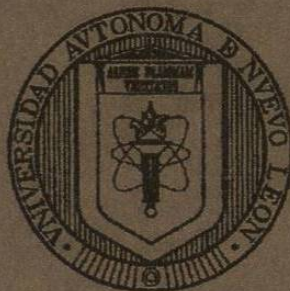


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ASOCIACIÓN DE VARIABLES DASONÓMICAS A DIFERENTES NIVELES DE
PRODUCCIÓN DE CONOS EN PINO PIÑONERO *Pinus cembroides* ZUCC.
EN EL SUR DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.

TESIS DE MAESTRÍA

PRESENTADA POR:

BIÓL. GLORIA ELISA VALLEJO MALDONADO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

LINARES, N.L.

OCTUBRE DE 1997

TM

Z5991

FCF

1997

V3



1020120344

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ASOCIACIÓN DE VARIABLES DASONÓMICAS A DIFERENTES NIVELES DE
PRODUCCIÓN DE CONOS EN PINO PIÑONERO *Pinus cembroides* ZUCC.
EN EL SUR DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.

TESIS DE MAESTRÍA

PRESENTADA POR:

BIÓL. GLORIA ELISA VALLEJO MALDONADO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

LINARES, N.L.

OCTUBRE DE 1997

TM
ZS991
FLF
1997
V3

0119-94960

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ASOCIACIÓN DE VARIABLES DASONÓMICAS A DIFERENTES NIVELES DE
PRODUCCIÓN DE CONOS EN PINO PIÑONERO *Pinus cembroides* ZUCC.
EN EL SUR DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.

TESIS DE MAESTRÍA

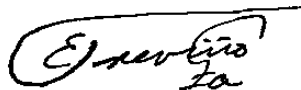
PRESENTADA POR:

BIÓL. GLORIA ELISA VALLEJO MALDONADO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES



Dr. Jaime E. Flores Lara
Presidente



Dr. Eduardo J. Teviño Garza
Secretario



Dr. Horacio Villalón Mendoza
Vocal

LINARES, N.L.

OCTUBRE DE 1997

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo invertido, satisfacciones y tragos amargos durante mi estancia en Linares y el curso de mi Maestría y durante el desarrollo de esta Tesis a Dios y a quienes siempre me brindaron su cariño y su apoyo. Porque siempre confiaron en mí.

A mis Padres

Eliás Vallejo Bustos y Gloria María Maldonado de Vallejo

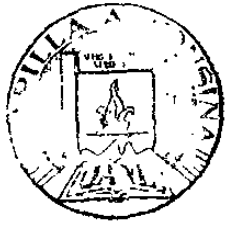
A mis hermanas

Mayela, Martha, Sandra, Mónica y Verónica

A mi amigo

Jaime...

GRACIAS.



FONDO TESIS

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el otorgamiento de la beca que me permitió realizar mis estudios de maestría.

Agradezco de manera muy especial al Dr. Jaime Flores Lara por la dirección de mi trabajo de tesis y su constante apoyo y amistad durante toda mi estancia en Linares.

Al Dr Eduardo Treviño y al Dr Horacio Villalón por todo el apoyo brindado y por haber participado en la comisión de tesis.

Al Biólogo Florentino Caldera por su apoyo y amistad, además de haber participado de manera importante en el trabajo de campo.

A todos mis compañeros de maestría (Generación '94-'96), alias los "Gorditos", especialmente a Rosy Arias y a José Santos Flores.

A mi amiga Martha Parás por todos sus consejos.

Al M. en C. Mario García por su amistad y su apoyo en campo.

A Baldemar Correa, quien me ayudó con el manejo y recorte de la imagen de satélite, además de haberme acompañado a campo.

A Luis Enríquez Barajas Chávez por la ayuda brindada.

A los técnicos del departamento de Silvicultura así como a Juan Tienda Soto, quienes me apoyaron en el trabajo de campo.

A todos aquellos que, aunque no los menciono, les estoy agradecida por haber hecho mi estancia más agradable.

INDICE

Contenido
Página

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Evolución.....	2
2.2. Taxonomía.....	4
2.3. Genética.....	5
2.4. Descripción general de los piñoneros.....	6
2.5. Descripción de <i>Pinus cembroides</i>	6
2.6. Distribución geográfica de los piñoneros.....	8
2.7. Distribución de <i>Pinus cembroides</i>	9
2.8. Descripción del bosque de <i>Pinus cembroides</i>	10
2.8.1. Características de sitio.....	14
2.8.2. Suelo.....	15
2.8.3. Clima.....	15
2.9. Vegetación asociada.....	15
2.10. Fenología.....	14
2.11. Adaptaciones ecológicas.....	19
2.12. Características climáticas de la región de Galeana.....	19
2.13. Uso actual del recurso.....	20
2.13.1. Semillas.....	20
2.13.2. Madera.....	21
2.13.3. Ecología.....	22
2.13.4. Árboles de navidad.....	22
2.13.5. Ornato.....	23
2.13.6. Otros usos.....	23
2.14. Problemática.....	24
2.15. Producción y sus factores limitantes.....	26
2.15.1. Factores abióticos.....	27
2.15.2. Factores bióticos.....	27
2.15.2.1. Factores antropogénicos.....	27
2.15.2.2. Factores de origen natural.....	27
2.15.2.2.1. Aborto de conillos por causas fisiológicas.....	27
2.15.2.2.2. Consumo de semillas por aves y roedores.....	28
2.15.2.2.3. Insectos asociados a <i>Pinus cembroides</i>	28
2.16. Impacto de los insectos sobre la cosecha de semilla.....	34
2.17. Métodos empleados en la estimación de la producción de conos.....	35
2.18. Algunas consideraciones estadísticas en la descripción de la vegetación.....	37
2.18.1. Utilización de variables en la descripción de la vegetación.....	37
2.18.2. Forma de las unidades de muestreo: Transectos.....	38
2.18.2.1. Descripción del método de cuadrantes con punto central.....	39
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. Selección del área de estudio.....	42
3.1.1. Pabllillo.....	43
3.1.1.1. Clima.....	43
3.1.1.2. Topografía.....	44
3.1.1.3. Edafología.....	44
3.1.2. La Primavera.....	44
3.1.2.1. Clima.....	44
3.1.2.2. Topografía.....	45

3.1.2.3. Geología	45
3.1.2.4. Edafología.....	45
3.2. Descripción del rodal.....	46
3.2.1. Inventario	46
3.2.1.1. Datos considerados para el inventario	50
3.2.1.1.1. Altura total del árbol	50
3.2.1.1.2. Diámetro de fuste.....	51
3.2.1.1.3. Área basal	51
3.2.1.1.4. Ramificación	52
3.2.1.1.5. Características de la copa	52
3.2.1.1.6. Vigor aparente.....	58
3.2.1.1.7. Competencia.....	59
3.2.1.1.8. Vegetación bajo la copa	59
3.2.1.1.9. Nivel de producción de estróbilos.....	59
3.2.2. Características del sitio	59
3.2.2.1. Características del suelo	60
3.2.2.2. Propiedades físicas	60
3.2.2.3. Propiedades químicas	60
3.2.2.2. Vegetación asociada	60
3.2.2.3. Exposición y pendiente.....	60
3.3. Distribución de la producción.....	61
3.4. Determinación del nivel productivo del arbolado	62
3.4.1. Niveles de producción.....	63
3.4.2. Metodología del muestreo secuencial	64
3.5. Asociación de variables dasonómicas a un nivel de producción	69
3.5.1. Análisis de componentes principales.....	70
4. Resultados	71
4.1. Descripción de las áreas de estudio	71
4.1.1. Descripción general del bosque de piñonero	71
4.1.2. Pablillo.....	71
4.1.2.1. Descripción general.....	71
4.1.3. La Primavera	72
4.1.3.1. Descripción general.....	72
4.2. Descripción del rodal.....	72
4.2.1. Inventario	72
4.2.1.1. Descripción del rodal en Pablillo.....	72
4.2.1.1.1. Altura de árbol.....	73
4.2.1.1.2. Diámetro de fuste a 0.3 m	74
4.2.1.1.3. Relación altura - diámetro	74
4.2.1.1.4. Área basal.....	75
4.2.1.1.5. Número de fustes.....	75
4.2.1.1.6. Variables de copa.....	75
4.2.1.1.7. Vigor aparente.....	78
4.2.1.1.8. Competencia	78
4.2.1.1.9. Vegetación bajo la copa	78
4.2.1.2. Descripción del rodal en La Primavera	78
4.2.1.2.1. Altura de árbol.....	79
4.2.1.2.2. Diámetro de fuste a 0.3 m	80
4.2.1.2.3. Relación altura - diámetro	81
4.2.1.2.4. Área basal	81
4.2.1.2.5. Número de fustes	82
4.2.1.2.6. Variables de copa.....	82
4.2.1.2.7. Vigor aparente.....	84
4.2.1.2.8. Competencia	84
4.2.1.2.9. Vegetación bajo la copa	85
4.2.2. Características de sitio	85

4.2.2.1. Características del suelo	85
4.2.2.2. Presencia de otras especies.....	85
4.2.2.3. Exposición y pendiente	87
4.3. Distribución de la producción.....	88
4.3.1. Descripción dasonómica y producción absoluta de conos	88
4.3.2. Producción por exposiciones.....	90
4.3.3. Producción por estratos.....	91
4.3.4. Combinación estrato-exposición.....	92
4.3.5. Producción anual de conos	94
4.4. Asociación de variables a un nivel de producción.....	97
4.4.1. Clasificación de los 100 árboles	94
4.4.2. Componentes principales.....	99
4.4.2.1. Análisis de los 100 árboles.....	100
4.4.2.2. Análisis de grupos.....	101
5. DISCUSIÓN	106
6. CONCLUSIONES	116
7. LITERATURA CITADA	118

LISTADO DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Grupos de piñoneros identificados por Zavarín (1987).....	6
2.	Especies y variedades de piñoneros identificados por Bailey y Hawksworth (1987).....	11
3.	Fenología del <i>Pinus cembroides</i> en Galeana, N.L. (Flores, 1994, <i>com.pers.</i>).....	19
4.	Esquema mostrando el procedimiento de trazado del cuadrante con punto central.....	47
5.	Resultados obtenidos en Pablillo con el método de cuadrantes con punto central. Pablillo.....	73
6.	Valores de los coeficientes de regresión entre altura y diámetro a 0.3 m. Pablillo.....	74
7.	Resultados obtenidos con el método de cuadrantes con punto central. La Primavera.....	79
8.	Valores de los coeficientes de regresión entre altura y diámetro a 0.3 m. La Primavera.....	81
9.	Resultados del análisis de suelo. Pablillo.....	85
10.	Resultados del análisis de suelo. La Primavera.....	86
11.	Estadísticas básicas de las características dasonómicas del arbolado estudiado en el análisis preliminar.....	88
12.	Número de conos por año de los árboles más productivos en el análisis preliminar.....	90
13.	Porcentaje con que contribuye cada estrato a la producción total.....	92
14.	Producción media por estrato y exposición.....	93
15.	Estadísticas básicas para la producción anual de conos.....	95
16.	Número de conos por m ² de manto.....	96
17.	Parámetros básicos que mostraron los individuos más productivos muestreados.....	98
18.	Valores de los eigenvalues de cada componente principal. Análisis de los 100 árboles.....	100
19.	Valores de los eigenvectores de los componentes principales 1 y 2. Análisis de los 100 árboles.....	101
20.	Componentes principales del grupo 3. Árboles de alto nivel productivo.....	103
21.	Componentes principales del grupo 1. Árboles no productivos.....	104
22.	Componentes principales del grupo 2. Árboles de nivel productivo intermedio.....	105

LISTADO DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema del procedimiento para determinar la altura de copa.....	52
2. Categorías empleadas para la clasificación de la copa.....	55
3. Simetría de la copa.....	55
4. Esquema presentando la identificación de acículas de diferentes edades	57
5. Gráfica de la distribución de alturas en Pabllillo.	73
6. Distribución de diámetros de fuste en Pabllillo	74
7. Curva de regresión ajustada diámetro - altura. Pabllillo.....	75
8. Distribución de alturas en La Primavera	80
9. Distribución de diámetros en La Primavera	80
10. Curva de regresión ajustada diámetro - altura. La Primavera.	81
11. Producción de conos por exposición	90
12. Promedio de conos por exposición en cada individuo del análisis preliminar.....	91
13. Porcentaje de contribución de cada área de la copa a la producción total de conos.....	93
14. Distribución de la producción de conos en cada individuo del análisis preliminar.	95

RESUMEN

Se empleó una técnica de transectos para evaluar las características dasonómicas de dos áreas con nivel de producción de conos contrastante. En un análisis preliminar de la producción de conos de 4 años sucesivos, se identificó una tendencia en la que más del 60% de los conos se ubicó en el estrato superior de la copa, predominando en las exposiciones Sur y Norte de los árboles estudiados. Se desarrolló una metodología de muestreo de conos en la copa del arbolado. Fueron asignados 3 niveles de producción de conos en base al patrón de distribución espacial observado. El arbolado fue clasificado mediante un muestreo secuencial en: a) altamente productivo, b) no productivo y c) nivel productivo intermedio. Por medio de la técnica de componentes principales se identificó que las variables más asociadas al nivel productivo son las relacionadas con las dimensiones y la calidad de la copa. La ramificación del fuste no está relacionada con las dimensiones de la copa ni con el nivel de producción. La asociación entre las variables de la copa y la producción de conos se hace más estrecha conforme aumenta el nivel productivo. Las técnicas empleadas resultaron eficientes y prácticas durante el desarrollo del presente trabajo. Se recomienda probar esta metodología en otras áreas piñoneras potencialmente productivas.

1. INTRODUCCIÓN

El área forestal es un recurso que ofrece una variedad de bienes y productos cuya demanda es creciente. Las características de la especie aprovechada son las que determinan los productos que se obtendrán. Así, en el caso del complejo de especies denominadas pinos piñoneros, la semilla (piñón) es el producto principal obtenido; secundariamente se aprovechan otros productos.

De las especies piñoneras reportadas para México *Pinus cembroides* es la que presenta la mayor distribución así como la mayor producción de semilla. Una característica de los pinos piñoneros es que la producción de semilla no es constante y fluctúa año con año. Esto varía de un área a otra en una misma región, e incluso entre los individuos de un mismo rodal (Flores Lara, 1987). La evolución de estos árboles implica una serie de estrategias que les han permitido subsistir en un medio tan inhóspito como las áreas desérticas y semidesérticas. En este sentido, la producción errática de semilla probablemente representa una estrategia de escape a factores tales como el ataque de insectos carpófagos y espermatófagos, así como a condiciones climáticas desfavorables.

Este hecho resulta una limitante si se piensa en la comercialización de la semilla. Aunado a esto, la falta de regulación en el levantamiento de las cosechas no permite que se determinen los volúmenes aprovechados, lo cual

impide la evaluación del impacto que esta actividad ocasiona al ecosistema (Flores, 1991). Esto hace necesario la implementación y mejoramiento de planes de manejo que consideren los factores que influyen sobre la producción de conos así como el efecto de las prácticas silvícolas que incrementen la producción para la conservación y adecuada utilización del recurso.

La falta de investigación sobre prácticas de manejo ha motivado el desarrollo del presente estudio, el cual pretende aportar información que apoye estrategias para optimizar las operaciones efectuadas en la estimación de la producción de piñón y por consecuencia, el mejoramiento del manejo de las áreas piñoneras.

Así mismo, el objetivo general de este trabajo es el de generar información que conduzca a la transformación de áreas naturales a áreas semilleras para la producción de piñón. Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Descripción de características del árbol asociadas a la producción de conos.
2. Descripción de características de rodales en relación a productividad de conos.
3. Desarrollar metodología de muestreo para estimar la producción y la productividad de un área.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

El marcado interés por los pinos piñoneros se refleja en una serie de trabajos presentados en 4 simposios nacionales (hasta la fecha) y eventos en el extranjero que se han dedicado exclusivamente para tratar todo lo referente a las especies de este grupo, además de diversos trabajos científicos publicados. Estos trabajos abarcan desde puntos básicos como el origen y evolución hasta la aplicación de las propiedades de estas especies en áreas de interés tales como la ecológica y la económica.

Uno de los documentos que proporciona una amplia información sobre este grupo es el presentado por García Moya (1985) en el 1er. Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Este autor hace una revisión de literatura para dar a conocer la información conocida sobre los piñoneros hasta ese entonces. Otro trabajo de esta índole es el presentado por Passini (1985), en el que expone varias consideraciones acerca de los piñoneros y proporciona información acerca de la ecología de las formaciones de pino del grupo Cembroides. Suzán Aspíri et al. (1991) comparan diversos aspectos de los piñoneros de Estados Unidos y México además de mencionar técnicas de propagación y plantación.

2.1. EVOLUCIÓN.

Uno de los puntos básicos que se han estudiado es precisamente el origen y evolución de estas especies. Algunos autores como García Moya (1985) y Little

Jr. (1987) abarcan este tema en sus trabajos. Eguiluz Piedra (1987) en el 2o. Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros presenta un documento acerca de la evolución de los piñoneros mexicanos. En cuanto al origen del género *Pinus*, varios autores coinciden en que fue en el antiguo continente llamado Laurasia luego de fragmentarse el Pangea, posiblemente durante el Triásico Tardío (Era Mesozoica) según de la teoría de la Deriva Continental. Además consideran que el área comprendida entre el norte de México y el suroeste de EUA ha sido su principal centro secundario de especiación durante los últimos 50 millones de años.

México es uno de los países con más especies de pinos, la gran diversidad de especies de pino, variedades y formas probablemente se debe a la gran diversidad de condiciones ecológicas que se presentan en el país. Por esto es que México es denominado centro evolutivo de los pinos. Específicamente el grupo Cembroides de los pinos piñoneros se originaron en el suroeste de Norteamérica y por los levantamientos de las cordilleras altas en el oeste se formaron las planicies áridas hacia el interior del continente. Se ha reportado que los piñoneros llegaron a México durante el Terciario.

Teóricamente los cambios ocurridos en el medio ambiente dieron lugar a que las especies más agresivas de pinos invadieran estas áreas mediante el desarrollo de una serie de estrategias evolutivas que les permitieron adaptarse al hábitat semidesértico. Algunos reportes de estas adaptaciones enfatizan el caso de las semillas. Otras adaptaciones mencionadas son la reducción del tamaño y crecimiento lento del árbol, así como el tamaño y número de las acículas y el

tamaño del cono. Las acículas son más cortas y glaucas. En contraste, incrementaron el tamaño de las semillas y éstas perdieron las alas. Estas características le han valido para llegar a ser dominante en regiones semiáridas y cálido-templadas.

Algunas de estas adaptaciones han ido modificándose de tal modo que se han originado varias especies de piñoneros. Una muy clara es el número de hojas, el cual tiende a la reducción : algunas especies como *Pinus culminicola* tienen 5 acículas por fascículo, otras como *P. monophylla* tienen sola una acícula, o bien *P. nelsonii* que tiene 3 pero están dispuestas de forma tal que dan la apariencia de ser una acícula por fascículo (Little Jr., 1987; Eguiluz, 1987; Flores Olvera, 1983; García Moya, 1985; García Velázquez, 1985). Esta diversidad de características que presentan las especies de piñoneros ha despertado el interés de investigadores para trabajar en la taxonomía de este grupo.

2.2. TAXONOMÍA.

Uno de los primeros investigadores en México sobre la taxonomía de las coníferas es Maximino Martínez. Dicho autor publicó en 1948 su obra sobre los pinos mexicanos y en este documento ubica a los pinos piñoneros en una sección que lleva este mismo nombre. *Pinus cembroides* está ubicado en esta sección. Sin embargo, otros autores manejan clasificaciones distintas a la de Martínez (1948), por ejemplo la de Shaw (1909) y Perry (1991). Existiendo falta de información y dudas sobre la taxonomía de este grupo, varios investigadores han continuado con su estudio.

Se distinguen 2 grupos entre los piñoneros: uno con una distribución restringida y endémica en México y otro que agrupa especies con características afines denominado como "grupo Cembroides". En el primero las especies presentan caracteres distintivos propios de cada una, aquí se incluyen al *P. nelsonii* Shaw, *P. pinceana* Gordon y al *P. maximartinezii* Rzedowski. En el grupo Cembroides se incluye el resto de los piñoneros, son distinguidos por el número de hojas que presentan los fascículos. Asimismo, la sección *Parrya* comprende 3 subsecciones: *Cembroides* Engelm., *Gerardianae* Loud., *Balfourianae* Engelm.; siendo las primeras 2 las que incluyen a los pinos piñoneros. *Pinus cembroides* es ubicado en la primer sección mencionada, de tal modo que su clasificación acorde a la de Crichfield y Little en 1969 queda como : *Pinus* L. subgen. *Strobus* Lemm., secc. *Parrya* Mayr, subsecc. *Cembroides* Engelm. (Passini, 1985, 1987; Bailey y Hawksworth, 1987). Por otra parte, Zavarin (1987) estudió la química de la madera de todos los piñoneros y considerando los resultados obtenidos así como sus características morfológicas, ecológicas y genéticas distingue 3 grupos (cuadro 1).

Grupo:	Especies incluídas
1. Nelsoniae:	<i>P. nelsonii</i>
2. Pinceanae:	<i>P. pinceana</i> <i>P. maximartinezii</i>
3. Cembroidae:	<i>P. cembroides</i> (con 3 subespecies: <i>cembroides</i> , <i>lagunae</i> , <i>orizabensis</i>) <i>P. culminicola</i> <i>P. discolor</i> <i>P. edulis</i> <i>P. johannis</i> <i>P. monophylla</i> (con 3 subespecies: <i>monophylla</i> , <i>fallax</i> , <i>californiarum</i>) <i>P. remota</i> .

Cuadro 1. Grupos de piñoneros identificados por Zavarin (1987).

Existen confusiones acerca de la ubicación taxonómica de algunos piñoneros, al respecto publican en 1983 un estudio sobre las variedades del cembroides: *P. cembroides* var. *lagunae* y *P. cembroides* var *orizabensis* Bailey y Hawksworth en 1987 incluyen en uno de sus trabajos una discusión sobre las diferencias entre especies y subespecies de piñoneros y las confusiones que había entre algunas de ellas así como las evidencias que ellos encontraron para resolverlas, también presentan mapas de distribución.

2.3. GENÉTICA.

García Velázquez (1985) estudió la citogenética de los piñoneros y afirma haber tenido resultados concordantes con los reportados por otros autores en cuanto a que el número somático en los pinos es de $2n = 24$. García estudió en particular a *P.cembroides*, *P. quadrifolia*, *P. monophylla* y *P. maximartinezii* encontró diferencias fue en la longitud total del genoma. *P. cembroides* tuvo en promedio el menor genoma, y en orden creciente quedaron *P. monophylla*, *P. quadrifolia* y *P. maximartinezii*. Este autor reporta y además incluye citas de otros autores que apoyan que hay una relación directa entre la longitud del genoma y la cantidad de ADN, así como que las especies con menos ADN tienen una mayor dispersión geográfica que las que poseen mayor cantidad. Esto concuerda con el cembroides, el cual tiene la mayor distribución y la menor cantidad de ADN, contrario a lo que sucede con las otras especies.

2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PIÑONEROS.

Los pinos piñoneros a *grosso modo* se caracterizan por sus semillas ápteras, cuyas dimensiones van de los 10 a los 26 mm de largo; su testa es más o menos gruesa. Todas las semillas de todas las especies son comestibles en mayor o menor grado. Estos árboles son descritos como de porte bajo que no rebasa normalmente los 10 m. En cuanto a la estructura de estos bosques se describen fisonómicamente bajos y abiertos en general, aunque existen formaciones altas y cerradas o poco abiertas (Eguiluz Piedra, 1987; Hernández Reyna y García Moya, 1985; Passini, 1985).

2.5. DESCRIPCIÓN DE *PINUS CEMBROIDES* ZUCC.

Porte:

árboles de 5 a 15 metros de altura; aunque para Nuevo León el rango de alturas reportado va de los 3 a los 8 m y ocasionalmente 12. El tronco que suele ser corto y de 0.30 m de diámetro (a veces hasta 0.70 m).

Ramas:

ramaje ralo, sobretodo en terrenos muy secos; las ramas grandes comienzan desde poca altura, . Son ascendentes y extendidas , delgadas y en su mayoría verticiladas o irregularmente dispuestas a lo largo del fuste.

Ramillas:

café grisáceas, a veces cenicientas y ásperas, mostrando bien marcadas las cicatrices que dejan las hojas al caer.

Corteza:

la corteza es cenicienta, delgada, agrietada y dividida en placas cortas e irregulares.

Follaje:

la copa se describe como redondeada o piramidal. Las acículas comúnmente se disponen en grupos de 3, pero varios fascículos tienen dos, 4 ó 5. Las acículas miden de 2.5 a 7 cm de largo, son rígidas y generalmente encorvadas; de sección triangular y presentan estomas en las 3 caras. Son de color verde oscuro, algo azulado pálido, a veces amarillento y casi siempre glaucas en las caras internas; son brillantes y de bordes enteros; con dos canales resiníferos externos y un haz vascular. De acuerdo al trabajo de Yañez Jiménez y García Moya (1985) las hojas del cembroides son anfiestomáticas; el índice de células estomáticas es mayor en el envés que en el haz y bajo en la base y ápice, alto en la parte media. Los brotes siguen un patrón de crecimiento denominado piñón. Se caracterizan por la aición de un brote de verano pequeño al brote de primavera.

