickellia veronicaefolia</i> Gray
<i>Chrysactinia mexicana</i> Gray
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> H.B.K.
<i>Eupatorium calophyllum</i> (Greene) Rob.
<i>Gymnosperma glutinosum</i> Less.
<i>Haplopappus juarences</i> Moran
<i>Heterotheca cf. villosa</i> (Pursh) Shinnars
<i>Leucelene ericoides</i> Torr.
<i>Solidago paniculata</i> Dc.
<i>Stevia salicifolia</i> Cav.
<i>Thelesperma longipes</i> A. Gray
<i>Zinnia grandiflora</i> Nutt.
Familia Scrophulariaceae
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth
Familia Poacea
<i>Aristida glauca</i> (Ness) Walp.
<i>Aristida barbata</i> Fourn
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Lag. Ex Steud
<i>Lycurus phleoides</i> H.B.K.
<i>Muhlenbergia cf. implicata</i> (H.B.K.) Kenth.
<i>Muhlenbergia dubia</i> Fosern
<i>Muhlenbergia pucilla</i> Steud
<i>Muhlenbergia rigida</i> (H.B.K.) Kenth.
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (H.B.K.) Hitch
<i>Stipa cf. mexicana</i> Hitcha
<i>Stipa leucotricha</i> Trin. Respor.
<i>Stipa tenuissima</i> Trin.
<i>Tridens pilosus</i> Buck., Hitch.

Continuación de anexo 14

Familia Euphorbiaceae
<i>Euphorbia furcillata</i> H.B.K.
Familia Liliaceae
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.
Familia Rosaceae
<i>Cowania plicata</i> D. Don.
Familia Polemoniaceae
<i>Gilia stewartii</i> I.M. Johnst.
Familia Commelinaceae
<i>Tradescantia brachyphylla</i> Corenm.
Familia Fagaceae
<i>Quercus intricata</i> Trel.
Familia Verbenaceae
<i>Verbena menthaefolia</i> Benth
Familia Cupressaceae
<i>Juniperus erythrocarpa</i> Cory
Familia Asclepiadiaceae
<i>Asclepias linaria</i> Cav.
Familia Rhamnaceae
<i>Ceanothus greggii</i> Gray
Familia Pinaceae
<i>Pinus johannis</i>
Familia Agavaceae
<i>Agave</i> sp.
<i>Dasyllirion</i> sp.
<i>Yucca carnerosana</i> (Trel) Moekelvey
<i>Nolina</i> sp.
Familia Cactacea
<i>Opuntia rastrera</i>
<i>Mammillaria</i> sp.
<i>Mammillaria</i> sp1
<i>Mammillaria</i> sp2

Anexo 15. Clasificación de formas de vida de las especies en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	FORMA DE VIDA
<i>Agave</i> sp.	fanerófita
<i>Aristida barbata</i> Fourn	hemicriptófita
<i>Aristida glauca</i> (Ness) Walp.	hemicriptófita
<i>Asclepias linaria</i> Cav.	caméfita
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	terófita
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	hemicriptófita
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Lag. Ex Steud	hemicriptófita
<i>Bouvardia tenifolia</i> Cav., Schl.	caméfita
<i>Brickellia veronicaefolia</i> Gray	caméfita
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth	caméfita
<i>Ceanothus greggii</i> Gray	fanerófita
<i>Cowania plicata</i> D. Don.	fanerófita
<i>Chrysactinia mexicana</i> Gray	caméfita
<i>Dasyllirion</i> sp.	fanerófita
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> H.B.K.	fanerófita
<i>Eupatorium calophyllum</i> (Greene) Rob.	fanerófita
<i>Euphorbia furcillata</i> H.B.K.	caméfita
<i>Gilia stewartii</i> I.M. Johnst.	hemicriptófita
<i>Gymnosperma glutinosum</i> Less	caméfita
<i>Haplopappus juarences</i> Moran	Caméfitas
<i>Hechtia glomerata</i> Zucc.	caméfita
<i>Heterotheca cf. villosa</i> (Pursh) Shinnars	caméfita
<i>Juniperus erythrocarpa</i> Cory	fanerófita
<i>Lepidium montanum</i> Nutt	caméfita
<i>Leucelene ericoides</i> Torr.	caméfita
<i>Lycurus phleoides</i> H.B.K.	hemicriptófita
<i>Machaonia</i> sp.	caméfita
<i>Mammillaria</i> sp.	hemicriptófita
<i>Muhlenbergia cf. implicata</i> (H.B.K.) Kenth	hemicriptófita
<i>Muhlenbergia dubia</i> Fosern	hemicriptófita
<i>Muhlenbergia pucilla</i> Steud	hemicriptófita
<i>Muhlenbergia rigida</i> (H.B.K.) Kenth.	hemicriptófita
<i>Nolina</i> sp.	hemicriptófita
<i>Notholaena cf. incana</i> Presl.	caméfita
<i>Opuntia</i> sp.	caméfita
<i>Pinus johannis</i> Robert M-F	fanerófita
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (H.B.K.) Hitch	hemicriptófita
<i>Poliomintha bicolor</i> S. Wats	hemicriptófita
<i>Poliomintha glabrescens</i> Gray	hemicriptófita
<i>Quercus intricata</i> Trel.	fanerófita

