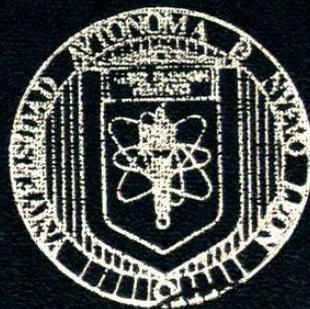


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CARACTERIZACION Y EVALUACION DEL
BOSQUE NATURAL DEL PINO AZUL
(Pinus maximartinezii Rzed) EN EL CERRO DE
PIÑONES DE JUCHIPILA, ZACATECAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION
AGRICOLA

PRESENTA:

EDUARDO A. LARA RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1997

TM

SD397

.P55

L3

C.1



1080071717

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CARACTERIZACION Y EVALUACION DEL
BOSQUE NATURAL DEL PINO AZUL
(*Pinus maximartinezii* Rzed) EN EL CERRO DE
PIÑONES DE JUCHIPILA, ZACATECAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION
AGRICOLA

PRESENTA:

EDUARDO A. LARA RODRIGUEZ

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1997

12756

TM
SD397
.PES
L3



FONDO
UANL
TESIS



DEDICATORIA

A mis padres:

Isamel Lara Quintero(q.e.p.d).

María Concepción Rodríguez

Gracias por su esfuerzo, motivación y amor.

A mí esposa:

Georgina Reimers A., por su comprensión y cariño.

A mis Hijos:

Eduardo Alberto y Carlos Bernardo con profundo amor.

A mis hermanos:

Héctor, Lorena, Ismael, Mario, Cuauhtémoc y Araceli.

AGRADECIMIENTOS

Al Ph.D. Emilio Olivares Sáenz, mi sincera gratitud por las importantes sugerencias durante la conducción de la investigación.

Al Ph.D. Rigoberto Vázquez Alvarado por la atinada supervisión en este trabajo.

Al M.C. Maurilio Martínez Rodríguez por su valiosa colaboración en la revisión y corrección del presente estudio.

Al Ph.D. Miguel Angel Capó Arteaga por sus atinadas aportaciones.

A todas aquellas personas que estuvieron involucradas de alguna manera en la realización del presente estudio.

RECONOCIMIENTOS

A la Subdirección de Estudios de Postgrado de la UANL por las facilidades brindadas durante la Maestría en Ciencias en Producción Agrícola.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas, por haberme otorgado la oportunidad de realizar mis estudios de Postgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico proporcionado a través de la beca otorgada.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
II. LITERATURA REVISADA.....	3
2.1. Origen y evolución de las coníferas.....	3
2.2. Clasificación taxonómica.....	5
2.2.1. Subsección Cembroides Engelm.....	5
2.3. Distribución del género <i>Pinus</i> en México.....	7
2.3.1. Historia de los pinos piñoneros.....	7
2.3.2. Ecología.....	8
2.3.3. Importancia económica.....	10
2.3.4. Algunas especies piñoneras.....	11
A) <i>Pinus cembroides</i>	11
B) <i>P. nelsonii</i>	11
C) <i>P. edulis</i>	11
D) <i>P. monophylla</i>	12
E) <i>P. pinceana</i>	12
F) <i>P. culminicola</i>	13
2.3.5. Especies amenazadas.....	13
2.4. <i>Pinus maximartinezii</i> Rzed.....	13
2.4.1. Antecedentes.....	13
2.4.2. Descripción botánica.....	14
2.4.3. Relaciones filogenéticas.....	16
2.4.4. Situación actual.....	16
2.5. Evaluación forestal.....	17
2.5.1. Caracterización de los bosques.....	17
2.5.2. Inventarios forestales.....	18
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Descripción del área de estudio.....	19
3.1.1. Localización.....	19
3.1.2. Vías de acceso.....	19
3.1.3. Geología.....	21
3.1.4. Edafología.....	21
3.1.5. Hidrología.....	21

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES U. NABU

3.1.6. Climatología.....	23
3.1.7. Topografía.....	23
3.1.8. Vegetación.....	24
3.2. Materiales.....	28
3.3. Métodos.....	29
3.3.1. Análisis físico-químico del suelo.....	30
3.3.2. Variables estudiadas.....	31
3.3.3. Análisis estadístico.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	34
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	46
VII. BIBLIOGRAFIA.....	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis físico-químico de los suelos en los diferentes rodales del bosque natural de <i>Pinus maximartinezii</i> Rzed.....	31
2. Estructura del macizo boscoso en el “Cerro de Piñones” con las estimaciones de la superficie en los diferentes rodales, número de árboles y número de sitios muestreados.....	34
3. Estimaciones de altura media, diámetro de copa y diámetro normal en los cuatro rodales estudiados del “Cerro de Piñones”.....	36
4. Densidad media de árboles para cada rodal en el “Cerro de Piñones”	37
5. Producción total de conos maduros por rodal en el “Cerro de Piñones”.....	38
6. Características de la regeneración natural en los diferentes rodales estudiados.....	39
7. Matriz de correlación (r de Pearson) entre variables.....	40
8. Distribución de frecuencias para cada rodal en el “Cerro de Piñones” de acuerdo al diámetro normal (cm).....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Separación continental de la gran Pangaea, que explica la distribución actual de los pinos en el mundo (Eguiluz, 1985).....	4
2. Localización geográfica de Juchipila en el sur del Estado de Zacatecas y la ubicación del área de estudio.....	20
3. Provincias geológicas del Estado de Zacatecas (S.P.P,1981).....	22
4. Mapa de climas en el sur del Estado de Zacatecas y localización de la Sierra de Morones.....	26
5. Curvas de nivel y altitudes presentes en las diferentes localidades donde se distribuye el <i>Pinus maximartinezii</i> Rzed.	27
6. Distribución de los sitios de muestreo y ubicación de los rodales en el bosque de <i>Pinus maximartinezii</i> Rzed., en el Cerro de Piñones.....	35

U. A. N. L. U.
AGROPECUARIO

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el “Cerro de Piñones” perteneciente al municipio de Juchipila, en el suroeste del Estado de Zacatecas, México.

El objetivo de esta investigación, fue caracterizar el arbolado de la especie *Pinus maximartinezii* Rzed., de acuerdo a la fisonomía y estructura. Para la evaluación se consideraron los parámetros: rodal, localidad, densidad de árboles por sitio, altura total del árbol, diámetro normal del fuste, diámetro de copa, número de conos maduros por árbol, tamaño y cantidad de regeneración natural. En el área de se consideraron los macizos boscosos, cuya superficie es de aproximadamente 415 hectáreas. En éstos se identificaron cuatro rodales, con 54 sitios que incluyeron una población total de 788 árboles, lo que representa una intensidad de muestreo del 1.3 % de la superficie de interés. Para la obtención de la información de campo se recurrió al muestreo aleatorio estratificado, empleando parcelas circulares de 17.84 m equivalente a 1000 m².

El Rodal 1 presentó una superficie de 18 hectáreas, en el se muestrearon 13 parcelas con una población de 114 árboles. Este Rodal mostró una altura media de 7.61 m, diámetro de copa de 6.17 m, diámetro normal de 29.19 cm y una densidad promedio de 8.77 individuos y solamente el 28.07 % de los individuos mostraron producción de conos maduros. El Rodal 2 ocupó una superficie de 376 ha y esta conformado por árboles con una altura media de 4.59 m, diámetro de copa de 3.55 m y diámetro normal de 13.43 cm, la densidad promedio fue de 12.67 individuos, donde solamente el 16% de los individuos mostraron producción de conos maduros. El Rodal 3 se estimó en 20 ha, con 75 individuos en 4 parcelas. La altura media del arbolado fue de 7.17 m, el diámetro de copa 5.43 m, diámetro normal 20.22 cm., la densidad media de 18.75 árboles por parcela, con un 44% de individuos con producción de conos maduros.

El Rodal 4 ocupó 1.0 ha, la altura promedio de los árboles fue de 5.08 m, diámetro de copa de 3.58 m, diámetro normal 14.66 cm, la densidad de 45.25 individuos por muestra y un 16% de individuos con producción de conos maduros.

Los Rodales 1 y 3 presentaron la mayor proporción de árboles maduros y la más baja de árboles jóvenes, lo que representa una decadencia en la regeneración natural. El Rodal 2 presentó la mas alta población de árboles en etapa juvenil, la cuál esta ampliamente distribuida en toda el área. El Rodal 3 resultó ser el de edad intermedia y presentó la mayor proporción de conos maduros. El Rodal 4 presentó la mayor cantidad de regeneración natural.

SUMMARY

This work was carried out in "Cerro de Piñones" at the municipality of Juchipila, in the southwest of Zacatecas state, Mexico.

The objective of this research was to characterized areas with *Pinus maximartinezii* Rzed., based on; size of the forest and rodal number of this spice. The parameters studied were: Rodal, locality, tree density/1000 m², tree height, trunk normal diameter, canopy diameter, number of mature cones by tree, size and quantity of natural regeneration. On forest was identficated with four Rodales.

Rodal 1 was 18 ha, with 13 plots and 114 trees. This rodal showed height average of 7.61 m, canopy diameter of 6.17 m, normal diameter of 29.19 cm, average density 8.77 trees per plot, only 28.07 % by total population presented mature cones. The rodal 2 occupied 376 ha, the average height by trees was 4.59 m, the canopy diameter 3.55 m, and normal diameter of 13.43 cm, polpulation average density was 12.67 trees by plot, only 16% of the trees showed matures cones production. The Rodal 3 occupied 20 has, with 75 trees growing on four plots. The average height of the tree was 7.17 m, the canopy diameter 5.43 m, normal diameter was 20.22 cm, the average density was 18.75 trees by plot, 44% trees having matures cones. The Rodal 4 occupied 1.0, the average height was 5.08 m, the canopy diameter 3.58 m, the normal diameter was 14.66 cm, the density of the tree by plot was 45.25, and just 16% of the tree had matures cones.

Rodales 1 and 3 showed the highest matures trees and the lowest quantity of young trees, this represent a decay in the nature regeneration. The Rodal 2 presented the heighest population of young trees and showed a spread distribution all over the place. The Rodal 3 in intermediaty age, and presented the biggest proportion of mature cones, and finally the Rodal 4 presented the biggest quantity of natural regeneration.

I. INTRODUCCION

La especie *Pinus maximartinezii* Rzed., también conocida como pino azul fue recientemente descrita y clasificada botánicamente en México por el investigador Jerzy Rzedowski. Representa una entidad biológica resultado de la historia evolutiva del reino vegetal a través de millones de años, que se ha desarrollado en forma aislada geográfica y taxonómicamente, por lo que tiene marcadas diferencias con el resto de los taxa. Pertenece al grupo de los pinos piñoneros, es endémico del "Cerro de Piñones" donde crece en una área restringida cercana al poblado de Juchipila en el Estado de Zacatecas. El bosque esta, ubicado entre los paralelos 21° 20' y 21° 23' de latitud norte y entre los meridianos 103° 12' y 103° 15' de longitud oeste. El patrón de distribución espacial que exhibe la especie en el lugar, comprende algunos rodales uniespecíficos donde se concentra la mayor parte de los árboles y el resto se encuentra en pequeños grupos aislados con menos de 40 individuos.

Desde la llegada de los españoles, esta región ha sido intensamente poblada, por lo que en la actualidad manifiesta un intenso impacto antropogénico. Las principales causas de disturbio de esta vegetación natural ha sido provocado por los desmontes para la agricultura, principalmente de temporal y el pastoreo extensivo de ganado bovino, lo que ha ocasionado la disminución de especies palatables en favor de otras más agresivas. Otro aspecto que ha modificado la estructura de la comunidad vegetal es el fuego, ya que los frecuentes incendios forestales dañan a la regeneración natural, en ocasiones han llegado a afectar a casi la mitad de la población del bosque como sucedió el año 1984. Posteriormente ocurrieron otros siniestros importantes en 1986 y 1989 resultando afectadas 400 y 200 hectáreas respectivamente de arbolado adulto. El aprovechamiento económico mas importante en la localidad es la colecta de semillas o piñones para destinarse a los programas de forestación.

Por la rusticidad y adaptabilidad, esta especie puede ser una alternativa en áreas erosionadas y degradadas de ciertas cuencas hidrológicas, como se ha comprobado en algunas plantaciones experimentales e introducciones realizadas con bastante éxito en los Estados de Durango, Coahuila, Zacatecas y en el Distrito Federal. Además tiene grandes expectativas para la ornamentación y jardinería por el color azulado de su follaje.

1.1 Objetivos.

A) Caracterizar el patrón de distribución, densidad y el grado de variación dentro y entre rodales, en el bosque natural de *Pinus maximartinezii* Rzed. del "Cerro de Piñones" en Juchipila, Zacatecas.

B) Evaluar la regeneración natural existente en el bosque en relación a los árboles semilleros.