Conos:

los conos estaminados son globulosos, de color moreno rojizo, con escamas membranosas. Los conos ovulados son subglobosos, de 5 a 6

cm de diámetro, se observan aislados ó en grupos de hasta 5. Son caedizos y casi sésiles de color moreno anaranjado o rojizo. Presentan pocas escamas, son gruesas en su extremidad y delgadas hacia los bordes; con umbo dorsal, transversalmente aquillado, 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 abortiva.

Semillas:

de color café negruzco y de testa dura; ápteras. Son subcilíndricas y vagamente triangulares; abultadas en su parte superior y delgadas en su base; de 10 mm de largo. La almendra es rosada, de sabor agradable y con gran contenido de nutrientes.

Esta descripción está basada en los trabajos de Martínez (1948); Yañez Jiménez y García Moya (1985), Lenner (1986) y Escoto Cervantes (1988).

2.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PIÑONEROS.

Hay varios trabajos que han centrado sus objetivos en la distribución de este grupo. El grupo Cembroides, al cual pertenece *P cembroides*, se encuentra desde el 18°N en el estado de Puebla hasta aproximadamente los 40°N en el estado de Utah en EUA. Las especies de este grupo son exclusivos de América mientras que las de la Gerardianae tienen su origen y distribución en Asia.

Se reconocen 14 taxa dentro del grupo de los pinos piñoneros los cuales se distribuyen 8 en el suroeste de Estados Unidos y 12 en el norte y centro de México (cuadro 2). Passini, 1985, 1987; Bailey y Hawksworth, 1987.

Taxa	Distribución
1. <i>P. cembroides</i> Zucc	Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Baja California Norte, Baja California Sur, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz Zacatecas
2. <i>P. cembroides</i> var. <i>lagunae</i> Robert et Passini	Baja California Sur
3. <i>P. culminicola</i> Andresen et Beaman	Nuevo León, Coahuila
4. <i>P. discolor</i> Bailey et Hawksworth	Chihuahua, Sonora
5. <i>P. edulis</i> Engelm.	Baja California Norte, Chihuahua
6. <i>P. johannis</i>	Zacatecas
7. <i>P. johannis</i> var. <i>catarinae</i> Robert et Passini	Nuevo León
8. <i>P. juarezensis</i> Lanner	Baja California Norte
9. <i>P. maximartinezii</i> Rzedowski	Zacatecas
10. <i>P. monophylla</i> Torrey et Frem	Baja California Sur
11. <i>P. nelsonii</i> Shaw	Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas
12. <i>P. pinceana</i> Gordon	Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas
13. <i>P. quadrifolia</i> Parl	Baja California Norte
14. <i>P. remota</i> Bailey et Hawksworth	Coahuila, Nuevo León, Chihuahua

Cuadro 2. Especies y variedades de piñoneros (14 taxa) identificados por Bailey y Hawksworth (1987).

Cuanalo (en García, 1985) reporta en 1979 para el país 862 588 ha exclusivamente de piñonero. Cuanalo reportó en este mismo para Zacatecas 17,975 ha; sin embargo, Escoto Cervantes (1988) aclara que según el trabajo que realizó en dicho estado encontró una superficie de 154,500 ha.

2.7. DISTRIBUCIÓN DE *PINUS CEMBROIDES*.

En lo que concierne a su distribución en México, *P. cembroides* forma bosques en el Oeste del país en el extremo sur de Baja California (Bailey y

Hawksworth, 1985 lo reportan tanto para BC Sur como para BC Norte) y en Sinaloa. En el Norte se reporta para Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila (Sierra de Arteaga, Sistema montañoso Paila-Parras y Sierra de la Marta); en la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León hasta Tula y Miquihuana en Tamaulipas. Hacia el centro del país se le encuentra en San Luis Potosí (Sierra de Alvarez y San Miguelito), Zacatecas (Sistema Concepción del Oro-Mazapil); noreste de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Sierra de Zangolica); ocupando casi siempre zonas de transición entre la vegetación xerófila de climas áridos y la boscosa de las montañas más húmedas (Rzedowski, 1978; Flinta, 1960 y Robert 1977 en Flores Olvera, 1985).

En el caso particular de Nuevo León *P. cembroides* se localiza en las partes bajas de las laderas de exposición Oeste de la Sierra Madre Oriental específicamente en las áreas con mayor insolación. Su límite inferior es a 1700 msnm y el superior a 2600 msnm (Flores Olvera, 1983).

P. cembroides es la especie con la distribución altitudinal más amplia, la cual va de los 1000 hasta aproximadamente los 2800 msnm. Además esta especie presenta amplia distribución tanto horizontal como vertical y que existe traslape con la distribución de otras especies del grupo; encontrándose desde la frontera de México: Arizona y Nuevo México (EUA) hasta el centro del país (Puebla y Veracruz). Martínez, 1948; Rzedowski 1978, Flores Lara y Caldera Hinojosa, 1985; Garcia Velázquez, 1985; Bailey y Hawksworth, 1987.

2. 8. DESCRIPCIÓN DEL BOSQUE DE *PINUS CEMBROIDES*.

En la región de la Sierra Madre Oriental los bosques puros de *P. cembroides* son el resultado de formaciones secundarias que se originaron a causa de disturbios antropogénicos, correspondiendo la formación primaria a un bosque mixto de pino-encino. En Nuevo León los bosques que forma el cembroides se localizan en las partes bajas de las laderas occidentales de la Sierra Madre Oriental. Representan un área de transición entre los bosques de *Pinus* y *Quercus*, hacia los límites superiores de la comunidad y los inferiores de la vegetación semiárida de la Altiplanicie (Flores Olvera, 1983).

Los bosques de este piñonero en el estado fisiográficamente son bajos, cuya altura es 3 a 8 m de altura, alcanzando hasta los 12 m ocasionalmente. Las diferencias en altura de estos individuos pueden ser debidas a las características de suelo y sustrato, así como la exposición. Al sur del estado se le encuentra formando masas puras principalmente en Galeana y Aramberri. Se asocia con *Pinus nelsonii* al suroeste de Zaragoza, así como con *Juniperus* spp. y/o *Quercus* spp. a través de varias localidades de la sierra (Flores Olvera, 1983, 1985; Hernández, 1985 en Romero Manzanares et al., 1989).

Con *Juniperus monosperma*, *J. flaccida* var. *flaccida* y *Yucca carnerosana* constituye amplia codominancia la cual es común hacia el límite altitudinal inferior del *P. cembroides* que es donde se encuentran condiciones de menor humedad y próximos a zonas de matorrales xerófitos. Por otro lado, hacia los límites superiores y laterales se asocia con *Quercus* spp. Además se halla formando ecotonía con el bosque de *Pinus arizonica stormiae*, con los matorrales desérticos

del Altiplano y con matorrales parvifolios de rosáceas y otras arbustivas (Flores Olvera, 1983, 1985; Hernández, 1985 en Romero Manzanares et al., 1989).

Tres son los estratos considerados para esta comunidad: el arbóreo, donde predomina *P.cembroides*; el arbustivo, constituido por rosáceas, leguminosas y otras; y el estrato herbáceo formado en su mayoría por gramíneas. (Flores Olvera, 1983, 1985; Hernández, 1985 en Romero Manzanares et al., 1989). Descripciones de bosques de piñonero y/o de sus elementos de vegetación han sido realizadas en otros trabajos como los de Romero Manzanares et al. (1989). Castillo Moreno (1997) cita a Bazaldúa Piña (1997) quien presentó una lista de especies vegetales que se asocian con el bosque de piñonero en Nuevo León, México. Las familias que dicho autor cita son las siguientes: Agavaceae, Ericaceae, Poaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Nolinaceae, Sapindaceae, Cactaceae, Oleaceae, Asteriaceae, Cupressaceae, Krameriaceae, Fabaceae y Fagaceae.

2.8.1. Características de sitio.

De acuerdo a la región se reportan diferentes exposiciones en donde se presentan los piñoneros. En San Luis se reportan masas puras en exposiciones Suroeste y Oeste, mientras que en otro trabajo en la misma localidad las encontraron una tendencia de ubicarse al Sureste. Por otra parte, otros reportes mencionan exposiciones Noreste. En esta región, así como en otras, las características geomorfológicas de las montañas crean diferentes condiciones ambientales, formando una especie de mosaico. Acorde a los reportes los piñoneros se ubican donde inciden los vientos más secos (Rebolledo, 1982 y

Hernández y García, 1985, en Romero Manzanares et al., 1989a, 1989b). Castillo Moreno (1997) reporta exposiciones

2.8.2. Suelo.

Las principales características edáficas donde prospera *Pinus cembroides* son: suelos calcáreos de origen in situ principalmente, coluvial y aluvial en menor grado; son someros con profundidad generalmente menor de 50 cm; con estructura granular y textura dominante arcillosa; drenaje interno medio y un pH de 7.0 a 8.0, es decir alcalino (Flores Olvera, 1983, 1985) .

2.8.3. Clima.

Eguiluz Piedra (1987) en su estudio sobre la evolución (el origen y diversificación) de los piñoneros mexicanos describe que las especies del grupo habitan zonas marginales de baja precipitación (300 a 600 mm de lluvia), aunque según este mismo autor en otro trabajo publicado den 1982, a veces pueden rebasar los 1000 mm.

2.9. VEGETACIÓN ASOCIADA.

Hay varios elementos comunes en las descripciones de diversos autores. Entre ellos Rzedowski (1978) menciona que en los bosques del cembroides en muchas partes donde se distribuye la especie, los individuos de *Juniperus*, *Quercus*, *Agave*, *Yucca* y *Dasyllirion* llegan a ser abundantes y destacan como elementos fisonómicamente llamativos.

Para Nuevo León Flores Olvera (1985) se reportan las siguientes especies:

- Estrato arbóreo:

Los elementos más comunes observados son *Juniperus monosperma*, *J. flaccida* var. *flaccida*, *Quercus* spp, *Quercus canbyi*, *Yucca carnerosana*, *Pinus arizonica stormiae*, *P. nelsonii*. Las especies menos frecuentes son *Quercus fusiformis*, *Q. graciliramis* y *Q. clivicola*.

- Estrato arbustivo (sotobosque):

Q. intricata, *Q. microphylla*, *Cowania plicata*, *Arbutus xalapensis*, *Berberis trifoliata*, *B. muelleri*, *Pithecellobium elasticophyllum*, *Dasyllirion* spp, *Rhus virens*, *Sophora secundiflora*, *Salvia gregii*, *Agave* spp, *Condalia ericoides*, *Dalea formosa*. Las plantas menos frecuentes son *Amelanchier denticulata*, *Arbutus arizonica*, *Larrea tridentata* y *Krameria cytisoides*.

Estrato herbáceo:

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*, *Nama biflorum*, *Acalypha hederacea*, *Cheilanthes tomentosa*.

Especies consideradas como invasoras (especialmente donde el hombre ha causado disturbios) son las siguientes: *Opuntia imbricata*, *Bouvardia ternifolia*, *Gymnosperma glutinosum*, *Karwinskia humboldtiana*, *Vernonia greggii*, *Acacia farnesiana*, *Psilostrophe gnaphalodes*.

Vegetación en las ecotonías (Flores, 1985):

1. Con bosque de *Pinus arizonica stormiae* sobre suelos yesosos al Sur y Sureste de Galeana.
2. Con la vegetación semiárida del Altiplano destacando *Agave lechuguilla*, *A. falcata*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, *Dasyllirion*, *Condalia ericoides*, *Mortonia palmeri*, *Ephedra aspera*, *Opuntia* spp.
3. Con encinares arbustivos que incluyen *Quercus intricata*, *Q. microphylla*. Observadas a altitudes mayores a los 2000 m en Aramberri y Noroeste de Galeana.
4. Con bosques de *Quercus*.
5. Con matorrales parvifolios de Rosáceas en donde predominan éstas y otras arbustivas, siendo las más conspicuas *Cowania plicata*, *Cercocarpus mojadensis*, *Amelanchier denticulata*, *Rhus vires* y *Sophora secundiflora*. Localizadas a través de la sierra en vertientes de exposición Norte y Este.

Otros autores han llevado a cabo estudios de esta índole en otras parte del país donde llega a distribuirse el cembrides. Hernández Reyna y García Moya (1985) realizaron un estudio de este mismo tipo solo que en varias localidades de San Luis Potosí. Incluyen en ese trabajo datos de estratificación, alturas, composición botánica, densidad, cobertura, clases diamétricas y de edad, constancia, índice de valor de importancia, índice de similitud y diversidad.

2.10. FENOLOGÍA.

Flores Olvera (1983) describe los aspectos fenológicos de *Pinus cembroides*. El período de floración ocurre durante los meses de mayo y julio. Los conos estaminados o masculinos son globulosos de color moreno rojizo; se producen en grupos de 4 o 5, generalmente en las ramas inferiores y medias del árbol; empiezan a desarrollarse a principios de la primavera y llegan a la madurez a finales de mayo y principios de junio. Después de liberar el polen las flores se marchitan y caen. Las flores pistiladas o conillos se encuentran solitarios o en verticilos de 3 a 5 en los extremos de las ramas en la parte media y superior del árbol.

La polinización se lleva a cabo exclusivamente por el viento y es influenciada, al igual que la receptividad de las flores femeninas, por la temperatura. El cono maduro o estróbilo es subgloboso y casi sésil con pocas escamas (alrededor de 30 a 40); generalmente se hallan más desarrolladas las escamas de la parte media ya que son las que contienen las semillas fértiles, las cuales se encuentran una desarrollada y la otra abortada por lo regular en cada escama. La época de producción de semilla es entre los meses de octubre y noviembre del siguiente año después de la polinización. Passini (1991) publicó un trabajo sobre el ciclo reproductivo de los pinos piñoneros, así como el análisis descriptivo de el polen proveniente de 7 especies del grupo *Cembroides*.

Observaciones fenológicas (Flores Lara, 1994, en com. pers.).

Dic-Feb	Marzo-Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept-Nov.
Primordios sin crecimiento		Floración	Poliniz./crecim. De conillos	crecim. de conillos		
crecim. De conillos suspendido		Fertiliz. /crecim. De conillos	crecim. De conos / maduración de semillas			Apertura de conos

Cuadro 3. Fenología de *Pinus cembroides* en Galeana, N.L.

2.11. ADAPTACIONES ECOLÓGICAS

El *Pinus cembroides*, al igual que los otros piñoneros, se han adaptado a lugares semiáridos. Se reporta que posee un alto potencial adaptativo y alta resistencia a condiciones climáticas difíciles; presenta gran amplitud térmica (heladas, nevadas, sequías) y condiciones de precipitación muy variable, las cuales no son soportadas por otros pinos a excepción de los piñoneros (Flores Olvera, 1983).

La carencia de ala en las semillas ha sido interpretada como una estrategia de sobrevivencia en un medio adverso con baja precipitación anual y condiciones de suelo ligeramente alcalinas. Los conos son pequeños y con pocas semillas de tamaño grande, las cuales son diseminadas y enterradas por roedores. El hecho de carecer de ala hace que se les considere menos evolucionados que las especies con semillas aladas (Flores Olvera, 1983).

2.12. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA REGIÓN DE GALEANA

Específicamente para la región de Galeana el clima reportado es BSo (h') kw" (e) según la clasificación de Köppen, modificada por García (1964); con una

precipitación de 393.0 mm y una temperatura media anual de 18.9°C, en las áreas piñoneras de Nuevo León la temperatura y la precipitación son muy variables a través del año, presentándose heladas y períodos de sequía prolongadas (Flores Olvera, 1983, 1985; Martínez, 1948; Passini, 1982 en Zavala, 1987; Vázquez 1967, en Flores Olvera 1983).

Castillo Moreno (1997) menciona que Galeana se encuentra en la provincia de la Sierra Madre Oriental, la cual presenta un complejo climático, además que los climas por lo general son semiáridos, secos o templados, lo cual se origina por la marcada diferencia altitudinal. La diferencia en temperaturas es ocasionada por la presencia de cadenas montañosas produciéndose un efecto de condensación, lo cual genera lluvias que se concentran en la vertiente Este. Mientras que en la vertiente Oeste se desarrolla un fenómeno conocido como "sombra orográfica". El área Oeste de la Sierra Madre Oriental limita con la región de la Altiplanicie, la cual se caracteriza por una vegetación xerófila. Este autor clasificó el rodal del ejido Pablillo como un bosque semidenso y al rodal en el ejido La Primavera como un bosque abierto. Menciona un área basal de 5.199 m² por ha para Pablillo, y 4.05 m² para La Primavera.

2.13. USO ACTUAL DEL RECURSO.

2.13.1. Semillas.

Las semillas comestibles o piñones de las especies de piñoneros son el principal producto y son objeto de recolección y comercio. De hecho son el producto de mayor valor. El estado de Nuevo León es el principal proveedor de

piñones en la República. La técnica de "barrido" ha sido empleada por la gente para coleccionar los conos de los que extraen la semilla para comercializarla. Se conoce que la cosecha es bastante irregular debido a lo errático de los años semilleros, aún así cuando es posible cosechar esto significa una fuente de ingresos importante para la población rural en el Altiplano mexicano. (Rzedowski, 1978; Flores Olvera, 1983; Cibrián Tovar, 1987; Flores Lara, 1987). Eguiluz Piedra et al. (1985) trabajaron con semillas de varios piñoneros de varias localidades del país, entre ellos del cembroides, y proporcionan descripciones de sus dimensiones y otras características.

En Albuquerque (Estados Unidos) tienen plantaciones con el propósito de obtener semilla y/o árboles de navidad. Para esto último ellos emplean la siguiente clasificación:

- 0. Pobre: Sin evidencia de producción de piñones (sin conos presentes ni en el terreno bajo el árbol ni en el árbol mismo).
- 1. Próspero: Con pocos conos bajo el árbol o adheridos a él.
- 2. Bueno: Con un considerable número de conos bajo el árbol o adheridos a él.

2.13.2. Madera.

La madera de esta especie no ha tenido un papel importante en la industria maderera debido a su baja calidad. Básicamente Los rodales del cembroides han sido aprovechados hasta la fecha para la obtención de madera para construcción, cercas y leña, así como para la obtención de resina. Al aserrar el tronco y observar la madera se encuentra una cantidad considerable de nudos, como es

de esperarse al ver las características externas de la madera y la conformación de los árboles de esta especie: diámetros pequeños, altura comercial reducida, mala forma del fuste). Este hecho es la principal limitante para su mayor aprovechamiento. En lo que respecta a sus propiedades anatómicas, físicas y mecánicas es comparable a la madera de otros pinos mexicanos. (Wolf, 1985; Flores Lara, 1987).

Una serie de productos que se obtenían en los años 70's son los siguientes: tablas, tablones, leña para celulosa, cajas de empaque, cortas, brazuelo, leña para combustible y postes para cerca. (Cuanalo, 1979 en Flores Lara, 1987).

2.13.3. Ecología

Las características adaptativas de la especie le confieren ser considerada como una especie apropiada para la estabilización de zonas fuertemente afectadas por la erosión por los bajos requerimientos que necesita (Flores Lara, 1987).

2.13.4. Árboles de navidad.

Durante los últimos años estos individuos se han usado en la producción de árboles de navidad, para lo cual la gente se adentra al bosque y los corta no existiendo un control adecuado (Flores Olvera 1983; Flores Lara, 1987). León Tello (1990) realizó una evaluación de la producción de árboles de navidad en México, en su trabajo menciona las diferentes categorías que se manejan así como datos estadísticos.

En Estados Unidos se tienen plantaciones destinadas a la producción de árboles de navidad. En Albuquerque desarrollaron un manual para clasificar y registrar los datos de los árboles en categorías:

a) Para los piñoneros en la categoría de Árboles de Navidad se tienen los siguientes códigos:

1. Premium: Excelente forma cónica; sin huecos en la copa; fuste recto.
2. Estándar: Forma cónica buena; con pequeños huecos en la copa; fuste ligeramente encorvado o malformado.
3. Útil: Forma cónica; copa con ramas faltantes, fustes encorvados o malformados.
4. Sin Valor: Forma cónica pobre; grandes espacios vacíos en la copa; pueden tener más de un fuste. Todos los árboles con más de 12 pies de altura se clasifican en esta categoría.

2.13.5. Ornato

Los piñoneros se emplean también como árboles de ornato, siendo parte de diseños en dasonomía urbana (Benavides Meza, 1989). En la Cd. de México se hicieron plantaciones ornamentales en las que incluían cembroides y otros piñoneros (Nieto de Pascual P. y Carrillo S., 1989).

2.13.6. Otros usos

El bosque de piñoneros, principalmente de cembroides, provee de forraje para una ganadería extensiva. Algunas de las actividades poco mencionadas son la de recreación, la cacería, la captación de agua en las cuencas (Cibrián Tovar y Méndez Montiel, 1987).

2.14. PROBLEMÁTICA.

Los bosques de cembroides en el Noreste de México se caracterizan por presentar un grado de disturbio elevado, principalmente de índole antropogénica. Pastoreos desordenados, explotación irracional, bosques sin ningún tratamiento silvícola, escasa regeneración natural y erosión de los suelos, son algunas situaciones que enfrentan. Básicamente estas cuestiones se resumen en un mal uso del recurso atribuido al desconocimiento de la forma adecuada de utilizarlo. Esta razón es motivo de que investigadores hagan intentos por establecer estrategias integradas en planes de uso múltiple de estos bosques. Algunos investigadores tales como Flores Flores et al. (1987) y Martínez R. y Rodríguez R. (1989) ya han desarrollado trabajos al respecto.

Con respecto al problema de la regeneración se han desarrollado estudios con el cembroides en condiciones naturales así como su respuesta en plantaciones, además de distintas técnicas de reproducción en vivero, del patrón de crecimiento, así como pruebas bajo diferentes condiciones de sustrato, temperatura y luz (Cetina Alcalá, 1984; Chávez Olayo et al., 1985; Sánchez Avila et al., 1985; Ramírez García y Villanueva Díaz, 1985; Lenner, 1986; Castillo Castilla y Ramírez G., 1989; Cetina A. y Sánchez A., 1989; Chávez Olivas et al., 1989; García A. y Capó A., 1989; Gómez Soto y Capó A., 1989; Montiel A. et al, 1989; Rodríguez Soto y Aldrete Menchaca, 1989; Sánchez A.y Cetina A., 1989;González Guerrero, 1990; Hernández Pineda y Aldrete Menchaca, 1991; Prieto Ruíz, 1991; Suzán Aspiri et al., 1991; Torres Espinosa et al., 1991).

Sin embargo, además de los factores externos, estos ecosistemas están sujetos a sus propios factores regulativos, con quienes han desarrollado estrategias coevolutivas que les han permitido subsistir en medios tan inhóspitos como las áreas desérticas y semidesérticas.

La producción errática semillas de los piñoneros es una de las estrategias desarrolladas posiblemente como un mecanismo fisiológico de defensa de las plantas contra momentos de estrés para asegurar la sobrevivencia de la especie. Por otro lado, los insectos constituyen uno de los principales problemas intrínsecos asociados a estos bosques. En vista de que el principal producto de ellos es la semilla, los insectos asociados a estas estructuras constituyen la principal limitante para una buena cosecha. Estos agentes pueden ocasionar la pérdida del 90% o más de la cosecha. Actualmente, éstos constituyen el factor limitante en la mayoría de las zonas piñoneras del país como Coahuila, Hidalgo y Nuevo León, entre otros (Flores Flores y Díaz Esquivel, 1987; Flores Lara, 1987). Existen varios trabajos que evalúan diferentes tratamientos con varios insecticidas, entre éstos se pueden citar a Perez Ayala (1990), Ramos Pinto (1994) y a López Ríos (1994), el primero de ellos trabajó en Hidalgo y los otros en Coahuila.

Bajo este marco, diversos autores han estado trabajando en búsqueda de encontrar un modo de controlar la acción de estos agentes. Cibrián Tovar y Méndez Montiel (1987) propusieron un manejo integrado de plagas en este tipo de bosques; por otra parte, otros autores han trabajado en la identificación, descripción y/o evaluación de los daños por insectos que atacan conos y semillas

en sus distintas etapas de desarrollo así como el impacto que sus daños ocasionan. Trabajos sobre especies piñoneras y no piñoneras son reportados (Del Río Mora, sa; Matson, 1978,1980; Flores Flores y Díaz Esquivel,1987,1989; Flores Lara y Caldera Hinojosa;1985; Flores Lara y López Aguillón,1987; Sánchez Ramos et al. 1989; Sánchez Ramos et al. 1991; Turgeon et al.,1994) .