Continuación de anexo 15

<i>Salvia greggii</i> Gray	fanerófita
<i>Solidago paniculata</i> Dc.	fanerófita
<i>Stevia salicifolia</i> Cav.	caméfita
<i>Stipa cf. mexicana</i> Hitcha	hemiscriptófita
<i>Stipa leucotricha</i> Trin. Respor.	hemiscriptófita
<i>Stipa tenuissima</i> Trin.	hemiscriptófita
<i>Thelesperma longipes</i> A. Gray	hemiscriptófita
<i>Tradescantia brachyphylla</i> Coreenm.	hemiscriptófita
<i>Tridens pilosus</i> Buck., Hitch.	hemiscriptófita
<i>Verbena menthaefolia</i> Benth	caméfita
<i>Yucca carnerosana</i> (Trel) Moekelvey	fanerófita
<i>Zinnia grandiflora</i> Nutt.	hemiscriptófita

Anexo 16. Densidades de las especies arbustivas en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA
<i>Pinus johannis</i>	5.1302	55
<i>Yucca carnerosana</i>	1.1659	12.5
<i>Dasyllirion</i> sp.	0.2331	12.5
<i>Hetchia glomerata</i>	0.2331	2.5
<i>Nolina</i> sp.	1.1659	5
<i>Agave</i> sp.	0.4663	10
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	0.9327	2.5

Anexo 17. Dominancias de las especies arbustivas en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	DOMINANCIA	DOMINANCIA RELATIVA	CLASIFICACION DE DOMINANCIA
<i>Pinus johannis</i>	26.0878	85.29	1
<i>Yucca carnerosana</i>	0.9903	1.01	6
<i>Dasyllirion</i> sp.	0.3728	1.22	5
<i>Hetchia glomerata</i>	0.3104	0.20	7
<i>Nolina</i> sp.	2.2528	1.67	4
<i>Agave</i> sp.	0.5110	7.36	2
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	0.0615	3.23	3

Anexo 18. Frecuencias de las especies arbustivas en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
<i>Pinus johannis</i>	100	41.67
<i>Yucca carnerosana</i>	30	12.50
<i>Dasyllirion</i> sp.	30	12.50
<i>Hetchia glomerata</i>	10	4.16
<i>Nolina</i> sp.	20	8.33
<i>Agave</i> sp.	40	16.66
<i>Juniperus erythrocarpa</i>	10	4.16

Anexo 19. Densidades del estrato herbáceo en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro Zac.

ESPECIE	DENSIDAD	DENSIDAD RELATIVA
<i>Eupatorium calophyllum</i>	0.15625	0.45955882
<i>Muhlenbergia dubia</i>	0.34375	1.01102941
<i>Haplopappus juarences</i>	0.40625	1.19485294
<i>Heterotheca vilosa</i>	0.234375	0.68933824
<i>Stipa mexicana</i>	0.3375	0.99264706
<i>Cenothus greggii</i>	0.0625	0.18382353
<i>Mammillaria</i> sp	0.234375	0.68933824
<i>Mammillaria</i> sp1	0.08333333	0.24509804
<i>Mammillaria</i> sp2	0.10416667	0.30637255
<i>Seclem buvergasi</i>	0.125	0.36764706
<i>Verbena menthaefolia</i>	0.0625	0.18382353
<i>Lycurus phleoides</i>	0.1875	0.55147059
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.3125	0.91911765
<i>Stevia salicifolia</i>	0.39583333	1.16421569
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.171875	0.50551471
<i>Leucelene ericoides</i>	0.15625	0.45955882
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.21875	0.64338235
<i>Poliomintha bicolor</i>	0.27083333	0.79656863
<i>Tridens pilosus</i>	0.3125	0.91911765
<i>Quercus intricata</i>	0.125	0.36764706
<i>Lepidium montanum</i>	0.4375	1.28676471
<i>Stipa leucotricha</i>	0.25	0.73529412
<i>Cowania plicata</i>	0.21875	0.64338235
<i>Euphorbia furcillata</i>	0.0625	0.18382353
<i>Bouteolua gracilis</i>	0.35	1.02941176
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	0.3125	0.91911765