1.2 Hipótesis.

A) El patrón de distribución, densidad y la variación dentro y entre rodales son afectados por las características ecológicas y fisiográficas.

B) Los árboles semilleros determinan la abundancia de plántulas en el bosque, por lo tanto su cuantificación permite evaluar la regeneración

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Origen y evolución de las coníferas.

El género *Pinus* es considerado el más antiguo de la familia Pinaceae en cuanto al nivel de organización (Martínez, 1948). Posiblemente apareció a finales del Período Triásico de la Era Mesozoica hace 180 millones de años en el norte de Asia (Lanner, 1981). También se postula que pudieron originarse en el Hemisferio Norte hace 65 millones de años (Cronquist, 1977 y Perry, 1990).

En la distribución actual de este género influyeron notablemente los cambios ocurridos en la masa terrestre, el clima y vegetación, en las distintas eras geológicas desde el Mesozoico y el Cenozoico, hasta mediados del Pleistoseno, cuando América del Norte permanecía unida a Asia por el Mar de Behring y con Europa por Islandia y Groenlandia, lo que propició el establecimiento de rutas de migración de los pinos entre estos lugares (Perry, 1990). Lo anterior se puede reforzar con la información que se presenta en la Figura 1, donde se observa la separación de la masa continental de la gran Pangae, entre Norteamérica y Eurasia.

A principios del período Terciario, los mares cubrieron el oeste y centro del Canadá hasta Guatemala, lo que favoreció la migración de plantas desde Centroamérica hacia el oriente del Hemisferio Norte. A finales de este período emergieron las cordilleras del oeste de América del Norte, lo que alteró radicalmente la topografía y afectó la distribución de los bosques de esa región. La principal ruta de migración fue a través de las montañas del oeste que se extienden desde Alaska, Canadá y Estados Unidos de Norte América y continúan por la Sierra Madre Occidental. Otra vía la constituyó la Sierra Madre Oriental la cual une las Montañas Rocallosas y la gran faja de Texas (Perry, 1990).

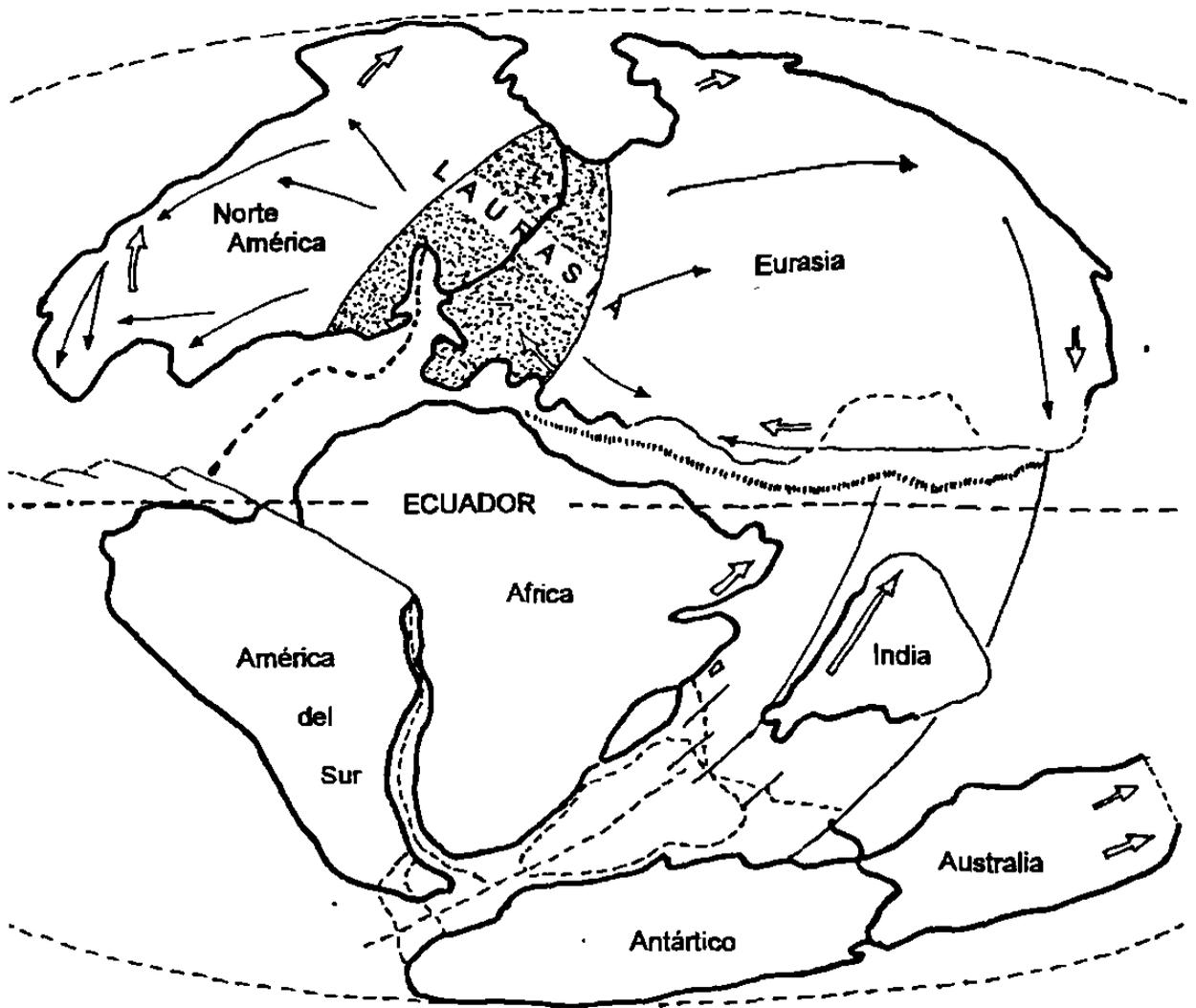


FIGURA 1, Separación continental de la gran Pan-ga e que explica la distribución actual de los pinos en el mundo (Eguíluz, 1985).

Posteriormente, los períodos con climas más cálidos permitieron el avance de la flora y fauna tropical del sur hacia las altas latitudes. Durante el período Cuaternario las glaciaciones que cubrieron de hielo Norteamérica ocasionaron el retraimiento de especies tropicales y la consecuente expansión de la flora boreal (Raven, 1969, citado por Toledo, 1988).

Los estudios sobre fósiles vegetales muestran que ciertos géneros alcanzaron una distribución mas amplia en el pasado que en el presente. Desde la época glacial mas reciente, hace 20,000 años, las zonas climáticas y vegetales han disminuido 1000 m en altitud. Como resultado de las migraciones laterales y altitudinales, la distribución actual es irregular, mostrando poblaciones discontinuas (Little, 1987).

Todo hace suponer que los pinos piñoneros se originaron en el suroeste de Norteamérica debido a que éstos no existen en otras partes del mundo. La evolución inicia cuando ciertas poblaciones emigraron del centro geográfico de origen y comenzaron a difundirse a climas semiáridos y a suelos pobres. Esto implicó algunas modificaciones morfológicas como reducción en el tamaño del árbol, de los conos, de las hojas y en el número de éstas, semillas más grandes sin alas, apropiadas para la dispersión de mamíferos y aves (Eguiluz,1987).

2.2. Clasificación taxonómica.

2.2.1. Subsección Cembroides Engelm.

Actualmente todas las especies de pinos piñoneros se ubican dentro del grupo Cembroides, debido a que tienen por lo menos un carácter en común, como sucede con los conos subglobosos y con el pedúnculo corto o ausente (Shaw, 1914, citado por Rzedowski. 1964). De acuerdo con la clasificación de Little y Critchfield (1969) y modificada por Eguiluz (1987), están ubicados de la siguiente manera:

Orden Coniferales

Familia Pinaceae

Sección Parrya Mayr.

Subsección Cembroides Engelm.

Género *Pinus* L.

Subgénero *Strobus* Lem.

Subsección Cembroides Engelm.

Especies:

1. *Pinus cembroides* Zucc.
2. *P. cembroides* var. *lagunae* Robert-Passini.
3. *P. catarinae* Robert - Passini.
4. *P. discolor* Bailey & Hawks.
5. *P. culminicola* Andersen & Beaman.
6. *P. edulis* Engelm.
7. *P. johannis* Robert
8. *P. juarezensis* Lanner
9. *P. monophylla* Torr. & Frem.
10. *P. quadrifolia* Torr. & Frem.
11. *P. nelsonii* Shaw.
12. *P. pinceana* Gordon.
13. *P. remota* Bailey & Hawks.
14. *P. maximartinezii* Rzed.

En la diferenciación de las especies se han utilizado diversas estructuras como flores, conos, semillas, acículas, madera y polen. Aunque recientemente también se ha aplicado la quimiotaxonomía y el análisis de terpenos de la resina del tronco (Mirov, 1962, citado por García, 1985 ; Perry, 1990).

2.3. Distribución del género *Pinus* en México.

La conformación del territorio nacional, la ubicación geográfica, el relieve y las corrientes marítimas influyen en las variadas condiciones ecológicas y climáticas del país. Esto favorece la existencia de distintos ecosistemas y la presencia de una flora y fauna notable por su riqueza biológica (Sánchez, 1986; Toledo, 1988).

De acuerdo con Eguiluz (1982) el país es un importante centro de diversificación del género *Pinus*, donde se encuentran 79 de las 110 taxa existentes a nivel mundial. Además, están presentes la mayoría de los pinos piñoneros reportados, por lo que es considerado centro secundario de especialización de este grupo. Estos encontraron nichos con microclimas específicos para el desarrollo de híbridos y mutantes que recombinados naturalmente han incrementado la diversificación.

El mayor número de taxa se localizan en la Sierra Madre Occidental, seguido por el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental y en menor proporción en la Sierra Madre del Sur, Macizo de Oaxaca, Sierra Madre de Chiapas y las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir. Generalmente los bosques de pinos que se desarrollan sobre las montañas presentan una mayor diversidad de especies comparados con los de valles y mesetas donde los rodales son monoespecíficos (Eguiluz, 1982).

2.3.1. Historia de los pinos piñoneros.

Los pinos piñoneros han estado muy ligados a la historia de los hombres desde tiempos remotos, ya que se encontraban sobre las rutas de migración que emplearon los primeros pobladores de Mesoamérica. Para algunas etnias y comunidades indígenas del norte de México y suroeste de los Estados Unidos de América, las semillas representaron una fuente alimenticia importante de proteínas y grasas, en un 37 % y un 49.1 %, respectivamente.

También la madera ha servido como material de construcción, la leña ha sido utilizada para combustible y la resina para uso medicinal y ceremonial. Además conforman otros beneficios diversos para las comunidades bióticas (Lanner, 1981).

Según Perry (1990) fue Bernal Díaz del Castillo quién señaló que los primeros Europeos que observaron los bosques de pinos en México fueron Hernán Cortés y sus acompañantes, en el año 1519, cuando iniciaron su recorrido desde Veracruz hasta Tenochtitlan, la antigua capital de los Aztecas. Posteriormente Alvaro Nuñez Cabeza de Vaca, en el libro " Náufragos y Comentarios " cita algunos usos que los indígenas hacían de los piñones y de las bondades paliativas de los mismos.

2.3.2. Ecología.

Los pinos del grupo Cembroides tienen una dispersión muy amplia, desde los 18° hasta los 40° de latitud norte (Passini, 1985). A continuación se describen algunos aspectos ecológicos donde desarrollan de los ecosistemas piñoneros en la República Mexicana.

A) Suelo. Los piñonares desarrollan donde pocos árboles prosperan, sobre todo en terrenos pedregosos y erosionados, de topografía muy abrupta. Están presentes en suelos aridsoles, entisoles, inceptisoles, molisoles y calcáreos con alto contenido de yeso. La textura puede ser franca, limosa y arenosa. Se reportan suelos con pH de 4.85 a 5.56 para las serranías meridionales, de 7.3 a 7.7 en el noreste de Zacatecas y de 7.6 a 8.4 para los piñonares de Tamaulipas. Generalmente estos suelos son de baja fertilidad, deficientes en nitrógeno y ricos en fósforo (Rebolledo y Aldrete, 1982, y Basañes, 1983, citados por García, 1985). En los pinos piñoneros ocurre una interacción positiva de tipo simbiótica entre la raíz y una micorriza, esto incrementa la capacidad para extraer algunos minerales del suelo.

B) Clima. Los piñonares desarrollan en clima templado seco y subhúmedo, donde son frecuentes los fuertes vientos y las bajas temperaturas, como sucede en las zonas marginales donde la precipitación pluvial es de 350 a 700 mm, aunque en algunos lugares llega a rebasar los 1000 mm (Miranda y Hernández, 1963, y Robert, 1977, citados por Eguiluz, 1982 y García, 1985).