Algunos investigadores norteamericanos han propuesto prácticas culturales en las áreas de piñonero para estimular la producción de conos y aprovechar individuos como arbolitos de navidad y como “stock” en viveros Fisher y Montano (sa) citan varios autores que han realizado investigaciones al respecto en Colorado. Entre estas prácticas están los aclareos y la aplicación de fertilizantes (especialmente con nitrógeno). En Estados Unidos existe una fuerte tendencia a sustituir estos ecosistemas por áreas de pastoreo, aunque hay también quienes defienden que estos ecosistemas no sean tocados más que para hacerlos producir más bienes como los piñones, en investigaciones de la época de los 50's ya había un mercado potencial para este producto y en donde su precio alcanzaba hasta los 7.6 dólares por libra en esa época (Gallegos, 1977).

2.15. PRODUCCIÓN Y SUS FACTORES LIMITANTES.

La producción se ve afectada por una serie de factores de diversa índole, entre ellos se mencionan los siguientes:

2.15.1. Factores abióticos.

Son incluídas en este rubro todas aquellas pérdidas debidas a factores abióticos tales como el viento, caída de los estróbilos ocasionada por la lluvia; pérdida de individuos por rayos, incendios, entre otros.

2.15.2. Factores bióticos.

Incluye a todas las pérdidas originadas por factores humanos o de origen natural.

2.15.2.1. Factores antropogénicos.

Básicamente se debe al empleo de malas técnicas de cosecha o a la ausencia de éstas. Al dañar las ramas se está impactando en la producción futura que podría producir esa rama. Por otro lado, se incluyen también los actos de vandalismo y el empleo de individuos o parte de ellos en la obtención de otros bienes tales como la madera.

2.15.2.2. Factores de origen natural.

Son las pérdidas ocasionadas por agentes tales como los insectos, aves y roedores; además de factores intrínsecos del arbolado.

2.15.2.2.1. Aborto de conillos por causas fisiológicas.

En cuanto a la caída natural o fisiológica de los conillos se reporta que se debe a una falta de auxinas y hormonas, lo cual permite la actividad del ácido abscísico que genera la abscisión del pedúnculo. El zinc es el elemento básico que sintetiza el triptófano, el cual se transformará en ácido indolacético, conocido como auxina (Flores Flores y Díaz Esquivel, 1987).

2.15.2.2.2. Consumo de semillas por aves y roedores.

Entre las aves reportadas con hábitos espermatofagos figuran los pájaros azules (*Apheceloma ultramarina*) y guacamayas enanas (*Rhynchopsitta terrisi*) que han sido observadas causando estragos en el último mes de desarrollo de los conos, es decir cuando inicia la apertura, esto fue observado en la cercanías de Saltillo, Coah. (Flores Flores y Díaz Esquivel, 1987). Otras aves reportadas son *Apheceloma coerulenscens*, *Corvus corax*, *Zenaida asiatica*, *Z. macrura* y entre los roedores se encuentran *Peromyscus difficilis*, *P. maniculatus* y *Sciurus oculatus*. Estos datos se obtuvieron en San Luis Potosí (Martínez Delgado et al. 1989). Capó (1971, en Castillo Moreno, 1997) menciona que en en el ejido Pablillo, Galeana, N.L., las ratas de campo almacenan hasta 2 kg de semillas en sus madrigueras.

2.15.2.2.3. Insectos asociados a *Pinus cembroides*.

Las plagas asociadas a los conos y semillas constituyen uno de los problemas más importates en los bosques. Su impacto puede llegar a ser considerable ya que una de las consecuencias de la falta de semilla es la falta de

regeneración. Económicamente afecta a los campesinos ya que las ventas de piñón disminuyen y los obliga a buscar otras fuentes para entrada de dinero.

Los insectos han coevolucionado con estos árboles de tal forma que han establecido un sistema muy complejo. Los años semilleros son erráticos, entre otras razones con el fin de evadir las plagas. Generalmente cuando la producción aumenta las poblaciones-plaga también aumentan, por lo que luego de un año de estos le siguen algunos años poco productivos que reducen los niveles poblacionales de estos insectos.

Se han reportado insectos pertenecientes a los órdenes Tysanoptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Diptera que atacan conos y semillas de coníferas en los bosques de México (Cibrián et al.,1995); sin embargo, no todos atacan al cembroides. A nivel mundial se reportan aproximadamente 400 especies de insectos asociados a conos, que además de los órdenes ya mencionados, incluyen a Homóptera y Heteróptera (Turgeon et al., 1994).

Flores Lara (1987, 1989) identificó en Galeana N.L. realizó una tabla de vida e identificó los factores de mortalidad que afectaban al cembroides. Reporta 4 especies importantes de insectos que contribuyeron directamente a la mortalidad de los conos del cembroides: *Conophthorus cembroides*, *Leptoglossus occidentalis*, *Retinia arizonensis* y *Eucosma bobana*. Otros trabajos similares son los realizados por Sánchez Ramos et al., 1989; Flores Flores y Díaz Esquivel,

1991; Ledezma Pineda et al., 1991, en otras áreas piñoneras de Coahuila y Tamaulipas.

Turgeon et al. (1994) describen la existencia de dos grandes categorías reconocidas actualmente. Los insectos que se alimentan o se desarrollan solo en los conos (y /o semillas) a los que se denomina conofitos; y a aquellos que se alimentan y /o desarrollan en otros hábitats, pero que se alimentan de conos y semillas cuando están disponibles, a los que se denomina como heterofitos. Además mencionan tres patrones en la explotación del hábitat que son reconocidos: a) conófagos, que se alimentan de los tejidos del cono y brácteas, generalmente sin dañar directamente las semillas; b) conoespermatófagos, que consumen los tejidos del cono y las semillas y c) espermatófagos, los cuales se desarrollan por completo en las semillas, son considerados como los más especializados.

La heterogeneidad temporal en la producción de conos puede constituir el más importante mecanismo regulativo en la dinámica de las poblaciones conófitas. El temprano aborto y muerte de conos en desarrollo ocasionados por insectos puede ser un proceso de retroalimentación positiva que mejora o habilita la iniciación de yemas productoras de conos, lo cual incrementa la abundancia de recursos en el futuro para los insectos. Se han estudiado las relaciones entre la fenología de los árboles y el tiempo de colonización (Flores Lara, 1987; Flores Flores, 1989; entre otros). Tales estudios determinan que la colonización ocurre durante ciertas fases en el desarrollo de los conos.

El mecanismo que capacita a los insectos para sincronizar la colonización con las diferentes fases del ciclo reproductivo de los árboles está pobremente entendido todavía en la actualidad. La variación en el nivel de daño puede ser atribuida a la variación de la abundancia de conos (Flores Lara, 1987; Turgeon et al. 1994). Generalmente ocurre una relación inversa entre la proporción de daños causados por insectos y los cambios en el tamaño de la cosecha cuando hay un incremento en la abundancia de conos que propicia el incremento en la población insectil y su capacidad de atacar conos. Las poblaciones conófitas son reguladas por la disponibilidad de alimento para las larvas, pudiendo incrementarse substancialmente con la abundancia de alimento. Los insectos han desarrollado adaptaciones etológicas a la heterogeneidad espacial y temporal de los conos, así como para reducir la competencia por un recurso limitado. Tales adaptaciones no aseguran la supervivencia de toda la población, pero sí la de algunos individuos. Algunas especies atacan una variedad de hospederos, mientras que otras explotan diferentes estructuras de los árboles. Otros realizan vuelos de dispersión para localizar rodales productores de conos; además que algunas hembras conófitas regulan la puesta de huevecillos por cono según la cantidad de recurso disponible. La estrategia más comun adoptada por los conófitos que atacan coníferas de ciclos de dos años es la de prolongar la diapausa. Lo mismo hacen los parasitoides y los depredadores especializados.

Se describen los daños que causan algunos de los insectos reportados como más dañinos a las semillas del cembroides:

1. *Conophthorus cembroides* Wood (Coleoptera : Scolytidae).

Las larvas barrenan el interior del cono. Su presencia se hace evidente por un orificio con resina que toma un color blanco en la superficie del cono. Este insecto es un especialista que depende del cono como alimento y lugar de cría. Los cambios en los niveles de producción de conos afectan directamente sus poblaciones (Flores Lara y López A, 1989).

2. *Dioryctria erythropasa* Dyar (Lepidoptera : Pyralidae).

Las larvas de insectos barrenan los conos ocasionando su muerte parcial o total. Como consecuencia del ataque se observa un color rojizo en la parte afectada. El orificio de entrada evidencia el ataque, por lo general se presenta a mediación del cono y está cubierto por un grumo de resina mezclado con excrementos de la larva (Cibrián et al., 1995).

3. *Eucosma bobana* Kearfott (Lepidoptera : Olethreutidae).

Las larvas se alimentan de escamas y semillas, causando la muerte total o parcial de los conos. Los conos atacados presentan una coloración rojiza, además que el orificio que se observa en el cono está cubierto por hilos de seda y excremento de las larvas (Cibrián et al., 1995).

4. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera : Coreidae).

Es independiente del cembroides ya que tiene varios hospederos y no depende de los conos para criar. Se reportan vuelos de migración de esta especie cuando hay falta de alimento. En teoría se piensa que estos organismos

han desarrollado comportamientos para evadir la irregularidad de los años semilleros, tales como migración, diapausa y atrayentes sexuales. Los daños son ocasionados por las ninfas y los adultos sobre conos y conillos. Los primeros instares ninfales ocasionan el aborto de los conillos, y cuando se alimentan sobre conos en crecimiento no los matan por completo y solo dañan las semillas. Los adultos también provocan el aborto de conillos, si éstos no abortan el endospermo de las semillas se observa colapsado; se alimentan de las semillas de conos de segundo año, las cuales quedan vacías o con el embrión dañado (Flores Lara, 1987; Flores Lara y López A, 1989; Cibrián et al., 1995).

5. *Megastigmus* sp (Hymenoptera : Torymidae)

Estas avispidas se alimentan de las semillas, además de que en ellas se desarrolla la descendencia. Los daños no son evidentes externamente, a excepción de la presencia de los oviposidores adheridos a la superficie del cono o a los orificios de salida (Cibrián et al., 1995).

6. *Retinia arizonensis* (= *Petrova arizonensis*) (Lepidoptera: Olethreutidae)

Este insecto no ataca directamente los conos. Por su hábito se le clasifica como barrenador de ramillas. Al afectar estas estructuras pueden afectar indirectamente a los conos y frenar su desarrollo. Puede llegar a matar las ramillas, al ocurrir esto se observa un cambio de coloración a rojo por lo cual se denominan como banderas o banderillas rojas en los árboles (Flores Lara, 1987).

7. *Conophthorus terminalis* (Coleoptera: Scolytidae).

Este insecto produce la muerte de los conillos de manera indirecta al atacar las ramillas formadas en el año corriente (Flores Lara, 1987).

2.16. IMPACTO DE LOS INSECTOS SOBRE LA COSECHA DE SEMILLA.

Cibrián et.al (1995) reportan pérdidas de un 30% de la cosecha por *Dioryctria eritropasa* y 30% por *Leptoglossus occidentalis*.

Flores Arellano (1987) al estudiar las plagas asociadas a *Pinus embroides* en Cardonal, Hidalgo, encontró que el potencial semillero fue reducido por la combinación de varios factores en una magnitud del 99.4%. Entre los factores bióticos que ocasionaron al pérdida están *Conophthorus cembroides*, *Leptoglossus occidentalis* y agentes desconocidos que ocasionaron el mayor daño, y en una escala mucho menor se hallan *Contarinia* y *Petrova*.

Flores Flores y Díaz Esquivel (1987) encontraron un 97.17% de mortalidad mediante el uso de una tabla de vida. Este alto porcentaje de conos y semillas muere antes de alcanzar la madurez fisiológica, y de ese resto la mayoría (93%) resultaron vanas. Los factores más importantes fueron los biológicos (*principalmente Conophthorus cembroides y Leptoglossus occidentalis*) y los fisiológicos (posiblemente una falta de auxinas).

Flores Lara (1987) reporta una mortalidad del 36.2% por *Conophthorus cembroides* y un 58.9% por *Leptoglossus* como principales agentes de mortalidad en Galeana. N.L.

2.17. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONOS.

Wenger (1953) hacía los conteos con ayuda de binoculares. Estas observaciones se realizaban por tres personas en tres diferentes años. Una persona parada con el sol a espaldas y el árbol a muestrear frente a él contó todos los conos que podía ver sin moverse del lugar, posteriormente contaba los de la otra área de la copa. Debía recorrer la copa sistemáticamente.

Kulhavy y Scenk (1976) estimaron la cantidad de conos de tres formas: 1) conteo de conos de la rama con más conos; 2) todos los conos en el lado Sur de la copa; 3) todos los conos visibles en las ramas en los dos últimos verticilos en la punta de la copa. Posteriormente hicieron conteos ahora escalando el árbol y con estos datos generaron ecuaciones predictivas como resultado de un análisis de regresión múltiple. El método estima la producción de un año. Aproximadamente el 60% de la producción total de conos es contada usando binoculares, puede ser usado un factor de conversión de 6.1 y con esto se puede estimar rápidamente el número de conos en la copa.

Forcella (1981) trabajó con *Pinus edulis*. Menciona que en esta especie son visibles las cicatrices de absición de los conos de los últimos 8 años. Emplea parcelas de 600 m² y muestrea todos los árboles en esa área. Las cicatrices, los

conos y los conillos son contados de todas las ramillas. Por cuestiones de eficiencia propone utilizar el área del dosel, ya que con ésta se puede predecir el número de ramillas por área. Posteriormente extrapola la producción de conos multiplicando el número de conos por el número de ramillas.

Flores Lara (1987) reporta para los árboles en Galeana, N.L. que la mayoría de los conos en la copa fueron localizados en las exposiciones Sur y Este en el estrato superior. Este autor utilizó la metodología de Forcella (1981), la cual implica el conteo de cicatrices, así como conos y conillos. García y Gómez (1987) emplearon también el método Forcella propuesto en 1981 en San Luis Potosí, para estimar la producción de los 8 años previos, el del año de observación y el potencial de producción del año siguiente. Describen que este método consiste en trazar una parcela de 600 m², registrando los árboles su dosel y las ramas principales on potencial para producir conos; posteriormente se seleccionan de 5 a 10 árboles representativos y se cortan de 5 a 10 ramas. En cada rama son contadas las cicatrices de absición ejadas por los conos de los 8 años anteriores, los conos del año en estudio, los conos de segundo año, los conillos (conos de primer año). Con este método lograron estimar la producción de onos sin problema alguno, sin embargo, al comparar sus

resultados con los de Forcella (1981) fueron muy inferiores a los que él reporta con otra especie piñonera.

Fatzinger et al. (1988) desarrollaron un sistema de muestreo en un huerto semillero. El sistema consistió de 4 etapas, una de las cuales era el conteo de conos se hacía dividiendo la copa de los árboles en cuadrantes.

Solís et. al (1989) emplearon en Coahuila sitios circulares de 500 m² en los que levantaron los siguientes datos: pendiente, asociación vegetal, densidad, árboles semilleros y no semilleros, exposición topográfica. Posteriormente cuantificaron la roducción cosechando todos los conos en algunos árboles y en otros, con producción abundante, solo los de una cuarta parte de la copa, extrayendo las semillas luego de secarlos.

Koenig et al. (1994) utilizaron diferentes métodos para estimar la cantidad de bellotas en encinos. Ellos emplearon un método en el que contaban todas las bellotas que podían en un tiempo determinado y esa cantidad la sometían a un procedimiento estadístico.

2.18. ALGUNAS CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS EN LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

2.18.1. Utilización de variables en la descripción de la vegetación.

Los estudios de vegetación se describen y/o comparan basándose en la presencia o ausencia de los individuos de categorías determinadas, aunque a nivel local no suelen existir diferencias de los resultados. Los datos de vegetación presentan una alta variabilidad inherente. Para reducirla se opta frecuentemente por incrementar el tamaño de la muestra, aunque otra manera es mejorar la precisión de la medición. Esta última opción resulta ineficiente para este tipo de datos; debido a esto se recurre al empleo de evaluaciones subjetivas ya que a pesar de sus desventajas permiten mayor rapidez y menor esfuerzo. Las escalas divididas en intervalos de valores facilitan las evaluaciones de este tipo y acotan o limitan la subjetividad; la asignación de una observación a un intervalo dado,

depende en menor grado del juicio del investigador que la asignación de un valor puntual a la observación.

En algunos estudios es necesario utilizar técnicas de evaluación subjetiva por razones de orden práctico (simplicidad, poco tiempo disponible, recursos económicos precarios, escasa tecnología de apoyo).

2.18.2. Forma de las unidades de muestreo: TRANSECTOS

En la vegetación se presenta más frecuentemente distribuciones del tipo "contagiosas", aunque entre las plantas anuales y las arbóreas (en caso de rodales multiespecíficos) se observa una distribución aproximadamente aleatoria. Dentro de los diferentes métodos utilizados para muestrear vegetación se han reconocido los de área definida y los de medición de distancias. Los primeros presentan el inconveniente de requerir cierto tiempo en la definición del área de estudio o forma y dimensiones de la unidad muestral (cuadrado, rectángulo, círculo). Los métodos de medición de distancias son también conocidos como Métodos Winscosin, y utilizan por lo general tres parámetros cuantitativos: dominancia, frecuencia y densidad. Además que son válidos únicamente para distribuciones aleatorias, ya que bajo patrones de agregación los resultados subestiman la realidad.

Dentro de este último tipo de muestreos se encuentran el transecto y el punto. El transecto (o también llamado trasecta) es un caso particular de unidad sin límites que evita los problemas de selección de forma y tamaño de la unidad bidimensional. Consiste en una procién alargada de vegetación que puede servir de criterio de selección de la zona a estudiar, como muestra o como unidad de

muestreo, según el tratamiento posterior de los datos. En algunos trabajos se emplean como zona de estudio por razones de tiempo y costo, sacrificando exactitud hasta cierto nivel. Las muestras se ubican sistemática o preferencialmente sobre el transecto.

Pueden colocarse a intervalos regulares a lo largo del mismo y medir las variables deseadas. Este modelo equivale a un muestreo sistemático, en el cual se emplea una línea en lugar de una cuadrícula. Desde el punto de vista estadístico cada transecto equivale a una observación, por lo que se hace necesario levantar varios transectos para poder estimar la desviación estándar.

Como unidad muestral el transecto se utiliza para medir algunas variables como cobertura, área basal o diámetro de copa. En este caso la unidad muestral adopta la forma de una línea sobre la cual se miden longitudes de intercepción con los individuos. Al utilizarse este tipo de unidad se ubican muchas repeticiones paralelamente partiendo de puntos ubicados al azar sobre un transecto base. De esta manera se obtiene una estimación de la media y la desviación estándar. La precisión es mayor si se miden muchos transectos cortos en lugar de pocos transectos largos, aunque la unidad debe ser lo suficientemente larga para incluir las fases del patrón de las especies (Matteucci y Colma, 1982).

2.18.2.1. Descripción del método de cuadrantes con punto central.

El método es originalmente descrito por Cottam y Curtis y validado matemáticamente por Morisita (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Tradicionalmente ha sido empleado para estudios de diversidad de vegetación. Esta técnica permite determinar diferencias cuantitativa entre las especies de un

rodal a partir de las densidades, dominancias y frecuencias absolutas y relativas por especie y que quedan implícitas en un índice de valor de importancia (I.V.I.). Cottam y Curtis (1956) discuten el uso de la distancia en el muestreo fitosociológico utilizando diferentes técnicas, entre ellas el método de cuadrantes con punto central.

La densidad (D) está definida por el número de individuos (N) en un área determinada. La densidad también puede estimarse a partir de mediciones de distancias entre individuos. Teóricamente la distancia entre individuos es proporcional al área media de cada individuo, y como la realidad dista mucho de esto, se diseñaron técnicas de selección de las distancias a medir que evitan este error. Se idearon 4 modelos: a) individuo más cercano; b) vecino más cercano; c) pares al azar con ángulo de exclusión de 180° , y d) cuadrantes centrados (Matteucci y Colma, 1982). A partir de las distancias entre individuos se puede calcular la densidad del siguiente modo: $D_{iR} = (n_i / N_T) * 100$; que indica el cálculo de la densidad relativa de la especie D_{iR} ; donde n_i es el número de individuos de la especie i y N_T el total de individuos. Este dato es independiente de la distancia y del patrón espacial. En muchos casos es indispensable conocer la densidad absoluta. Para ello, se requiere obtener el área media a partir de las mediciones de distancia: $M = [d / n] * c^2$, siendo c el factor de corrección (índice de proporcionalidad) correspondiente. En seguida se divide el área media entre la superficie de la zona de estudio para obtener la densidad de individuos por unidad de superficie sin considerar su especie o categoría: $D = \text{superficie de la zona de estudio} / M$. La densidad absoluta de la especie i (D_i) se obtiene entonces mediante la ecuación: $D_i = D_{iR} * D$; o bien, a partir de la medición de la distancia

entre individuos o entre un punto de muestreo y el individuo; las distancias así obtenidas se convierten a valores bidimensionales al elevarlas al cuadrado (Matteucci y Colma, 1982).

Por otro lado, la frecuencia (F) se define como la probabilidad de encontrar cierto atributo en una unidad muestral particular. Se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece (m_i) en relación con el número total de unidades de muestreo (M): $F_i = (m_i / M) * 100$. Esta variable depende del tamaño de la unidad muestral y del número de individuos, ya que la probabilidad de encontrar un determinado atributo está en función de ellos. Es decir que al incrementar la superficie de la unidad muestral hay más probabilidad de encontrar el atributo deseado. Otro modo es que si se incrementa el número de individuos hay menor probabilidad de que en una unidad muestral se encuentre un individuo con las características deseadas. El patrón espacial afecta la estimación de la frecuencia y las condiciones de agregación se reflejan en una menor frecuencia que cuando hay un patrón de distribución regular (Matteucci y Colma, 1982).

El método de cuadrantes con punto central se ha empleado en trabajos de diversa índole: Mueller Dombois y Ellenberg (1974) citan algunos trabajos donde ha sido utilizada; Camacho et. al (1985) la adaptó para muestreo de pinos infestados por escarabajos descortezadores; otros investigadores se han valido de este método para caracterizar la fisonomía de la vegetación, tal como lo hizo Fuentes Martínez (1992), que trabajó en la caracterización y clasificación dasonómica de un bosque de piñonero en Puebla.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. SELECCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

El trabajo se desarrolló en el área piñonera de Galeana al Sur del estado de Nuevo León, México (mapa 1). Se ubicaron 2 áreas contrastantes en producción de conos en rodales jóvenes de *Pinus cembroides*. El primer sitio fue ubicado en un área perteneciente al ejido Pabllillo. El sitio se ubicó en un rodal con antecedentes de alta producción. La entrada al lugar, conocido como Puerto Catarina, se encuentra por la carretera a Aramberri aproximadamente a 1 km al Norte de Pabllillo, frente al aserradero del ejido. Se sigue el camino aproximadamente 5 km, localizándose el sitio al Sureste. Este camino conduce a otras comunidades, una de ellas es El Tepozán.

El segundo sitio se ubicó en el ejido La Primavera. Los rodales de esta área poseen una producción de conos baja (Flores, 1987). La entrada a ese lugar se encuentra a la altura del km 83 de la carretera Galeana-San Roberto, aproximadamente 3 km de la carretera hacia el sureste.

Ambas áreas de estudio fueron seleccionadas en base a antecedentes (Flores Lara, 1987). El objetivo que se busca es caracterizar dasonómicamente el arbolado altamente productivo y distinguirlo del no productivo, razón por la

que se seleccionaron dos áreas que contrastaran en el nivel de producción de conos.

3.1.1. Pablillo.

El rodal forma parte de un bosque de *Pinus cembroides*, registrándose un rango de altitud entre los 2,300 y los 2,500 m.s.n.m. Las características de la región donde está ubicado Pablillo se describen a continuación.

3.1.1.1. Clima.

La carta de climas para Nuevo León (según Köppen, modificado por García, 1985), Pablillo presenta la siguiente clasificación:

- Grupo de climas templados C (T° media anual mayor de 18°C; T° del mes más frío entre los 3 y 18°C.
- Subgrupo de Climas Templados C (T° media anual entre los 12 y 18°C).

En el área y sus alrededores se encontraron los siguientes tipos de climas:

Tipo	% de precipitación invernal
C(w1)(w1)	menor de 5
C(w1)	entre 5 y 10.2
C(w1)(x')	mayor de 10.2

3.1.1.2. Topografía.

En la región se observan varios cerros y algunas planicies en donde se practica la agricultura. El sitio está ubicado en la Mesa San Miguel, en la Sierra Catarina, específicamente en un lugar conocido como Puerto Catarina.

3.1.1.3. Edafología.

La carta correspondiente de edafología menciona los siguientes datos para la región donde se ubica Pablillo:

Unidad de suelo	Clase textural	Fases físicas
rendzina	media	petrocálcica
litosol + regosol eútrico	media	-
castañozem cálcico + rendzina	media	petrocálcica profunda

3.1.2. La Primavera.

El área se ubica en un rango de 2100 a 2300 m.s.n.m. Se describen a continuación las características de la región donde se ubica el sitio en el ejido La Primavera.