Continuación del anexo 19

<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	0.28125	0.82720588
<i>Zinnia grandiflora</i>	0.125	0.36764706
<i>Gilia stewartii</i>	0.125	0.36764706
<i>Opuntia sp1</i>	0.125	0.36764706

Anexo 20. Dominancias del estrato herbáceo en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro Zac.

ESPECIE	DOMINANCIA	DOMINANCIA RELATIVA
<i>Eupatorium calophyllum</i>	129.621375	6.42160358
<i>Muhlenbergia dubia</i>	11.4066803	0.56510108
<i>Haplopappus juarences</i>	161.528169	8.0023057
<i>Heterotheca vilosa</i>	24.3442744	1.20604553
<i>Stipa mexicana</i>	8.01842288	0.39724261
<i>Cenothus greggii</i>	74.6619375	3.69884492
<i>Mammillaria sp</i>	2.94524297	0.14591099
<i>Mammillaria sp1</i>	0.90198075	0.04468524
<i>Mammillaria sp2</i>	3.4565698	0.17124275
<i>Seclem buvergasi</i>	0.883573	0.0437733
<i>Verbena menthaefolia</i>	12.5663688	0.62255349
<i>Lycurus phleoides</i>	19.4754188	0.96483638
<i>Bouteloua curtipendula</i>	7.424465	0.3678172
<i>Stevia salicifolia</i>	112.230111	5.56001879
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	142.583513	7.06376393
<i>Leucelene ericoides</i>	20.7394219	1.02745667
<i>Chrysactinia mexicana</i>	22.7213219	1.12564245
<i>Poliomintha bicolor</i>	28.1311604	1.39365255
<i>Tridens pilosus</i>	6.13592188	0.30398117
<i>Quercus intricata</i>	402.123875	19.9217152
<i>Lepidium montanum</i>	45.4426438	2.2512849
<i>Stipa leucotricha</i>	14.186255	0.70280466
<i>Cowania plicata</i>	703.716783	34.8630016
<i>Euphorbia furcillata</i>	8.946175	0.4432046
<i>Bouteolua gracilis</i>	17.592918	0.87157496
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	13.8058281	0.68395784
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	6.68201907	0.33103551
<i>Zinnia grandiflora</i>	7.0931275	0.35140233
<i>Gilia stewartii</i>	7.95215625	0.39395968
<i>Opuntia sp1</i>	1.202641	0.05958033

Anexo 21. Frecuencias del estrato herbáceo en la comunidad de *Pinus johannis* en Concepción del Oro, Zac.

ESPECIE	FRECUENCIA	FRECUENCIA RELATIVA
<i>Eupatorium calophyllum</i>	0.5	7.14285714
<i>Muhlenbergia dubia</i>	0.33333333	4.76190476
<i>Haplopappus juarences</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Heterotheca vilosa</i>	0.33333333	4.76190476
<i>Stipa mexicana</i>	0.41666667	5.95238095
<i>Cenothus greggii</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Mammillaria sp</i>	0.33333333	4.76190476
<i>Mammillaria sp1</i>	0.25	3.57142857
<i>Mammillaria sp2</i>	0.25	3.57142857
<i>Seclem buvergasi</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Verbena menthaefolia</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Lycurus phleoides</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.58333333	8.33333333
<i>Stevia salcifolia</i>	0.5	7.14285714
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.33333333	4.76190476
<i>Leucelene ericoides</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Poliomintha bicolor</i>	0.25	3.57142857
<i>Tridens pilosus</i>	0.25	3.57142857
<i>Quercus intricata</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Lepidium montanum</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Stipa leucotricha</i>	0.25	3.57142857
<i>Cowania plicata</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Euphorbia furcillata</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Bouteolua gracilis</i>	0.41666667	5.95238095
<i>Muhlenbergia pucilla</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	0.16666667	2.38095238
<i>Zinnia grandiflora</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Gilia stewartii</i>	0.08333333	1.19047619
<i>Opuntia sp1</i>	0.08333333	1.19047619