C) Altitud. El rango altitudinal para el género *Pinus* es muy amplio, variando desde 120 hasta 4000 msnm, como ocurre en Quintana Roo y en los volcanes más altos del Eje Neovolánico, respectivamente (Chavelas, 1981, citado por Eguiluz, 1982). Aunque los piñonares mas frecuentemente se localizan en altitudes de 950 a 3650 msnm (García, 1985).

D) Vegetación. Los piñonares colindan en su límite inferior con pastizales y matorrales xerófilos, mientras que en el límite superior con los encinares y chaparrales, formando amplias e intrincadas ecotonías con estos tipos de vegetación. Los bosques pueden estar compuestos por masas puras de especies piñoneras o mezclado con *Pinus engelmannii*, *P. chihuahuana*, *Quercus* spp y *Juniperus flaccida* (Rzedowski, 1964).

E) Fauna silvestre. En los bosques de piñoneros existen reportados roedores pertenecientes a las especies *Neotoma lepida* y *Peromyscus trueci*, las cuales presentan estructuras denominadas abazones, donde almacenan granos, aunque también consumen y dispersan semillas. También se menciona el pájaro azul (*Gymnorhinus cyanocephalus*), el cuervo (*Cyanorhinus cyanocephalus*), la guacamaya enana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), córvidos como la *Nucifaga columbiana* (*Gymnorhinus cyanocephalus*), la chara copetona (*Cyanocitta stelleri*), la chara pechirallada (*Aphelocoma coerulens*), el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*), que propician la regeneración de plantas. Entre los mamíferos están presentes el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesii* Cou. & Yar.), el oso negro (*Ursus americanus*), el puerco espín (*Erethizon dorsatum* spp), el puma (*Felis concolor*) y la zorra gris (*Urocyon cinereogentus*). Las anteriores especies son mencionadas por Frischknecht, 1975, Vander Wall y Balda, 1983; Ligon, 1978.

Lanner, 1981 y Tomback, 1982, citados por García, 1985, aunque generalmente esta fauna silvestre se encuentra en condiciones precarias de sobrevivencia y algunas especies han logrado sobrevivir con poblaciones muy bajas, por la modificación y deterioro del hábitat, ocasionada por las diversas actividades antropogénicas.

2.3.3. Importancia económica.

A) Superficie y producción.

Las semillas del género *Pinus* al llegar a la madurez muestran notables diferencias en tamaño, forma, peso, textura, color, grosor de los tegumentos y consistencia del gametofito femenino, así como en el número y longitud de los cotiledones, entre otros (Eguiluz, Niembro y Pérez, 1985).

El sistema piñonero-junípero en el suroeste de los Estados Unidos de América cubre 1.5 millones de hectáreas que alcanzan una producción de 466.5 toneladas de semillas mientras que en México existe un millón de hectáreas (Zavarin & Snajberk,1987). De la producción anual total de semillas gran parte se consume localmente en el medio rural y otra se comercializa en el mercado nacional. Esta actividad representa un ingreso importante para el sector rural que habita estos lugares (Caballero y Avila, 1989).

En la cosecha se eligen conos verdes, cerrados, próximos a la madurez fisiológica, éstos se desgranar golpeando con un machete; esta actividad se realiza de Septiembre a Noviembre. En la producción influyen las condiciones del clima prevaleciente en el periodo de diferenciación de yemas florales, polinización, maduración del embrión, así como la presencia de plagas y enfermedades presentes. En el género *Pinus* ocurren ciclos definidos de fructificación cada tres, cuatro a cinco años, los cuales varían de acuerdo a la especie (Kanninen y Mastache, 1990). Las semillas colectadas en las mejores cosechas tienen mejor capacidad de germinación y mayor viabilidad.

La alternancia en la producción puede ser estrategia fisiológica de la planta para escapar a épocas de estrés fisiológico y mantener la perpetuidad de su especie (Flores y Díaz, 1989).

La producción anual de semilla cuando esta ocurre oscila entre 0.25 y 2.2 kg por árbol y una producción de 73 a 300 kg/ha (Phillips, 1909, y Hamilton, 1965 citados por García, 1985). La edad a la que las plantas comienzan a producir semillas varía en las diferentes especies y entre las localidades geográficas (Bakers, 1950, y USDA, 1974, citados por Niembro, 1984).

Generalmente la edad reproductiva de los piñoneros se inicia entre los 10 y los 25 años (Phillips, 1909, Cuanalo, 1979, y Robert, 1977, citados por García, 1985). Se han reportado árboles en producción hasta de 300 años (Botkin y Shires, 1948, y Cetina, 1984, citados por García, 1985).

2.3.4. Algunas especies piñoneras.

A) *Pinus cembroides*.

Es la de mayor distribución geográfica; está dispersa por los Estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Sonora, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, con algunas poblaciones en Texas y Nuevo México (Passini, 1982, citado por Eguiluz, 1985). Esta especie provee el 90 % de la producción total de semillas de todos los piñoneros (Martínez, 1948). Se desarrolla en altitudes de 1500 a 3000 msnm y una precipitación media anual entre 350 y 700 mm. En general la forma del bosque es bajo y abierto (García, 1985).

B) *Pinus nelsonii*.

De acuerdo con Martínez (1948) esta especie es la segunda en cuanto a superficie. Se desarrolla en el centro y noreste de la República Mexicana (Eguiluz, 1985).

Está presente en climas cuya precipitación pluvial oscila entre 450 y 700 mm anuales (Rzedowski, 1978).

C) *Pinus edulis*.

Se distribuye desde las Montañas Rocallosas de Colorado y Nuevo México hasta Chihuahua. El árbol es pequeño y compacto, por lo que tiene usos ornamentales. La madera es utilizada para postes y las semillas constituyen una importante fuente alimenticia para los indios Navaho, Hopis y Pueblo (Cronquist, 1977).

D) *Pinus monophylla*.

Es el segundo productor de piñones en los Estados Unidos de América, se distribuye en Nuevo México, Colorado, Arizona, Utah, Nevada y California, donde se reportan 32,460,000 ha. En México se desarrolla en Baja California Norte. Presenta copa amplia, hojas sencillas de color verde azulado. La madera es usada para postes y leña. Las semillas son destinadas para consumo humano (Perry, 1990).

E) *Pinus pinceana*.

Esta especie es endémica de México, se distribuye en los Estados de Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí, donde crece entre altitudes de 1500 a 2300 msnm, una precipitación pluvial de 300 a 400 mm anuales y temperatura promedio de 18°C. Forma masas puras, abiertas, algunas veces en manchones pequeños, crece asociado a *Pinus cembroides*, *P. nelsonii* y *Juniperus* (Rzedowski, 1978 y Perry, 1990).

F) *Pinus culminicola*.

Esta especie cubre 50 hectáreas en el “Cerro del Potosí” en el Estado de Nuevo León. Presenta forma arbustiva, desarrolla hasta 2900 msnm. Presenta gran potencial en el uso ornamental (Rzedowski, 1978 y Passini, 1985).

2.3.5. Especies amenazadas.

De acuerdo con Villaseñor y Patiño (1979) citados por Sánchez (1984), una especie en peligro de extinción será aquella que se encuentre en un hábitat reducido, sea aprovechada intensivamente y presente escasa regeneración. Para Perry (1990) ocho especies del género *Pinus* están consideradas como amenazadas.

Mientras que Campos Díaz (1989), considera a 23 especies que requieren protección especial, éstas son incluidas en la relación siguiente: *P. reflexa*, *P. lambertiana*, *P. attenuata*, *P. radiata* var. *binata*, *P. chiapensis*, *P. monophylla*, *P. contorta* subesp. *murrayana*, *P. ponderosa*, *P. muricata*, *P. caribea* var. *hondurensis*, *P. coulteri*, *P. martinii*, *P. quadrifolia*, *P. edulis*, *P. flexis*, *P. rzedowski*, *P. jeffreyi*, *P. catarinae*, *P. lagunae*, *P. culminicola*, *P. jaliscana*, *P. pinceana* y *P. maximartinezii*. Para Stern y Roche (1974) esta última se encuentra en peligro de extinción y con severo agotamiento de la poza génica.

2.4. *Pinus maximartinezii* Rzed.

2.4.1. Antecedentes.

La primera referencia que se tiene sobre esta especie es en los términos siguientes. “En Juchipila, Zacatecas lugar de temple caliente, doctrina de frailes franciscanos y de encomendero; donde hay ciento treinta indios vecinos. Atravieza junto al pueblo un río caudaloso, con bagres y mojarra, la tierra es fértil y en ella se cultiva

maíz y trigo; membrillo, granada, vid, higuera y maguey. Existe crianza de gallinas, en los alrededores hay grandes montañas y serranías con árboles silvestres y particularmente, es de notar una mancha de grandes pinales que están en unas fragosas peñas, junto a una comunidad denominada Tetuic, que produce gran suma de piñas, notablemente grandes de las cuales se obtienen piñones mucho mayores que los de España” (De la Mota, 1940).

2.4.2. Descripción botánica.

Rzedowski (1964), registró este taxón con el #18,258 en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la U.N.A.M, donde lo describe botánicamente de la manera siguiente.

A) Arbol. Es de 6 a 15 m de alto. Frecuentemente más ancho que alto y copa de forma redondeada.

B) Tronco. Son comunes los diámetros entre 40 y 60 cm, donde la corteza es irregularmente cuadrangular.

C) Ramas. Estas son largas, bajas, inclinadas e irregularmente espaciadas. Las ramillas son lisas de color gris brillante (Eguiluz, 1985 y Perry, 1990).

D) Follaje. En la etapa juvenil presenta follaje de color verde azulado. Las acículas miden de 7 a 11 cm de largo por 0.4 a 0.6 mm de ancho, triangulares, flexible, ápice obtuso, márgenes enteros, a veces se observan algunos dientecillos irregulares agrupados en fascículos de cinco, rara vez de tres o cuatro (Perry, 1990). Los estomas están dispuestos en dos o tres hileras longitudinales en la cara ventral, generalmente con dos canales resiníferos externos y un haz vascular.

E) Conos. Los estróbilos femeninos cuelgan de las puntas de las ramillas. Maduran en el segundo año y son de forma orbicular-ovada de color castaño claro y muy resinosos de 15 a 23 cm de largo, de 11 a 13 cm de diámetro y hasta 2 kg. Presentan un eje central donde están insertadas de 60 a 100 escamas duras y rígidas, cóncavas en la cara superior, en disposición helicoidal. Umbo dorsal irregular tetra hexagonal hasta 5 cm de ancho y 2.5 cm de altura en las escamas centrales; apófisis piramidal hasta 3 cm de largo, color castaño algo brillante. Cúspide protuberante y gruesa, de color castaño oscuro, en las escamas centrales hasta de 15 mm de largo, espina nula o diminuta (Rzedowski, 1964).

F) Semillas. Estas no presentan ala, de forma oblonga a ovada-oblongada de 22 a 26 mm de largo, por 10 a 12 mm de ancho y de 7 a 10 mm de grueso, de color castaño a negruzcas, cuando vanas sin brillo en la cara inferior y brillantes en la superior, se encuentran colocadas en las depresiones de las escama. La cubierta seminal externa es dura, de 2 mm de grosor, arrugada, color castaño, delgada y fácilmente desprendible; almendra blanca o ligeramente castaña, de 18 a 22 mm de largo, de 5 a 7 mm de ancho, aceitosa y sabor resinoso y agradable. La semilla contiene de ocho a 24 cotiledones, 12 pares de cromosomas y de uno a 4 embriones (Rzedowski, 1964; Eguiluz, 1978). Son las de mayor dimensión entre todas las especies piñoneras, 1 kilogramo contiene aproximadamente 920 semillas.

G) Madera. Esta es de color amarillo rojizo, sin diferencia aparente entre albura y duramen, olor y sabor resinoso, textura mediana, grano veteado suave (Reynoso, 1976).

Los análisis de cromatografía de gases indican que en la trementina de la madera el principal componente es el limoneno, en un 88.6 %, y en similares proporciones se encuentra en *Pinus pinceana* Gordon (Zavarín y Snajberk, 1980; Zavarín y Snajberk, 1987). Su longevidad es mayor que otros piñoneros, lo cual se manifiesta por el gran número de anillos de crecimiento que presentan algunos individuos adultos. Los árboles a los 7 años miden 50 cm, a los 15 años empiezan a producir semillas, a los 25 años alcanzan 4.50 m de altura y los individuos mayores de 9 m tienen alrededor de 220 años (Passini, 1985).

2.4.3. Relaciones filogenéticas.

Martínez (1948) considera los siguientes aspectos del *Pinus maximartinezii* Rzed. para incluirlo en la Subsección Paracembra, la semilla sin ala; comestible, vaina cediza, escamas y umbo dorsal, con hojas hasta de 9 cm y canales resiníferos y la distribución geográfica. Para Eguiluz (1977) pertenece al subgénero *Strobus*, por presentar cinco acículas en el fascículo, el porte del árbol, la coloración del cono y la falta del pedúnculo.