3.1.2.1. Clima.

Acorde a la carta del Estado de Nuevo León para los tipos de climas según Köppen (modificado por García, 1985) La Primavera tiene la siguiente clasificación:

- Grupo de climas C (T° media anual mayor de 18°; T° del mes más frío entre 3 y 18°C).

- Subgrupo de climas semifríos C (E) (tipos semifríos con lluvias escasas todo el año; T° media anual entre 5 y 12°C; T° del mes más frío entre 3 y 18°C).

El tipo de clima para el área y sus alrededores fue de C(E)x' con un porcentaje de lluvia invernal mayor a los 10.8 mm.

3.1.2.2. Topografía.

En esta región se observan varios cerros y lomeríos, así como planicies extensas. En la región se encuentran áreas aledañas dedicadas a la agricultura. El sitio seleccionado está ubicado en el cerro El Charco, el cual registra una altitud máxima en la cota de los 2,300 msnm y la más baja a los 2,100.

3.1.2.3. Geología.

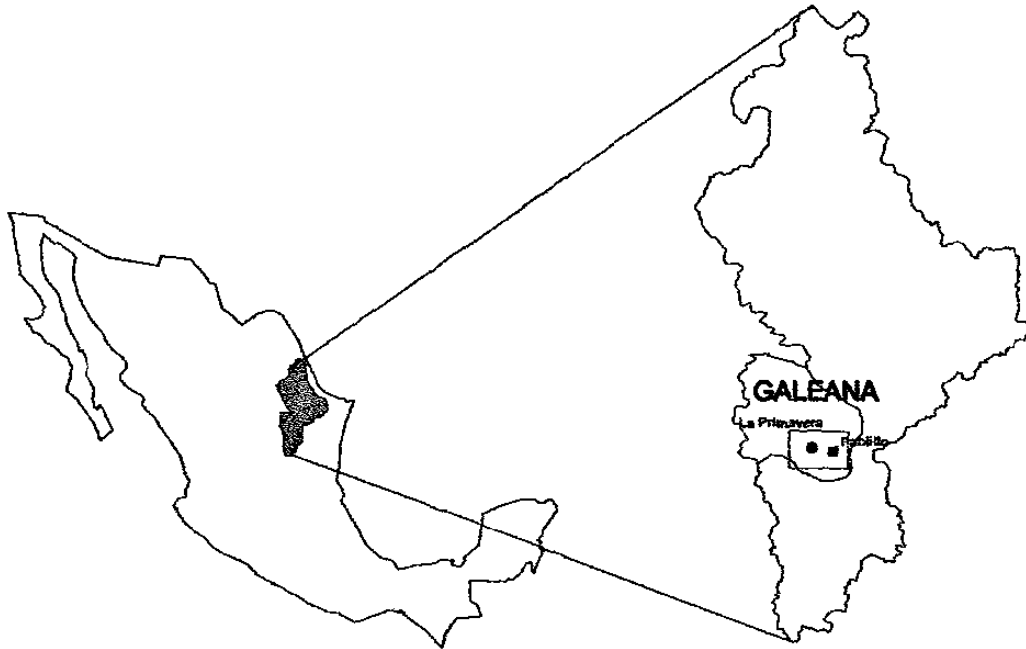
Según la carta geológica correspondiente, el suelo en el área es aluvión. En la región también se encuentran áreas de caliza, lutita y yeso, predominando las áreas de caliza.

3.1.2.4. Edafología.

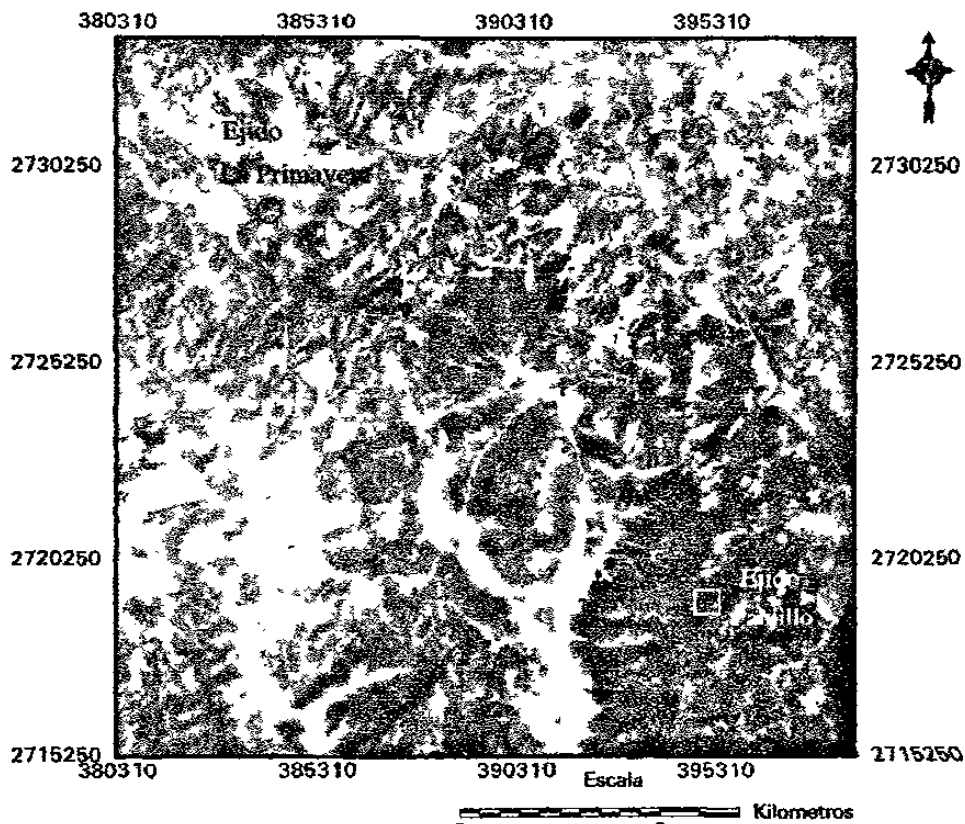
La carta edafológica describe la siguiente información para el área donde se encuentra La Primavera:

Unidad de suelo	Clase textural	Fases físicas
castañozem cálcico	gruesa	-
feozem calcárico + rendzina	media	gravosa
rendzina	media	lítica
regosol eútrico	media	lítica

A



B



Mapa 1. Ubicación del área de estudio. A: ubicación del municipio de Galeana en el estado de Nuevo León, México. B: Imagen en falso color (R3,V2, A1) mostrando la localización de los ejidos Pabillo y La Primavera. Las figuras en el mapa indican la localización de las áreas de muestreo.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL RODAL

El trabajo tiene por objetivo la descripción de variables dasonómicas asociadas a árboles con altos niveles de producción de conos. Consiste básicamente de 4 etapas:

1. Descripción de las características dasonómicas del arbolado.
2. Determinar la distribución de los conos en la copa y proponer una unidad de muestreo.
3. Desarrollar un método de muestreo para la producción.
4. Establecer los niveles de producción del arbolado (altamente productivo, medianamente productivo y no productivo) mediante un muestreo secuencial.
5. Asociar las variables dasonómicas con el nivel productivo mediante técnicas de análisis multivariado.

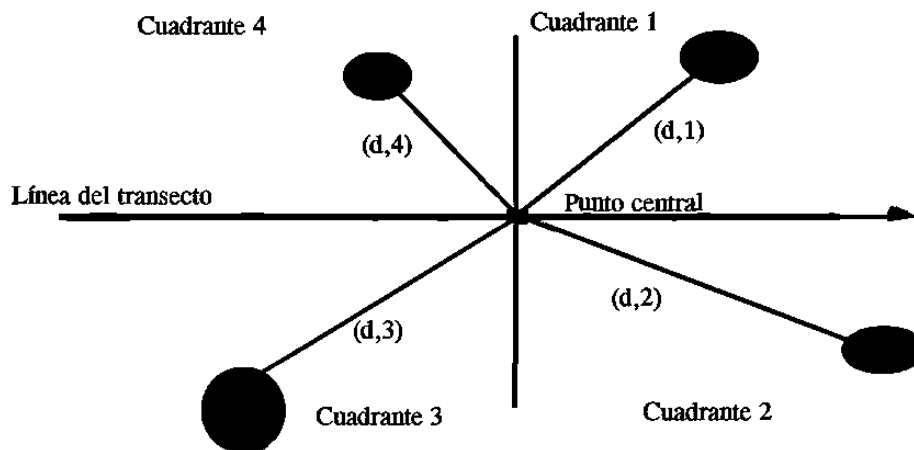
3.2.1 Inventario.

Para la descripción dasonómica del arbolado se realizó un inventario, utilizando una técnica de transectos. Los transectos se establecieron con el Método de Cuadrantes con Punto Central (Cottam y Curtis, 1956; en Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

Se trazaron 5 transectos en línea recta, con una longitud de 200 m cada uno y paralelos entre sí (figura 4). En cada transecto se marcaron 5 puntos, un

un punto cada 40 m. En cada uno de los cuadrantes se registró la distancia al árbol más cercano al punto. Se levantaron las características dasonómicas de cada individuo y su nivel de producción. Se muestrearon un total de 25 puntos, siguiendo la recomendación de Cottam y Curtis (1956, en Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), quienes mencionan muestrear un mínimo de 20 puntos por razones de precisión.

La ventaja de este método es que se puede adaptar para obtener información acerca de árboles con determinada(s) característica(s) de interés de una manera práctica y eficiente, en este caso el objetivo se dirigió a conocer las características del arbolado y su relación con el nivel de productividad de los individuos.



Cuadro 4 . Esquema mostrando el procedimiento de trazado del Cuadrante con Punto Central.

Las fórmulas empleadas en el método de cuadrantes con punto central son las siguientes:

- Densidad absoluta:

estima el número de individuos por unidad de área (m^2) sin considerar características particulares.

$$\text{DensidadAbsoluta} = D_A = \frac{\text{Area}}{(\bar{x}_{dist.})^2}$$

- Densidad relativa:

hace referencia a la proporción de individuos con características afines, con respecto a la totalidad de la población ubicada en los transectos.

$$\text{Densidad_relativa} = \delta_R \frac{n}{N} \times 100$$

donde n = no de individuos

N = no. total de individuos

- Dominancia absoluta:

indica el área basal ocupada por cada grupo con respecto al total de individuos de los transectos.

- Dominancia relativa:

representa la dominancia de individuos con ciertas características con respecto a la población, siendo los resultados en porcentajes.

$$\text{Dominancia Relativa} = D_R = \frac{d_i}{D} \times 100$$

donde d_i = Dominancia de una especie

D = Dominancia de todas las especies

- Frecuencia absoluta:

es la proporción de los puntos de los transectos en donde se presentan individuos con características similares, con respecto al total de puntos muestreados.

$$\text{Frecuencia Absoluta} = f_A = \frac{p_i}{P} \times 100$$

donde p_i = no. puntos con especie i

P = Total de puntos

- Frecuencia relativa:

es la relación entre la frecuencia de un grupo de individuos con determinadas características y la frecuencia de todos los grupos, el resultado es presentado en porcentaje.

$$\text{Frecuencia Relativa} = f_R = \frac{f_i}{F} \times 100$$

donde f_i = frecuencia de una especie

F = Suma de frecuencias de todas las especies

Las modificaciones realizadas a las fórmulas permiten determinar las características dasonómicas de los individuos categorizados en niveles de altura (estratos). Tales niveles de altura fueron definidos después de formar y

analizar la base de datos, con el propósito de caracterizar cada grupo de árboles y determinar las características dasonómicas que se asocian al nivel de producción de conos, particularmente el de los individuos más productivos. El estrato bajo incluyó a los árboles 2 m a 3 m; el estrato medio a los de 3 m a 4m, y el estrato superior a los individuos de más de 4 m.

Las variables empleadas fueron cuantitativas y cualitativas. Las primeras tuvieron por objetivo caracterizar las dimensiones de los árboles; mientras que las segundas se utilizaron para describir la calidad de copa de los mismos. Las clases adoptadas en estas variables fueron arbitrarias, buscando facilitar su uso y disminuir el error (Matteucci y Colma ,1982). Estas variables fueron las variables descriptivas de la copa: Forma, Simetría, Transparencia, Color y Densidad del Follaje.

3.2.1.1. Datos considerados para el inventario.

Con el objetivo de asociar variables a diferentes niveles productivos, se evaluaron 100 individuos ubicados en los 5 transectos. El objetivo fue asociar las características dasonómicas con un nivel de producción de conos, buscando caracterizar el arbolado, especialmente el arbolado más productivo. Las variables que se consideraron para el inventario fueron las siguientes:

3.2.1.1.1. Altura total del árbol.

Se obtuvo con ayuda de una valiza medidora de alturas. Este dispositivo resultó útil ya que los individuos son de porte relativamente bajo.

3.2.1.1.2. Diámetro de fuste.

Este parámetro fue de interés como una variable posiblemente asociada a la producción. A mayor diámetro del fuste se esperaba que el árbol presentara un mayor número de ramas y por ende, más follaje y una copa de mayores dimensiones; lo cual lo habilita para una producción de conos más alta. La ramificación en los árboles se inicia casi desde la base del fuste, lo que realmente dificulta medir el diámetro a la altura de pecho (DAP). Básicamente porque son ramificaciones múltiples y los individuos generalmente son de porte bajo o mediano, lo cual obliga a medir varias ramas en caso de que se quiera obtener el DAP, eso si todas las ramas alcanzasen esa altura. Por lo regular las primeras ramas se dirigen hacia afuera para formar la parte baja de la copa, o bien, se ramifican más para originar las ramas que forman la parte media y alta de la copa. Por tal razón el diámetro a 0.3 m fue usado, ya que frecuentemente las ramas comienzan aproximadamente esta altura o un poco más arriba. Observaciones preliminares indican la fuerte correlación entre estos dos parámetros (DAP y $D_{0.3}$).

3.2.1.1.3. Area basal.

Para su cálculo se emplearon los datos de diámetro de fuste a 0.3 m. Fue obtenida con la fórmula convencional:

$$AB = \frac{\pi}{4} * d^2$$

donde d indica el diámetro de fuste.

3.2.1.1.4. Ramificación.

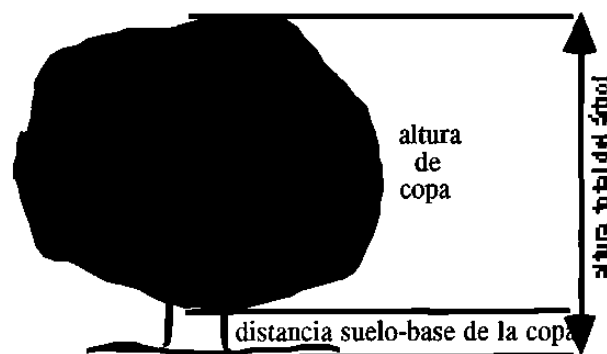
Se registró el número de fustes o ramas principales de cada individuo. En el caso de ramas principales múltiples, se consideraron como tales cuando sus dimensiones las distinguían fácilmente de las otras ramas y además se originaban como máximo a una altura de 0.3 m a partir de la base del árbol.

3.2.1.1.5. Características de la copa.

Se trata de relacionar las dimensiones de la copa, así como la calidad de la misma, con un nivel productivo. Se consideraron variables cuantitativas que describieran el tamaño de la copa, y variables cualitativas que describieran su calidad. Las características evaluadas son:

a) Altura.

Fue obtenida por diferencia entre la altura total del árbol y la distancia de la base de la copa y el suelo (figura 1). Generalmente la copa no es regular en su base, por lo que se tomaron distancias promedio.



$$(\text{altura total del árbol}) - (\text{dist. suelo-base de la copa}) = \text{altura de copa}$$

Figura 1. Esquema del procedimiento para determinar la altura de la copa.

b) Diámetro.

Se midieron los diámetros Norte - Sur y Este - Oeste y se promediaron. A partir de éste se obtuvo el radio, el cual también fue incluido como variable en la base de datos generada.

c) Cobertura.

Fue estimada utilizando el diámetro promedio de la copa. Con este dato se obtiene la superficie ocupada por las copas de los árboles en el área. Es decir, conociendo cuántos conos por unidad de superficie de copa podemos encontrar, y conociendo la superficie verde podría estimarse la producción del área.

d) Manto (superficie de la copa).

El manto representa la superficie externa de la copa, es de interés conocer sus dimensiones ya que es el área donde se se producen los conos. Para su cálculo se empleó el modelo geométrico del paraboloides (Kramer y Akca, 1982). Este modelo fue elegido por la variedad de forma que adopta el cuerpo geométrico al variar su altura y diámetro, semejando la forma de la copa de los árboles. Estos datos fueron obtenidos del inventario. El radio se calculó a partir del diámetro promedio de copa.

El modelo se describe como:

$$\text{Superficie} = \frac{\pi r}{6h^2} \left[(4h^2 + r^2)^{3/2} - r^3 \right] + \pi r^2$$

donde r = radio de la copa *
 h = altura de la copa

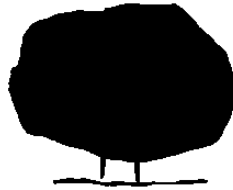
* El radio se obtuvo del diámetro promedio de copa.

f) Forma de la copa.

En base a observaciones preliminares, se hizo una clasificación que incluye 5 categorías de forma de copa. El propósito es tratar de asociar la forma (superficie de copa disponible) con el nivel de producción de conos.

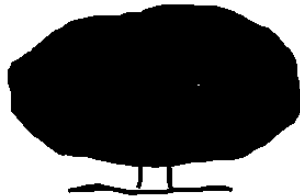
Las categorías empleadas son presentadas esquemáticamente (figura 2).

Globosa.



Copa aproximadamente redonda y regular

Subglobosa.



En esta categoría fueron clasificadas las copas más o menos redondas pero más "aplanadas" en su parte superior.

Piramidal.



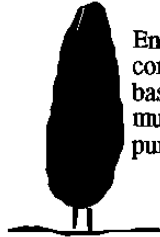
Se clasificaron como piramidales aquellas copas terminadas en vértice en su parte superior y de laterales inclinados formando una figura aproximadamente triangular.

Subpiramidal.



La figura en esta categoría es semejante a la anterior pero con el borde superior de la copa redondeado.

Alargada.

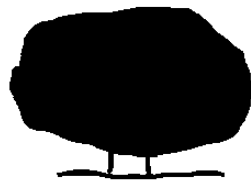


En esta categoría entran las copas con una figura alargada, es decir de base corta y márgenes de una longitud mucho mayor que la base terminando en punta redondeada o en vértice.

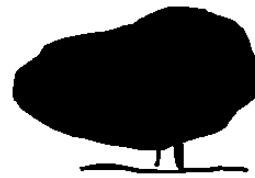
Figura 2. Categorías empleadas en la clasificación de la forma de copa de los individuos.

g) Simetría.

La simetría de la copa se refiere al desarrollo de la copa en relación al fuste (figura 3). La forma de observarla fue siempre desde una ubicación Norte a una distancia adecuada según el árbol.



Ejemplo de copa simétrica



Ejemplo de copa asimétrica

Figura 3. Simetría de la copa

h) Características del follaje.

Las características del follaje pueden funcionar como un reflejo del vigor del arbolado. Así mismo, el vigor puede influir en el nivel productivo de los individuos. Se consideraron el color, la densidad y el nivel de retención de acículas para caracterizarlo

- Color del follaje.

El color del follaje de los árboles se clasificó en tres categorías: a) verde oscuro, b) verde claro y c) amarillo. Este último es el menos común y se le asocia a deficiencias de nutrientes y/o con ataques de enfermedades y/o plagas.

- Nivel de retención de acículas.

Este término se refiere a la edad de la acículas más antiguas que presenta el árbol. La forma en que se identifican las acículas se muestra en la figura 5. Las acículas más nuevas son las que están en la punta de las ramillas, las acículas que hay entre este y el siguiente verticilo corresponden al año anterior y así sucesivamente en cuenta regresiva.



Figura 4. Esquema presentando la identificación de acículas de diferentes edades.

-
- Densidad de follaje.

Indica la densidad de acículas en las ramillas. Esta clasificación se hizo observando los espacios en las áreas de las ramillas correspondientes a los dos últimos años; de esta manera que se hizo una escala de 4 categorías:

1. Denso:	9-11 acículas por cm
2. Densidad media	7-8 acículas por cm
3. Ralo	5-7 acículas por cm
4. Escaso	1-4 acículas por cm.

i) Transparencia.

El término se refiere a la cantidad de huecos en la copa si se vé a través de ella. Es decir, si la copa se observa como una figura en dos

dimensiones, se puede ver que no es completamente llena y presenta huecos. Ningún individuo carece por completo de follaje. Debido a la gran variación de este parámetro se elaboró una clasificación con 4 categorías:

1. Sin huecos (con 100% de follaje).
2. Menos del 50% son huecos (más del 50% ocupado por follaje).
3. Entre el 50 y el 80% son huecos
4. Más del 80% son huecos (menos del 20% es follaje)

3.2.1.1.6. Vigor aparente.

El vigor aparente es el estado de salud que presentan los individuos a simple vista, es decir sin basarse en ningún tipo de análisis más que la apariencia del árbol. La clasificación consistió de 3 categorías:

- | | |
|---------------|--|
| a) vigoroso: | árboles sin daños fuertes aparentes, (sin daños en fuste, o evidencia de enfermedades foliares, entre otros). Follaje sano y brillante |
| b)intermedio: | árboles sanos pero con follaje muy escaso y opaco, con daños en la copa (ramillas) |
| enfermo: | árboles con follaje amarillento y presencia de daños fuertes en la copa (ramas, ramillas). |

3.2.1.1.7. Competencia.

Se refiere a si hay vegetación cerca del individuo con la cual entra en competencia. En este sentido la competencia es la que llegase a presentarse con vegetación de otras especies y no con individuos de la misma especie, cuando los árboles del cembroides crecen muy juntos tienden a formar una sola copa como si fuesen ún mismo árbol por lo que es considerada una asociación y no una competencia.

3.2.1.1.8. Vegetación bajo la copa.

Esta variable incluye a los arbustos que se encuentren bajo la copa de los piñoneros.

3.2.1.1.9. Nivel de producción de estróbilos.

Después de haber levantado las características dasonómicas de procedió a evaluar la producción. Se establecieron los niveles productivos con un método de muestreo secuencial. Posteriormente los árboles fueron clasificados según su nivel productivo: a) altamente productivo, b) medianamente productivo y c) no productivo.

3.2.2. Características del sitio.

Las características del ambiente donde crecen los individuos influyen en su desarrollo, favoreciéndolo o afectándolo negativamente.

3.2.2.1. Características del suelo.

3.2.2.1.1. Propiedades físicas.

Se considera que ejercen una importante influencia sobre la distribución y crecimiento de los árboles, ya que afectan su desarrollo radicular.

3.2.2.1.2. Propiedades químicas.

Estas se encuentran directamente relacionadas con la disponibilidad de nutrientes. Individuos deficientes en algún nutriente puede deberse a estas propiedades, que impiden que puedan ser tomados y transportados por las raíces.

3.3.2.2. Vegetación asociada.

Algunas especies vegetales son indicadoras de la calidad del sitio o bien, de algún tipo de disturbio.

3.3.2.3. Exposición / pendiente.

Estas variables pueden ejercer alguna influencia en la distribución de los individuos y su producción.

3.3. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

El objetivo es conocer la distribución de los conos en la copa para determinar el área de la copa donde se concentre la mayor parte de la producción. El muestreo se realizó sobre individuos de dimensiones similares. Para ubicar la producción se dividió la copa por exposiciones y por estratos. Las regiones o exposiciones consideradas fueron: Norte, Sur, Este, Oeste y Punta, correspondiendo a los puntos cardinales. La punta se consideró como la parte más alta de la copa, específicamente a partir de donde las ramas no podían ser asignadas en alguna exposición. La copa fue dividida en estratos inferior y superior, donde el estrato inferior corresponde a la mitad inferior de la copa.

El conteo de conos, conillos y cicatrices se realizó empleando un sistema para registrar la producción a nivel de rama. Esto fue mucho más práctico, ya que los conos se contaron por rama, lo cual agilizó el proceso. Con el fin de obtener datos preliminares sobre la variación en la producción a través de varios años, se siguió la metodología de Forcella (1981), contando conos (1995), conillos (producción de 1994) y cicatrices (producción de 1993 y 1992). Es decir se obtuvieron datos de producción de 4 años consecutivos.

3.4. DETERMINACIÓN DEL NIVEL PRODUCTIVO DEL ARBOLADO.

Hay dos tipos generales de métodos en relación al número de muestras que ocupan para funcionar correctamente: a) los que requieren de un número fijo de muestras y b) los que permiten un número variable de muestras. Este último tipo de métodos representan una alternativa que permite reducir costos sin perder precisión. La aplicación más común se encuentra en la clasificación de lotes mediante valores acumulativos resultantes de un muestreo secuencial. Dicho muestreo representa una alternativa donde el tamaño de muestra requerido depende de resultados parciales.

Se consideró más eficiente el usar niveles de producción, más que la producción actual para desarrollar un sistema de muestreo. Se decidió usar un sistema basado en un número variable de tamaño de muestra ya que durante observaciones preliminares, se notó que la asignación de por lo menos dos clases: la clase productiva y la no productiva eran evidentes.

Esta metodología permite clasificar el nivel de una población de acuerdo a la distribución espacial del organismo en estudio. Es especialmente útil cuando hay niveles poblacionales bien definidos y no se requiere de un muestreo tan intensivo para clasificarlos, reduciendo costos y ahorrando tiempo. Los niveles intermedios, en cambio requerirán de un mayor muestreo.

3.4.1. Niveles de producción.

La presencia de árboles altamente productivos ha sido reportado por varios autores (Flores Lara, 1987), Flores Flores, 1989, García Moya, 1985). Durante la toma de datos se encontraron diferencias fuertes entre árboles altamente productivos y árboles donde la producción era casi nula. El fijar los límites en cada una de las clases propuestas requirió el análisis de datos existentes en literatura y de observaciones hechas en el pre-muestreo (8árboles). La problemática involucrada en esta decisión se describe a continuación:

- El rodal está formado por individuos de diferentes edades y con diferentes dimensiones de copa;
- La producción es poco uniforme, variando a nivel individual, temporal y variando en relación al área geográfica.
- Existen generalmente 2 cosechas presentes en un árbol en forma simultánea;
- Durante años con producción sobre el promedio, la presencia de insectos carpófagos es intensa.

Se decidió utilizar un sistema con tres clases o niveles: a) producción alta (de 5 o más conos por muestra), b) intermedia (de 2 a 4 conos por muestra) y c) baja (de 0 a 1 cono por muestra).

3.4.1.2. Metodología del muestreo secuencial.

La metodología que sigue esta técnica requiere que se asigne una unidad de muestreo que asegure la misma probabilidad de encontrar los conos en la copa de los árboles. Se definió un área de 125.7 cm^2 , que corresponden a un aro de 40 cm de diámetro. El aro de 30 cm resultó demasiado pequeño. Este aro estaba unido a una extensión que permitió alcanzar las partes más altas de la copa de los árboles. La muestra consistió en el conteo del número de conos que abarcaba el aro al colocarlo sobre la copa: el conteo se realizó a simple vista, con ayuda de unos binoculares de corto alcance (20 x 70). Las muestras se tomaron al azar en todo el estrato superior de la copa.

1. Establecimiento de hipótesis H_0 y H_a .

Se requiere establecer estas hipótesis para cada par de niveles; en el caso de que se traten de tres niveles. Es decir, el primer par de hipótesis distinguirá entre el nivel inferior o bajo y el intermedio, mientras que el segundo par distinguirá entre el nivel intermedio y el superior o alto. Las hipótesis están sujetas a cualquiera de estas tres situaciones:

- a) aceptar una hipótesis nula clasificando la población en un nivel;
- b) rechazar esta hipótesis, o bien
- c) continuar con el muestreo, porque no puede definirse aún el nivel que presente la población.

2. Determinación de la distribución espacial de la población.

El patrón de dispersión del organismo en un área puede ser uniforme, al azar o tendiendo a la agregación. El patrón constituye la distribución probabilística de los conos (poisson, binomial, binomial negativa, etc.). Las estadísticas básicas necesarias son la media y la varianza. Sus valores son empleados para obtener un índice del patrón de dispersión de los datos (agregación) mediante la relación $\text{varianza} / \text{media}$. Si el índice es mayor a 1 indica que se trata de un patrón de agregación. Se realizó un análisis preliminar con 150 unidades de muestreo, usando el aro de 40 cm de diámetro. Los datos fueron ajustados a una distribución probabilística.

3. Definir los niveles de error α y β .

El error tipo α resulta al rechazar una hipótesis nula cierta. El error tipo β ocurre al aceptar una hipótesis nula falsa. Estos valores son generalmente iguales; sin embargo, al ponderar las consecuencias de cada uno de estos dos tipos de errores pueden tomar valores diferentes. Según la variación existente en los datos, los valores de 0.1 a 0.2 son los más frecuentemente tomados.

4. Establecer los límites de clase.

Los límites de cada categoría deben ser estimados en base a los niveles productivos. Estos indicarán cuántos conos por muestra son aceptados como máximo en los niveles inferior e intermedio, y cuántos conos mínimo se requieren para el nivel superior.

5. Estimación de las líneas de decisión.

La siguiente etapa del método consiste en estimar las líneas de decisión para cada rango. Se plantea un sistema con tres categorías: bajo, medio y alto nivel productivo. Esto requiere calcular dos pares de líneas de decisión que corresponden a las líneas inferiores y superiores de cada nivel de producción asignado.

Para estimar la líneas de decisión se requiere resolver un conjunto de ecuaciones, para esto se requiere previamente establecer otros parámetros:

a) Límites de clase.

Los límites de clase, m , son determinados en base a las hipótesis H_0 y H_a . El límite inferior, m_1 , es el número promedio de los valores mínimo y máximo permitidos para que se cumpla la hipótesis H_0 . El límite superior, m_2 , es el número promedio de los valores máximo y mínimo permitidos para que se cumpla la hipótesis H_1 .

b) Niveles de confianza

Esto representa los niveles de error que se está dispuesto a tolerar.

$\alpha = 0.1$: probabilidad de aceptar H_a cuando H_0 es verdadera

$\beta = 0.1$: probabilidad de aceptar H_0 cuando H_a es verdadera

c) Resolución de los sistemas de ecuaciones.

Las ecuaciones que originan las líneas son las siguientes:

$$d_1 = bn + h_1 \text{ (línea inferior)}$$

$$d_2 = bn + h_2 \text{ (línea superior)}$$

donde:

d_1 = el valor máximo para la clase más baja en términos de número acumulativo de organismos;

d_2 = el valor mínimo para la clase más alta en términos de número acumulativo de organismos;

n = número de unidades de muestreo examinadas.

El parámetro a estimar primero es b , ya que es el más complicado.

En el caso de tener un índice de agregación se requiere el cálculo de k . Para encontrar el valor de b se resuelve la siguiente ecuación:

$$b = k * \left\{ \frac{\log\left(\frac{q_2}{q_1}\right)}{\log\left(\frac{p_2q_1}{p_1q_2}\right)} \right\}$$

Si k es requerido, existen varios métodos para calcular este parámetro. Uno de ellos es mediante la siguiente fórmula:

$$k = \frac{\overline{x^2}}{s^2 \overline{x}}$$

Aunque esta fórmula no es exacta y por lo tanto no recomendable.

Pero su uso es un apoyo para otro método:

$$k \log\left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right) = \log\left(\frac{N}{F_0}\right)$$

donde:

N = número total de árboles;

F₀ = el número de árboles que se ubicaron en el primer nivel o categoría.

Esta igualdad se resuelve primero sustituyendo la sección fija y luego igualándola mediante iteraciones. La primera iteración será con el valor encontrado con la primera fórmula de k.

Los valores faltantes para resolver b se obtienen de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{m_1}{k} & p_2 &= \frac{m_2}{k} \\ q_1 &= 1 + p_1 & q_2 &= 1 + p_2 \end{aligned}$$

Entonces los valores son sustituidos en la ecuación y b es obtenida. Habiendo obtenido el valor de b quedan otros parámetros faltantes para resolver d₁ y d₂: los valores de h. Estos son calculados con las siguientes fórmulas:

$$h_1 = \log \left\{ \frac{\frac{\beta}{1-\alpha}}{\log \frac{p_2 q_1}{p_1 q_2}} \right\}$$

$$h_2 = \log \left(\frac{\frac{1-\beta}{\alpha}}{\log(p_2 q_1)} \right)$$

Una vez teniendo estos valores se sustituyen en las ecuaciones para obtener d_1 y d_2 , con lo que ya puede construirse el sistema de líneas gráficamente.

3.5. ASOCIACIÓN DE VARIABLES DASONÓMICAS A UN NIVEL DE PRODUCCIÓN.

Una vez clasificados los árboles acorde a su nivel de producción, se procede a realizar el análisis de esta información. El interés está enfocado principalmente en las características de los individuos de alto nivel productivo. Se recurre esta vez a técnicas de análisis multivariado. Este tipo de análisis permite dilucidar el efecto de un conjunto de variables independientes sobre una variable dependiente.

El objetivo es conocer el efecto de las diferentes variables dasométricas sobre el nivel de producción de conos en los individuos. Cada técnica arroja resultados de diferente tipo y son aplicados por lo tanto, para distintos fines. En el cómputo de estos análisis se empleó el paquete S.A.S. (Statistical Analysis System). El uso de este paquete se justifica porque permite la manipulación de los comandos al momento de realizar cada programa, a diferencia de otros paquetes estadísticos que no tienen esta libertad. De esta forma se pueden diseñar los programas de acuerdo a los objetivos que se deseen obtener al agregar comandos y eliminar otros que aportan información que no es de interés en un momento determinado.

3.5.1. Análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales tiene como objetivo representar las relaciones entre las muestras en un espacio reducido, de menores dimensiones, para facilitar su interpretación. Lo importante en este proceso es que los ejes obtenidos reparten entre ellos la variación de tal forma que, ordenados en forma ascendente, el primer eje es el que contiene la mayor parte y los siguientes la menor (Matteucci y Colma, 1982; Pielou, 1984).

Es decir, se utiliza el método de componentes principales para explorar las variables dasométricas, buscando detectar relaciones lineares entre ellas. La idea era reducir el número de variables a solo aquellas que aportaran la mayor cantidad de información. Este método se puede aplicar en un número de variables numéricas, computándose igual número de componentes principales. Cada componente es una combinación lineal de las variables originales, donde los coeficientes son iguales a los eigenvector de una matriz de correlación o covarianza. Los componentes principales son arreglados en forma ascendente o descendente de los valores eigen, éstos son iguales a la varianza de los componentes y por lo tanto, explicando una parte de la varianza, no estandarizada en este caso.

El objetivo es obtener un número pequeño de combinaciones lineares (componentes principales) de un juego de variables que retenga la mayor cantidad de información posible de las variables originales. Podría decirse que se busca descubrir dependencias aproximadamente lineares entre variables.

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO.

4.1.1. Descripción general del bosque de piñonero.

El bosque de *Pinus cembroides* en Galeana, N.L., se distribuye principalmente en las áreas más secas, formando ecotonías con otros tipos de vegetación: bosque de *Pinus arizonica*, bosque de *P. pseudostrobus* y *P. teocote*. En otras áreas, forma también ecotonía con vegetación más típica del altiplano (matorrales, yucas, cactáceas etc). Se caracteriza por el elevado grado de disturbio que sufren las áreas donde se distribuye. Es frecuente observarlo en las partes bajas de los cerros, disminuyendo su presencia hacia las partes altas, donde puede o no continuarse hacia el otro lado de la cresta.

4.1.2. Pablillo

4.1.2.1. Descripción general.

El rodal estudiado está incluido en un bosque que se distribuye en un valle y se dirige hacia las partes medias de los cerros, disminuyendo hacia las partes altas donde abundan más los matorrales y yucas; por otras partes se mezcla con individuos de *P. arizonica*. Está compuesto por árboles jóvenes con una altura promedio de 6 m, entremezclados con algunos individuos de mayor porte que alcanzan hasta los 15 m. El arbolado tiene un aspecto general vigoroso, con copas

redondeadas y bajas, llegando en su mayoría a nivel del suelo. El follaje de las copas es bastante completo y brillante.

4.1.3. La Primavera.

4.1.3.1. Descripción general

El rodal se encuentra en una de las laderas que forman un gran valle; se caracteriza por una baja densidad de árboles, representando una pequeña isla de arbolado joven dentro de un bosque de mayor edad y porte. El área observa un grado elevado de erosión, el suelo es escaso y yesoso, la cobertura vegetal también es poca. El rodal tiene un aspecto poco vigoroso, las copas de los árboles poseen escaso follaje y son muy transparentes. La presencia de cactáceas (opuntias y biznagas) es característica. Los árboles se distribuyen de tal manera que dejan una gran área desprovista de vegetación, excepto por unos cuantos zacates. La presencia de cárcavas también es característica del lugar.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL RODAL.

4.2.1. Inventario.

4.2.1.1 Descripción del rodal en Pablillo.

De acuerdo al método de cuadrantes con punto central, la densidad se estimó en 302 árboles distribuidos en las 4 ha (cuadro 5). Los individuos más abundantes fueron los del estrato medio e inferior.

PARÁMETRO	VALOR	PARÁMETRO	VALOR	PARÁMETRO	VALOR
Densidad absoluta	302.76	Dominancia absoluta	1.0224 m ²	Frecuencia absoluta	25
Densidad relativa		Dominancia relativa		Frecuencia relativa	
Estrato Inferior	53%		30.6%		96%
Estrato Medio	33%		38.3%		72%
Estrato Superior	14%		31.3%		44%

Cuadro 5. Resultados obtenidos en Pabillito con el método de cuadrantes con punto central.

El estrato superior obtuvo una dominancia relativa muy similar al estrato inferior, siendo el estrato medio el que obtuvo el mayor porcentaje (38.3%). La frecuencia absoluta fue de 25 (fueron 25 puntos muestreados), de las frecuencias relativas la mayor fue la del estrato inferior (96%). Se estimó por hectárea una densidad de 76 árboles y un área basal de 77.8m².

4.2.1.1.1. Altura de árbol.

La altura máxima observada en los transectos fue de 5 m, aún cuando algunos individuos en el rodal eran significativamente más altos. De acuerdo a la información obtenida en los transectos, la altura promedio fue de 3.1 ± 0.7 m. El 85 % del total de individuos se ubicaron en el rango que incluía a individuos mayores a los 2 m y menores a 4 m (figura 5).

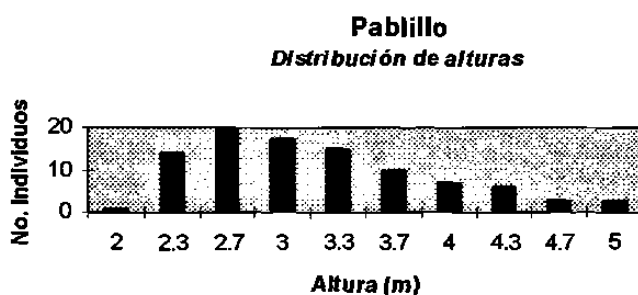


Figura. 5. Gráfica de distribución de alturas en Pabillito.

4.2.1.1.2. Diámetro de fuste a 0.3m.

El rango de valores observados para esta variable va de 5 cm a 23 cm, siendo el diámetro promedio de 11 ± 4 cm (figura 6). El estrato inferior promedió 8.4 ± 2.5 cm, el estrato medio 11.8 ± 2.4 cm y el estrato superior 16.4 ± 3.2 cm.

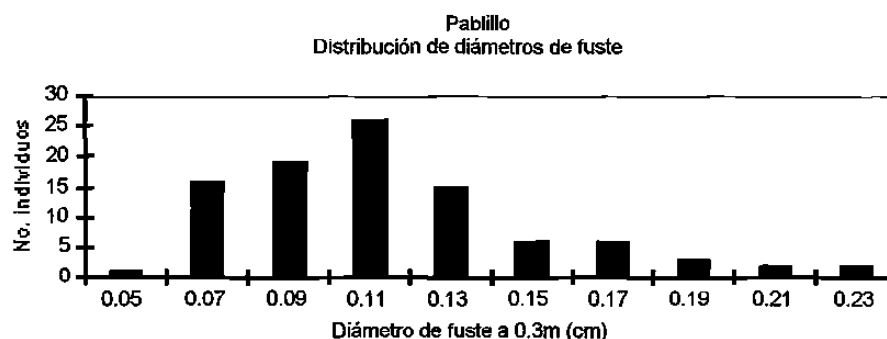


Figura 6. Distribución de diámetros en Pablillo. Los diámetros más frecuentes están en un rango de 7 a 15 cm.

4.2.1.1.3. Relación altura-diámetro.

Esta relación generalmente es muy estrecha en otras especies de pinos (por ejemplo *Pinus teocote* y *P. pseudostrobus*). Pero en el caso de *P. cembroides* el comportamiento es diferente (figura 7), el diámetro no es apropiado para predecir la altura acorde a los resultados de la regresión (cuadro 6, cuadro I, ver anexo)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficientes	Valores
Coeficiente de correlación múltiple	0.73438254
Coeficiente de determinación R ²	0.53931771
R ² ajustado	0.53461687

Cuadro 6. Valores de los coeficientes de regresión entre altura y diámetro a 0.3 m. Pablillo.

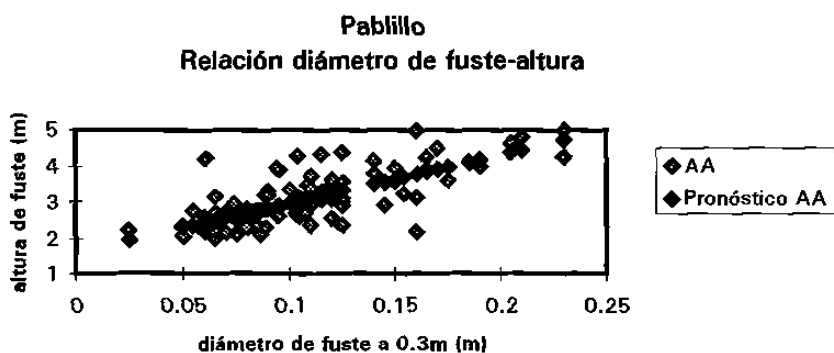


Figura 7. Curva de regresión ajustada. Relación diámetro de fuste - altura. Pablillo.

4.2.1.1.4. Area basal.

El área basal (AB) registró un promedio fue $0.0102 \pm 0.0082 \text{ m}^2$. Para el estrato inferior se estimó un valor de 0.3144 m^2 , con un promedio de $0.006 \pm 0.0037 \text{ m}^2$. El estrato medio en total presentó 0.391 m^2 y un promedio de $0.0115 \pm 0.0048 \text{ m}^2$, mientras que el AB del estrato superior el valor estimado fue de 0.3196 m^2 , con un promedio de $0.0228 \pm 0.0122 \text{ m}^2$.

4.2.1.1.5. Número de fustes.

Se observó en el 82% de los árboles un solo fuste mientras que el 13% presentó dicotomía, el resto de los individuos (5%) fueron multitruncales (de 3 a 4).

4.2.1.1.6. Variables de copa.

a) Altura

Se determinó como base de la copa aquel lugar donde comenzara la mayoría de las ramas en la parte más externa de la copa y lo más cercano al suelo.

Por esto es que en ocasiones la copa tuvo la misma altura que el árbol, ya

que las ramas más bajas tocaban el suelo. Los valores observados para esta variable van de 1.4 a 5 m, siendo el promedio de 2.7 ± 0.8 m. Esta variable fue empleada en la ecuación para calcular el manto.

b) Diámetro

Se obtuvieron 2 diámetros de copa y se promediaron. El rango encontrado fue de 1 m a 4.5 m, siendo 2.5 ± 0.8 m el promedio para este parámetro. Esta variable fue empleada en la ecuación para calcular el manto y la cobertura.

c) Cobertura

La cobertura se obtuvo con la fórmula tradicional para calcular el área de un círculo. En la ecuación se utilizó el diámetro promedio de copa, registrándose un rango de 3.2 m^2 como valor mínimo a 14.2 m^2 . El promedio para esta variable ha sido de $7.9 \pm 2.4 \text{ m}^2$.

d) Manto

El manto promedio estimado para el estrato inferior fue de $14.33 \text{ m}^2 \pm 6$, para el estrato medio fue de $25.28 \text{ m}^2 \pm 8.2$ y para el superior de $43.24 \text{ m}^2 \pm 11.2$.

e) Forma

Las categorías con más alta frecuencia fueron la forma globosa (23%) y subglobosa (34%). Mientras que la forma piramidal se presentó en el 12% de los árboles, la subpiramidal en el 19% y la forma alargada en el 12%.

f) Simetría

Se observó que el 50% de la población de árboles ubicados en los transectos fueron simétricos y el otro 50% no lo fueron.

g) Transparencia

El 83% de los árboles fueron ubicados en las categorías entre 50 y 80% y la de más de 80% de huecos. Solo el 1% presentó 0 transparencia, es decir ningún hueco en la copa. El 16% restante fue ubicado en la categoría de menos de 50% de huecos en la copa.

h) Follaje

Los resultados observados se muestran a continuación.

- Color.

El follaje color verde claro representó el 90% de la población de los transectos. El 7% fue verde oscuro y el 3% amarillo.

- Densidad.

El 49% de los árboles fueron ubicados en los niveles de escasez, aunque el 34% se ubicó en un nivel intermedio de densidad. El resto de los árboles (17%) presentó un follaje denso.

- Nivel de retención de acículas.

Se observó que 50% de los árboles presentaron solo acículas del año anterior (1994). El 40% presentaron 2 años de antigüedad (1993) y solo el 10% presentó acículas de 3 años de antigüedad (1992).

4.2.1.1.7. Vigor aparente.

El vigor aparente es el estado de salud que presentan los individuos a simple vista, es decir sin basarse en ningún tipo de análisis más que la apariencia del árbol. La clasificación consistió de 3 categorías, siendo la categoría de buen vigor la más abundante (72%), el 23% un vigor intermedio y solo el 5% presentó un estado enfermo.

4.2.1.1.8. Competencia.

El 53% de los individuos presentaron baja o nula competencia. El 23% tuvo una competencia de categoría intermedia y el 24% una competencia alta.

4.2.1.1.9. Vegetación bajo la copa.

Las especies encontradas fueron encino enano (*Quercus imbricata*), táscate o enebro (*Juniperus* sp) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*). El arbusto predominante fue *Quercus imbricata* encontrándose en el 72% de los casos.

4.2.1.2. Descripción del rodal en La Primavera.

Se estimó una densidad de 209 árboles en las 4 ha que se estudiaron mediante los transectos (cuadro 7). Los estratos medio e inferior fueron los que

obtuvieron mayores densidades relativas. El estrato con mayor dominancia relativa , a pesar de ser el menos abundante fue el superior (1.53%).

PARÁMETRO	VALOR	PARÁMETRO	VALOR	PARÁMETRO	VALOR
DENSIDAD ABSOLUTA	219.04	Dominancia absoluta	1.55 m ²	Frecuencia absoluta	25
DENSIDAD RELATIVA		Dominancia relativa		Frecuencia relativa	
Estrato Inferior	34%		0.49%		64%
Estrato Medio	37%		1.06%		84%
Estrato Superior	29%		1.53%		68%

Cuadro 7. Resultados obtenidos con el método de cuadrantes con punto central. La Primavera.

La frecuencia absoluta fue de 25. en cuanto a las frecuencias relativas el estrato medio fue la que obtuvo el valor más alto (84%). Se estimó por hectárea una densidad de 55 árboles y un área basal de 85.25m².

4.2.1.2.1. Altura de árbol.

Se registró una altura máxima de 5 m en los transectos, aunque se observaron individuos de mayor porte en el área. Acorde a la información levantada de los transectos la altura promedio es de 3.4 ± 0.9 m. Se observa una distribución relativamente homogénea en las clases (figura 8), aunque se presenta una tendencia a disminuir la frecuencia conforme aumenta la altura de los individuos. El rango de alturas va de los 2.05 a los 5 m.

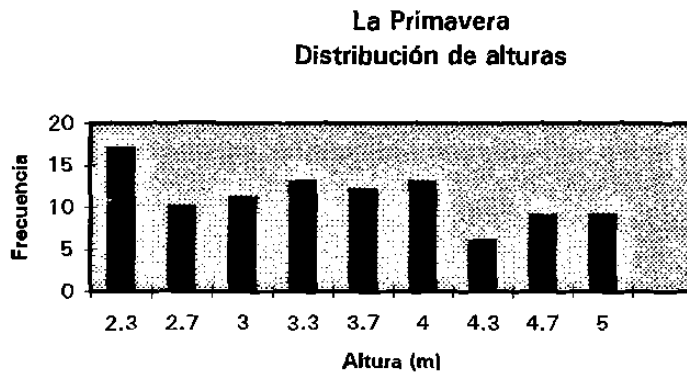


Figura 8. Distribución de alturas en La Primavera.

4.2.1.2.2. Diámetro de fuste a 0.3 m.

La distribución de diámetros se muestra en la figura 9 donde se observa la concentración de valores en las clases intermedias, es decir de 7 a 19 cm de diámetro. El rango de valores para esta variable va de 5 a 23 cm , registrándose un promedio de 13.2 ± 0.05 cm.

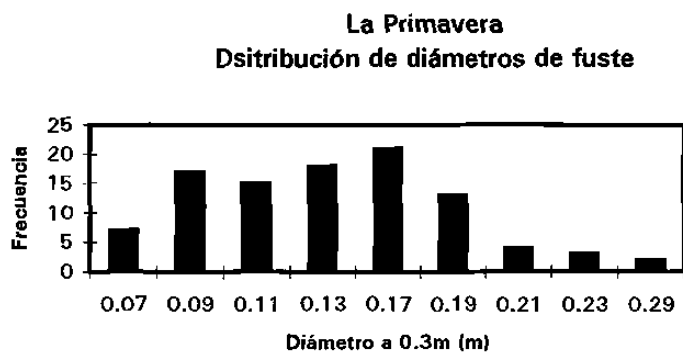


Figura 9. Distribución de diámetros de fuste en La Primavera.