En el Estado de Zacatecas se encuentran las especies: *Pinus cembroides* Zucc, *P. ayacahuite* var. *brachyptera* Shaw, *P. leiophylla* Schl. & Cham., *P. chihuahuana* Engelm., *P. teocote* Schl. & Cham., *P. oocarpa* Schiede, *P. oocarpa* var. *trifoliata* Martínez, *P. discolor* Bailey & Hawks, *P. johannis* Robert, *P. montezumae* Lamb., *P. lumholtzii*, *P. rudis* Endl., *P. engelmannii* Carr., *P. engelmannii* var. *blancoi* Martínez, *P. pinceana* Gordon y *Pinus maximartinezii* Rzed. (Eguiluz, 1982).

El taxón *Pinus maximartinezii* Rzed., está más estrechamente relacionado con *P. pinceana* Gordon, que con cualesquier otra especie, porque ambas tienen en común: ramillas lisas, hojas delgadas, flexibles y glaucas en la parte interna, presencia del endosperma sobre la testa de la semilla, forma ovada del cono, vaina foliar caediza, margen entero de la hoja, estomas en el interiores de las hojas. Aunque también es notable la semejanza con el tamaño de los conos y de las semillas de *Pinus gerardiana* Wallich, de Asia Central y con *Pinus coulteri*, de Baja California (Rzedowski, 1964 ; Eguiluz, 1985).

2.4.4. Situación actual.

Para Rzedowski (1964), la especie *Pinus maximartinezii* Rzed., podría representar un relictos que en períodos geológicos pasados constituyó un bosque más

denso con una distribución más amplia, donde algunos árboles alcanzaron hasta 100 cm de diámetro, sobre todo en sitios protegidos y húmedos dentro de algunas cañadas. Este supuesto se basa en que no existen diferencias ecológicas notables con otros lugares cercanos (Passini, 1985).

La superficie de distribución es variable de acuerdo a los distintos investigadores, Para Eguiluz (1984), esta especie cubre 10 km². En cambio Reynoso (1976) estimó una superficie de 6 km² y Passini (1985) calculó 7 km², donde supone que se incluyan todas las plantas existentes de la especie. El dosel de los árboles es abierto, debido al espaciamento existente entre los individuos adultos.

2.5. Evaluación forestal.

2.5.1 Caracterización de los bosques.

Los bosques tiene ciertas características definidas, tales como una cubierta arbórea extensa y densidad suficiente que influye en las condiciones climáticas y ecológicas del lugar. Estos ecosistemas se pueden distinguir por la fisonomía, formas de vida, origen, composición, edad y estructura. La fisonomía es la apariencia de la vegetación en cuanto al crecimiento de los individuos. La forma de vida considera los hábitos de desarrollo. El origen, se refiere al tipo predominante de reproducción. Por su composición, pueden estar integrados por una o varias especies. En la estructura se incluye la altura, tamaño del fuste, diámetro de copa, vigor, producción y la edad. En forma horizontal, se puede apreciar la forma como están distribuidos los individuos en el hábitat físico. De acuerdo a un eje vertical, se pueden distinguir el estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo y mucinal (Spurr y Barnes,1985).

Los individuos que integran un bosque pueden presentar variación en las características fenotípicas y morfológicas, lo cual está determinado tanto por factores genéticos, como por el espaciamento con otros individuos y el ambiente. Estos estudios

tienen aplicación en la selección genética del arbolado, en el manejo y aprovechamiento de las masas forestales (Bermejo, 1980).

Entre los factores que ejercen competencia se encuentran las especies que integran el sotobosque, los incendios forestales, plagas y enfermedades. Estos disturbios influyen en la sucesión secundaria y los cambios en las comunidades, desde su etapa de colonización hasta alcanzar un estadio relativamente estable de clímax. Esta modificación en la composición florística produce un incremento en el número de aquellos individuos más agresivos, mientras que los menos competitivos tenderán a desaparecer. En las comunidades forestales al crecer el follaje, se produce una sombra que protege al suelo de la radiación solar e influye sobre la humedad, se incrementa la proporción de restos orgánicos que modifican el pH del suelo, esto hace posible el establecimiento de otras especies con las cuales competirán las colonizadoras y en ocasiones son desplazadas o substituidas por otras diferentes (Spurr y Barnes, 1985).

2.5.2. Inventarios forestales.

Los estudios sinecológicos realizados por Hernández X, consideraron aspectos cuantitativos de los recursos naturales, éste constituyó la base para los inventarios forestales realizados por el Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) y la Comisión Técnica para el Coeficiente de Agostadero (COTECOCA). Actualmente mediante el Inventario Forestal Continuo con sitios permanentes de muestreo, es posible cuantificar los cambios que ocurren en las comunidades vegetales en un determinado tiempo.

Las técnicas y metodologías para efectuar estos estudios han sido vinculadas al desarrollo de técnicas de muestreo estadístico, procesamiento electrónico de datos, sensores remotos y la teledetección (Medina, 1982). En una investigación realizada recientemente sobre la caracterización demográfica de *Pinus nelsonii*, para definir la estructura y composición del estrato arbóreo se consideraron la altura total y del fuste limpio, diámetro normal y el radio de cobertura. Otras investigaciones incluyen, las clases de sitios y la edad del arbolado (Suzán, 1990).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio.

3.1.1. Localización.

El bosque natural de *Pinus maximartinezii* Rzed., se encuentra localizado en el suroeste del Estado de Zacatecas cercano a la ciudad de Juchipila y sobre las estribaciones de la Sierra de Morones. En el lugar conocido como "Cerro de Piñones" , el pino azul desarrolla sobre ambas vertientes aunque es mas compacta y abundante la población de árboles en las exposiciones suroeste y noroeste. El área de dispersión de esta especie está ubicada entre las coordenadas 21° 20' y 21° 23' de latitud norte y de 103° 12' a 103° 15' de longitud oeste. Se extiende desde el sur en la parte conocida localmente como Piñoncitos al norte hasta Lagunillas, por el oriente los Fresnos, al oeste Piñones y la Mesa de Enmedio.

3.1.2. Vías de acceso.

Para ir hacia el "Cerro de Piñones", primeramente es necesario llegar a la comunidad de Pueblo Viejo a través de una vía de terracería de 14 km que parte desde Juchipila y después tomar otro camino de herradura de aproximadamente 4 km con dirección oeste hacia el "Cerro de Piñones". La cabecera municipal de Juchipila está comunicada por la carretera federal 54 con la capital del Estado cuya distancia es de 190 km. Así como con las ciudades de Guadalajara y Aguascalientes, las cuales se encuentran a 135 y 119 km respectivamente. En la Figura 2 se puede observar la ubicación del área de estudio y las vías de acceso anteriormente descritas.

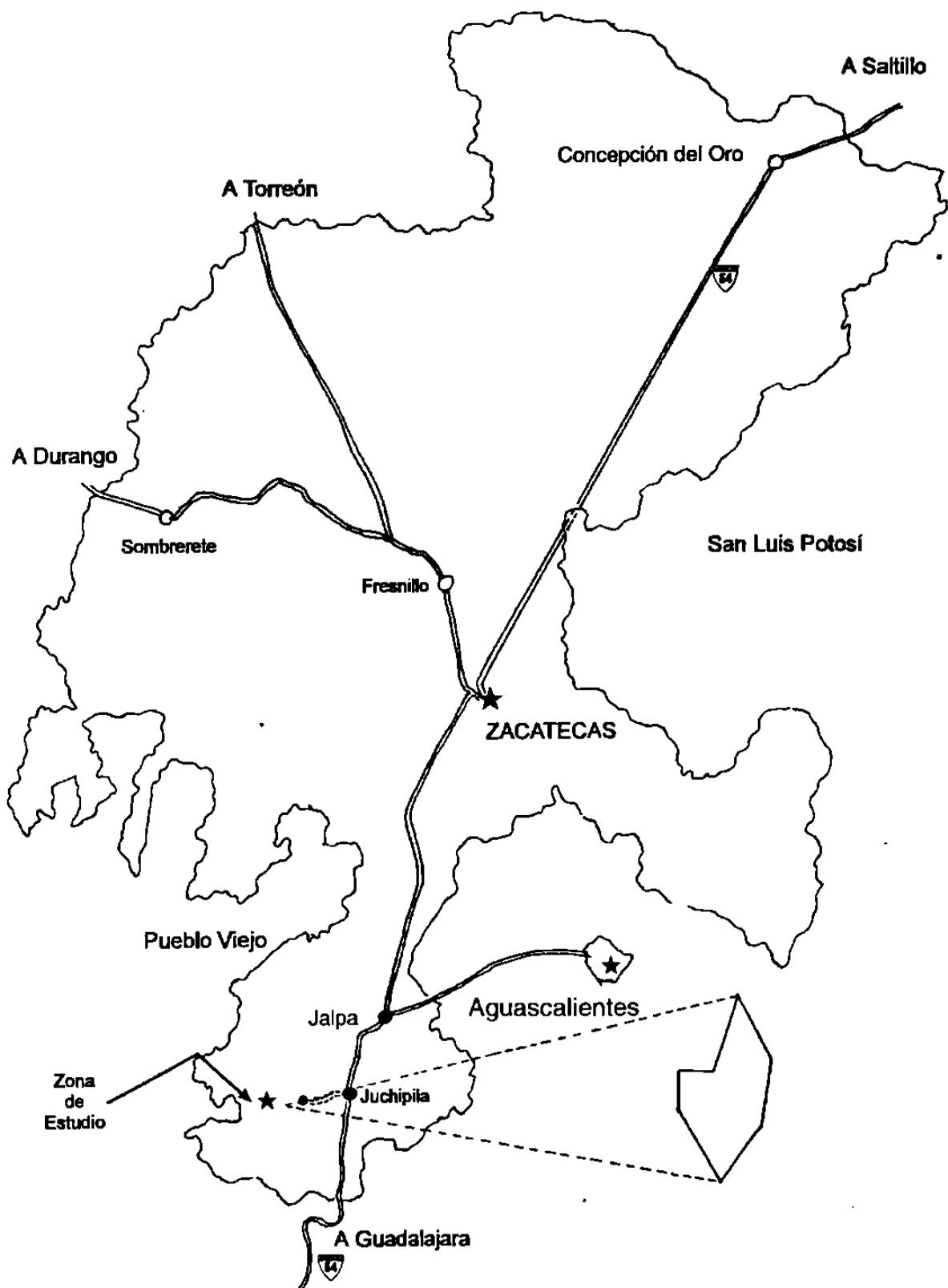


FIGURA 2. Localización geográfica de Juchipila en el sur del Estado de Zacatecas y la ubicación del área de estudio.

3.1.3. Geología.

La fisiografía del lugar presenta sierras altas, alargadas en sentido norte-sur, frecuentemente rematadas por mesetas, que alternan con valles (S. P. P., 1981). Se presentan afloramientos pertenecientes a basaltos del Cuaternario, las rocas ígneas que aparecen son consideradas depósitos continentales, las cuáles consisten en tobas, brechas y vítreas. También se presentan rocas volcánicas originadas durante el Cenozoico Medio y Superior donde predominan riolitas y andesitas alternando con aluviones, que dan origen a suelo arenoso, de pH ácido (Rzedowski y Mc Vaugh, 1966). En la Figura 3 se describen las provincias geológicas del Estado de Zacatecas, donde destaca la Provincia de la Sierra Madre Occidental a la cuál pertenece la zona de estudio.

3.1.4. Edafología.

Estos suelos se han originado a partir de diferentes tipos de rocas. Entre los mas importantes se encuentran el regosol y el cambisol eútrico, de color gris, de textura limosa, consistencia blanda y de porosidad moderada. El feozem háplico, de color rojizo en húmedo, ocasionalmente con una capa superficial oscura rica en materia orgánica, consistencia suelta en seco, porosidad abundante y fácilmente erosionables. Los suelos de tipo litosol están severamente erosionados, presentan menos de 10 cm de espesor, de color pardo oscuro en húmedo, textura migajón arcillo-arenoso, estructura granular, tamaño fino y alta porosidad (S.P.P, 1981).

3.1.5. Hidrología.

La zona de estudio presenta una gran cantidad de arroyos que en la mayoría son temporales durante la época de lluvias. Entre los más importantes se encuentran: El Laurel, El Gusano, Las Palomas, Piñones y El Tildillo. Existen otros de menor importancia como: El Limón, Los Fresnos, El Pinito, Las Uvas, La Lagunita y La Torrecilla. Todos ellos desembocan en el Río Juchipila (S.P.P, 1981).