4.2.1.2.3. Relación altura-diámetro.

La relación entre estos dos parámetros es bastante vaga según los valores de los coeficientes obtenidos (cuadro 8). En la figura 10 se observa esta relación, en la que para cada diámetro hay varios valores de altura.

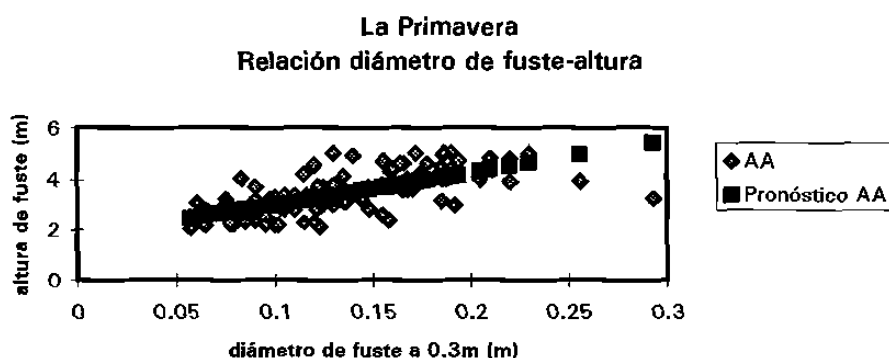


Figura 10. Curva de regresión ajustada diámetro - altura. La Primavera.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
<i>Coefficientes</i>	<i>Valores</i>
<i>Coefficiente de correlación múltiple</i>	<i>0.675063556</i>
<i>Coefficiente de determinación R²</i>	<i>0.455710804</i>
<i>R² ajustado</i>	<i>0.450156833</i>

Cuadro 8. Valores de los coeficientes de regresión entre altura y diámetro a 0.3 m. La Primavera.

4.2.1.2.4. Area basal

El área basal de los 100 árboles fue de 1.55 m², promediando 0.01554 ± 0.011 m². El rango de valores fue de 0.0026 a 0.0674 m². El estrato inferior presentó un AB de 0.26 con un promedio de 0.00754 ± 0.004 m²; el intermedio de 0.61 m² con un promedio de 0.01649 ± 0.013 m²; y el superior de 0.69 m² promediando 0.0237 ± 0.008 m².

4.2.1.2.5. Número de fustes

El 80% de los individuos presentó un solo fuste, y el resto (20%) fueron dicotómicos.

4.2.1.2.6. Variables de copa

a) Altura

Las alturas de copa fueron muy variables, siendo 0.5m el menor valor registrado hasta los 4.7 m como máximo. El promedio obtenido fue de 2.6 ± 0.9 m.

b) Diámetro

Fueron obtenidos 2 diámetros y promediados. Los valores registrados promediaron 3.6 ± 1.3 m, encontrándose una cifra de 8.7 m como máximo y 1.7 m como mínimo.

c) Cobertura

La cobertura máxima que se encontró fue de 29.4 m^2 y la menor de 1.1 m^2 , promediando $5.7 \pm 4.4 \text{ m}^2$

d) Manto

El manto obtuvo como valor mínimo 9.3 m^2 y como máximo 164 m^2 . El promedio registrado fue de $34.5 \pm 21.2 \text{ m}^2$. En La Primavera se observó

que las superficies de las copas eran bastante irregulares con muchos huecos grandes.

e) Forma

En esta región se encontró que muchos árboles (22%) presentaron una forma de copa que no concordaba con ninguna de las 5 categorías manejadas para Pablillo, razón por la cual se creó un 6o. nivel o categoría que incluyó a estos individuos. Sin embargo, otra parte de la población muestreada (42%) presentaron la forma de copa globosa.

f) Simetría

En el área predomina la asimetría en las copas de los árboles, registrándose un 72% de la población incluida en los transectos con esta característica. El 28% restante presentó simetría.

g) Transparencia

El 94% de los árboles presentaron una transparencia de copa mayor a 80%, el resto (6%) se ubicó en la categoría entre el 50 y 80%.

h) Follaje

- Color.

La mayoría de los árboles (92%) presentaron una tonalidad de verde claro y el resto (8%) presentó un tono verde amarillento.

- Densidad.

La densidad de follaje observada en el 88% de los árboles fue escasa. El resto de ellos se ubicó en la categoría de mediana densidad.

- Nivel de retención de acículas.

El 40% de los árboles presentaron solo acículas de un año de antigüedad, el 35% de 2 años, el 20% de 3 años y el otro 5% presentó acículas de hasta 4 años.

4.2.1.2.7. Vigor aparente.

Gran parte de los individuos (84%) presentaron un vigor aparentemente bueno, el resto presentaron un vigor medio o bajo.

4.2.1.2.8. Competencia.

El 73% de los individuos tuvieron una competencia muy baja o nula con otra vegetación, mientras que el 15% tenían una fuerte competencia con encino(*Quercus*) y tásbate (*Juniperus*), y el 12% fue una competencia aparentemente moderada, es decir que no predominaba ninguno de los individuos involucrados.

4.2.1.2.9. Vegetación bajo la copa.

Se observaron las siguientes especies de arbustos: encino chaparro (*Quercus* sp), enebro o táscate (*Juniperus* sp) y *Dasyllirion*, siendo el enebro el más frecuente.

4.2.2. Características del sitio.

4.2.2.1. Características de suelo.

Se realizó un análisis físico-químico para determinar las características del suelo, los resultados son presentados en los cuadros 9 y 10.

<i>Pablillo</i>				
	30-60 cm	Interpret	60-90 cm	Interpret.
Propiedades físicas				
Textura	arcillosa		arcillosa	
Arena %	28.56		33.28	
Limo %	29.12		25.52	
Arcilla %	42.32		41.2	
Contenido de materia orgánica %	2.5	M	1.4	B
Propiedades químicas				
pH	8.3	FAlc	8.6	FAlc
Contenido de nitrógeno ppm	3	MB	3	MB
Contenido de fósforo ppm	19	MB	17	MB
Contenido de potasio ppm	18	MB	19	MB
Conductividad eléctrica (en susp 1:25)	0.1		0.2	

M= muy bajo; B= bajo; M= medio; FAlc= fuertemente alcalino

Cuadro 9. Datos del análisis de suelo. Pablillo.

El sitio en Pablillo presentó suelos de tonalidades café rojizo a café oscuro. Se observaron cárcavas. Los resultados (cuadro 8) indican un mayor contenido de arcilla en el estrato 30-60 cm que en La Primavera, donde el limo es el más abundante (cuadro 9) El contenido de materia orgánica y el pH en cambio, es mayor en La Primavera en ambos estratos. En ambas áreas el

contenido de NPK (nitrógeno-fósforo y potasio) fue clasificado como bajo y muy bajo.

La Primavera				
	30-60 cm	Interpret	60-90 cm	Interpret
Propiedades físicas				
Textura	franco-arcillosa		franco-arcillosa	
Arena %	23.12		42	
Limo %	39.36		28.8	
Arcilla %	37.52		29.2	
Contenido de materia orgánica %	3.9	M	2.7	M
Propiedades químicas				
pH	8.1	FAlc	8.1	FAlc
Contenido de nitrógeno	4	MB	6	MB
Contenido de fósforo	24	MB	21	MB
Contenido de potasio	29	MB	24	MB
Conductividad eléctrica 1:25	0.2		0.8	
Capacidad de intercambio iónico				

M = muy bajo; B = bajo; M = medio; FAlc = fuertemente alcalino

Cuadro 10. Datos del análisis de suelo. La Primavera.

La Primavera presenta suelos café claros y solo en algunas áreas del sitio se observa suelo más oscuro. En este sitio se observa más claramente que en Pablillo que el suelo presenta una distribución heterogénea y forma una especie de mosaico con características variables, aunque esto no fue evaluado en el presente trabajo. De acuerdo a lo observado, en La Primavera los árboles se distribuyen agrupándose más en algunas áreas, especialmente donde el suelo era más oscuro; esto no fue evaluado cuantitativamente.

4.2.2.2. Presencia de otras especies.

Las especies arbustivas observadas fueron las mismas en ambas localidades (*Quercus*, *Arctostaphylos pungens*, *Juniperus* sp, *Agave* sp, *Opuntia* sp) solo variaba su abundancia; con la excepción de que en La

Primavera se encontraron abundantes biznagas de gran tamaño. No se evaluó cuantitativamente la cobertura de ninguna de las especies mencionadas, aunque se observó en La Primavera una cobertura vegetal escasa, contrario al sitio en Pablillo, en donde las áreas desprovistas de vegetación eran muy pocas.

4.2.2.3. Exposición y pendiente.

La pendiente es de 5% y 7% respectivamente para La Primavera y Pablillo respectivamente. La exposición es noroeste en ambos rodales.

4.3. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

La distribución de los conos en la copa de los árboles se obtuvo mediante un análisis preliminar con el objetivo de identificar tendencias en la distribución. Se seleccionaron 8 individuos con características similares y se registró la producción de acuerdo a lo descrito en la metodología y se levantaron sus características dasonómicas.

4.3.1. Descripción dasonómica y producción absoluta de conos.

En la selección de estos 8 individuos se procuró una homogeneidad de alturas (promedio de 3.4 ± 0.3 m) diámetros de fuste a 0.3m (0.15 ± 0.03 m), aunque las otras características fueron un poco más variables (cuadro 11). El objetivo fue reducir otras posibles fuentes de variabilidad.

Parámetro	FUSTE		COPA			
	altura (m)	diám. a 0.3m (m)	altura (m)	diám. (m)	cobertura (m ²)	manto (m ²)
Media	3.4 ± 0.3	0.15 ± 0.03	2.97 ± 0.2	5.1 ± 0.45	15.9 ± 1.4	58.4 ± 8.6
Valor mínimo	2.96	0.095	2.72	4.21	13.2	44.65
Valor máximo	3.75	0.21	3.27	5.68	17.8	70.99

Cuadro 11. Estadísticas descriptivas básicas de las características dasonómicas del arbolado estudiado en el análisis preliminar.

Los árboles presentaron una copa variable en cuanto a forma y dimensiones: en 3 de ellos se identificó una forma de copa globosa, subglobosa en 2 árboles, piramidal en dos árboles y subpiramidal en un árbol. Los 8 individuos presentaron simetría.

El follaje de 4 árboles fue verde oscuro y los otros 4 verde claro. Las acículas más antiguas fueron de 1993 en 5 árboles, y en los demás fueron de 1994. La transparencia fue variable: un individuo presentó menos del 50% de transparencia, 5 se ubicaron en la categoría entre 50 y 80%, los otros dos tuvieron porcentajes de más de 80%. Se contabilizó la producción absoluta a nivel individual (figura 11). Estos valores son presentados en el cuadro III del anexo 2, corresponden al total de conos producidos en los 4 años estudiados.

Distribución de la producción.

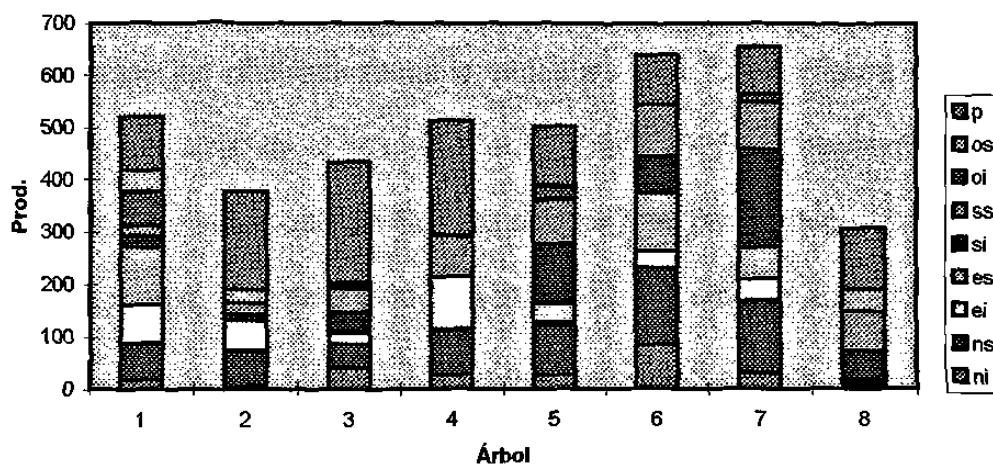


Figura 11. Distribución de la producción en los 8 individuos estudiados en el análisis preliminar.

En términos de producción total (considerando la producción de los 4 años), los individuos más productivos son los árboles 7 (1797 ± 449.25 conos) y 6 (1734 ± 433.5 conos) (cuadro III del anexo 2). Las características dasonómicas de estos árboles son mostradas en el cuadro IV del anexo 2.

En los dos individuos la forma de la copa era globosa y simétrica; ambos presentaban una transparencia de entre el 50 y el 80%; el color del follaje era

verde oscuro en el árbol 6 y verde claro en el 7; las acículas más antiguas registradas fue del '92 en ambos (es decir 3 años de retención). La producción por año de estos individuos se presenta en el cuadro 12. Los años más productivos en los dos individuos fueron el '95 y el '94.

NA	P92	P93	P94	P95
6	326	281	487	640
7	261	203	735	598

Cuadro 12. Número de conos por año de los árboles más productivos en el análisis preliminar.

4.3.2. Producción por exposiciones.

Los conos presentan una distribución heterogénea en la copa. La diferencia entre las distintas áreas a veces es muy fuerte (figura 12). En el período de producción de conos estudiado (1992 - 1995) se observó un patrón general en el que la exposición Sur fue el área más productiva (25.85%), solo un poco más que el área Norte (24.31%). La exposición Este presentó el 20.89%, la Oeste con el 7.75% y la Punta con el 21.2% (figura 12).

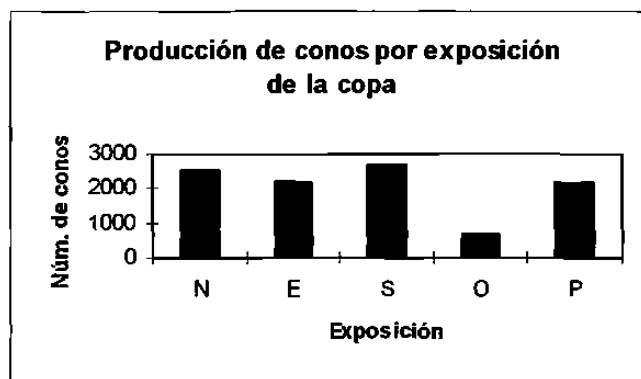


Figura 12. Producción de conos por exposición.

Los promedios obtenidos en cada exposición son los siguientes:

N (316.75 ± 208.26); Este (272.13 ± 274.03); Sur (336.75 ± 209.52);

Oeste (101 ± 164.87) y Punta (276.25 ± 100). El nivel de producción es altamente variable como puede verse en los promedios y sus desviaciones, en algunos casos obtuvo más del 100% CV (CV-Oeste= 173.3% y CV-Este= 114.2%). Las exposiciones con menor variabilidad son la Norte y la Punta, la mayor variabilidad se observó en la Oeste. Esta última exposición se caracterizó por su constante nivel bajo, incluso en uno de los árboles presentó una producción nula, contrario a la Punta que fue siempre alta, tal como se aprecia en la figura 13.

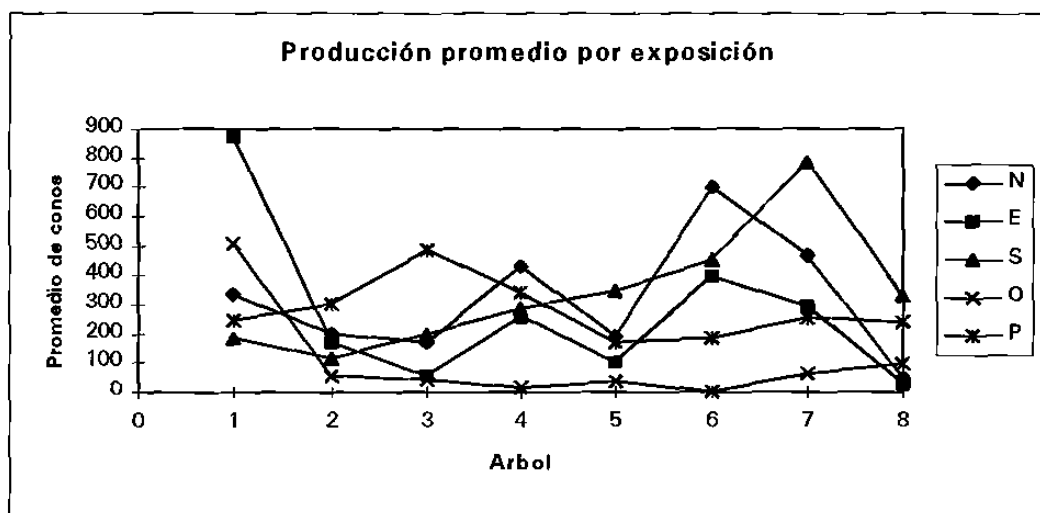


Figura 13. Número promedio de conos por exposición en cada árbol del análisis preliminar. Los valores de P son los datos originales. En las demás exposiciones se promedió el número de conos que hubo en cada estrato. Con esos valores promedio se construyó esta gráfica.

Se realizó un análisis de varianza ($\alpha = 0.5$) para confirmar estas diferencias entre exposiciones. Sin embargo, a pesar de encontrar en los datos una diferencia muy contrastante en la exposición Oeste, el análisis de varianza no lo detectó y según los resultados del ANVA no hay diferencias significativas entre las exposiciones (cuadro V del anexo 2).

4.3.3. Producción de conos por estratos.

Se dividió el árbol en 3 regiones: estrato superior, estrato inferior y la punta. El buscar relacionar la exposición con el estrato justifica la separación del estrato superior con la Punta. En la Punta no se puede asignar una exposición. La Punta se consideró como una exposición en este caso, solo que a diferencia de las demás exposiciones no es divisible en estratos. La producción a nivel de ramas fue muy variable, presentándose ramas con nula producción (especialmente en la exposición Oeste).

Al considerar los 2 estratos, existen diferencias en la distribución de la producción. La mayor producción se registró en el estrato superior (cuadro 13). La suma de la Punta y el estrato superior aporta el 62.7% de la producción.

<i>Estrato inferior</i>	37.33%
<i>Estrato superior</i>	41.47%
<i>Punta</i>	21.20%
<hr/>	
<i>ES + Punta</i>	62.67%

Cuadro 13. Porcentaje con que contribuye cada estrato a la producción total.

4.3.4. Combinación estrato-exposición.

Se sumó la producción total (considerando los 4 años) de cada exposición anotando su estrato. El área con mayor producción de conos fue la Punta (276.25 conos), portando el 21.2% de la producción total. Los estratos de la exposición Oeste se caracterizaron por su bajo nivel de producción y el contraste en comparación con los estratos de las demás exposiciones.

El porcentaje que aportan los estratos de las mismas exposición no resultó muy diferente, excepto en la exposición Norte (figura 14).

Producción de conos por área de copa

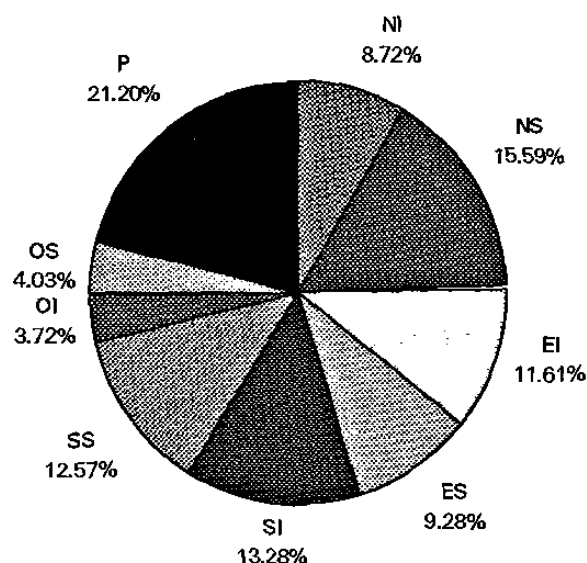


Figura 14. Porcentaje de contribución de cada área de la copa a la producción total de conos.

La producción media por región de la copa es diferente entre los estratos de cada exposición (cuadro 1).

Resumen		
Exposición	Estrato	Prod. media
Norte	superior	52.42
	inferior	50.5
Sur	superior	59.55
	inferior	65.91
Oeste	superior	70
	inferior	48.5
Este	superior	69.07
	inferior	75.625
P	superior	276.25

Cuadro 14. Producción media de conos por estrato y exposición.

Se realizaron análisis de varianza para ver si hay diferencias significativas entre las exposiciones de ambos estratos. Con este análisis se encontró que sí existen diferencias significativas entre las exposiciones del estrato superior, y que no las hay en el estrato (cuadro V del anexo 2).

Los porcentajes con que contribuyó cada exposición en el estrato superior son los siguientes: Punta (21.2%); Norte (15.8%); Este (9.3%); Sur (12.6%) y Oeste (4%).

4.3.5. Producción anual de conos.

Se contabilizó la producción absoluta de los años '92 al '95 identificándose una tendencia en 6 de los 8 individuos muestreados a aumentar el número de conos hacia el año '95 (figura 15).

Es conocido el fenómeno de la ocurrencia errática de la producción y los años semilleros incluso a nivel de árbol. Sin embargo, aparentemente existen individuos con una producción constante independientemente que sea o no un año semillero, tal como el caso del árbol 1 que presentan una producción más o menos constante (alta) durante los 4 ciclos estudiados. Algunos individuos con un nivel de producción bajo en años semilleros, alcanzan niveles más altos en años no semilleros (figura 15) .

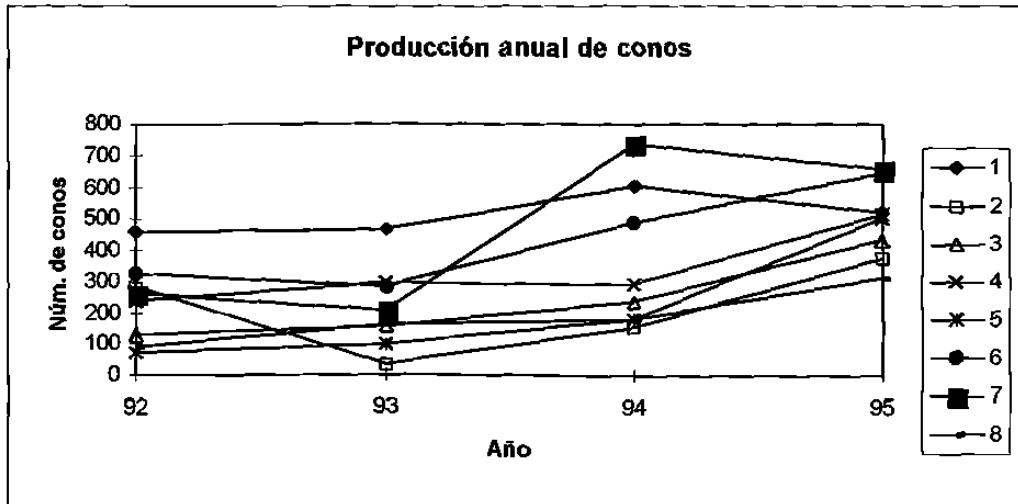


Figura 15. Datos de producción anual de conos de 1992 a 1995 en cada individuo.

La variación que hay entre los años estudiados se observa claramente, especialmente en el árbol 7, el cual incrementó significativamente su producción en el año del '94 (figura 15). El árbol 6 también se distingue, su producción se incrementa exponencialmente de un año a otro. La producción más alta se registró para el año de 1995 (486.5 ± 109.9 conos), mientras que el año menos productivo fue 1993 (210.1 ± 135.5 conos) (cuadro 15).

Parámetro	Año			
	92	93	94	95
Sumatoria	1846	1681	2862	3892
Media	230.75	210.125	357.75	486.5
Desv est	130.5	135.5	221.6	109.9
Valor máximo	456	466	735	640
Valor mínimo	68	33	152	309

Cuadro 15. Estadísticas básicas obtenidas para la producción anual de conos.

La producción es muy variable entre los años, esto se confirmó al realizar el análisis de varianza correspondiente (cuadro VII del anexo 2).

La producción en el '95 se concentró en la exposición Punta, en donde es notablemente mayor que la de otros años. En el '94 se distribuyó principalmente en las exposiciones Norte, Sur y Este, siendo más abundante en las dos primeras. En todas las exposiciones, a excepción de la Punta, siempre se presentó la menor producción en el '92 y fue incrementándose hacia el '95. En la Punta la producción fue creciente de un año a otro, disparándose significativamente en '95.

Considerando que el manto promedio obtenido de los 8 árboles es de 58.4 m² y la producción promedio de los ciclos '92-'95 es de 1306.4 conos, el número de conos por m² de superficie de copa es de 22.4. El número de conos por m² de manto en individuos con diferentes características de producción son mostrados en el cuadro 16.

	Árbol 1	Árbol 6	Árbol 7	Árbol 8
Manto	70.99m ²	63.1 m ²	66.26 m ²	61 m ²
Prod. 1992	6.4	5.2	3.9	1.5
Prod. 1993	6.6	4.5	3.1	2.6
Prod. 1994	8.5	7.7	11.1	2.9
Prod. 1995	7.3	10.1	9	5.1
Prod. Total ('92-'95)	28.8	27.5	27.1	12.1

Cuadro 16 . Número de conos por m² de manto durante el ciclo '92-'95. El árbol 1 mantuvo una producción constante. Los árboles 6 y 7 fueron los más productivos y el árbol 8 fue el menos productivo.

4.4. ASOCIACIÓN DE VARIABLES A UN NIVEL DE PRODUCCIÓN.

4.4.1. Clasificación de los 100 árboles. observaciones.

En el área de estudio se distinguieron a simple vista los árboles de los niveles propuestos como alto y bajo (no productivo). Durante el muestreo, estos individuos con alto y bajo nivel de producción se definieron bastante rápido (en ocasiones con solo 1 o 2 muestras), mientras que los del nivel intermedio son los que requirieron un mayor número de muestras. Por razones de eficiencia se decidió tomar un máximo de 8 muestras cuando se observara que los datos no definían pronto un nivel productivo. Los árboles que observaron este comportamiento fueron ubicados en el nivel productivo medio si el patrón en la gráfica tendía a ir por la zona de indecisión superior; si la tendencia era por la cuchilla inferior se ubicaban como de nivel productivo bajo (ver gráfica en anexo 3).

Los individuos del estrato bajo esporádicamente se observaron con buena producción (generalmente era escasa o mediana) y casi ninguno de los árboles del estrato alto presentó gran cantidad de conos. Se observaron individuos de menores dimensiones produciendo alta y mediana cantidad de conos junto a otros de mayores dimensiones y de producción escasa o nula. Asimismo, se observaron individuos con follaje muy ralo y escasas ramas que presentaban una alta producción. Contrariamente se observaron varios árboles frondosos y de follaje bastante denso y una apariencia saludable que presentaban una escasa o nula producción.

Grupo 3. Nivel de producción alto.

Solo el 18% de los árboles fueron clasificados en este nivel (cuadro 17). En promedio se necesitaron 3.3 muestras para clasificar estos individuos; el menor número de muestras fue 1 y el máximo fue de 6. Por muestra el promedio de conos fue de 21.8; el rango fue de 15 - 30 conos. En cuanto a la distribución de conos, los individuos altamente productivos presentaban una distribución a través de todo el estrato alto, al verlos de perfil se distinguía de inmediato su alta producción. Algunos árboles clasificados en este nivel presentaban la mayor parte o toda la producción muestreada abortada, lo cual no se observó en los árboles de otros niveles. Los conos en los individuos de la categoría alta se agrupaban hasta de 4, incluso 5; eran muy frecuentes los de 3, y casi no había conillos solitarios.

	AA	D3(m)	AB	MAN	ALTC	DIAMC	COB
media	3.05444	0.10411	0.00936	20.2037	2.79111	2.39444	7.52237
des est	0.74857	0.0337	0.00647	9.06905	0.78236	0.52157	1.63857
valor maximo	4.3	0.185	0.02688	38.9282	4.25	3.35	10.5243
valor mínimo	2.2	0.06	0.00283	9.86833	1.8	1.6	5.02655

Cuadro 17. Parámetros básicos que mostraron los individuos más productivos muestreados.

Grupo 1. Nivel de producción bajo.

Más de la mitad de los árboles muestreados (52%) fueron clasificados en este nivel. Para ubicar estos individuos se necesitaron en promedio 2.9 muestras, siendo la máxima de 7 y la mínima de 2. Todos los individuos que solo necesitaron 2 muestras para su clasificación presentaron nula producción; éstos en conjunto representaban más de la mitad del grupo (52%). La poca

producción que presentaron, cuando la hubo, se ubicó en la parte alta de la copa (Punta), la mayoría eran solitarios y se localizaban muy separados a través del estrato superior. El 54% de este grupo está representado por individuos del estrato inferior; el 33% son del estrato medio y el solo el 13% son del estrato superior.

Grupo 2. Nivel de producción medio.

Estos árboles representan el 30% del grupo. Para clasificarlos se necesitaron en promedio 4.7 muestras, una máxima de 8 y una mínima de 3 muestras por individuo. Este grupo es el que necesitó mayor número de muestras para clasificarlos certeramente. En promedio se observaron 15.6 conos por muestra, un máximo de 23 y un mínimo de 12. La producción que presentaron se concentraba en la punta de la copa, especialmente en las exposiciones norte y sur. La mayoría de los conos eran solitarios y en grupos de dos, raramente de 3.

El 43.5% son individuos del estrato bajo, igual porcentaje representan los del estrato medio; mientras que el 13% pertenecen al estrato superior.

4.4.2. Componentes Principales.

El análisis de componentes principales se realizó para la base de datos de los 100 árboles de dos maneras: la primera considera los 100 árboles en conjunto, mientras que en la segunda agrupó los individuos de acuerdo a su nivel de producción de conos.

4.4.2.1. Análisis de los 100 árboles.

La base de datos constó de 14 variables (descritas en metodología), con las cuales se generaron 14 componentes principales. Los resultados de este primer análisis (cuadro 18) indican que poco más de 82% de la variación entre los datos es aportada por los 7 primeros componentes(5 de ellos aportan ya el 70%).

Análisis de Componentes Principales
100 Observaciones
14 Variables
Valores Eigen de la Matriz de Correlación

	Valor Eigen	Diferencia	Proporción	Valor acumulado
PRIN1	4.01345	1.70577	0.286675	0.28667
PRIN2	2.30767	0.98248	0.164834	0.45151
PRIN3	1.32519	0.09710	0.094657	0.54617
PRIN4	1.22809	0.21748	0.087721	0.63389
PRIN5	1.01061	0.10362	0.072186	0.70607
PRIN6	0.90699	0.15140	0.064785	0.77086
PRIN7	0.75559	0.03445	0.053971	0.82483
PRIN8	0.72114	0.15331	0.051510	0.87634
PRIN9	0.56783	0.06556	0.040560	0.91690
PRIN10	0.50228	0.20241	0.035877	0.95277
PRIN11	0.29987	0.08220	0.021419	0.97419
PRIN12	0.21767	0.08615	0.015548	0.98974
PRIN13	0.13151	0.11939	0.009394	0.99913
PRIN14	0.01212	-	0.000866	1.00000

Cuadro 18. Valores de los valores "eigen" de cada componente principal.

Los vectores "eigen" de los 2 primeros componentes principales son presentados en el cuadro 18. Los demás componentes aportan menos del 10% de información cada uno. Los valores del eigenvector correspondientes no pudieron ser interpretados de forma que proporcionara información útil para la explicación de la variabilidad en el nivel de producción de los individuos, las variables que presentaron no mostraron una tendencia definida. Fueron

considerados igualmente importantes, pudiendo tomar cualquiera de ellos para análisis posteriores.

El componente principal 1 explica poco más del 28% de la variabilidad (cuadro 19), las variables con los coeficientes más altos fueron las características dimensionales de la copa: manto (MAN), altura de copa (ALTC) y el diámetro de copa (DIAMC). El componente principal 2 explica un 16% y los coeficientes más altos corresponden a las variables descriptivas de la calidad de la copa: densidad del follaje (DENF) y transparencia (TRA)

	Vectores "Eigen"	
	PRIN1	PRIN2
AA	0.317966	0.252904
D3	0.100976	0.099346
NF	0.116731	-0.440368
MAN	0.470098	0.123513
ALTC	0.420559	0.112680
DIAMC	0.439849	0.081384
AB	0.359416	0.259811
NPC	0.000141	-0.095517
FC	-0.063579	0.193628
TRA	-0.273663	0.435689
DENF	-0.237688	0.505352
COLF	-0.039755	0.059937
NRET	0.111690	-0.305517
VEG	0.071285	0.203505

Cuadro 19. Valores de los vectores "eigen" de los componentes principales 1 y 2.

4.4.2.2. Análisis de grupos.

Ya que el interés del trabajo se centra en la producción de conos, se realizó el mismo análisis en función de una variable clasificatoria, NPC (nivel de producción de conos). Los datos se ordenaron de acuerdo a los 3 niveles de producción: el grupo 1 incluye a los individuos de bajo nivel productivo;

mientras que el 2 y el 3 incluyen a los individuos de nivel medio y alto respectivamente. Se obtuvieron 13 componentes principales en cada grupo.

4.4.2.2.1. Grupo 3

Este grupo incluye a los individuos más productivos. La variación en el grupo se concentró en los primeros 4 de los 13 componentes aportando el 85% de la información (cuadro 20). El primer componente aporta casi el 42% y el segundo el 23% de la variación; es decir que en dos componentes se concentra el 65% de la variabilidad observada por el grupo.

Las variables que definen al primer componente corresponden al tamaño de la copa: manto (MAN), y la altura y diámetro de copa (ALTC y DIAMC). Por otro lado, las variables más importantes en el segundo componente son: transparencia (TRA), densidad del follaje (DENF) y forma de la copa (FC).

NPC=3

Análisis de Componentes Principales
18 Observaciones
13 Variables

Valores "Eigen" de la Matriz de Correlación

	Valor Eigen	Diferencia	Proporción	Valor acumulado
PRIN1	5.42277	2.41270	0.417136	0.41714
PRIN2	3.01007	1.65115	0.231544	0.64868
PRIN3	1.35892	0.13108	0.104533	0.75321
PRIN4	1.22784	0.35091	0.094450	0.84766
PRIN5	0.87694	0.34355	0.067457	0.91512
PRIN6	0.53339	0.29400	0.041030	0.95615
PRIN7	0.23939	0.06555	0.018415	0.97456
PRIN8	0.17384	0.07369	0.013372	0.98794
PRIN9	0.10015	0.06857	0.007704	0.99564
PRIN10	0.03158	0.01553	0.002429	0.99807
PRIN11	0.01605	0.00766	0.001235	0.99930
PRIN12	0.00839	0.00772	0.000645	0.99995
PRIN13	0.00067	-	0.000051	1.00000

Vectores "Eigen"

	PRIN1	PRIN2
AA	0.392332	0.052981
D3	0.367458	0.201292
NF	0.036191	-.389621
MAN	0.415068	-.031864
ALTC	0.394607	-.040559
DIAMC	0.383986	-.050080
AB	0.366136	0.180876
FC	0.065052	0.235122
TRA	-.160558	0.484730
DENF	-.210043	0.451306
COLF	-.142441	-.145945
NRET	-.073685	-.469753
VEG	-.019888	-.176337

Cuadro 20. Componentes principales del Grupo 3: árboles de alto nivel productivo.

4.4.2.2.2. Grupo 1

En este grupo se ubicaron los individuos de bajo nivel productivo. En este caso, 6 componentes concentran el 84% de la variación en el grupo (cuadro 21). El primer componente incluye el 35% de la información, y está definido por el manto (MAN) y al diámetro y altura de la copa (DIAMC y ALTC).

El segundo componente aporta el 17%, los coeficientes más importantes corresponden a la densidad de follaje (DENF) y a la transparencia (TRA).

----- NPC=1 -----

Análisis de Componentes Principales
52 Observaciones
13 Variables

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
PRIN1	4.56176	2.33875	0.350905	0.35090
PRIN2	2.22301	0.97926	0.171001	0.52191
PRIN3	1.24375	0.08746	0.095673	0.61758
PRIN4	1.15629	0.20466	0.088945	0.70652
PRIN5	0.95163	0.15672	0.073202	0.77973
PRIN6	0.79491	0.06795	0.061147	0.84087
PRIN7	0.72697	0.13488	0.055921	0.89679
PRIN8	0.59208	0.23523	0.045545	0.94234
PRIN9	0.35686	0.11560	0.027451	0.96979
PRIN10	0.24126	0.14540	0.018558	0.98835
PRIN11	0.09586	0.04960	0.007374	0.99572
PRIN12	0.04626	0.03690	0.003559	0.99928
PRIN13	0.00936	-	0.000720	1.00000

Eigenvectors

	PRIN1	PRIN2
AA	0.224595	0.182313
D3	0.361065	0.270376
NF	0.088278	-.481104
MAN	0.437184	0.045494
ALTC	0.383951	0.080563
DIAMC	0.414474	0.018890
AB	0.364790	0.268031
FC	-.070830	0.139716
TRA	-.251868	0.405014
DENF	-.176267	0.557179
COLF	-.116731	0.007192
NRET	0.216334	-.254474
VEG	0.089650	0.150418

Cuadro 21. Componentes principales del Grupo 1: árboles de bajo nivel productivo.

4.4.2.2.3. Grupo 2

Estos individuos presentan un nivel medio de producción. En este caso, la variación se concentró en los primeros 5 componentes (83%) (cuadro 22). El primer componente incluye casi el 34% de la variación y está definido por el

manto (MAN), diámetro de copa(DIAMC), el área basal (AB) y altura de copa (ALTC); mientras que el segundo incluye un 21% y lo definen las variables de densidad de follaje (DENF), transparencia (TRA), y forma de la copa (FC).

----- NPC=2 -----

Principal Component Analysis
30 Observations
13 Variables

Eigenvalues of the Correlation Matrix

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
PRIN1	4.44391	1.73005	0.341839	0.34184
PRIN2	2.71386	1.19646	0.208758	0.55060
PRIN3	1.51740	0.33235	0.116723	0.66732
PRIN4	1.18505	0.22924	0.091158	0.75848
PRIN5	0.95581	0.19904	0.073524	0.83200
PRIN6	0.75677	0.17770	0.058213	0.89022
PRIN7	0.57907	0.25909	0.044544	0.93476
PRIN8	0.31998	0.10513	0.024614	0.95937
PRIN9	0.21485	0.07478	0.016527	0.97590
PRIN10	0.14007	0.02408	0.010775	0.98668
PRIN11	0.11599	0.06356	0.008922	0.99560
PRIN12	0.05244	0.04764	0.004034	0.99963
PRIN13	0.00479	-	0.000369	1.00000

Eigenvectors

	PRIN1	PRIN2
AA	0.410897	0.146604
D3	0.165589	0.012605
NF	-.002866	-.445969
MAN	0.463481	-.001829
ALTC	0.396060	0.005934
DIAMC	0.426133	-.053493
AB	0.418778	0.109586
FC	-.025335	0.338037
TRA	-.155939	0.483705
DENF	-.108471	0.532645
COLF	0.167461	0.148608
NRET	-.079014	-.108998
VEG	0.063895	0.314063

Cuadro 22. Componentes principales del Grupo 2: árboles de nivel productivo intermedio.

5. DISCUSIÓN

El levantamiento de información mediante transectos ha resultado bastante práctico y rápido, de tal forma que la totalidad de la información dasonómica de los 100 árboles ubicados en los 5 transectos fue levantada en un solo día por un equipo de 3 personas. El motivo de no utilizar métodos que impliquen el establecimiento de parcelas permanentes es que no se requiere de monitoreo alguno, el cual es uno de los objetivos de esta clase de métodos. La información de interés es conocer las características del arbolado y su nivel de producción de conos en un momento determinado. El establecimiento de parcelas permanentes permitirían realizar estudios sobre la dinámica de la producción, logrando establecer la relación de factores del sitio con la producción. Sin embargo, los objetivos del presente trabajo se dirigen hacia el desarrollo de técnicas de muestreo de la producción de semilla. Es un método de muestreo que permitiría tomar la decisión de someter un rodal a condiciones de manejo. El manejo que puede desarrollarse es sobre 2 tipos de unidades diferentes. La más redituable sería la producción a partir de plantaciones tipo huertos semilleros, donde la producción de semilla sería lo más importante. El factor tiempo e inversión limita esta posibilidad. El otro tipo es más viable. Se trata de aumentar la producción mediante la protección intensiva de esta área productiva.

El arbolado en Pablillo se distinguió del arbolado en La Primavera principalmente por las características de las copas. La estructura y calidad de

la copa en Pablillos es bien definida, amplia y comienza casi a nivel del suelo. El follaje es comparativamente más denso que en La Primavera y de aspecto mucho más vigoroso; la retención de las acículas es de por lo menos dos años. Las copas en el arbolado de La Primavera son bastante transparentes y de follaje escaso, su forma es irregular y sus dimensiones son mucho menores que en Pablillo. Las ramas se presentan generalmente solo en la parte alta del arbolado y la retención de acículas es de un año, siendo el aspecto general de los individuos en el sitio poco vigoroso.

La cobertura (área verde) en Pablillo es de 797 m² y en La Primavera de 565m², es decir el área cubierta sumando las coberturas de los 100 árboles en cada sitio a través de las 4 ha donde se establecieron los transectos. En La Primavera la cobertura es menor, lo cual es reflejo de la pobre calidad de copa que presentan esos individuos a pesar de presentar características dimensionales (en promedio) de los arboles (altura y diámetro de fuste) y de las copas (altura y diámetro) similares a las de Pablillo. Las diferencias en la calidad de las copas pueden ser un factor clave en la habilitación del arbolado para sostener una buena producción de conos.

En un principio se manejó la hipótesis de que la ramificación estaba relacionada con las dimensiones de la copa; sin embargo no fue así. Esta variable no estuvo relacionada de ninguna manera con la copa, incluso la presencia de un solo fuste fue la clase más abundante en los dos rodales.

En cuanto a los análisis preliminares de la producción el registro de la misma se probó de dos formas. En un primer ensayo se dividió cada rama en sub-ramas y éstas a su vez en ramillas y rametes, con el objetivo de ubicar lo más exactamente posible los conos. Sin embargo, este sistema resultó complicado al observar que en otros individuos estas subdivisiones no bastaban y era algo difícil conservar la homogeneidad, además de tedioso. Se procedió entonces a contabilizar la producción a nivel de rama, anotando el estrato y la exposición. Esto resultó ser mucho más rápido, lo cual agilizó el proceso. Este proceso fue realizado en 1994. Las cicatrices visibles correspondían a los dos años anteriores, diferente a lo que Forcella (1981) marca para *Pinus edulis*, en donde es posible identificar cicatrices de los 8 años anteriores al corriente. En *Pinus cembroides* pudo identificarse la producción de 4 años, dos mediante cicatrices, la producción del año corriente y la de la próxima temporada, posiblemente en árboles de mayor madurez y porte pudiera identificarse el número de cicatrices que indica Forcella. En no pocas ocasiones el recuento de cicatrices fue algo difícil de identificar o hasta imposible, esto ocurrió en las ramillas dañadas por barrenadores (*Retinia arizonensis*).

Se analizó la producción correspondiente a los 4 ciclos estudiados registrada para cada área de la copa. Se observó que las exposiciones con niveles más altos fueron la Sur (25.85%) y la Norte (24.31%); la exposición Este representó el 20.89%, la Punta 21.2% y la Oeste el 7.75%. Sin embargo, resultaron estadísticamente iguales. La Punta siempre presentó un alto número

de conos, es decir fue el área más constante aunque no registrara el mayor porcentaje de producción total. Lo contrario ocurrió con la exposición Oeste, siempre tuvo baja producción de conos. Algo diferentes son los resultados proporcionados por Flores Lara (1987), quien encontró que el área menos productiva fue la Norte, siendo las áreas más productivas de la copa fueron el área Sur y Este. La investigación fue realizada en otra localidad de Galeana, N.L..

La variabilidad en la cantidad de conos por exposición fue considerablemente alta, lo cual se refleja en los promedios obtenidos con desviaciones estándar bastante altas (N= 316.75 ± 208.26 ; Este= 272.13 ± 274.03 ; Sur= 336.75 ± 274.03 ; Sur= 336.75 ± 209.52 ; Oeste= 101 ± 164.87 ; Punta= 276.25 ± 100). La exposición con el coeficiente de variación más alto fue la Oeste. Sin embargo, estas diferencias no fueron detectadas por el análisis de varianza, el cual indica que no existen diferencias significativas. Esta falta de consistencia entre los datos de los distintos árboles podría interpretarse en el sentido de que los árboles de un área se encuentran en distintas fases de producción, originándose los diferentes niveles de producción. Se ha tratado en varios trabajos relacionados con plagas del piñonero, que los árboles han desarrollado estrategias evolutivas para escapar al ataque de estos factores. Así mismo los insectos también han desarrollado estrategias como respuesta. De tal modo que se forma un intrincado comportamiento entre las especies. Flores Lara (1987) en su estudio con

Conophthorus cembroides encontró un patrón de distribución acorde a la abundancia de conos en cada exposición, es decir que a mayor cantidad de conos mayor abundancia de este insecto (disponibilidad de hábitat). Posiblemente los árboles cambien su nivel de producción por exposición en los siguientes años (cambios en el patrón de distribución espacial), así como la localización de los árboles productivos en años no semilleros.

El estrato superior presentó más del 60% de la producción de conos. Teóricamente la distribución de los estróbilos femeninos en los pinos deberían ser más abundantes en las partes bajas de la copa, mientras que los estróbilos masculinos son más abundantes en las partes altas. Esto ocurre diferente al estudiar los piñoneros. En *Pinus cembroides*, de acuerdo a los datos obtenidos, los estróbilos femeninos se distribuyeron preferentemente en la partes mas altas de la copa. La literatura menciona este fenómeno comúnmente, y lo adjudica a la cantidad de sol que requieren estas estructuras para desarrollarse (Turgeon et al., 1994).

Al dividir la copa por exposición y estrato, la Punta fue la región con la más alta producción de conos (21.2% de la producción total), en segundo lugar lo fue el área Norte-superior (15.8% de la producción total). El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre los estratos inferiores de todas las exposiciones; mientras que las exposiciones en el estrato superior sí son significativamente diferentes.

La producción de los años '92 al '95 fue estudiada para observar y conocer algo de la dinámica que estaba siguiendo el rodal. Según la gente de la localidad, no se ha presentado una buena cosecha en 3 años aproximadamente. Este dato fue proporcionado en el verano de '97, lo cual indica teóricamente, que la última buena cosecha fue a finales del verano de '95. Analizando los datos se identificó una tendencia a aumentar la producción hacia '95, año que resultó ser el más productivo (año semillero). El año de '94 también fue productivo, pero menos que el '95. Se encontraron diferencias significativas en la producción anual. El año menos productivo fue el de '93, aunque la diferencia respecto al '92 no es significativa. La ocurrencia errática de los años semilleros evita que se pueda tener un patrón exacto del comportamiento de la producción. Sin embargo, aparentemente algunos individuos presentan un nivel de producción constante. En el análisis preliminar se identificó el árbol 1 con una producción de este tipo (constantemente alta) durante los 4 ciclos estudiados. Por otro lado, individuos con bajo nivel productivo pueden llegar a alcanzar un nivel alto cuando ocurre un año semillero. Es posible que sea el caso de los arboles 7 y 6, los cuales presentan un cambio bastante marcado en la producción del '92 y '93 con respecto a la del '94 y '95. En todos los árboles del análisis preliminar se observa este patrón, pero estos dos individuos se distinguieron por el alto nivel de producción alcanzado.

Estos dos arboles (6 y 7) presentaron características dasonómicas muy similares. A nivel de campo su ubicación fue relativamente cercana

(aproximadamente 100m entre ellos). Ambos individuos presentaron niveles productivos similares a nivel de exposición, a excepción de que en el árbol 6 el área Norte fue la más productiva, mientras que en el árbol 7 fue la Sur. Las características dimensionales de la copa, así como del fuste obtuvieron valores muy parecidos.

Se identificaron tres clases de árboles en base a la constancia de su nivel productivo durante el ciclo '92 - '95. El primer tipo de individuos son los que presentaron un nivel de producción constantemente alto como el árbol 1, el segundo tipo son los que presentaron un nivel productivo constantemente bajo como el árbol 8; mientras que los más comunes fueron los árboles del tercer tipo, que presentaron un nivel variable: árboles 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Por otro lado, se estimó el número de conos por año por m^2 de manto en los árboles 1 (nivel productivo constantemente alto), 6 y 7 (árboles más productivos) y 8 (árbol menos productivo). El árbol 1 tuvo un promedio de 7.2 conos por m^2 ; el 6 promedió 6.9 conos por m^2 , el 7 promedió 6.8 conos por m^2 y el 8 promedió 3 conos por m^2 .

La producción de '96 no fue obtenida, la de '97 es con la que se trabajó para obtener los niveles de producción de los árboles. La asignación de valores a los 3 niveles se basó en la distribución espacial de los conos en la copa. Los conos no siguen una distribución uniforme en la copa, sino una distribución agregada, concentrándose en las partes altas. El método probado para la obtención de las muestras resultó ser eficiente y práctico para los

propósitos de este trabajo, clasificándose los 100 árboles de los transectos en menos de un día. Al aumentar el número de muestras se incrementa la precisión del muestreo, el problema es que con esto también se incrementan los costos económicos y la cantidad de trabajo que se necesitan invertir en dicho proceso. El presupuesto asignado a esta actividad obliga frecuentemente a limitar la intensidad del muestreo. El equilibrio entre estos dos factores se logra mediante herramientas estadísticas (métodos de muestreo). Eligiendo una técnica adecuada puede definirse una intensidad de muestreo acorde a la probabilidad de error que se está dispuesto a tolerar (Flores, 1994). Esto fue uno de los propósitos de utilizar el muestreo secuencial para la clasificación de los árboles. En la clasificación de los individuos con el método de muestreo secuencial los árboles de alta y baja producción fueron clasificados rápidamente (la mayoría con 2 o 3 muestras), hubo casos en los individuos de alta producción que con una sola muestra ya estaba definido su nivel. Mientras que los del nivel intermedio son los que requirieron un mayor número de muestras. Por razones de eficiencia se decidió tomar un máximo de 8 muestras cuando se observara que los datos no definían pronto un nivel productivo.