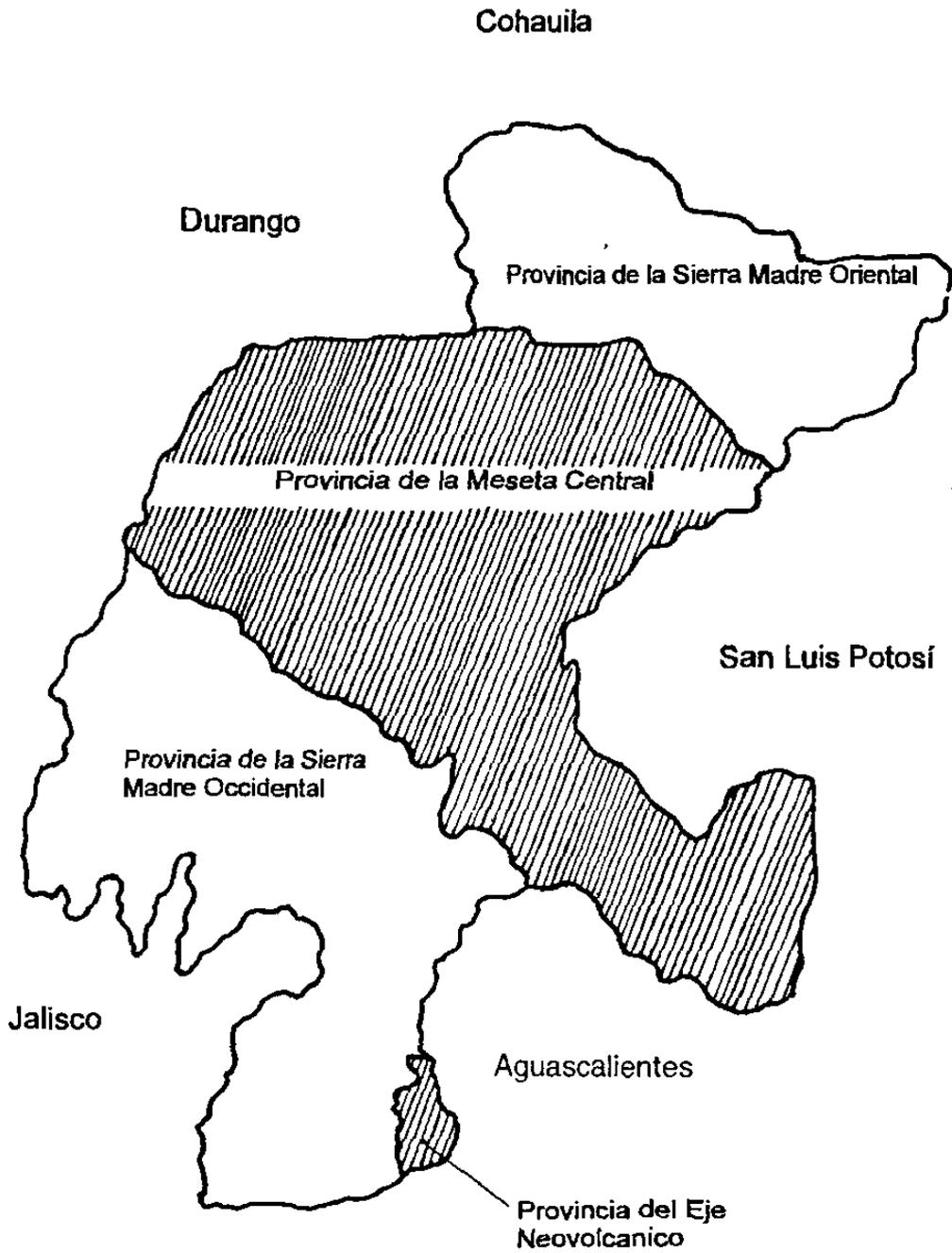


FIGURA 3. Provincias geológicas del Estado de Zacatecas (SPP, 1981).

3.1.6. Climatología.

La ciudad de Juchipila presenta una altitud de 1137 msnm, precipitación pluvial media anual de 672 mm, la temperatura media anual es de 22°C, la máxima extrema alcanza valores cercanos a los 50°C durante el verano (Rzedowski y McVaugh, 1966).

En la zona de estudio resalta la ausencia de estaciones meteorológicas, pero mediante extrapolación se ha calculado una precipitación pluvial entre 750 a 900 mm anuales, repartida de Julio a Septiembre. La temperatura media anual es de 17° a 18°C y las temperaturas máximas se presentan de Mayo a Agosto. Las temperaturas mínimas se registran en los meses de Diciembre y Enero con 12 heladas anuales, donde la primera ocurre en Septiembre y la última en Mayo. Presenta un promedio de 200 días despejados (Rzedowski, 1964; Passini, 1985 y Eguiluz, 1987). El riesgo de granizadas es de dos a cuatro días principalmente durante Agosto y Julio, presentando de 400 a 600 horas frío (Bustillos, 1989).

De acuerdo a Bustillos (1989) la variada topografía del lugar influye en una notable diversidad de tipos de clima, por esta razón el sur del Estado de Zacatecas se puede dividir en los siguientes climas (Figura 4): En las regiones 1, 2 y 6 están presentes los tipos $C(w_1)(w)$, $C(w_1)$, $C(w_0)(w)$ que corresponden al clima templado húmedo. Para las zonas 3, 4 y 5 se consideran del tipo $A(A)C(w_1)(w)$ (w), $A(w_0)$) y $A(C)(w_0)(w)$ que son cálido húmedo y semicálido. Mientras que las regiones 7 y 8, presentan clima seco del tipo BS_1kw y BS_1hw . Finalmente en la zona 9 que comprende al lugar donde se realizó este estudio, impera el clima semiseco del tipo $BS_1h(h)w(w)$.

3.1.7. Topografía.

Una de las ramificaciones geográficas más importantes del suroeste del Estado de Zacatecas la constituye la Sierra de Morones, la cual separa a los denominados Cañones de Juchipila y Tlaltenango. En esta región las laderas occidentales generalmente son de

mayor pendiente que las orientales y el desnivel entre el fondo de la barranca y las montañas circundantes fluctúa de 700 a 1500 m. La altitud varía entre 1200 m en las partes inferiores del río Santiago hasta 2800 m en la cumbre más alta (Rzedowski y Mc Vaugh, 1966).

La topografía en el Cerro de Piñones es escarpada y abrupta con pendientes que varían del 10 al 70%. Los suelos son calcáreos, delgados y pedregosos, fácilmente erosionables por el agua, de color café grisáceo claro a oscuro y pH de 5. En la Figura 5 se observan las curvas a nivel y las altitudes de la zona de estudio que oscilan entre los 1800 y 2500 msnm.

3.1.8. Vegetación.

De acuerdo con Gutiérrez (1959) citado por Rzedowski y Mc Vaugh (1966), la vegetación de este lugar corresponde a la Provincia Fisiográfica de los Cañones y pertenece a la Región de Nueva Galicia. Por otra parte, Guzmán y Vela (1960) establecen que se presenta una vegetación del tipo matorral subtropical, la cuál se desarrolla entre los 1600 y 1800 msnm en donde la mayor parte de las especies pierden sus hojas entre siete y nueve meses del año.

Para Rzedowski (1964), el matorral está constituido por arbustos de 2 a 4 m de alto, donde a veces se intercalan algunos árboles de 8 a 12 m, como el pino triste (*Pinus lumholtzii*), el fresno (*Fraxinus uhdei*), el encino (*Quercus macrophylla*), el osote (*Ipomoea intrapilosa*), la clavellina (*Pseudobombax palmeri*) y el tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*). En el estrato arbustivo están presentes las siguientes especies: la manzanilla (*Arctostaphylos pungens*), el madroño (*Arbutus sp*), el ocotillo (*Dodonaea viscosa*), la cebolleta (*Brusera fagaroides* H.B.K), el colorín (*Erythrina sp*), la vara dulce (*Eysenhardtia polistachia*), el tepame (*Acacia sp*), el huizache (*Acacia farnesiana* L. Will.), la uña de gato (*Acacia gregii*), el granjeno (*Celtis sp*), el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), la anona (*Anona dongiflora* S.Watts), etc. En el estrato

herbáceo se encuentran: el maguey (*Agave* spp), el nopal cardón (*Opuntia streptacantha*), el nopal tapón (*Opuntia robusta*), el engorda cabra (*Dalea* spp), etc. Están presentes distintos pastos tales como el zacate rosa (*Heteropogon contortus*), el zacate banderita y navajita (*Bouteloua curtipendula* y *B. gracilis*), otras especies de los géneros *Panicum*, *Stipa* y *Andropogon* .

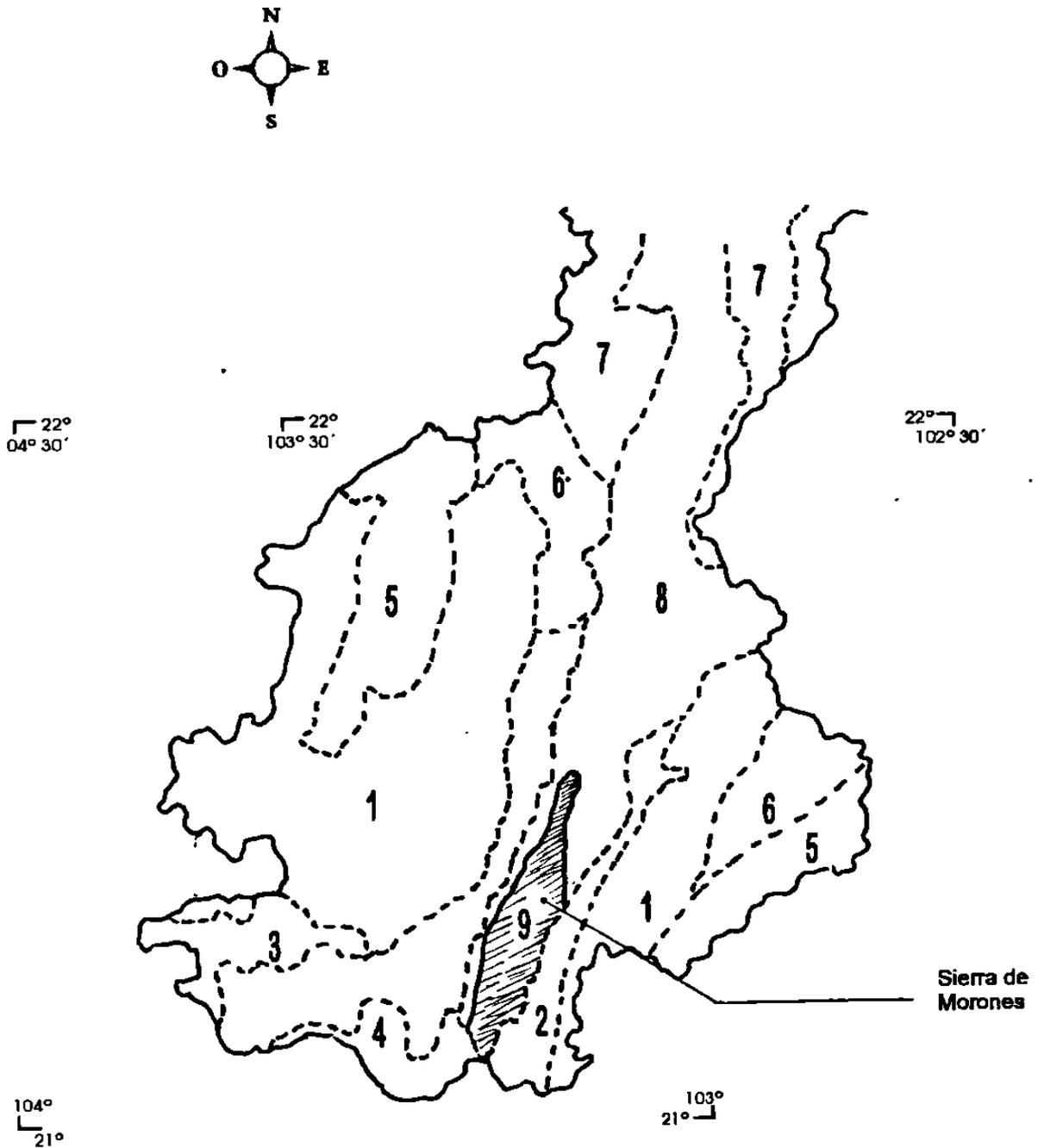


FIGURA 4 .Mapa de climas en el sur del Estado de Zacatecas y localización de la Sierra de Morones.

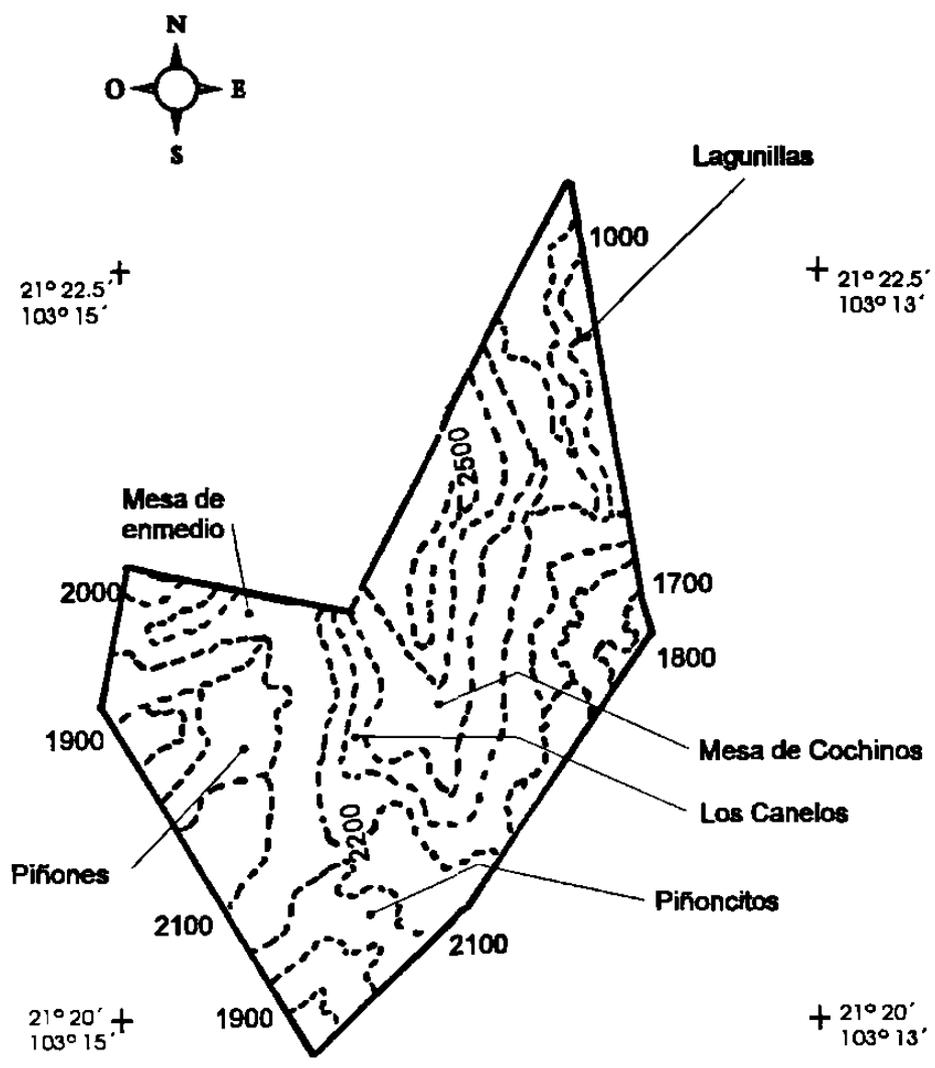


FIGURA 5. Curvas de nivel y altitudes presentes en las diferentes localidades donde se distribuye el *Pinus maximartinezii* Rzed.

3.2. Materiales.

En esta investigación fueron considerados todas las poblaciones de los árboles pertenecientes a la especie *Pinus maximartinezii* Rzed., que desarrollan en forma natural en el “Cerro de Piñones”. El área de dispersión de la especie se encuentra ubicada entre las coordenadas 21° 20' y 21° 23' de latitud norte y 103° 12' y 103°15' de longitud oeste. Se extiende desde el sur en el lugar denominado localmente Piñoncitos, al norte hasta Lagunillas, por el oriente a los Fresnos y al oeste en la Mesa de Enmedio.

Generalmente el dosel del arbolado es abierto, debido a los espaciamientos de los individuos adultos. Por los antecedentes, este lugar ha estado expuesto a frecuentes disturbios antropogénicos.

A continuación se enlistan los materiales utilizados en el presente trabajo:

Cartas topográficas de INEGI 1:50,000

Mapa base 1:25,000

Malla de puntos

Cable metálico de 22 m

Clínometro marca Sunto

Cinta diamétrica de 1.50 m

Cinta métrica de 20 m

Regla graduada de 30 cm

Geoposicionador (Trimble Navigator)

Brújula

2 técnicos forestales

3.3 Métodos

De acuerdo al plan de trabajo establecido para la realización de esta investigación, la primera fase consistió en la recopilación de información bibliográfica y material cartográfico.

Las cartas topográficas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) de la región, a una escala 1:50,000 sirvieron de apoyo para realizar los recorridos de reconocimiento por el lugar.

Con el geoposicionador marca Trimble Navigator se determinaron las coordenadas geográficas, tomando en consideración los individuos de la especie que se encontraron en los límites para definir el área de dispersión en el lugar. A partir de la información anterior se elaboraron los mapas base a una escala 1:25 000, donde se representaron la extensión y ubicación de los rodales. Posteriormente con la malla de puntos y el mapa base, mediante un sorteo aleatorio estratificado se definieron los sitios de muestreo.

Se utilizaron parcelas circulares, equivalente a un décimo de hectárea o 1000 m²; en este procedimiento se empleó un cable con radio de 17.84 m que contempló compensaciones para pendientes del 20, 30 y 45%, considerando radios de 18.40, 19.17 y 21.21 m, respectivamente.

Se dispuso del apoyo de dos técnicos forestales durante dos semanas, éstos previamente fueron capacitados tanto en la toma de datos como en el adiestramiento del equipo a utilizar. La toma de datos de campo se realizó durante el verano de 1995.

La información obtenida en el campo fué registrada en formas elaboradas para este propósito, que incluyeron ubicación, con un croquis del lugar, nombre del predio, número del sitio, exposición, pendiente y profundidad del suelo. Para la localización de los sitios de muestreo se consideró a las coordenadas geográficas y a la altitud del sitio

observado a través de un geoposicionador manual. Este instrumento al recibir las señales de al menos cuatro satélites en órbita establece un arreglo tridimensional de estos indicadores. El tamaño total de la muestra en la población estuvo constituida por 54 unidades que aglutinaron a 788 individuos dentro de una superficie de 54000 m², lo que representó un 1.3 % de la superficie de las 415 hecáreas.

3.3.1 Análisis químico-físico del suelo.

En este estudio se planeó efectuar el análisis físico-químico del suelo de cada rodal para tener una caracterización general del mismo. El muestreo del suelo se realizó a una profundidad de 20 cm, integrando un compuesto de 1 kg para cada rodal. Este material fue analizado en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. De acuerdo al diagnóstico emitido (Cuadro1) la textura es franco arenosa. El pH es muy ácido, lo que podría tener algunos efectos indirectos con algunos microelementos o en la retención del fósforo y en la reducida capacidad de intercambio catiónico. El nitrógeno presenta concentración normal. La materia orgánica muestra valores desde intermedios a altos. En la evaluación de fósforo resultó con contenido intermedio. La Capacidad de Intercambio Catiónico mostró valores similares. De acuerdo a la Tabla de colores Munsell estos suelos corresponden a la categoría 10YR 7/1 en seco que representa al color café grisáceo y en suelo húmedo 5YR 3/2 al café ligero.

Cuadro 1. Análisis físico-químico de los suelos en los diferentes rodales del bosque natural de *Pinus maximartinezii* Rzed.

Determinación	Rodal 1	Rodal 2	Rodal 3	Rodal 4
Textura	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco Arenosa	Franco arenosa
Arena (%)	41.88	46.77	52.44	47.20
Limo (%)	32.0	34.72	29.44	32.68
Arcilla (%)	26.12	24.12	18.12	20.12
Materia Orgánica (%)	3.8	2.56	4.1	3.3
Nitrógeno (ppm)	0.316	0.189	0.250	0.212
Fósforo(ppm)	33	31	30	34.5
CIC me/100g	24.7	24.1	24.2	23.9
Capacidad de Campo(%)	17.52	17.0	17.77	16.5
Punto de Marchitamiento Permanente(%)	18	18.04	18.33	17.90
pH	4.87	6.21	4.8	5.66
Color	Café oscuro	Café claro	Café	Café

3.3.2. Variables estudiadas.

Las variables estudiadas en esta investigación consistieron en estimaciones cuantitativas de los individuos pertenecientes a la especie *Pinus maximartinezii* Rzed. presentes dentro de cada parcela experimental, tales como: rodal, densidad de árboles por sitio, altura total del árbol, diámetro normal, diámetro de copa, número de conos maduros por árbol, tamaño y cantidad de regeneración natural.

a) Rodal.

Se identificaron de acuerdo a las semejanzas fisonómicas en las características de los árboles con respecto a altura, forma y tamaño de las copas y edad. Se pueden establecer diferencias en los diferentes grupos que conforman el bosque y de acuerdo a éstos dividir éste en rodales.

b) Densidad de árboles.

Este parámetro se calculó estimando la suma de la cantidad de árboles entre el número de sitios muestreados en una determinada superficie.

c) Altura total de los árboles.

Se consideró la distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal de los árboles. El aparato utilizado en esta medición fue el Clinómetro Sunto, el cual consiste en una pequeña caja metálica con un nivel de péndulo circular en su interior, graduado en porcentaje y en grados, donde se registra una distancia horizontal determinada y el ángulo vertical que se forma entre la base y la cima del árbol. Con la medición total de esta variable de cada sitio se calculó la altura media de los rodales.

d) Diámetro normal.

En los inventarios forestales, el diámetro a la altura del pecho (DAP) o diámetro normal (DN), se realiza con la medición a una altura de 1.30 m de la base del tronco de los árboles en pie. Para ello se utilizó una cinta diamétrica que ofrece una lectura directa del diámetro del tronco expresada en centímetros. Con la medición del conjunto de árboles de cada parcela experimental y el número de árboles contenidos se obtuvo la media del diámetro normal para cada rodal.

e) Diámetro de copa.

Se obtuvo mediante el promedio de las mediciones realizadas en las direcciones este-oeste y norte-sur realizadas sobre la base de la copa del árbol. Esta variable también permite estimar la espesura del bosque al expresar el porcentaje de cobertura del terreno ocupada por la proyección de las copas de los árboles.

Waldemar
Vidal
Vidal
Vidal

f) Conos maduros por árbol.

Se consideraron como conos maduros a todos aquellos estróbilos con edad aproximada de dos años, de color café o verduzco, que permanecen suspendidos de los árboles y aún están cerrados conteniendo en su interior las semillas.

g) Altura y cantidad de regeneración natural.

Esta variable consistió en la medición en la altura de la regeneración natural o de todas aquellas plántulas pertenecientes a la especie en estudio, que presentaran un tamaño menor a 129 cm, entre el nivel del suelo y las yemas terminales. Otro aspecto fue la cuantificación del número de plántulas que estuvieran comprendidas dentro de cada sitio de muestreo.

3.3.3 Análisis estadístico.

Con los datos tomados en campo acerca de las variables en los rodales estudiados se procedió a la comparación de medias por medio del análisis de varianza y posteriormente se efectuó el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 6 se observaron los sitios muestreados y el área de dispersión natural de la especie *Pinus maximartinezii* Rzed. De acuerdo con esto se calculó una superficie de 3100 hectáreas y tomando como criterio la abundancia y la fisonomía del arbolado se identificaron cuatro rodales. Enseguida de cada rodal entre parentésis se da el símbolo para cada uno, es decir Rodal 1 (0), el Rodal 2 (+), el Rodal 3 (X) y el Rodal 4 (-). En forma estimativa se calculó que un 85% de la población de árboles se concentra en una superficie de 415 hectáreas, lo cual corresponde a la suma de todos los rodales y a su vez constituyen los principales macizos boscosos.

En el Cuadro 2 se presenta la superficie total de la población objeto de estudio y de los cuatro rodales que se determinaron la integran, así como el número de árboles en cada rodal y los sitios muestreados para cada uno de los mismos en donde resalta que la mayor superficie y tamaño de muestra correspondió para el Rodal 2 y la menor para el Rodal 4.

Cuadro 2. Estructura del macizo boscoso en el “Cerro de Piñones” con las estimaciones de la superficie en los diferentes rodales, número de árboles y número de sitios muestreados.