Se observaron individuos de menores dimensiones produciendo alta y mediana cantidad de conos junto a otros de mayores dimensiones y de producción escasa o nula. Asimismo, se observaron individuos con follaje muy ralo y escasas ramas que presentaban una alta producción. Contrariamente se observaron varios árboles frondosos y de follaje bastante denso y una apariencia saludable que presentaban una escasa o nula producción.

Posiblemente esta clase de árboles son los productores de semilla en los años semilleros.

El 18% de los individuos se ubicó el nivel altamente productivo, el nivel de interés de este trabajo. De éstos, 10% pertenecían al estrato inferior, 5% al intermedio y solo 3% al estrato superior. Sería conveniente estudiar, en trabajos posteriores, la relación entre la edad y la producción del arbolado. En este caso, la mayor parte de los individuos productivos fue de menores dimensiones, posiblemente sus características de copa les confirieron cualidades para portar un alto nivel de conos.

El porcentaje reducido de árboles productivos sugiere que el presente año no es un año semillero; sin embargo es posible que el próximo (1998) sí lo sea, de acuerdo con la tendencia observada en la producción de años anteriores. Sería muy aventurado asegurar que esto ocurrirá ya que los mecanismos que regulan la producción son aún poco entendidos. Por lo pronto se observa una tendencia solamente. Como se menciona en la literatura, existen diversos mecanismos que regulan el proceso como una estrategia de sobrevivencia y adaptación al medio y a los agentes que merman la cantidad de semilla disponible para la propagación de la especie.

Los valores reflejan la dominancia de los árboles de menores dimensiones, que a pesar de su bajo porte (posiblemente también sean de corta edad), ya han tenido un alto nivel productivo. Se menciona en literatura

que el incremento en la densidad de copa y el área foliar puede habilitar a los árboles jóvenes a producir tempranamente (Fisher y Montano, sa).

Se realizaron análisis de componentes principales con los que se determinó que las variables de la copa son las más asociadas a la producción de conos. La mayor parte de la variación se concentró en los primeros 2 componentes en todos los casos. El primer componente estuvo definido principalmente por las variables que determinaron las dimensiones de la copa, es decir el manto y la altura y diámetro de copa. El segundo componente estuvo integrado principalmente por variables indicadoras de la calidad de la copa; es decir la transparencia y la densidad del follaje. La variación concentrada en estos dos componentes fue comparativamente menor en el grupo de los individuos no productivos, y mayor en el grupo de los individuos altamente productivos. Es decir que la importancia de las variables incluídas en estos componentes se incrementa conforme el nivel productivo es más alto.

6. CONCLUSIONES

La metodología de cuadrantes con punto central combinada con el muestreo secuencial resultaron eficientes en el levantamiento de información dasonómica y de niveles productivos del arbolado.

Se determinó que la producción de conos se distribuye principalmente en el estrato superior de la copa. Las exposiciones registraron diferencias en su nivel productivo, destacando las exposiciones Sur y Norte como las que portan la mayor cantidad de conos durante el período estudiado. La exposición Oeste se caracterizó por su constante baja productividad. La Punta, aún cuando no fue la exposición más productiva, se caracterizó por su constante nivel productivo (alto).

Fueron reconocidos árboles de tres niveles de producción de conos: alto, intermedio y bajo (no productivo). Durante el muestreo para asignar el nivel productivo, los individuos de alto y bajo nivel de producción fueron identificados rápidamente, necesitando de 1 a 2 muestras generalmente. Los individuos de nivel intermedio requirieron de un mayor número de muestras, fijándose como máximo 8 muestras.

Las variables identificadas como más asociadas a la producción fueron las relacionadas a las dimensiones y a la calidad de la copa. Esta asociación se hace más estrecha a mayor nivel de producción. La ramificación no está

asociada con las dimensiones de la copa ni con el nivel de producción de conos.

Las variables asociadas a la copa fueron las principales características que diferenciaron el arbolado de Pablillo del arbolado de La Primavera. Estas variables pueden ser susceptibles de manejo, sería conveniente la implementación de estudios que observaran el efecto de prácticas culturales que influencien positivamente el desarrollo de la calidad de la copa de los individuos con aptitudes potenciales para portar un alto nivel de producción. De esta manera se puede intentar elevar el nivel de producción. Además también prácticas dirigidas a la protección de la producción en individuos identificados como altamente productivos, con el fin de conservar la producción e intentar mantener el nivel productivo del arbolado.

Es recomendable probar la metodología implementada en este trabajo en otras áreas piñoneras. Por las características de rapidez y eficiencia, esta metodología podría agilizar de manera importante la ubicación de áreas de alto nivel productivo al identificar los individuos de diferente nivel de producción.

7. LITERATURA CITADA.

1. Anónimo. s.a. Uneven aged silviculture stocking study handbook (single tree selection). United States Department of Interior. Bureau of Indian Affairs, Albuquerque Area Office. 48 p.
2. Bailey, DK y FG Hawksworth. 1987. Pytogeography and taxonomy of the pinyon pines (subsect. Cembroides). En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 41-64.
3. Caballero Deloya, M y R. Avila Roldán. 1989. Importancia actual y potencial de los pinos piñoneros en México. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 18-22.
4. Caldera Hinojosa F. y JE Flores Lara. 1987 Observaciones preliminares sobre la biología y ecología del barrenador de ramillas *Retinia arizonensis* (Henrich) en un bosque natural de *Pinus cembroides* Zucc. en Galeana, N.L. En: Memorias del IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal y IV Reunión sobre Plagas y Enfermedades Forestales. Durango, Durango. p. 322-330.
5. Camacho, VA, A. Asencio, E. Ezcurra. 1984. Diseño de un método de muestreo para descortezadores del pino. En: Memoria de los Simposios Nacionales de Parasitología Forestal II y III. México, DF. p. 389-414.
6. Castillo Castilla, M., JA Ramírez G. 1989. Costos de producción de plantas de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 24-26.
7. Castillo Moreno, H. 1997. Determinación y cartografía de calidades de sitio en los bosques de *Pinus cembroides* Zucc. en los municipios de Aramberri y Galeana, N.L. a través de imágenes de satélite. Tesis de licenciatura inédita. Ing. Forestal. Fac. Ciencias Forestales, UANL. 46p.
8. Cetina Alcalá, VM. 1984. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc. En condiciones naturales. Tesis inédita. Maestría en Ciencias, especialidad Programa Forestal. CP, Chapingo, Méx. 137p.

9. Cetina Alcalá, VM; E. García Moya, MR Reyes. 1985. Análisis estructural de un bosque piñonero de *Pinus cembroides* Zucc. en la Amapola, SLP. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 100-109.
10. Cetina Alcalá, VM; E. García Moya, MR Reyes. 1985. Estudio sobre germinación del *Pinus cembroides* Zucc. en condiciones simuladas. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 83-88.
11. Cetina Alcalá, VM, SD Sánchez. 1989. Efecto de la intensidad de luz en el desarrollo inicial de *Pinus cembroides*. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAN, Saltillo, Coah. p.51-53.
12. Chávez Olayo, D, VM Cetina Alcalá, MR Reyes. 1985. Efecto de densidad de población y fertilización química en *Pinus cembroides* Zucc. cultivado a raíz desnuda. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 265-273.
13. Chávez Olivas, P., G. Vera Castillo, C. Rodríguez Franco. 1989. Técnicas de producción de *Pinus cembroides* Zucc. en vivero. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAN, Saltillo, Coah. p. 35-38.
14. Cibrián Tovar, D. 1985. Insectos de los pinos piñoneros. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 174-192.
15. Cibrián Tovar, D. y T. Méndez Montiel. 1987. Manejo de plagas forestales en la producción de piñones. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p111-121.
16. Cottam, G. y JT Curtis. 1956, The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, vol.3, no.3. p.431-460
17. Eguiluz Piedra, T.; A. Niembro Rocas; PM Pérez Rodríguez. 1985. Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros mexicanos. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 53-68.
18. Eguiluz Piedra, T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros mexicanos. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 83-89.

19. Escoto Cervantes, Ch. 1988. Situación actual de los pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. Tesis inédita, Ing. Ag. especialista en Bosques. 84 p.
20. Fatzinger, CW; HD Muse; T Miller and HT Bhattacharyya. 1988. Estimating cone and seed production and monitoring pest damage in Southern pine seed orchards. USDA - FS. 31 p.
21. Fisher, JT and JM Montana. sa. Management of pinyon for ornamentals, christmas trees, and nut production. P.35 - 40.
22. Flores Arellano, JR y S. Martínez Ramírez. 1987 Contribución al conocimiento de la biología e importancia de algunos insectos que se alimentan de conos y semillas de *Pinus cembroides* Tesis inédita de Licenciatura. UACH.185 p.
23. Flores Flores, JD y DE Díaz Esquivel. 1987. Tabla de vida y factores de mortalidad para conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. bajo condiciones naturales en el sur de Coahuila. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p123-135.
24. Flores Flores, JD; MA Capo Arteaga; L. Morales Quiñones. 1987. Uso múltiple del suelo en un bosque de *Pinus cembroides* Zucc. en el sur de Coahuila, México. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p101-110.
25. Flores Lara, J. 1987. Ecología y daños por plagas de conos y semillas del pino piñonero *Pinus cembroides* con especial énfasis en *Conophthorus cembroides* Wood (Coleoptera: Scolytidae). Tesis doctoral. Inédito.p
26. Flores Lara, J. y F. Caldera Hinojosa. 1985. Características de algunos piñoneros en relación al ataque de insectos. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, N.L. pp. 223-232
27. Flores Lara, JE and DE Bright. 1987. A new species of *Conophthorus* from Mexico: Descriptions and biological notes (Coleoptera: Scolytidae). The Coleopterists Bulletin, 41 (2): 181 - 184. 1987.
28. Flores Lara, J., R. López A. 1989. Producción de piñón en rodales naturales diferentes de piñonero, *P. cembroides*. Impacto de insectos carpófagos. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. pp. 122-125.

29. Flores Lara, J. 1994. Componentes principales. UANL, FCF.
30. Flores Lara, J. 1994. Muestreo secuencial. UANL. FCF. 9p.
31. Flores Olvera, R. Notas autoecológicas del pino piñonero (*Pinus cembroides* Zuccarini) en Nuevo León, México. Tesis de licenciatura. Inédito. FCB. UANL.
32. Flores Olvera, R. 1985. Estudio florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p121-129.
33. Forcella, F. 1981. Estimating pinyon cone production in New Mexico and Western Oklahoma. J. Wilfl. Manage. 45(2):1981. 553-557.
34. Fuentes Martínez, B. 1992. Caracterización y clasificación fisonómica del bosque de pino piñonero. Tesis inedita. DICIFOR, Chapingo, México. pp.33-34.
35. Gallegos, RR. 1977. Forest practices needen for the pinyon-juniper type. En: Proceedings of the workshop in Ecology, uses and management of pinyon-juniper woodlands. USDA- Forest Service. General Technical Report RM - 39. P.41 - 44.
36. García de León Loza. 1988. Generalidades del análisis de cúmulos y del análisis de componentes principales. UNAM. 29p.
37. García A., MA, MA Capó A. Variación morfológica y fisiológica entre especies y procedencias de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus maximartinezii* Rzedowski y *Pinus ayacahuite* E.rhen, en semillas y plántulas durante el primer año de crecimiento. En memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 59-63.
38. García Moya, E. 1985. Estado actual de conocimiento de los piñoneros. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, N.L. pp. 1-18
39. García y Gómez. 1987. Uso del método Forcella para la estimación de la produccción de piñón. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p.165-170.
40. García Velázquez, A. 1985. Citogenética de pinos piñoneros. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 19-31.

41. Gómez Soto, O., MA Capó Arteaga. 1989. Efecto de "acondicionamiento" en cinco especies de *Pinus*, bajo dos condiciones de plantación. En memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p.42-47.
42. González Guerrero, ja. 1990. Evaluación de la regeneración de *Pinus cembroides* Zucc. En condiciones naturales en La Amapola, SLP. Tesis inedita. Ingeniero Forestal. DICIFOR, UACH. Chapingo, México. 56p
43. González, H. 1995. Nutrición vegetal. Apuntes del curso de la Maestría en Ciencias Forestales. Semestre Agosto 1994- Enero 1995. Inédito. Facultad de Ciencias Forestales; Linares, N.L.
44. Hernández Reyna, A. y E. García Moya. 1985. Datos estructurales de algunos piñonares del Altiplano Potosino. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p151-159.
45. Hernández Pineda, VM, E. Aldrete Menchaca. Efecto de la estación y sistemas de plantación en la adaptación de *Pinus cembroides* Zucc., *P. nelsonii* Shaw y *P. pinceana* Gordon, en Zapalinamé, Saltillo, Coahuila. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p.51-56.
46. Koenig, WD, JMH Knops, WJ Carmen, MT Stanback, RL Mumme. 1994. Estimating acorn crops usin visual surveys. Can. J. For. Res. Vol. 24, 1994. 2105-2112.
47. Kramer, H. A. Akça. 1982. Leitfaden für Dendrometrie und Bestanesinventur.
48. Kulhavy, DL and JA Schenk. Cone and seed insects damage and prediction of cone production in Grand Fir in the Potlatch Area of Northern Idaho. Station No. 23. Forest Wildlife, and Range Experiment Station. 6p.
49. Lenner, RM. 1986. Patrones de desarrollo de brotes en *Pinus* y su relación con el crecimiento potencial. Serie de apoyo académico No. 19. DICIFOR, UACH. Chapingo, México. 29p
50. León Tello, JA. 1990. Diagnóstico de la producción de árboles de navidad en México. Seminario de titulación. Ing. Agr. Esp. en Bosques. DICIFOR, UACH. Chapingo, México. 62p.

51. Little Jr., EL. 1987. Los pinos piñoneros de los Estados Unidos: su pasado y su futuro. En Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 21-27.
52. López Ríos, M. 1994. Estimación de la dinámica poblacional y evaluación de daños causados por *Leptoglossus occidentalis* y *Conophthorus cembroides* en conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis inedita. Ing. Agr. For. Div. Agronomía, UAAAN. 90p.
53. Martínez Delgado, E; E Mellink, E García Moya. 1989. Consumo de piñón por aves y roedores en La Amapola, SLP. En memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p 87-89.
54. Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2a. edición. Ediciones Botas. 368 p.
55. Matteucci, SD y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. Washington, DC. 169p.
56. Montiel A., YE, VM Cetina Alcalá, SD Sánchez A. Reproducción asexual en *Pinus cembroides* Zucc. por el método de estaquillas. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 27-29.
57. Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, Inc. U.S.A. 547 p.
58. Olayo, MA. 1985. El manejo del pino piñonero. En Memorias del I Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, N.L.
59. Passini, MF. 1985. Algunas consideraciones acerca de los pinos piñoneros en México. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 130-136.
60. Passini, MF. 1987. Análisis de la distribución geográfica de los pinos piñoneros. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 65-81.
61. Passini, MF. 1991. Pino piñonero: ciclo reproductivo, palinología y biopalinología. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p.20 - 33.
62. Pérez Ayala, PR. 1990. Arboles individuales de *Pinus cembroides* como bloques en experimentos con insecticidas para plagas de conos y semillas en El Cardonal, Hidalgo. Tesis inedita. Ing. Agr. en Parasitología Agrícola. UACH. 57p.

-
63. Perry Jr., JP. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press, Inc. 231p.
64. Pielou, EC. 1984. The interpretation of ecological data, a primer on classification and ordination. John Wiley and sons. Capítulos 2, 3 y4.
65. Prieto Ruiz, JA. 1991. Efecto del uso de la corteza compostada y limo en el desarrollo de *Pinus cembroides* Zucc., en envase. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p.43-50.
66. Pritchett, WL. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mantenimiento. LIMUSA. 528 p.
67. Ramírez García, JA y J. Villanueva Díaz. 1987. Epoca de siembra en vivero de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus nelsonii* Shaw. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p 241-255.
68. Ramos Pinto, G. 1994. Ensayo de un tratamiento con tres insecticidas contra insectos que atacan conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis inedita. Ing. Agr. For. UAAAN, Div. Agronomía. Saltillo, Coahuila. 90p.
69. Rodríguez Soto, R., E Aldrete Menchaca. Sobrevivencia, incremento y patrón de crecimiento de *Pinus cembroides* Zucc., *P. maximartinezii* Rzedowski, *P. pinea* L., *P. eldarica* Medw. y *P. halapensis* Mill. en Buenavista, Coah. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p. 30-34.
70. Romero Manzanares, A., M.Luna Cavazos, E. García Moya. 1989. Organización de la vegetación asociada a los piñonares de las Sierras Meridionales de San Luis Potosí. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p 66-71
71. Romero Manzanares, A., M.Luna Cavazos, E. García Moya, A. de la Rosa Vázquez. 1989. Especies indicadoras de sitios con potencial de producción de piñón en San Luis Potosí. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p 126-130.
72. Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. 432 p.

73. Sánchez Avila, SD, MR Keyes, A. Trinidad Santos, VM Cetina Alcalá. 1987. Producción de plántulas de *Pinus cembroides* Zucc bajo tres técnicas de vivero. En: Memorias del II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p. 275-282.
74. Sánchez A, SD, VM Cetina A. 1989. Efecto de la temperatura en la velocidad y en el porcentaje de germinación en *Pinus cembroides* Zucc. En: Memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAAAN, Saltillo, Coah. p.40-41.
75. Solís M., M. de J., M. Manzano C., V. Blanco I. 1987 . Estimacion de la produccion de piñon como apoyo para su aprovechamiento en el Ejido Sta. Rosa, Mpio. de Saltillo, Coah. En: Memorias del II. Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p. 153-156
76. Suzán Aspíri, H, G. Sánchez Ramos, S. Ledezma Pineda. 1991. El cultivo de los pinos piñoneros: una alternativa para las regiones semiáridas. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p.57-64.
77. Torres Espinosa, LM, A. Cano Pineda, E. Aldrete Menchaca. 1991. Adaptación de *Pinus cembroides* Zucc., *P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii* Shaw, *P. maximartinezii* Rzedowski y *P. halapensis* Mill, en la Sierra de Arteaga, Coahuila. En Memorias del IV Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UAT, Cd. Victoria, Tamps. p.37-42.
78. Turgeon, JJ; A. Roques; P de Groot. 1994. Insect Fauna of coniferous seed cones: diversity, host plant interactions and management. Annu. Rev. 39:179-212.
79. Wenger, KF. 1953. How to estimate the number of cones in standing loblolly pine trees. Research Notes. Southeastern Forest Experiment Station. USDA-Forest Service. Number 44.
80. Wolf, F. 1985. Algunas propiedades de la madera de *Pinus cembroides* Zucc. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 69-82.
81. Yáñez Jiménez, P. y E. García Moya. 1985. Frecuencia, distribución, índice y distancia entre estomas en *P.cembroides* y *P. discolor* en el Altiplano Potosino. En: Memorias del I Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. UANL, Linares, NL. p 110-120.

82. Zavala Chávez, F. 1987. Estudio de la primera etapa de desarrollo de conos femeninos de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 113 p.
83. Zavarín, E. 1987. Taxonomy of pinyon pines. En: Memorias del II. Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Centre d'Etudes Mexicaines, Cd. México, DF. p29-40.

ANEXO 1

FOTOGRAFÍAS



Figura 1. Vista panorámica del rodal en Pablillo, Galeana.

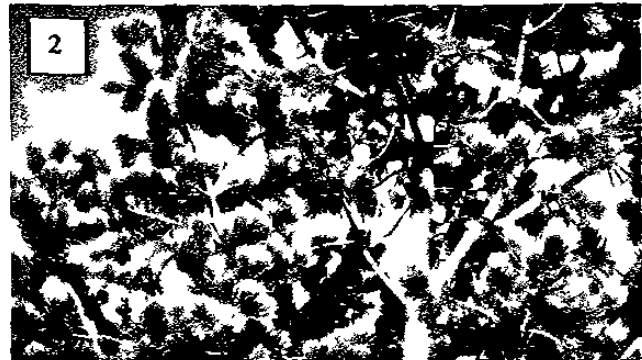
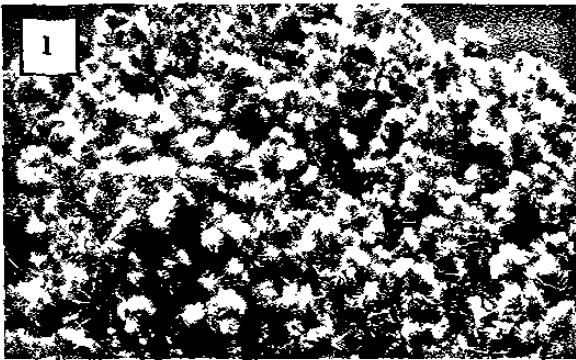


Figura 2. Categorías de Densidad de follaje y Transparencia de copa. 1. Se muestra la categoría de follaje denso con una transparencia de copa menor al 50%. 2. Individuo con follaje escaso y transparencia de copa mayor al 80%.



Figura 3. Producción de conos en *Pinus cembroides*. Se observa la cosecha de la temporada del año actual (a) y la de la temporada próxima (b).

b

a

ANEXO 2

DATOS ESTADÍSTICOS

Cuadro I. Análisis de regresión entre la altura y el diámetro de fuste a 0.3 m. Datos correspondientes al sitio en Pabillo.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.73438254
Coefficiente de determinación R ²	0.53931771
R ² ajustado	0.53461687
Error típico	0.5093467
Observaciones	100

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	29.7643384	29.7643384	114.727953	3.4861E-18
Residuos	98	25.4245376	0.25943406		
Total	99	55.188876			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.60478468	0.144937	11.0722915	5.797E-19	1.31716193	1.89240742	1.31716193	1.89240742
D3(m)	13.5882735	1.26861446	10.7111135	3.4861E-18	11.0707495	16.1057976	11.0707495	16.1057976

II. Análisis de regresión entre la altura y el diámetro de fuste a 0.3 m. Datos correspondientes al sitio en La Primavera.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.675063556
Coefficiente de determinación R ²	0.455710804
R ² ajustado	0.450156833
Error típico	0.651578505
Observaciones	100

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	34.83527029	34.83527029	82.05134169	1.33809E-14
Residuos	98	41.60634571	0.424554548		
Total	99	76.441616			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.74943818	0.193225346	9.05387525	1.36741E-14	1.365988776	2.132887584	1.365988776	2.132887584
d3 m	12.44439106	1.373823075	9.058219565	1.33809E-14	9.718083929	15.170669819	9.718083929	15.170669819

Cuadro III. Número de conos registrados por árbol en el análisis preliminar para el período '92 - '95.

Parámetro	Arbol							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sumatoria	2045	841	950	1334	844	1734	1797	736
Media	511.25	210.25	237.5	333.5	211	433.5	449.25	184
Desv. Est.	66.91	149.82	137.08	122.75	199.82	163.62	258.11	91.42
Valor máximo	602	377	432	513	502	640	735	309
Valor mínimo	456	33	130	235	68	281	203	91

Cuadro IV. Características dasonómicas de los árboles más productivos en el análisis preliminar.

NA	AA	D3	NF	AB	MAN	AltC	DiamC	COB
6	3.1 m	0.17 m	2	0.022698 m ²	63.08 m ²	3.1 m	5.27 m	16.6 m ²
7	3.5 m	0.166 m	1	0.021642 m ²	66.26 m ²	3.13 m	5.4 m	17 m ²

NA= NÚM. DE ÁRBOL; AA= altura del árbol; D3= diám. De fuste a 0.3m; NF= núm. de fustes; AB= área basal; MAN= manto; AltC= altura de copa; DiamC= diámetro promedio de copa; COB= cobertura.

Cuadro V. . Análisis de varianza para la producción entre las exposiciones ($\alpha= 0.5$).

Origen de las variaciones	ANÁLISIS DE VARIANZA				
	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad para F
Entre grupos	278412.4	4	69603.1	1.744012272	0.162426339
Dentro de los grupos	1396841.375	35	39909.75357		2.641463936
Total	1675253.775	39			

Cuadro VI. Análisis de varianza para la producción entre las exposiciones de cada estrato ($\alpha= 0.5$).

Exposiciones en el estrato inferior						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	71426.344	3	23808.78125	1.63860529	0.202893789	2.946684674
Dentro de los grupos	406837.38	28	14529.90625			
Total	478263.72	31				

Exposiciones en el estrato superior						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	227363.65	4	56840.9125	3.8838437	0.010305646	2.641463936
Dentro de los grupos	512232.75	35	14635.22143			
Total	739596.4	39				

Cuadro VII. Análisis de varianza entre la producción anual del '92 al '95.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	393430.5938	3	131143.5313	5.43042315	0.005	2.9
Dentro de los grupos	676193.875	28	24149.78125			
Total	1069624.469	31				