Rodal	Superficie (ha)	Número de árboles muestreados	Sitios muestreados
1	18	114	13
2	376	418	33
3	20	75	4
4	1	181	4
Total	415	788	54

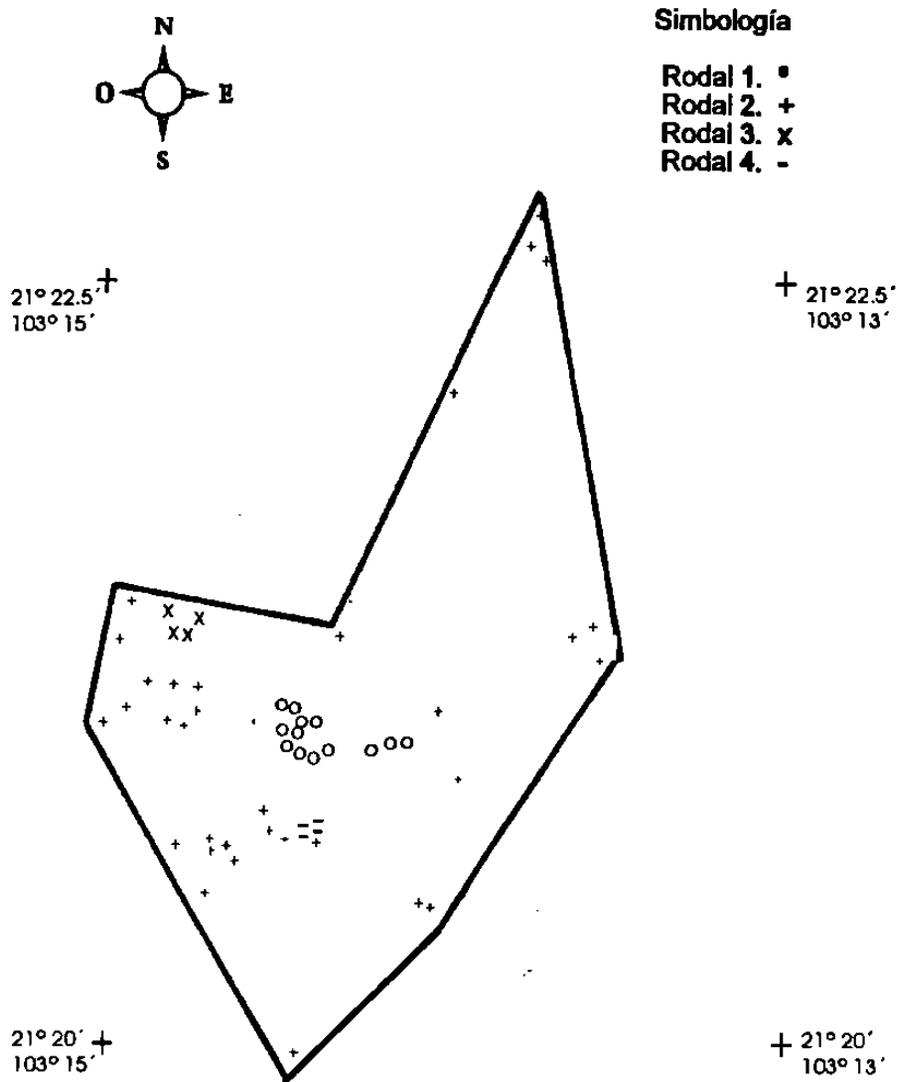


FIGURA 6. Distribución de los sitios de muestreo y ubicación de los rodales en bosque de *Pinus maximartinezii* Rzed., en el Cerro de Piñones.

En el Cuadro 3, la altura media del rodal y el diámetro de copa es expresado en metros, mientras que el diámetro normal es representado en centímetros. Los rodales se compararon por medio del análisis de varianza en cuanto a las variables antes mencionadas, encontrando para la altura una diferencia altamente significativa entre ellos ($P < 0.001$). La comparación de medias mostró que los Rodales 1 y 3 tuvieron alturas similares y mayores que los Rodales 2 y 4. El diámetro de copa mostró resultados similares a los obtenidos para la altura media al comparar los rodales. El análisis de varianza también manifestó diferencias altamente significativas ($P < 0.001$), encontrando en la comparación de medias que los Rodales 1 y 3 fueron similares y con diámetros de copa mayores que los Rodales 2 y 4.

El diámetro normal siguió las mismas tendencias que las variables antes estudiadas. El análisis de varianza también mostró diferencias altamente significativas, encontrando en la comparación de medias que los Rodales 1 y 3 tuvieron un mayor diámetro normal que los Rodales 2 y 4 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estimaciones de altura media, diámetro de copa y diámetro normal en los cuatro rodales estudiados del “Cerro de Piñones”

	Altura media (m)	Diámetro de copa (m)	Diámetro normal (cm)
1	7.61 a	6.17 a	29.19 a
2	4.59 b	3.55 b	13.43 b
3	7.17 a	5.43 ab	20.22 ab
4	5.08 b	3.58 b	14.66 b
Media	6.11	4.68	19.37
DMS	2.00	2.10	12.00
CV %	33.1	42.62	63.51

De acuerdo al Cuadro 4, la superficie del Rodal 2 representó 376 ha que multiplicadas por la población promedio por sitio muestreado de 1000 m², resulta en un total de 47,639 individuos, la mayor población de los cuatro rodales. Sin embargo, la media por unidad de muestreo fué de 14.59 árboles que en una superficie de 415 ha alcanza un total de 60,548 individuos esperados dentro del macizo boscoso.

El mayor número de individuos por superficie se presentó en el Rodal 4 y las menores densidades correspondieron al Rodal 2 y 1, respectivamente, esto se asoció a valores altos para la altura, diámetro normal y diámetro de copa, con una menor densidad de población.

Cuadro 4. Densidad media de árboles para cada rodal en el “Cerro de Piñones”.

Rodal	Individuos /1000m ²	Superficie (ha)	Total árboles
1	8.77	18	1578
2	12.67	376	47639
3	18.75	20	3750
4	45.25	1	452.5
Media aritmética	21.36	Total 415	Total 53,419
Media por rodal	14.59	Total 415	Total 60,548.5

En el Cuadro 5, se explica una relación entre el número total de árboles muestreados por cada rodal y la cantidad de individuos que mostraron conos maduros. De los 788 árboles muestreados, solamente 161 individuos presentaron producción de conos maduros, estos representan el 20.4% del total de árboles investigados. Los Rodales 1 y 3 contienen el mayor porcentaje de árboles con conos maduros y el mayor promedio de conos por árbol. Este resultado coincide con los obtenidos anteriormente, cuando se estudiaron las variables que muestran el desarrollo de los árboles.

En general, los rodales donde se encontraron los individuos más desarrollados en altura y diámetro de copa, presentaron un mayor porcentaje de árboles con conos.

Considerando la regeneración natural en el bosque se tienen que de acuerdo al Cuadro 4 en el macizo boscoso se tiene aproximadamente 60,548.5 individuos y después en el Cuadro 5 se menciona que solamente el 20.43% de los árboles presentan conos maduros, por lo que se tendría un total de 12, 370 árboles y considerando una producción media de 4.60 conos maduros por individuo, se esperaría una producción de 56,902 conos maduros. En el aspecto económico, según estimaciones cada cono maduro de esta especie tiene un rendimiento medio de 100 gramos, lo que da un producción total de semilla de 5690.2 kg y considerando un precio de \$40.00 por kg, esta producción de las 415 hectáreas estudiadas alcanzaría un valor económico en el mercado de \$405,250.00, lo que da un rendimiento económico por hectárea de \$ 976.50.

Cuadro 5. Producción total de conos maduros por rodal en el “Cerro de Piñones”

Rodal	Número de árboles muestreados	No árboles con conos maduros	Porcentaje de árboles con conos maduros	Total de conos maduros por rodal	Media por árbol
1	114	32	28.07	165	5.15
2	418	67	16.03	287	4.29
3	75	33	44.00	203	6.15
4	181	29	16.02	86	2.97
Población	788	161	26.03	741	4.60

Además de la cantidad estimada de conos maduros, en el Cuadro 6 se muestra que solamente en 47 de los 54 sitios de muestreo se encontró regeneración natural. En los Rodales 3 y 4 se encontró regeneración natural en todos los sitios muestreados, mientras que en los Rodales 1 y 2 el porcentaje de sitios con renuevos fue de 69.23 y

90.91 %, respectivamente. La altura promedio de los renuevos de la población fue de 32.79 cm. La mayor altura correspondió al Rodal 4, seguida de los Rodales 2, 1 y finalmente el 3. El promedio de renuevos por Rodal fue de 33.21 individuos.

La regeneración depende principalmente de los árboles padre que son los que producen conos y a su vez, semillas. Aunque los Rodales 3 y 1 fueron los que mayores producciones de conos maduros mostraron, pero no lo fueron en cantidad de renuevos. Esto posiblemente obedezca a los aprovechamientos de semilla realizados en ciclos anteriores en dichos rodales. Por otra parte, el Rodal 2 es el que tiene mayores posibilidades de establecerse y continuar colonizando nuevos espacios en el lugar, principalmente por la forma de distribución y por tener alto número de individuos próximos a la etapa reproductiva. Dado que en el Rodal 1 la regeneración ocurrió en un 69.23 %, se puede indicar que está en plena decadencia productiva y regenerativa.

Cuadro 6. Características de la regeneración natural en los diferentes rodales estudiados.

Rodal	Sitios muestreados	N ^o sitios con renuevos	% de sitios con renuevos	Altura (cm) promedio de renuevos	N ^o individuos promedio por sitio
1	13	9	69.23	22.80	17
2	33	30	90.91	41.06	22
3	4	4	100.00	19.42	19
4	4	4	100.00	47.89	74.75
Población	54	47		32.79	33.27

En el Cuadro 7 se puede apreciar que existen correlaciones significativas entre las diferentes variables ($P < 0.001$) en donde el diámetro normal (DN) explica el 86 % de la variación de la altura, mientras que el diámetro de copa en un 73 % y la producción de conos en un 35 %. El diámetro de copa explica el 71 % de la variación de DN. La

producción de conos es la variable que presenta menos correlación con las demás, pero explica el 30 % de la variación de DN y diámetro de copa.

Cuadro 7. Matriz de correlación (r de Pearson) entre variables.

	Altura	Diámetro normal	Diámetro deCopa
DAP	0.86 (n = 788)		
D. Copa	0.73 (n = 788)	0.71 (n = 788)	
Conos	0.35 (n = 161)	0.30 (n = 161)	0.30 (n = 161)

De acuerdo con los datos de distribución de frecuencias de los diámetros normales (Cuadro 8), el Rodal 2 presentó mayor proporción de árboles pequeños, en donde se encontraron 275 árboles con diámetros menores a 10 cm. Esto indica que la mayor parte de los árboles está en etapa juvenil, por lo que está constituyéndose como un bosque joven, lo que asegura la permanencia de la especie en este lugar, si es que no ocurren eventos que deterioren o detengan esta propagación, como pudieran ser los incendios forestales o el aprovechamiento irracional de los árboles.

La distribución de frecuencias de los diámetros presentada en el Cuadro 8 también muestra que el Rodal 1 es el que contiene los árboles de mayor tamaño, sin embargo, no se aprecia una propagación tan intensa como la observada en el Rodal 2 y 4. El mayor desarrollo de los árboles en el Rodal 1 se puede explicar debido al tipo de suelo, el cual es profundo, de color oscuro y la escasa propagación se puede explicar debido a que los árboles mas viejos tienen menor producción de semilla, además es el área que más frecuentemente es visitada por los recolectores de semilla, atraídos por las dimensiones de los árboles.

Cuadro 8. Distribución de frecuencias para cada rodal en el “Cerro de Piñones”, de acuerdo al diámetro normal (cm).

Rodal	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	Total
1	31	13	15	22	14	6	8	3	2	114
2	275	63	35	22	17	6				418
3	8	25	31	10	1					75
4	18	14	19	23	13	3				181
Total	432	115	100	67	45	15	9	3	2	788
%	54.8	14.6	12.7	8.5	5.7	1.9	1.1	.4	.3	

Considerando los resultados de las características más importantes de los rodales se tendrían los siguientes aspectos. En una representación espacial se observaron cambios de la vegetación asociados a la exposición del lugar, a la profundidad y fertilidad del suelo y las características topográficas, constituyendo unidades micro climáticas dentro del bosque que afectan el desarrollo de los árboles. El arbolado se caracterizó por grupos de individuos con similares dimensiones de altura, diámetro normal de tronco y copa, en los siguientes rodales.

El Rodal 1. La altura media de los árboles fue de 7.61 m, el diámetro de copa de 6.17 m , con diámetro promedio de 29.19 cm y una densidad media de 8.77 individuos por muestra. Este rodal representa al bosque maduro o relicto de toda la población arbórea, contiene a los individuos de mayor edad, tamaño, diámetro de copas y de troncos y los cuales ya alcanzaron el máximo desarrollo. Este rodal está creciendo en suelo café oscuro de 30 cm de profundidad, ricos en materia orgánica, pH de 4.8 y pendientes del 30 al 50%. Ocupa una extensión de 18 hectáreas, está ubicado sobre altitudes entre 1900 y 2400 msnm, entre el arroyo de los Canelos y Piñones y en una menor cuantía en el arroyo de los Fresnos.

Rodal 2. Presenta una altura media de 4.59 m, diámetro medio de copa de 3.55 m, diámetro normal de 13.43 cm y una densidad promedio por muestra de 12.67 individuos. Está representado por individuos con diferentes etapas de desarrollo, tamaños confusamente mezclados. Aunque predomina el arbolado joven de porte arbustivo próximo a la etapa reproductiva. Se extiende principalmente hacia el norte y oeste del "Cerro de Piñones". Esta presente en diferentes exposiciones y altitudes que van desde los 1750 a 2450 msnm. Se le ubica en las localidades de Piñoncitos, Lagunillas, Mesa de Cochinos y Piñones.

Ocupa terrenos con suelos muy delgados y pedregosos que en ocasiones presenta afloramientos de la roca madre, de color café claro, un pH de 6, textura franco arenosa. En este lugar el pino piñonero frecuentemente se encuentra colonizando lugares donde anteriormente han ocurrido disturbios ecológicos principalmente incendios forestales. Ahí, crece asociado el *Pinus maximartinezii* Rzed. a la manzanilla (*Arctostaphylos polifolia*), la vara dulce (*Eysenhardtia polistachia*), el huizache (*Acacia farnesiana*), la uña de gato (*Acacia gregii*), que son elementos de la vegetación secundaria. Estas especies durante las primeras etapas de desarrollo de los pinos le ofrecen sombra y protección de posibles daños que pudieran causarle el ganado.

Rodal 3. En este rodal los individuos mostraron altura media de 7.17 m, diámetro de copa de 5.43 m, diámetro normal de troncos de 20.22 cm y una densidad media de 18.75 individuos por muestra. Está caracterizado por una comunidad forestal de árboles piñoneros de edad intermedia, que presentan cierta uniformidad en la fisonomía anatómica ocupando un estrato de individuos definido con una altura aproximada de 7 m. Se distribuye sobre una altitud promedio de 2100 msnm y desarrolla sobre suelos de color café, de 25 cm de profundidad, y en ocasiones con alta pedregosidad. Presenta exposición sur, con pendientes del 30 al 50%. Ocupa una superficie aproximada de 20 ha, se le ubica en el lugar denominado "Mesa de Enmedio".

Rodal 4. Ocupa una reducida superficie de aproximadamente 1.0 ha. Está representado por individuos que alcanzan una altura media de 5.08 m, diámetro de copa

de 3.58 m, diámetro normal de 14.66 cm, y una densidad media de 45.25 individuos por muestra. En este rodal se pueden distinguir dos estratos perfectamente definidos, uno constituido por el arbolado dominante de edad madura y el segundo nivel ocupado por una gran cantidad de renuevos, pero de aspecto raquíptico en el tallo y follaje, resultado de la competencia intraespecífica. En él se encuentra la mas alta densidad de individuos por unidad de superficie. Se desarrolla sobre un suelo de color café claro de 25 cm de profundidad.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en este proyecto, así como la hipótesis de trabajo y por las condiciones bajo las cuales se efectuó esta investigación se puede concluir lo siguiente:

1) El patrón de distribución que exhibe *Pinus maximartinezii* Rzed. en el lugar de estudio es irregular, dentro de una superficie de 3100 hectáreas en donde los principales macizos boscosos se agrupan en cuatro rodales; éstos ocupan una extensión de 415 hectáreas. Para propósitos del estudio se identificaron los Rodales 1, 2, 3 y 4.

2) Los Rodales 1 y 3 presentaron la mayor proporción de árboles maduros y una baja proporción baja de árboles juvenes, lo que representa una decadencia en regeneración natural.

3) En el Rodal 2 existe una alta población de árboles en etapa juvenil, algunos próximos a la reproducción y está ampliamente distribuido en toda el área, lo que asegura la permanencia de esta especie e incrementa las posibilidades de colonizar nuevos sitios en un futuro.

4) El Rodal 3 es el de edad intermedia y presenta la mayor producción de conos maduros y consecuentemente esto hace que sea de los que más está influyendo en la regeneración natural.

5) El Rodal 4 presenta la mayor cantidad de renuevos por unidad de área, lo que está influenciado por el tipo de suelo, el cual es el más profundo, rico en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y muestra la menor pendiente.

6) La regeneración natural no necesariamente está influenciada por la cantidad de semilla producida, puesto que el Rodal 3 es el que tiene el mayor porcentaje de conos, sin embargo, el Rodal 4 es el que tiene la mayor densidad de renuevos.

7) La cantidad de semilla producida no necesariamente está relacionada con árboles más grandes. Se observó que la mayor cantidad de conos los producen los árboles de edad intermedia.

8) El bosque de pinos puede ser una buena alternativa económica para los propietarios de los predios en donde se encuentra el bosque, debido a que por la venta de semilla se puede tener un ingreso anual de hasta \$ 976.50 por hectárea.

9) Con respecto a la hipótesis planteada sobre el patrón de distribución, éste resulta afectado tanto por la densidad y la variación intrínseca de los rodales, debido a las condiciones ecológicas y fisiográficas presentes en el lugar.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante considerar que los estudios demográficos de especies endémicas pueden proporcionar valiosa información sobre la estructura de la masa forestal, la condición silvícola, la sucesión y dinámica que ocurre en las comunidades vegetales y la interacción con otros elementos del ecosistema. Esta información resulta imprescindible en la protección, manejo, conservación y aprovechamiento forestal.

Debido a que en esta especie (*Pinus maximartinezii* Rzed.), el aprovechamiento económico más importante es la recolección de piñones para cubrir demandas en los programas de forestación dada la gran adaptación que ha tenido en algunas áreas urbanas hasta llegar a alcanzar el más alto precio entre todos los piñoneros es importante que esta práctica vaya acompañada de ciertas medidas técnicas que consideren la capacidad productiva del recurso forestal sin afectar la regeneración natural.

Una propuesta a considerar es constituir este bosque como área natural protegida bajo manejo, considerando la zona núcleo que comprendería los principales macizos boscosos aquí estudiados y el área de distribución natural como zona de amortiguamiento. Debido a las condiciones ecológicas ofrece las características apropiadas para el establecimiento, desarrollo y expansión de la especie. Esto es observable en algunos sitios que fueron desmontados para fines agrícolas y ganaderos, y posteriormente han sido abandonados, ahora se encuentran en proceso de restauración ecológica.

Esto implica algunos tratamientos a las masas forestales como podas, deshierbes, fertilización química, sobre todo la creación de obras de conservación de suelos y áreas de exclusión de la fauna doméstica para favorecer e inducir la regeneración donde ésta no exista.

Es importante considerar la capacitación de los propietarios en el manejo integral y conservación de la especie tomando algunas medidas preventivas contra los incendios forestales, plagas y enfermedades.

Como una alternativa económica en la la generación de empleos permanentes, es la posibilidad de desarrollar tanto por los dueños de los predios del bosque y de algunos lugares cercanos, el cultivo de árboles de navidad y ornamentales.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Bermejo V., B. 1980. Variación morfológica en características de hojas y conos de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* Mtz. I.N.I.F., S.A.R.H. México. Boletín técnico 74:41-74.
- Bustillos V., F. 1989. Determinación de las horas frío para frutales caducifolios del Estado de Zacatecas. Tesis de Licenciatura. Depto. de Zonas Aridas. U.A.CH. Chapingo, México. 40 p.
- Caballero D., M. y R. Avila R. 1989. Importancia actual y potencial de los pinos piñoneros en México. En: III Simposio Nacional de Pinos Piñoneros. U.A.A.A.N., Saltillo, Coah. México. p 18-22.
- Campos D., J.L. 1989. Conservación de los recursos genéticos forestales. En: IV Simposio Nacional de Pinos Piñoneros. U. A. A. A. N., Saltillo, Coah. México. p 78-83.
- Cronquist, A. 1977. Introducción a la botánica. Edit. C.E.C.S.A. Segunda edición, p 742-784. México.
- De la Mota E., A. 1940. Descripción geográfica de los reinos de Nueva Galicia y Nueva Vizcaya. Edit. Pedro Robledo. México, D.F. 600 p.
- Eguiluz P., T. 1977. Los pinos del mundo. Publ. Especial 1, Depto. de Bosques., E.N.A. Chapingo. Méx. 74 p.
- Eguiluz P., T. 1978. Ensayo de la integración del conocimiento sobre el género *Pinus* en México. Tesis de Licenciatura. Depto. de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Méx. p 71-76.

- Eguiluz P., T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. Rev. Ciencia Forestal. I.N.I.F., S.A.R.H. México. 38 (7) p 31-43.
- Eguiluz P., T. 1984. Conservación de las gimnospermas mexicanas; un problema controversial. Dasonomía Mexicana 4 Vol.2. Academia de Ciencias Forestales, México. p17-30.
- Eguiluz P., T. 1985. Origen y evolución del género *Pinus*. Rev. Dasonomía Mexicana 3(6):6-12. Academia Nacional de Ciencias Forestales.U.A.CH. Chapingo, México.
- Eguiluz P., T, A. Niembro R. y P. M Pérez R. 1985. Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros. I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Facultad de Silvicultura., U.A.N.L. Reporte Científico 2; 52-61. Linares, Nuevo León, México.
- Eguiluz P., T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. División de Ciencias Forestales. Univerisdad Autónoma Chapingo, Méx. p 83-89.
- Flores F., J. D. y D. Díaz E. 1989. Factores asociados a la variación anual de la producción de conos y semillas de *Pinus cembroides*. En:III Simposio Nacional de Pinos Piñoneros. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. p 136-144.
- García M., E. 1985. Estado actual del conocimiento de los piñoneros. En: I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Facultad de Silvicultura., U.A.N.L. Reporte Científico 2: 1-18. Linares, Nuevo León. México.

- Guzmán, G. y L. Vela G. 1960. Contribución al conocimiento de la vegetación del sureste del Estado de Zacatecas. Bol. Soc. Bot. México D.F. 25:46-60.
- Kanninen, M. y A. Mastache M. 1990. Manual para manejo de semillas de coníferas. Subsecretaría Forestal. S.A.R.H. México. 64 p.
- Lanner, M. R. 1981. The pinyon pine. A natural and cultural history. Univ. of Nevada Press, Reno, Nevada. U.S.A. 108 p.
- Little Jr., E. and B. Critchfield. 1969. Subdivision for the genus *Pinus*. U.S.D.A. Forest Service. Misc. Pub. 1144 Wash., D.C., U.S.A. 51 p.
- Little E. L. 1987. Los pinos piñoneros de los Estados Unidos: Su pasado y su futuro. En: II Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, México p 56-59.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Segunda Edición. Edit. Botas. México, D.F. 361 p.
- Medina B., R. 1982. Técnicas usadas en los inventarios en México. I.N.I.F., S.A.R.H. México, D.F. Rev. Ciencia Forestal 37 (7) p 46-69.
- Niembro R., A. 1984. Manejo y colecta de semillas forestales. XIV Reunión del Grupo de Mejoramiento Genético Forestal. Comisión Forestal de América del Norte. F.A.O., O.N.U. Durango, Dgo. México. p 31-41.
- Passini P., F. 1985. Structure et regeneration des formations ligneuses a *Pinus maximartinezii* Rzed. Mexique bull. Soc. Bot. Fr, 32, lettres bot. (4-5) 327-339.

- Perry J.,P. 1990. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 163 p.
- Reynoso S., S. 1976. Estudios anatómicos de la madera de *Pinus maximartinezii* Rzed. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara. México. 39 p.
- Rzedowski, J. 1964. Una nueva especie de pino piñonero en el Estado de Zacatecas. Rev. Ciencia. Sociedad Botánica Mexicana. XXIII (1): 17-20.
- Rzedowski, J. y R. Mc Vaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Herbarium of the University of Michigan. Ann. Arbor. E.U.A. 1 (9)
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa, México, D..F. 373 p.
- Sánchez C., J.1984. *Pinus chihuahuana*. I.N.I.F., S.A.R.H. Rev. Ciencia Forestal. México. 51 (9) 51-63.
- Sánchez V., A. 1986. Conservación biológica en México (Perspectivas). División de Ciencias Forestales. U.A.CH. Chapingo, México. 136 p.
- S.P.P. 1981. Síntesis geográfica de Zacatecas. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 222 p.
- Spurr, S. H. y V. Barnes B. 1985. Ecología forestal. A.G.T. Editor. México, D.F. 690 p.
- Suzán A., H. 1990. Estructura del bosque de *Pinus nelsonii* Shaw en Tamaulipas. Rev. Biotam. 1 (4) 29-35.
- Stern, K., and L. Roche. 1974. Genetics of forest ecosystem. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlín, Alemania. 246 p.

Toledo J., V. 1988. La biodiversidad biológica de México. Rev. Ciencia y desarrollo. CONACYT. México. 23 (42) 17-30.

Zavarin, E. and K. Snajberk. 1980. Oleoresins of pinyons. Agr. and Food Chem.28:829.

Zavarin, E. and K. Snajberk. 1987. Monoterpene differentiation in relation to morphology of *Pinus culminicola*, *P. nelsonii*, *P. pinceana* and *P maximartinezii*. Biochem. Syst. and Ecol.15:307

12756

